

**Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze
Katedra botaniky**



Lucie Černá

**Srovnávací populační dynamika druhů
Anthericum liliago L. a *Anthericum ramosum* L.**

Bakalářská práce

Praha 2006

Školitelka: Mgr. Zuzana Münzbergová, PhD.

Obsah

1. Úvod.....	2
2. Literární přehled	8
2.1. Studované druhy	8
2.1.1. Charakteristika	8
2.1.2. Fytogeografie	9
2.1.3. Stanoviště	10
2.1.4. Genetika a reprodukce.....	10
2.2. Metodika	11
2.2.1. Metody používané při studiu populační dynamiky	11
2.2.2. Metody používané při studiu plasticity a lokálních adaptací	14
2.3. Shrnutí.....	15
3. Metodika a možné směry budoucí diplomové práce	16
3.1. Výběr vhodných lokalit pro studium.....	16
3.2. Způsob sběru dat a jejich hodnocení.....	17
3.3. Popis stanovištních podmínek	18
3.4. Revize lokalit.....	19
3.5. Potenciální problémy a omezení	19
3.6. Práce započatá v roce 2005.....	19
4. Předběžné výsledky	21
5. Závěr	23
6. Abstrakt	24
7. Seznam citované literatury	25

1. Úvod

V naší květeně existuje řada vzácných a ohrožených druhů rostlin a snahy o zachování jejich populací a přirozených stanovišť jsou prioritou ochrany přírody. Pouhé monitorování populací těchto druhů, které je součástí většiny ochranných projektů (jedním z nejdůležitějších je např. projekt NATURA 2000), však poskytuje pouze informace o aktuálním stavu populací a jeho časových změnách. Jaké jsou příčiny těchto změn a jak vůbec vzácné druhy na měnící se podmínky prostředí reagují, je možné zjistit pouze na základě detailního popisu populační dynamiky druhů.

Studium populační dynamiky vzácných druhů se zaměřuje především na podrobné zkoumání demografických procesů probíhajících uvnitř populací. Podle Meffe & Carroll (1994) populační demografie zahrnuje faktory přispívající k růstu či poklesu populace včetně natality a mortality. Dalšími složkami demografie mohou být také míry schopnosti šíření mezi populacemi, tedy imigrace do nových stanovišť a emigrace z „domácích“ stanovišť. Tyto demografické faktory by měly být populačními biology studovány dohromady, neboť vypovídají o způsobech, kterými populace reagují na krátkodobé změny prostředí, ve kterém žijí.

Porozumět kolísání velikosti populací vzácných druhů a tudíž umožnit jejich zachování si vyžaduje pochopení spojitostí mezi demografickými procesy a prostředím. Pro studium populační dynamiky vzácných druhů rostlin je tedy kromě demografie nezbytná i podrobná znalost jejich stanovištních nároků. Kombinace vnějších faktorů prostředí, které determinují „vhodnost“ stanoviště, jsou pro každý druh různé (Meffe & Carroll 1994). Mezi tyto faktory patří např. topografie terénu, vegetační pokryv, půdní typy, frekvence disturbancí a přítomnost interagujících organismů, jako jsou např. herbivoři či opylovači. Určení těch vnějších faktorů, které mají na existenci populace největší vliv, nám může pomoci např. při hledání vhodného managementu pro danou lokalitu, na níž se vzácný druh vyskytuje.

Prací věnujících se vzácným druhům je relativně hodně a můžeme je rozdělit do několika typů: (i) Studie sledující současný stav populací vzácných druhů na základě zjišťování aktuální velikosti populací (web 1). (ii) Studie sledující vliv disturbance či managementu, jako např. vypalování (Menges & Dolan 1998), kosení (Volis *et al.* 2005) či pastvy (Tolvanen *et al.* 2001), na životaschopnost populace. (iii) Studie sledující vztah druhu k jiným organismům, které v jeho životním cyklu hrají často důležitou roli. Patří mezi ně např. vztah rostlina - opylovač (Kunin 1997) či vztah rostlina - herbivor (Ehrlén 1995, Kéry &

Gregg 2004). (iv) Studie sledující vliv genetické struktury (Luijten *et al.* 2002, Dostálek 2005) či velikosti a míry izolovanosti populace na vitalitu populací (Lammi *et al.* 1999).

Velká část prací věnujících se vzácným druhům se při studiu často zaměřuje na konkrétní životní stádia nebo jednotlivé vlastnosti druhů či populací, např. na produkci semen, přežívání semenáčků či populační velikost (z již uvedených studií Kunin 1997, Lammi *et al.* 1999, Luijten *et al.* 2002). Pro navržení efektivní ochrany vzácných a ohrožených druhů jsou přitom důležité práce sledující kompletní demografii, neboť pouze na základě znalosti kompletní demografie druhu můžeme předpovídat chování populace do budoucnosti (Münzbergová 2006). Cílem takových kompletních studií je zkoumat všechna stádia životního cyklu druhu i s jejich přechody, stanovit populační růstovou rychlost a pokusit se odhadnout pravděpodobnost přežití (či extinkce) populace. Výsledky těchto studií pak umožní identifikovat kritické fáze životního cyklu druhu, které by v případě poklesu populace měly být v rámci managementu ochrany přednostně podporovány (Dostálek 2005).

Detailní studium životního cyklu je však velmi pracné a není reálné ho provádět pro každý zájmový druh. Bylo by tedy žádoucí přenášet získané poznatky mezi příbuznými druhy nebo mezi různými populacemi či stanovišti jednoho druhu. K tomu je nutné získat informace o rozdílech v populační dynamice různých blízce příbuzných druhů na stejném typu stanoviště (Münzbergová 2005). Současně je cenné získat informace o dynamice jednoho druhu ve více územích (Kéry & Gregg 2004, Dostálek 2005) či typech stanovišť, což nám umožní zjistit, do jaké míry je možné znalosti o chování daného druhu získané v jednom území/typu stanoviště aplikovat na jiná území/stanoviště.

Jedním z typů druhů, z nichž se lze dozvědět něco o minimálních rozdílech v populační dynamice různých druhů, jsou dvojice diploidních a z nich odvozených polyploidních druhů. Jedná se sice o odlišné druhy, ale tyto druhy jsou velice blízce příbuzné. Dnes je již všeobecně známou skutečností, že se rostliny mohou vyskytovat v různých plovidích a ani vzácné druhy nejsou výjimkou. Každý druh má svůj charakteristický diploidní počet chromozomů, který se ale vlivem určitých mechanismů, jako hybridizací či poruchou v buněčném dělení, může dvakrát až mnohokrát znásobit. Polyploidie je v rostlinné říši poměrně častým jevem. Podle odhadů se vyskytuje u 47-70% rostlinných druhů (Ramsey & Schemske 1998).

Polyploidní druhy můžeme podle způsobu vzniku rozlišit na tzv. autopolyploidy, u nichž dochází k prostému zdvojení chromozomové sady jednoho individua, a allopolyploidy, jejichž vznik následuje po hybridizaci, tedy po splynutí nestejných chromozomových sad dvou různých druhů (Briggs & Walters 2001). Ke vzniku allopolyploidních druhů dochází

tehdy, rostou-li rodičovské druhy v těsné blízkosti. Allopolyploidní jsou navíc od svých rodičů reprodukčně izolováni a reprodukčně-izolační mechanismy způsobují, že polyploidizací mohou vznikat uvnitř rodičovských populací nové druhy.

Obecně se předpokládalo, že polyploidní druhy díky své větší genetické variabilitě a velikosti genomu mají nejen širší ekologickou amplitudu, ale například také vyšší schopnost adaptability, vyšší toleranci vůči stresu způsobenému změnami vnějšího prostředí a tím mohou být lepšími kolonizátory než jejich diploidní předci (Rosquist & Prentice 2002). Na základě některých těchto hypotéz se v minulosti (zejména pak v posledním desetiletí) polyploidními druhy zabývalo mnoho studií, ve kterých byly polyploidní často srovnávány se svými diploidními příbuznými. Kromě studií sledujících evoluci a původ polyploidů (Rosquist & Prentice 2002, Abbott & Lowe 2004) se objevilo mnoho studií zaměřených na ekologii polyploidních druhů. Například Lumaret *et al.* (1987), Lindner & Garcia (1997) a Meerts *et al.* (1998) ve svých studiích ukázali, že polyploidní populace měly ve srovnání s diploidními skutečně širší ekologickou amplitudu. Naproti tomu Petit & Thompson (1999), kteří zkoumali stovky druhů rostlin, ve své studii předvedli, že u některých druhů naopak diploidní měly oproti polyploidům větší ekologické rozpětí a že tedy zřejmě záleží na tom, o jaký druh se jedná. To, že diploidní a polyploidní populace daného druhu mohou mít nápadnou ekologickou segregaci, která umožňuje koexistenci populací lišících se ploidií blízko sebe, ale bez přímého kontaktu (např. výskyt v rozdílných nadmořských výškách), předvedli ve svých pracích Hardy *et al.* (2000) a Meirmans *et al.* (2003).

U příbuzných druhů lišících se ploidií lze předpokládat, že budou mít nejen rozdílnou ekologii, ale také dynamiku. Studie, které zkoumaly odlišné chování diploidních a polyploidních druhů a kterých je zatím velmi málo, se však při porovnávání zaměřily jen na určité části životního cyklu, např. na růst a kvetení za nízkých teplot (Bretagnolle & Thompson 1996), klíčení semen a růst semenáčků (Pegtel 1999) či růstovou rychlost jedince a květní produkci v závislosti na vlhkostním gradientu (Garbutt & Bazzaz 1983). Ačkoliv se o genetické variabilitě a ekologických nárocích polyploidů ví poměrně hodně, studie, které by zkoumaly kompletní populační dynamiku polyploidních druhů rostlin, zatím chybí.

Dalším možným srovnáním, pomocí něhož se můžeme dozvědět více o variabilitě populační dynamiky a tedy o možnostech přenosu závěrů populačně-biologických studií, je srovnání dynamiky jednoho druhu v různých typech stanovišť. V přírodě se přirozeně vyskytují druhy obývající více typů stanovišť. Populační dynamika se pak v rámci jednoho druhu může lišit mezi různými typy stanovišť, což může být způsobeno buď fenotypovou plasticitou či vytvořením lokálních adaptací druhu. Plasticita a lokální adaptace jsou

protichůdné mechanismy. Plasticitou odpovídá rostlina na měnící se podmínky prostředí, které je variabilní na krátkém časovém a velmi malém prostorovém měřítku. Plasticita se projevuje změnou fyziologie a/nebo morfologie (Schlichting 1986) a jedná se o mechanismus zvratný. Lokální adaptace se u rostlinného druhu objeví tehdy, pokud se selekce dědičných znaků liší mezi různými typy prostředí a pokud je omezen genetický tok mezi prostředími (Knight & Miller 2004). Narozdíl od plasticity je adaptace vázána na genetickou diferenciaci a může vést až k formování nových ekotypů adaptovaných na dané podmínky prostředí, případně až ke vzniku nových druhů (Briggs & Walters 2001). Hlavními faktory zodpovědnými za tyto projevy rostlin jsou tedy selekční tlaky působící na jedince na daném typu stanoviště a dynamika krajiny.

Ačkoliv téma lokálních adaptací bylo studováno u řady rostlin (van Tienderen & van der Toorn 1991, Lenssen *et al.* 2004, Knight & Miller 2004, Wright *et al.* 2006), jsou stále znalosti míry těchto procesů omezené. Většina dřívějších studií se totiž zabývala adaptacemi projevujícími se na velkých geografických měřítkách, přitom z hlediska ochrany vzácných druhů je důležité zabývat se lokálními adaptacemi na malé prostorové škále. Často se také studují projevy lokálních adaptací na výrazných gradientech prostředí, jako např. na klimatických a výškových gradientech či gradientech kontaminace těžkými kovy (např. Ayazloo & Bell 1981 a Wu *et al.* 1975, sec: Briggs & Walters 2001), pro ochránáře je však důležité znát, jak se lokální adaptace projevují na plynulých a mírnějších gradientech. Z takových studií se sice můžeme dozvědět něco o adaptacích rostlin na daný gradient prostředí, avšak nedozvíme se mnoho o chování druhů na daném gradientu. Užitečné by tedy bylo provést srovnávací studii populační dynamiky jednoho druhu v různých typech prostředí a zjistit, zda odlišná dynamika druhu na různých stanovištích je dána lokálními adaptacemi populací či je pouze důsledkem plastické reakce druhu na aktuální podmínky prostředí. Znalost existence lokálních adaptací v populacích rostlin je klíčová například k pochopení možnosti reintrodukce druhů a posilování stávajících populací vzácných druhů (např. pomocí přesazování jedinců mezi lokalitami).

Kladení si otázek týkajících se populační dynamiky a adaptací u druhů extrémně vzácných je těžké, neboť mohou mít velmi malé populace a tudíž se studium těchto druhů pro nedostatečný počet jedinců často nemůže uskutečnit. Ze zjevného důvodu je tedy výhodné vybrat druh, který je relativně vzácný a přesto je možné s ním bez problémů experimentovat.

Pro tento typ studie byly vybrány druhy *Anthericum liliago* L. a *Anthericum ramosum* L. z čeledi *Asphodelaceae* Juss.. Ačkoliv jsou oba druhy v naší květeně považovány za vzácné, existuje na našem území ještě dostatek lokalit s jejich výskytem, místy s populacemi

čítajícími stovky až tisíce jedinců. Jsou tedy vhodnými modelovými druhy pro studium populační dynamiky vzácných druhů.

A. liliago, který je allopolyploidního původu, a *A. ramosum* jsou druhy typické pro společenstva suchých trávníků. Většinou se populace těchto druhů vyskytují v naší přírodě odděleně. *A. liliago* dává přednost otevřeným, často výslunným kamenitým svahům s jižní expozicí, *A. ramosum* obývá kromě slunných strání (obvykle na vápnitých substrátech) i světlé lesní lemy a suché lesy. Přesto existují i stanoviště, kde se oba druhy vyskytují společně. Taková stanoviště umožní srovnávat dynamiku dvou odlišných druhů při maximální možné podobnosti stanovišť a poskytnou tak představu o tom, jaké jsou minimální rozdíly v populační dynamice mezi dvěma příbuznými druhy (navíc se jedná o druhy lišící se ploidií).

Druh *A. ramosum* se současně může vyskytovat na více různých typech stanovišť a nabízí se tedy otázka, jak se dynamika v rámci tohoto druhu liší mezi typy stanovišť a do jaké míry je tedy nutné studovat druh na všech jeho potenciálních stanovištích. Dále by bylo užitečné zjistit, zda odlišná dynamika *A. ramosum* na kontrastních stanovištích je způsobena vytvořením lokálních adaptací populací či se jedná pouze o plastickou reakci druhu na změnu prostředí a do jaké míry jsou rozdíly mezi chováním různých populací *A. ramosum* větší než mezi populacemi obou druhů na jednom typu stanoviště.

Tato studie kompletních populačních dynamik dvou vzácných druhů naší květeny bude probíhat v letech 2006-2008 a klade si za cíl:

- Srovnat populační dynamiku druhu *Anthericum ramosum* s allopolyploidním druhem *Anthericum liliago* na stejném typu stanoviště a zjistit minimální rozdíly mezi dynamikou dvou blízce příbuzných druhů.
- Srovnat populační dynamiku druhu *Anthericum ramosum* na dvou kontrastních typech stanovišť a zjistit míry rozdílu v populační dynamice jednoho druhu v závislosti na typu stanoviště.
- V rámci pokusu v kultuře zjistit, jaká je růstová dynamika a plasticita druhů *Anthericum liliago* a *Anthericum ramosum* z obou typů stanovišť při pěstování za různých typů prostředí.
- Popsat stanovištní nároky obou druhů a použít tuto informaci k interpretaci výsledků výše uvedených cílů studie.

- Doplnkovou informací k tomuto typu studie bude zmapování současného stavu populací obou druhů ve vybraném území a identifikace změn v rozšíření obou druhů v tomto území od jejich posledního detailního zmapování v práci Skalický (1957-58).

2. Literární přehled

2.1. Studované druhy

2.1.1. Charakteristika

Vybrané druhy pro tuto studii *Anthericum liliago* L. (bělozářka liliovitá) a *Anthericum ramosum* L. (bělozářka větvitá) jsou vytrvalé byliny patřící do čeledi *Asphodelaceae* Juss. (Hrouda 2002).

A. liliago je 30-80 cm vysoká rostlina s vláknitým oddenkem a přímou bezlistou lodyhou. Úzce čárkovité a téměř trávovité listy vyrůstají v přízemní růžici a jsou přibližně stejně dlouhé jako lodyha. Květenstvím je ± jednostranný hrozen bílých, široce zvonkovitě rozestálých květů s úzce eliptickými a 15-22 mm dlouhými okvětními lístky, které bývají nejméně o 5 mm delší než tyčinky. Zakřivená čnělka je kratší nebo stejně tak dlouhá jako okvětní lístky. *A. liliago* u nás kvete od května do června a plodí vejcovité, špičaté, 9-15 mm dlouhé tobolky, ze kterých po dozrání vypadávají černá, kovově lesklá semena (Skalický 1959, Hrouda 2002). Jelikož květy vytvářejí nektar, je navštěvována četným hmyzem, který je jejím důležitým opylovačem (jsou jím např. mravenci, Peterson *et al.* 2002). Jedná se o tetraploidní druh ($2n = 60$) (Rosquist & Prentice 2002). *A. liliago* patří mezi ohrožené druhy naší květeny (kategorie C3) a je také chráněný zákonem (§3) (Procházka 2001).

A. ramosum má 30-80 cm vysokou, bezlistou a někdy lehce pokřivenou lodyhu, na jejíž bázi vyrůstá přízemní růžice úzkých trávovitých listů, které jsou podstatně kratší než lodyha. Bílé květy s 10-14 mm dlouhými okvětními lístky jsou uspořádané v latnatě větveném květenství (odtud jméno). Vnitřní okvětní lístky bývají zřetelně širší než vnější a jen o 1-2 mm delší než tyčinky. Čnělka je rovná a delší než okvětní lístky. *A. ramosum* kvete od června do srpna a plodem jsou téměř kulovité, tupé a 5-9 mm dlouhé tobolky obsahující po dozrání černá, ve srovnání s *A. liliago* drobnější semena (Münker 1998, Hrouda 2002). Květy jsou opylovány hmyzem. Jedná se o druh diploidní ($2n = 30$) (Skalický 1959, Rosquist & Prentice 2002). *A. ramosum* na našem území zatím zákonem chráněný není, ale patří mezi vzácnější druhy vyžadující si další pozornost (kategorie C4) (Procházka 2001).

Bělozářky byly od středověku často pěstovány v zahradách a parcích nejen pro ozdobu, ale i jako léčivé rostliny užívané v lidovém lékařství. Obsahují totiž látky podobné kolchicinu, které mají v malém množství diuretické účinky. Od středověku se drogy obou bělozářek používaly jako diuretikum a proti kousnutí jedovatých pavouků a štírů (Skalický 1957-58).

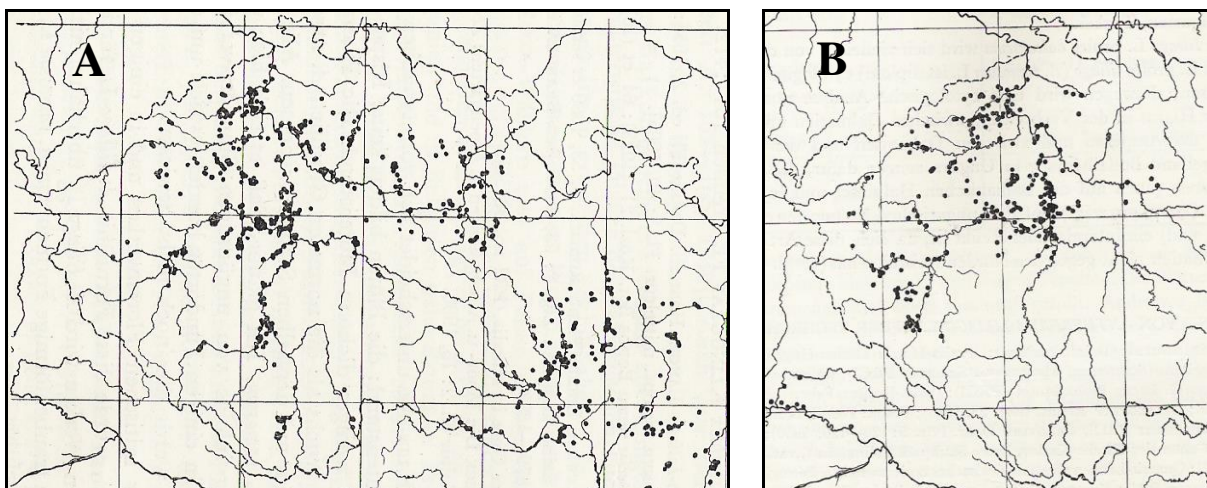
2.1.2. Fytogeografie

Rod *Anthericum* L. má své zástupce nejvíce v Africe (přes 50 druhů), 3 druhy rostou v Evropě (kromě dvou zmiňovaných je to ještě *Anthericum baeticum* Boiss. vyskytující se v pohorí jižního Španělska) a několik druhů najdeme v horách Střední a Jižní Ameriky. Z toho Skalický (1959) usuzuje, že se jedná o rod fylogeneticky velmi starý. Vývojové centrum rodu bude s největší pravděpodobností ve střední Africe.

Na vznik jednotlivých evropských druhů bělozářek měl velký vliv glaciál. Tehdy pravděpodobně vznikla geografická disjunkce areálu a v izolovaných vývojových centrech probíhala různým směrem divergence znaků. Vývojovým centrem pro *A. liliago* je jižní Francie, pro *A. ramosum* východomediteránní oblast, resp. celý severní mediterán. V postglaciálu pak nastalo šíření *A. liliago* od jihozápadu k severovýchodu, u *A. ramosum* od jihu k severu s tendencí spíše od jihovýchodu k severozápadu. Co se týče rozšíření na evropském kontinentě, zabírají dnes oba druhy oblast od Španělska, Francie, přes střední Evropu k Balkánu a Ukrajině, na severu sahá rozšíření až na jižní Švédsko a k pobaltským státům (Skalický 1959).

V České republice se *A. liliago* vyskytuje roztroušeně v západních, severozápadních a středních Čechách, *A. ramosum* najdeme na našem území roztroušeně v teplejších oblastech (Hrouda 2002). Rozšíření obou druhů na území České republiky detailně zmapoval Skalický (1957-58, 1959) (obr. 1).

Obrázek 1: Rozšíření druhů *A. ramosum* (A) a *A. liliago* (B) na území České republiky (Skalický 1959).



2.1.3. Stanoviště

A. liliago a *A. ramosum* jsou ve střední Evropě druhy typické pro pahorkatiny. *A. ramosum* vystupuje ve vápencových horách až do 1300 m n.m., *A. liliago* se nad 500 m n.m. vyskytuje vzácněji (Skalický 1957-58). V České republice najdeme oba druhy růst od nížin po pahorkatiny (Hrouda 2002).

A. liliago dává přednost stanovištím většinou na břidlicích, z erupčních hornin na diabasech a čedičích. Vápnitým substrátům se vyhýbá. Není sice druhem kalcifobním, avšak v žádném případě není kalcifilní. Dává přednost minerální, na humus chudé půdě (skály, mělká skeletovitá půda na stráních) nebo kyselé nevýživné půdě. Z extrémů ho můžeme nalézt na vápencových skálách (na rohovcových vápencích, kde je méně CaCO₃, častěji), na opuce, sprašových půdách a na hlubokých vápnitých půdách. V Čechách se *A. liliago* nejčastěji vyskytuje ve společenstvech suchých trávníků, zejména na kamenitých stráních. Z dalších stanovišť roste dále na otevřených stepních svazích, ve světlých listnatých hájích, v křovinatých porostech, na sutích a na skalách jako chasmoxyt. V územích s malou členitostí terénu (např. v západních Čechách), kde nejsou kamenité prudké svahy, tento druh najdeme nejčastěji v travnatých porostech. Extrémem jsou vřesoviště, suché pastviny a vyprahlé světlé bory (Skalický 1957-58, Hrouda 2002).

A. ramosum všude dává přednost humuso-karbonátovým půdám na kamenitých svazích. Z rozšíření je patrný vápnomilný charakter druhu. V Čechách je typickou rostlinou např. pro opuková území (Džbán, Bělohorsko-slánská plošina), kde druh *A. liliago* často chybí nebo je vzácný. *A. ramosum* roste ve střední Evropě více v lesostepních (křovinných) společenstvech. Na našem území patří mezi jeho typická stanoviště kromě suchých trávníků a výslunných stepních strání také světlé lesní lemy a suché lesy (často teplomilné doubravy, dubohabřiny, občas písčité bory) (Skalický 1957-58, Hrouda 2002). Existuje u nás i několik málo lokalit, kde *A. ramosum* roste na podmáčených půdách. Ovšem na takových stanovištích tento druh najdeme růst spíše na periodicky vysychajících částech pramenitého horizontu (Ložek *et al.* 2005).

2.1.4. Genetika a reprodukce

Skalický (1959) uvádí, že *A. liliago* a *A. ramosum* se liší ploidií. Jeho studie však byla spíše taxonomická a fytogeografická, a proto se genetikou těchto druhů podrobněji nezabýval. Reproductivní biologii a genetickou strukturu obou druhů ve Skandinávii studovali Rosquist (2001) a Rosquist & Prentice (2002). Zjistili, že tetraploid *A. liliago* je allopolyploidního původu a že jedním z jeho rodičů (progenitorů) je právě diploidní *A. ramosum*. Druhý rodič

zatím není úplně jistý. Podle Rosquist & Prentice (2002) však v Evropě existují dva diploidní „kandidáti“. V Alpách a Dánsku se vyskytují diploidní populace *A. liliago* (Rosquist & Prentice 2002) a tak je možné, že tetraploidní druh *A. liliago* mohl být odvozen z kříženců mezi *A. ramosum* a diploidním *A. liliago*. Druhým možným rodičovským „kandidátem“ je diploidní ($2n = 30$) španělský endemit *A. baeticum*.

Reproduktivní biologii obou druhů porovnávala Rosquist (2001). Chtěla zjistit, do jaké míry se u těchto polyploidních druhů vyskytuje samooplození a agamospermie (tj. produkce semen bez oplození), tedy způsoby reprodukce, které jsou často s polyploidními druhy rostlin spojovány. Pomocí četných opylovacích experimentů zjistila, že jedinci obou druhů mají schopnost samooplození. Agamospermie se však ani u jednoho z druhů neprojevila.

Druhy *A. liliago* a *A. ramosum* se mohou křížit mezi sebou za vzniku triploidních jedinců, jak je již dnes známo z volné přírody i ze zahradnických experimentů. Skalický (1959) v rámci své studie provedl umělé křížení obou druhů v kultuře. Podle něj vzniká kříženec záměrným pokusným zkřížením rodičovských rostlin snadno, ale v F1 generaci je úplně sterilní, jeho pyl je korodován a tobolky se vůbec netvoří. Kříženec neprojevuje intermediárních znaků mezi oběma druhy, ale nevětveným květenstvím a rozměry květů je podobnější *A. liliago*. Skalický (1959) tvrdil, že v přírodě bude triploidní kříženec obou druhů velice vzácným jevem (jestli vůbec existuje), neboť (i) obvykle nerostou oba druhy současně na téže lokalitě a (ii) v době, kdy začíná kvést *A. ramosum*, je již *A. liliago* většinou odkvetlý.

Údajného křížence obou druhů našel v roce 1927 v Radotínském údolí v Praze Domin (Skalický 1957-58). *Anthericum confusum*, jak svého křížence Domin pojmenoval, prý projevoval intermediárnost znaků mezi oběma rodiči, a to na živém materiálu, na herbářovém se nedal tento kříženec stanovit. Skalický prý dokladový materiál v pražských herbářích neviděl a na lokalitě v Radotínském údolí nenalezl žádnou rostlinu, kterou by bylo možno za křížence považovat. Z toho (i z výše zmíněných provedených experimentů) Skalický usoudil, že Dominova rostlina intermediárního charakteru s největší pravděpodobností křížencem nebyla. Z volné přírody jsou triploidní populace kříženců obou druhů známé ze Skandinávie (Rosquist & Prentice 2002). Na našem území však zatím jeho existence prokázána nebyla.

2.2. Metodika

2.2.1. **Metody používané při studiu populační dynamiky**

Studium populační dynamiky se zabývá změnami počtu individuí a jejich příčinami, tedy faktory, které tyto změny vyvolávají. Při studiu populační dynamiky nám však nejde

přímo o chování jednotlivých jedinců, ale o to, jak tito jedinci vypovídají o chování celé populace (Herben & Münzbergová 2002).

K tomu, abychom o chování populace mohli vůbec něco říci, musíme nejprve na jedincích sebrat demografická data. Nejdůležitějšími složkami populační demografie jsou natalita, mortalita, imigrace a emigrace (Meffe & Carroll 1994). Protože jsou však rostliny sesilní organismy, nemusí se populační dynamika rostlin imigrací a emigrací zabývat. U rostlin je studium natality a mortality nerozlučně spojeno s velikostí rostlin a její změnou, neboť právě velikost je nejdůležitějším parametrem určujícím chování jedince (Herben & Münzbergová 2002).

Údaje o natalitě, mortalitě a velikostním složení rostlinných populací se mohou studovat odděleně. Pro studium populační dynamiky rostlin je však nejdůležitější tyto údaje o jednotlivých fázích životního cyklu propojit, což umožní předpovědět chování populace do budoucnosti. K tomuto účelu se nejčastěji používají populační projekční matice (nazývané též přechodové matice), které jsou nezbytnou součástí studií sledujících kompletní populační dynamiku rostlin (např. Ehrlén 1995, Menges & Dolan 1998, Kéry & Gregg 2004, Münzbergová 2006).

Populační projekční matice (dále jen matice) se využívají při modelování velikostně nebo věkově strukturovaných populací. Abychom mohli s maticemi pracovat, musíme znát parametry popisující celý životní cyklus druhu. To se týká nejen parametrů dospělých rostlin, ale i parametrů klíčení semen a přežívání semenáčků, a tak je nepostradatelným způsobem sběru dat kromě dlouhodobého sledování označených jedinců také vysévání semen a sledování vzešlých semenáčků. Současně se v terénu sleduje i semenná banka studovaného druhu, např. přežívání semen v bance (pokud druh semennou banku tvoří).

Sestrojování matic spočívá v tom, že si jedince ve studované populaci rozdělíme do několika skupin tak, aby si jedinci uvnitř každé skupiny byli v něčem podobní, např. svou šancí vyrůst či zplodit potomka. Nejčastěji se jedinci klasifikují podle velikosti nebo podle životních fází (např. semenáček, nekvetoucí rostlina, kvetoucí rostlina). Pomocí dat sebraných v terénu pak můžeme kvantifikovat přechodové pravděpodobnosti, s nimiž jedinci každé skupiny za určitý časový interval vyrostou (přejdou do jiné skupiny), zplodí potomka nebo odumřou (tab. 1). Sestrojenou matici pak můžeme určitými postupy analyzovat a (i) zjistit, zda je stávající struktura populace (např. zastoupení fertálních vs. sterilních jedinců) stabilní či nikoli, (ii) stanovit populační růstovou rychlost (λ), (iii) zjistit, které demografické procesy jsou pro růst populace důležité a jak jsou důležité, (iv) udělat predikci vývoje populace po delší časový interval (Herben & Münzbergová 2002).

Tabulka 1: Příklad populační projekční matice pro druh *Silene regia* (Milford 1990-91, sec: Menges & Dolan 1998). Čísla na diagonále (zvýrazněná) znamenají pravděpodobnosti, že rostlina dané fáze bude ještě za rok v téže fázi; ostatní čísla ukazují pravděpodobnosti, s jakými rostlina ve fázi dané sloupcem přejde do následujícího roku do fáze dané řádkem (s vyloučením prvního řádku, kde je uveden průměrný počet semenáčků vzniklý z jedné fertillní rostliny během jednoho roku). Pomlčky znamenají nedefinované přechody.

	semenáček	vegetativní rostlina	malá kvetoucí rostlina	střední kvetoucí rostlina	velká kvetoucí rostlina
semenáček	-	-	5,32	12,74	30,88
vegetativní rostlina	0,308	0,111	0	0	0
malá kvetoucí rostlina	0	0,566	0,506	0,137	0,167
střední kvetoucí rostlina	0	0,111	0,210	0,608	0,167
velká kvetoucí rostlina	0	0	0,012	0,039	0,667

Mezi důležité analýzy matic patří tzv. analýza elasticity (neboli prospektivní analýza, Caswell 2000). Pomocí této analýzy můžeme zjistit význam jednotlivých prvků (demografických parametrů) matice pro populační růst. Jde o to zjistit, jaký vliv bude mít potenciální změna toho či onoho parametru matice na očekávanou rychlost populačního růstu. To nám umožní nalézt takový prvek matice, který nejkritičtěji ovlivňuje chování populace (tzn. jehož malá změna, ve srovnání s ostatními prvky, povede k největší změně chování populace). Analýza elasticity může být využita např. k porovnávání životních strategií mezi druhy s odlišnými životními cykly (de Kroon *et al.* 2000, Herben & Münzbergová 2002).

Další důležitou technikou využívanou při analýze maticových modelů je LTRE (life-table response experiments), nazývaná také retrospektivní analýza (Caswell 2000). Tato analýza nám umožňuje zkoumat, jak vliv určitého faktoru (nebo ošetření, např. typu managementu, typu stanoviště) na jednotlivé demografické parametry studovaného druhu přispívá k celkovému vlivu na populační růstovou rychlost (λ) (Grant 1998, Brys *et al.* 2004), resp. které faktorem ovlivněné parametry přispívají k pozorované změně λ nejvíce. Narozdíl od analýzy elasticity zkoumá LTRE skutečné změny parametrů a jejich vliv na skutečnou variabilitu matice. Tento přístup je často používán pro porovnávání parametrů a λ různých populací mezi různými typy ošetření (Oli *et al.* 2001).

Na závěr je třeba zmínit, že modelování stavu populace pomocí přechodových matic představuje velmi zjednodušený přístup, neboť vychází z představy neomezeného růstu populace, předpokládá konstantní podmínky v prostoru a čase a nebere v úvahu imigrační procesy. Přesto je tato metoda velmi rozšířenou a praktickou pomůckou využívanou při studiu demografie rostlin (Herben & Münzbergová 2002).

2.2.2. Metody používané při studiu plasticity a lokálních adaptací

Jak již bylo zmíněno v úvodu, populační dynamika druhu se může lišit mezi různými typy stanovišť, což může být způsobeno fenotypovou plasticitou nebo vytvořením lokálních adaptací druhu na dané podmínky prostředí. Z ochránářského hlediska je nezbytné zjistit, o jaký z těchto dvou projevů se u studovaného druhu jedná. Např. zjistíme-li u studovaného vzácného druhu existenci lokálních adaptací na určitý typ stanoviště, nebudeme moci méně početné populace vzácného druhu posilovat pomocí přenášení jedinců mezi různými lokalitami/typy stanovišť, neboť by nově příchozí jedinci v novém prostředí (na které nejsou adaptovaní) strádali nebo by se vůbec neuchytili.

K odhalování existence lokálních adaptací u rostlin se nejčastěji používá metoda recipročních transplantací (neboli metoda zkříženého přesazování). Tato metoda spočívá v přesazování a pěstování jedinců každé lokální populace (tzv. dému) studovaného druhu na lokalitách všech ostatních démů včetně své „domácí“. Na těchto lokalitách se pak po nějakou dobu zjišťuje přežívání jedinců každého dému (kolik rostlin vůbec na dané lokalitě vyklíčilo resp. přežilo) a zaznamenávají se parametry, které dobře ukazují, jaká je životaschopnost a fitness přesazovaných rostlin (Briggs & Walters 2001, Kawecki & Ebert 2004). Těmito parametry mohou být např. počet listů a jejich délka, počet květů, průměrná hmotnost vyprodukovaných semen (van Tienderen & van der Toorn 1991) nebo věk první reprodukce (Kawecki & Ebert 2004).

Jedinci každého dému mohou být na lokality transplantováni jednak jako semena, která byla na jednotlivých lokalitách z náhodně vybraných rostlin sebrána, nebo jako semenáčky (vzešlé z vyšetých semen odebraných na lokalitách), které se po nějakou dobu pěstovaly v experimentální zahradě v květináčích naplněných půdou z lokality, na kterou by měly být transplantovány (např. van Tienderen & van der Toorn 1991). Výsev semen je důležitý proto, že na úrovni klíčení semenáčků probíhá nejdůležitější část selekce prostředí. Van Tienderen a van der Toorn (1991) v rámci svých recipročních pokusů transplantovali na jednotlivé lokality také klony vypěstované z náhodně vybraných rostlin pocházejících z těchto lokalit, čímž umožnili sledování parametrů fitness transplantovaných (téměř dospělých) jedinců již v první sezóně pokusu.

Míra přežívání a parametry fitness změřené během pokusu na transplantovaných jedincích každého dému se pak porovnávají mezi lokálními a „imigrantskými“ démy uvnitř každé testované lokality/stanoviště. Lokální adaptace se prokáže, pokud bude fitness lokálního dému na jeho „domácí“ lokalitě vyšší než fitness démů pocházejících z jiných lokalit (Kawecki & Ebert 2004). Pokud ale zjistíme, že jsou jedinci jednotlivých démů

daného druhu transplantovaní na cizí (nepůvodní) lokalitu/stanoviště schopni se změněným podmínkám přizpůsobit, nebo dokonce v nových podmínkách zvýšit své fitness (např. dosáhnout většího vzrůstu či dříve vykvést), můžeme o tomto druhu tvrdit, že je plastický.

Protože je však transplantace a sledování jedinců přímo v terénu poměrně náročné a navíc není lehké na takové experimenty získat povolení od příslušných orgánů (přeci jen se jedná o zásah do přirozeného prostředí), provádí se tyto přesazovací pokusy často v experimentální zahradě (Montalvo & Ellstrand 2000, Weinig 2000, Kawecki & Ebert 2004), kde se simulují hlavní rozdíly mezi prostředími lokalit (typ půdy, vlhkost, zástin apod.).

2.3. Shrnutí

Vybrané druhy pro tento typ studie *A. liliago* a *A. ramosum* z čeledi *Asphodelaceae* patří mezi vzácné druhy naší květeny. Jedná se o druhy lišící se ploidii – *A. liliago* je allotetraploidního původu a diploidní *A. ramosum* je s největší pravděpodobností jedním z jeho progenitorů. Populace těchto druhů v naší přírodě rostou většinou odděleně, přesto existuje několik málo lokalit se společným výskytem. *A. ramosum* se současně může vyskytovat na více různých typech stanovišť. Ačkoliv se oba druhy mohou mezi sebou křížit za vzniku triploidních jedinců, nebyla zatím existence křížence ve volné přírodě na našem území (ani na společných lokalitách) prokázána. Na těchto druzích byla kromě morfologie a fyto geografie (Skalický 1957-58, 1959) studována také genetika, evoluce a reprodukční biologie (Rosquist 2001, Rosquist & Prentice 2002). Dosud se však u *A. liliago* a *A. ramosum* nesledovala populační dynamika a vazba na stanoviště (vznik lokálních adaptací).

Ke studiu populační dynamiky rostlin se nejčastěji používají populační projekční matice, které umožňují propojení jednotlivých částí životního cyklu studovaného druhu. Postupným analyzováním těchto matic se získá důležitá informace o dynamice a současném stavu populace daného druhu a umožní se předpovědět chování populace do budoucna. Mezi důležité analýzy matic patří analýza elasticity a LTRE analýza, které zkoumají význam a vliv jednotlivých parametrů matice na populační růstovou rychlost. Plasticita a lokální adaptace u rostlin se nejčastěji studují pomocí transplantačních pokusů založených na zkříženém přesazování jedinců (či vysévání semen) různých populací mezi různými lokalitami/stanovišti a následném porovnávání míry přežití a fitness mezi „domácími“ a „cizími“ jedinci na všech lokalitách. Často se tyto přesazovací pokusy simulují v experimentálních zahradách.

3. Metodika a možné směry budoucí diplomové práce

Tato studie srovnávací populační dynamiky druhů *Anthericum liliago* a *Anthericum ramosum*, která bude v rámci diplomové práce probíhat, se uskuteční v letech 2006-2008. Během roku 2005 již byly založeny některé pokusy (viz dále), včetně předběžných, jejichž výsledky pomohou vybrat nejvhodnější postupy při zakládání pokusů a umožní včas odhalit potenciální problémy a omezení.

3.1. Výběr vhodných lokalit pro studium

Pro srovnání populační dynamiky druhu *A. liliago* s druhem *A. ramosum* budou vybrány 2-3 lokality, kde se populace obou druhů vyskytují společně na stejném typu stanoviště. To umožní srovnat dynamiku dvou odlišných druhů při maximální možné podobnosti stanovišť a zjistit minimální rozdíly v populační dynamice dvou blízce příbuzných druhů. Na těchto lokalitách se bude dynamika obou druhů sledovat v letech 2006-2008.

Podobně se pro srovnání populační dynamiky druhu *A. ramosum* na dvou kontrastních typech stanovišť vyberou 2-3 populace tohoto druhu na otevřených svazích a v lese, jejichž dynamika se zde bude sledovat rovněž v letech 2006-2008. Kontrastní typy stanovišť umožní zjistit míry rozdílu v dynamice tohoto druhu v závislosti na typu stanoviště.

V roce 2005 byly již vybrány dvě lokality se společným výskytem obou druhů. Jejich populace rostou na obou vybraných lokalitách na otevřených svazích, a tak jsou tyto lokality vhodné nejen pro srovnání dynamiky obou druhů, ale i pro srovnání dynamiky druhu *A. ramosum* na kontrastních stanovištích. Jedná se o lokality PP Bář (okres Nymburk) a PP Vinařická hora (okres Kladno).

PP Bář se nachází na rozhraní Nymburské kotliny a Mrlinské tabule přímo nad obcí Hradčany v okrese Nymburk. Zaujímá prudký krátký svah orientovaný k jihozápadu až západu. Celková rozloha chráněného území činí 10,58 ha, nadmořská výška je 240-270 m. Geologický podklad tvoří vápnitě jílovce až slínovce spolu s deskou pevných opuk, půdy na stráních patří k slínovým rendzinám. Převážná část chráněného území je na bezlesí, pouze při jeho severní hranici byl do území zahrnut úzký okrajový pruh lesních porostů. Zbylé části sousedí se zemědělskými pozemky (pole, sady). Střední a západní část území pokrývá bylinné společenstvo suchých trávníků, které je zejména v horním úseku svahu rozvolněné a ponechává zde volné plochy tvořené surovou půdou na slínech – bílou stráň. Směrem k úpatí se svah zmírňuje a je pokryt xero-mezofilním trávníkem a roztroušenými ovocnými stromy. Ve východní části je stráň druhotně zalesněna nízkým lesem

hájového rázu. V minulosti byla stráň využívána jako pastvina, na území byly i malé lomy na opuku, které byly po těžbě zalesněny borovicí černou. Pro výskyt význačných teplomilných společenstev a vzácných druhů rostlin bylo území v roce 1972 vyhlášeno Přírodní památkou. Botanicky nejhodnotnější je fragment šípákové doubravy. Populace *A. liliago* (tisíce jedinců) a *A. ramosum* (stovky jedinců) se zde nacházejí ve střední části území na jižně orientovaném otevřeném svahu (Samek & Samková 2005).

PP Vinařická hora je výrazná krajinná dominanta představující zbytek třetihorního stratovulkánu, která leží na okraji Slánské tabule nad údolím Knovízského (Svatojiřského) potoka 4 km severozápadně od Kladna u obce Vinařice. Celková rozloha chráněného území činí téměř 68,77 ha, hlavní vrchol leží v nadmořské výšce 413 m. Geologický podklad je velmi pestrý, ve zkratce sahá od pískovců přes opuky až k vyvřelinám. Převážnou část území pokrývají třetihorní čedičové vulkanity, ve východní části se uplatňují nánosy spraší. Největší část vegetace chráněného území tvoří křoviny, které trvale expandují do okolí, značnou část území pokrývají také druhotné listnaté lesy (např. dubohabřiny). Travinno-bylinná vegetace byla vytlačena do vrcholových částí území na prudké svahy. Na jihozápadním svahu se vyskytuje poměrně rozsáhlá stráň s rozvinutými společenstvy suchých trávníků, v jejíž dolní části je starý ovocný sad. V minulosti byly stráně využívány jako pastviny, značná část území jako ovocné sady a pole, některé plochy byly přeměněny na vinici. Od středověku zde fungovaly četné lomy. Vzhledem k jedinečnosti tohoto sopečného útvaru a výskytu ohrožených teplomilných společenstev s vzácnými a zvláště chráněnými druhy rostlin byla Vinařická hora v roce 1985 vyhlášena Přírodní památkou. Na území Vinařické hory byly nalezeny celkem tři populace druhu *A. liliago*, největší (stovky jedinců) na části jižně orientované stráně. Druh *A. ramosum* (tisíce jedinců) je zde hojný po téměř celé jižní stráni (Štefánek 2006).

3.2. Způsob sběru dat a jejich hodnocení

Na vybraných lokalitách bude kompletní životní cyklus obou druhů popsán na základě nedestruktivního značení a následného sledování osudu označených jedinců. V každé populaci bude během vegetačních sezón označeno dle možností až 150 jedinců od každého druhu za pomoci plechových štítků umístěných na jednotlivé jedince. Jedinci budou značeni v pěti trvalých plochách, které budou tak velké, aby v každé ploše bylo označeno minimálně 30 jedinců (v každé ploše musí být označeni všichni jedinci beze zbytku). Tento způsob značení se bude provádět za účelem zjištění míry klonálního růstu obou druhů. Na každém

označeném jedinci se pak změří jeho růstové parametry, a to celkový počet listů, délka nejdelšího listu a délka kvetoucí lodyhy (pokud rostlina pokvete). Následující vegetační sezónu se označení jedinci v plochách znovu vyhledají a opět se změří jejich parametry, aby se zjistilo, jak se vyvíjí (zda rostou, odumírají). Zároveň se zjistí, kolik nových (neoznačených) jedinců v ploše přibýlo.

Za účelem zjištění přirozené regenerace druhu ze semen bude proveden výsevny pokus semen pocházejících ze studovaných lokalit zpět na původní studované lokality. Pro každý druh a lokalitu se počítá s výsevem 10x50 semen. Na každou populaci se na lokalitě vytyčí 20 ploch (cca 25x25 cm), z nichž 10 bude oseto 50 semeny a 10 bude ponecháno jako kontrola. Během následujícího roku se bude na osetých i kontrolních plochách sledovat klíčení semenáčků a porovnáním mezi oběma typy ploch se získá informace o regeneraci populace ze semen.

Pro zjištění poklesu klíčivosti semen s časem se na konci vegetační sezóny od každého druhu umístí 3x50 semen v Petriho miskách do klimaboxu nebo do chladničky (podle typu dormance) a 3x50 semen do monofilových sáčků, které se na lokalitě zakopají na 1 rok do hlíny. Počet semen vyklíčených na Petriho miskách se pak porovná s počtem semen vyklíčených po 1 roce v monofilových sáčcích.

Sebraná demografická data o jedincích a údaje o klíčivosti semen obou studovaných druhů se pak použijí k sestrojování přechodových matic. Analyzováním těchto matic (včetně analýzy elasticity a LTRE) pak získáme důležité informace o dynamice populací obou studovaných druhů.

Pro zjištění růstové dynamiky a plasticity druhu *A. liliago* a druhu *A. ramosum* z obou typů stanovišť při pěstování za různých typů prostředí bude proveden výsev semen obou druhů v kultuře (tedy v experimentální zahradě) na různé typy půd z různých lokalit. Pro lepší simulaci stanovištních podmínek vybraných lokalit je možnou variantou přistínit květináče s půdou z lesních stanovišť, aby se získal větší kontrast mezi otevřenými a lesními stanovišti. Kromě zjišťování míry přežití rostlin vzešlých ze semen se tyto rostliny budou dále pěstovat a bude se mezi nimi porovnávat jejich fitness (např. se budou měřit různé velikostní parametry, rychlost kvetení a po sklizni možná také tvorba podzemních orgánů).

3.3. Popis stanovištních podmínek

Během výzkumu bude na lokalitách proveden popis stanovištních podmínek. Kromě zjišťování sklonu a orientace svahu se z každé lokality odeberou vzorky půdy pro půdní

analýzy, např. pro stanovení vodní kapacity půdy (pomocí Kopeckého válečků). Na lokalitách budou provedeny také reprezentativní fytoecnologické snímky (o ploše 2x2 m, na každé lokalitě vždy jeden snímek pro populaci *A. liliago* a jeden pro *A. ramosum*). K odhadnutí pokryvností druhů přítomných ve snímku se použije Braun-Blanquetova stupnice (7-členná).

3.4. Revize lokalit

V práci Skalický (1957-58) je k dispozici detailní zmapování rozšíření druhů *A. liliago* a *A. ramosum* na území České republiky. Doplňkovou informací pro tuto studii bude revize zmapovaných lokalit a identifikace změn v rozšíření obou druhů na Nymbursku, případně se území rozšíří (Střední Čechy). Nejvhodnější by bylo pokusit se lokality v rámci možnosti znovu vyhledat. Některé informace o změnách rozšíření lze získat také z mapování v rámci projektu NATURA 2000 AOPK či od místních znalců.

3.5. Potenciální problémy a omezení

Druhy *A. liliago* a *A. ramosum* se mohou vyskytovat v územích, která mohou být určitým způsobem chráněná. V tomto případě je nutné mít od příslušných orgánů povolený vstup do těchto chráněných území. Dále je nutné při výběru vhodných lokalit pro studium zvážit, zda se na nich studované druhy vyskytují v takovém množství, aby bylo možné s nimi experimentovat. To se týká především lesních populací druhu *A. ramosum* – nápadné bílé květy totiž bývají často okusovány lesní zvěří (vlastní pozorování), což může způsobit, že se v takové populaci nezíská dostatečný počet semen pro výsevné pokusy. Dalším problémem může být „přetrvání“ vyznačených trvalých ploch a plechových štítků na lokalitách do příští sezóny, neboť mohou přitahovat pozornost nejen zvířat žijících na lokalitě (např. zajíců, srnek), ale i návštěvníků (turistů). Dále bude v rámci revize lokalit obtížné některé z původních (Skalickým zaznamenaných) lokalit nalézt, neboť (i) některé údaje o výskytu studovaných druhů jsou 60 a více let staré a (ii) bývají některá naleziště popsána velmi široce (např. lesy u Dymokur).

3.6. Práce započatá v roce 2005

Na vybraných lokalitách PP Báh a PP Vinařická hora byly v roce 2005 popsány stanovištní podmínky (sklon a orientace svahu) a provedeny reprezentativní fytoecnologické snímky (viz kap. 4).

V PP Báň bylo během vegetační sezóny od každého druhu označeno a změřeno 150 jedinců. Na podzim byla z lokality odebrána semena pro výsevné pokusy: od každého druhu bylo (i) 10x50 semen vyseto do vyznačených ploch zpět na lokalitu, (ii) 3x50 na Petriho misky a nejprve umístěno do klimaboxu a po 3 měsících do chladničky, neboť v klimaboxu semena neklíčila (zřejmě z důvodu fyziologické dormance, Moravcová *in verb.*), (iii) 3x50 semen umístěno do monofilových sáčků, které byly zakopány na lokalitě. Aby se vyzkoušelo, jak semena klíčí mimo studovanou lokalitu, byla semena obou studovaných druhů (odebraná z 20 různých rostlin na populaci) v experimentální zahradě vyseta po 5-6 ks do květináčů se zahradní zeminou. Výsledky pokusů započatých v roce 2005 budou známy v průběhu vegetační sezóny roku 2006.

Během roku 2005 byly již ověřeny některé lokality s výskytem studovaných druhů (především na Nymbursku). 10. 10. 2005 mi byl Krajským úřadem Středočeského kraje povolen vstup na území PP Báň a povolena výjimka z ochranných podmínek zvláště chráněného druhu *A. liliago* na území PP Báň a PP Vinařická hora.

4. Předběžné výsledky

Na vybraných lokalitách PP Báň a PP Vinařická hora byly v srpnu a září roku 2005 provedeny reprezentativní fytoocenologické snímky, jeden snímek vždy pro populaci *A. liliago* a jeden pro *A. ramosum*. Tak bylo možné srovnat pokryvnosti rostlinných druhů mezi dvěma snímky na stejné lokalitě a určit, které druhy se na daných lokalitách vyskytují spíše s populací *A. liliago* a které s populací *A. ramosum*.

V tabulce 2 jsou uvedeny druhy a jejich pokryvnosti v příslušném fytoocenologickém snímku. Pokryvnosti jednotlivých druhů zaznamenané původně v Braun-Blanquetově škále (r, +, 1 až 5) byly v tabulce pro zjednodušení výpočtu nahrazeny jejich středními hodnotami pokryvností v procentech (např. původní pokryvnost 2, které odpovídá interval 5-25%, byla nahrazena střední hodnotou 15%). Sloupec „výskyt“ ukazuje, které druhy se vyskytují spíše s populací *A. ramosum* (kladná čísla) a které s populací *A. liliago* (záporná čísla). Velikosti čísel ve sloupci (jejich absolutní hodnoty) odpovídají míře výskytu s daným studovaným druhem (čím větší číslo, tím větší „vazba“ na studovaný druh). Z této tabulky tak např. vyplývá, že *Brachypodium pinnatum* se s oběma studovanými druhy vyskytuje se stejnou pravděpodobností nebo že se druh *Hypnum cupressiforme* na dané lokalitě vyskytuje s druhem *A. ramosum*; zároveň je ovšem nutné podotknout, že je toto tvrzení založeno jen na jediném snímku, ve kterém se oba druhy vyskytovaly společně. Tabulku je tedy třeba brát pouze jako orientační, neboť ze 4 snímků nelze vyvozovat žádné pořádné závěry! Tabulka má pouze nastínit způsob, jakým by se fytoocenologické snímky mohly zpracovávat.

Tabulka 2: Rostlinné druhy a jejich pokryvnosti (v %) ve fytoocenologických snímcích pro lokality PP Báň a PP Vinařická hora. Sloupec „výskyt“ udává míru výskytu druhu s druhem *A. ramosum* nebo *A. liliago*.

Poznámka. Původním pokryvnostem r, +, 1, 2, 3, 4, 5 odpovídají po řadě hodnoty 0,1; 0,5; 3; 15; 37,5; 62,5; 87,5. Číslo 0 znamená, že se druh v daném snímku nevyskytoval. Hodnoty ve sloupci „výskyt“ se pro daný druh získaly sečtením rozdílů v pokryvnostech druhu mezi dvěma snímky na stejné lokalitě, např. pro *Carex humilis*: $(62,5 - 62,5) + (87,5 - 37,5) = 50$ atd.

druh	číslo snímku*				výskyt
	1	2	3	4	
<i>Hypnum cupressiforme</i>	0	0	87,5	0	87,5
<i>Carex humilis</i>	62,5	62,5	87,5	37,5	50
<i>Anthericum ramosum</i>	62,5	0	37,5	62,5	37,5
<i>Eryngium campestre</i>	37,5	0,5	0	0	37
<i>Cirsium acaule</i>	15	3	37,5	15	34,5
<i>Bupleurum falcatum</i>	3	3	37,5	15	22,5
<i>Aster linosyris</i>	0	0	15	0	15
<i>Leontodon hispidus</i>	0	0	15	0	15
<i>Achillea millefolium</i>	0	0	15	3	12
<i>Filipendula vulgaris</i>	3	0	0	0	3
<i>Tetragonolobus maritimus</i>	3	0	0	0	3

* 1 - PP Báň (*A. ramosum*)

2 - PP Báň (*A. liliago*)

3 - PP Vin. hora (*A. ramosum*)

4 - PP Vin. hora (*A. liliago*)

<i>Coronilla varia</i>	0	0	3	0,5	2,5
<i>Asperula cynanchica</i>	0,5	0	0	0	0,5
<i>Lotus corniculatus</i>	0,5	0	0	0	0,5
<i>Pimpinella saxifraga</i>	0,5	0	0	0	0,5
<i>Scabiosa ochroleuca</i>	0,5	0,5	0,5	0	0,5
<i>Thymus pannonicus</i>	0,5	0	0	0	0,5
<i>Cerastium holosteoides</i>	0,1	0	0	0	0,1
<i>Plantago media</i>	0	0	0,1	0	0,1
<i>Brachypodium pinnatum</i>	15	37,5	37,5	15	0
<i>Fragaria viridis</i>	0	0	3	3	0
<i>Hieracium pilosella</i>	15	3	3	15	0
<i>Linum catharticum</i>	0,5	0	0	0,5	0
<i>Potentilla arenaria</i>	0	0	0,5	0,5	0
<i>Potentilla heptaphylla</i>	3	3	0	0	0
<i>Campanula trachelium</i>	0	0	0	0,1	-0,1
<i>Trifolium sp.</i>	0	0	0	0,1	-0,1
<i>Centaurea jacea</i>	0,1	0,5	15	15	-0,4
<i>Thymus praecox</i>	0	0,5	15	15	-0,5
<i>Ononis spinosa</i>	15	15	0,1	3	-2,9
<i>Rosa canina</i>	0	0,1	0,1	3	-3
<i>Thesium linophyllum</i>	0	3	0	0	-3
<i>Salvia pratensis</i>	0,5	3	0	3	-5,5
<i>Prunus spinosa</i>	0	3	0	3	-6
<i>Viola hirta</i>	0,5	0,1	3	15	-11,6
<i>Euphorbia cyparissias</i>	0,5	15	3	0,5	-12
<i>Galium verum</i>	0,5	0	0	15	-14,5
<i>Knautia arvensis</i>	0,5	15	0	0	-14,5
<i>Carpinus betulus</i>	0	0	0	15	-15
<i>Teucrium chamaedrys</i>	0	15	0	0	-15
<i>Sanguisorba minor</i>	3	37,5	3	3	-34,5
<i>Anthericum liliago</i>	0,5	37,5	0	37,5	-74,5

5. Závěr

Studie sledující populační dynamiku vzácných druhů rostlin přispívají k pochopení základních procesů odehrávajících se v rostlinných populacích a mohou být tedy užitečné k případnému navržení jejich záchrany. Budoucí diplomová práce by měla být kompletní studií populační dynamiky dvou vzácných příbuzných druhů lišících se ploidii – *Anthericum liliago* L. a *Anthericum ramosum* L.. Cílem práce bude srovnat dynamiku obou druhů na stejném typu stanoviště, dále srovnat dynamiku populací *A. ramosum* mezi různými typy stanovišť a také zjistit, do jaké míry jsou studované druhy plastické či adaptované na svá původní stanoviště. Práce bude probíhat během vegetačních sezón převážně v terénu, kde se bude sledovat demografie jedinců studovaných druhů. Výsevné pokusy a pěstování vzešlých rostlin budou probíhat v experimentální zahradě Botanického Ústavu AVČR v Průhonicích.

Výsledky diplomové práce přispějí k poznání možnosti přenosu znalostí o populační dynamice vzácného druhu na jiný příbuzný druh či na stejný druh vyskytující se na jiném typu stanoviště. Současně práce přinese podrobné znalosti o populační dynamice dvou vzácných druhů naší květeny a o změnách v jejich rozšíření za posledních 50 let.

6. Abstrakt

Snahy o zachování populací vzácných a ohrožených druhů rostlin jsou prioritou ochrany přírody. Velká část prací věnujících se vzácným druhům se při studiu zaměřuje na jednotlivé vlastnosti či konkrétní životní stádia druhu. Pro navržení efektivní ochrany vzácných druhů je přitom důležité sledovat kompletní populační dynamiku, neboť pouze na základě znalosti kompletní demografie můžeme předpovídat chování populace do budoucna. Detailní studium životního cyklu druhu je velmi pracné, a tak by bylo žádoucí přenášet získané poznatky mezi příbuznými druhy nebo mezi různými populacemi či stanovišti jednoho druhu. Je tedy nutné získat informace o rozdílech v dynamice různých blízce příbuzných druhů na stejném typu stanoviště. Současně je cenné získat informace o dynamice jednoho druhu ve více územích či typech stanovišť a zjistit, zda odlišná dynamika druhu na různých stanovištích je dána lokálními adaptacemi či je pouze důsledkem plastické reakce druhu na aktuální podmínky prostředí. Pro tento typ studie byly vybrány dva vzácné a blízce příbuzné druhy lišící se ploidií – *Anthericum liliago* L. a *Anthericum ramosum* L., u kterých se v rámci diplomové práce bude srovnávat kompletní populační dynamika a zjišťovat míra lokálních adaptací na původní stanoviště. Bakalářská práce je převážně literární rešerší. V úvodu se zabývá problematikou vzácných a polyploidních druhů rostlin, lokálními adaptacemi a zmiňuje hlavní cíle budoucí diplomové práce. V následující části shrnuje, co je o studovaných druzích známé a co se na nich již studovalo a dále představuje základní metody, které se používají při studiu populační dynamiky (populační projekční matice včetně analýz elasticity a LTRE) a lokálních adaptací (reciproké transplantace). Další část bakalářské práce se podrobně věnuje metodice a možným směrům diplomové práce (např. způsobu sběru dat a jejich hodnocení, designu pokusů a potenciálním problémům). Poslední kapitola je věnována ukázce možného zpracování fytoecologických snímků.

7. Seznam citované literatury

- Abbott R. J. & Lowe A. J. (2004): Origins, establishment and evolution of new polyploid species: *Senecio cambrensis* and *Senecio eboracensis* in the British Isles. *Biological Journal of the Linnean Society* 82: 467-474.
- Bretagnolle F. & Thompson J. D. (1996): An experimental study of ecological differences in winter growth between sympatric diploid and autotetraploid *Dactylis glomerata*. *Journal of Ecology* 84: 343-351.
- Briggs D. & Walters S. M. (2001): Proměnlivost a evoluce rostlin. Univerzita Palackého, Olomouc.
- Brys R., Jacquemyn H., Endels P., de Blust G. & Hermy M. (2004): The effects of grassland management on plant performance and demography in the perennial herb *Primula veris*. *Journal of Applied Ecology* 41: 1080-1091.
- Caswell H. (2000): Prospective and retrospective perturbation analysis: their roles in conservation biology. *Ecology* 81: 619-627.
- De Kroon H., van Groenendael J. & Ehrlén J. (2000): Elasticities: a review of methods and model limitations. *Ecology* 81: 607-618.
- Dostálek T. (2005): Identification of critical life history stages in the life cycle of endangered species *Dracocephalum austriacum* L.. Ms. [Diploma thesis, depon. in: Department of Botany, Charles University, Prague].
- Ehrlén J. (1995): Demography of the perennial herb *Lathyrus vernus*. II. Herbivory and population dynamics. *Journal of Ecology* 83: 297-308.
- Garbutt K. & Bazzaz F. A. (1983): Leaf demography, flower production and biomass of diploid and tetraploid populations of *Phlox drummondii* Hook. on soil moisture gradient. *New Phytologist* 93: 129-141.
- Grant A. (1998): Population consequences of chronic toxicity: incorporating density dependence into the analysis of table response experiments. *Ecological Modelling* 105: 325-335.
- Hardy O. J., Vanderhoeven S., de Loose M. & Meerts P. (2000): Ecological, morphological and allozymic differentiation between diploid and tetraploid knapweeds (*Centaurea jacea*) from a contact zone in the Belgian Ardennes. *New Phytologist* 146: 281-290.
- Herben T. & Münzbergová Z. (2002): Zpracování geobotanických dat v příkladech. Část II. Data o populační biologii. Praha.

- Hrouda L. (2002): *Asphodelaceae* Juss.. In: Hrouda L., Chrtek J. jun., Kaplan Z., Kirschner J., Kubát K. & Štěpánek J. (eds): Klíč ke květeně ČR. Academia, Praha.
- Kawecki T. J. & Ebert D. (2004): Conceptual issues in local adaptation. *Ecology Letters* 7: 1225-1241.
- Kéry M. & Gregg K. B. (2004): Demographic analysis of dormancy and survival in the terrestrial orchid *Cypripedium reginae*. *Journal of Ecology* 92: 686-695.
- Knight T. M. & Miller T. E. (2004): Local adaptation within a population of *Hydrocotyle bonariensis*. *Evolutionary Ecology Research* 6: 103-114.
- Kunin W. E. (1997): Population size and density effects in pollination: pollinator foraging and plant reproductive success in experimental arrays of *Brassica kaber*. *Journal of Ecology* 85: 225-234.
- Lammi A., Siikamäki P. & Mustajärvi K. (1999): Genetic diversity, population size and fitness in central and peripheral populations of a rare plant *Lychnis viscaria*. *Conservation Biology* 13: 1069-1078.
- Lenssen J. P. M., van Kleunen M., Fischer M. & de Kroon H. (2004): Local adaptation of the clonal plant *Ranunculus reptans* to flooding along a small-scale gradient. *Journal of Ecology* 92: 696-706.
- Lindner R. & Garcia A. (1997): Geographic distribution and genetic resources of *Dactylis* in Galicia (northwest Spain). *Genetic Resources and Crop Evolution* 44: 499-507.
- Ložek V., Kubíková J., Špryňar P. & kolektiv (2005): Střední Čechy. In: Mackovčín P. & Sedláček M. (eds): Chráněná území ČR, svazek XIII. AOPK ČR a EkoCentrum Brno, Praha.
- Luijten S. H., Kéry M., Oostermeijer J. G. B. & den Nijs H. C. M. (2002): Demographic consequences of inbreeding and outbreeding in *Arnica montana*: a field experiment. *Journal of Ecology* 90: 593-603.
- Lumaret R., Guillerm J.-L., Delay J., Ait Lhaj Loutfi A., Izco J. & Jay M. (1987): Polyploidy and habitat differentiation in *Dactylis glomerata* L. from Galicia (Spain). *Oecologia* 73: 436-446.
- Meerts P., Baya T. & Lefévre C. (1998): Allozyme variation in the annual weed species complex *Polygonum aviculare* (*Polygonaceae*) in relation to ploidy level and colonizing ability. *Plant Systematics and Evolution* 211: 239-256.
- Meffe G. K. & Carroll C. R. (1994): Principles of conservation biology. Sinauer Associates, Inc..

- Meirmans P. G., Vlot E. C., den Nijs J. C. M. & Menken S. B. J. (2003): Spatial ecological and genetic structure of a mixed population of sexual diploid and apomictic triploid dandelions. *Journal of Evolutionary Biology* 16: 343-352.
- Menges E. S. & Dolan R. W. (1998): Demographic viability of populations of *Silene regia* in midwestern prairies: relationships with fire management, genetic variation, geographic location, population size and isolation. *Journal of Ecology* 86: 63–78.
- Montalvo A. M. & Ellstrand N. C. (2000): Transplantation of the subshrub *Lotus scoparius*: testing the home-site advantage hypothesis. *Conservation Biology* 14: 1034-1045.
- Münker B. (1998): Plané rostliny střední Evropy. Ikar, Praha.
- Münzbergová Z. (2005): Determinants of species rarity: population growth rates of species sharing the same habitat. *American Journal of Botany* 92: 1987-1994.
- Münzbergová Z. (2006): Effect of population size on the prospect of species survival. *Folia Geobotanica* 41:137-150.
- Oli M. K., Slade N. A. & Dobson F. S. (2001): Effect of density reduction on uinta ground squirrels: analysis of life table response experiments. *Ecology* 82: 1921-1929.
- Pegtel D. M. (1999): Effect of ploidy level on fruit morphology, seed germination and juvenile growth in scurvy grass (*Cochlearia officinalis* L. s.l., *Brassicaceae*). *Plant Species Biology* 14: 201-215.
- Peterson A., Bartish I. V. & Peterson J. (2002): Genetic structure detected in a small population of the endangered plant *Anthericum liliago* (*Anthericaceae*) by RAPD analysis. *Ecography* 25: 677-684.
- Petit C. & Thompson J. D. (1999): Species diversity and ecological range in relation to ploidy level in the flora of the Pyrenees. *Evolutionary Ecology* 13: 45-66.
- Procházka F. (2001): Černý a červený seznam cévnatých rostlin ČR (stav v roce 2000). Příroda, Praha.
- Ramsey J. & Schemske D. W. (1998): Pathways, mechanisms and rates of polyploid formation in flowering plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29: 467-501.
- Rosquist G. (2001): Reproductive biology in diploid *Anthericum ramosum* and tetraploid *Anthericum liliago* (*Anthericaceae*). *Oikos* 92: 143-152.
- Rosquist G. & Prentice H. C. (2002): Genetic variation in Scandinavian *Anthericum liliago* (*Anthericaceae*): allopolyploidy, hybridization and immigration history. *Plant Systematics and Evolution* 236: 55-72.

- Samek R. & Samková D. (2005): Plán péče o Přírodní památku Báň na období 2005-2014. Polabské ekocentrum ČSOP, Poděbrady.
- Schlichting C. D. (1986): The evolution of phenotypic plasticity in plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17: 667-693.
- Skalický V. (1957-58): Taxonomické a fytogeografické poznámky k československým druhům rodu *Anthericum* L.. Ms. [Rukopisná práce, depon. in: Knihovna Katedry botaniky PřF Univerzity Karlovy, Praha].
- Skalický V. (1959): Einige taxonomische und phytogeographische Bemerkungen zu den tschechoslovakischen Arten der Gattung *Anthericum* L.. *Acta Universitatis Carolinae – Biologica* 2: 117-157.
- Štefánek M. (2006): Plán péče o Přírodní památku Vinařická hora na období 2006-2015. Krajský úřad Středočeského kraje, Praha.
- Tolvanen A., Schroderus J. & Henry G. H. R. (2001): Demography of three dominant sedges under contrasting grazing regimes in the High Arctic. *Journal of Vegetation Science* 12: 659-670.
- Van Tienderen P. H. & van der Toorn J. (1991): Genetic differentiation between populations of *Plantago lanceolata*. I. Local adaptation in three contrasting habitats. *Journal of Ecology* 79: 27-42.
- Volis S., Bohrer G., Oostermeijer J. G. B. & van Tienderen P. (2005): Regional consequences of local population demography and genetics in relation to habitat management in *Gentiana pneumonanthe*. *Conservation Biology* 19: 357-367.
- Web 1: <http://www.natura2000.cz>
- Weinig C. (2000): Limits to adaptive plasticity: temperature and photoperiod influence shade-avoidance responses. *American Journal of Botany* 87: 1660-1668.
- Wright J. W., Stanton M. L. & Scherson R. (2006): Local adaptation to serpentine and non-serpentine soils in *Collinsia sparsiflora*. *Evolutionary Ecology Research* 8: 1-21.

Příloha

Příloha 1: *Anthericum liliago* L.: celá rostlina (A) a detail hroznovitého květenství (B) (www.rostliny.nikde.cz)



Příloha 2: *Anthericum ramosum* L.: latnaté květenství (C) (Trnkoczy 2004) a detail květu (D)

