

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Katedra botaniky

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Biologie



Kateřina Nováčková

**Mikroevoluční procesy, změny v rozšíření a ohrožení zástupců
rodu *Polycnemum* ve střední Evropě**

Distribution, conservation and microevolutionary relationships in ge-
nus *Polycnemum* in Central Europe

Bakalářská práce

Vedoucí závěrečné práce: RNDr. Filip Kolář

Praha 2013

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 23. 8. 2013

Podpis:

Poděkování:

Za zcela luxusní péči a velice milý přístup, vtipné komentáře a nekonečnou ochotu bych chtěla poděkovat svému školiteli Filipovi Kolářovi.

A velký můj dík patří těm, kteří mě podporovali ve studiu i této bakalářské práci.

Abstrakt

Rod *Polycnemum* je v Evropě zastoupen třemi až čtyřmi jednoletými druhy. Druhy, které se vyskytují v České republice, jsou kriticky ohrožené. Podobná situace je i v dalších středoevropských státech. Dosud se neznají přesné důvody, proč se chruplavníky během posledního století staly tak vzácnými. V současnosti je obvykle výzkum zaměřen na hledání diagnostických morfologických znaků, mapování výskytu a ochranu druhů rodu *Polycnemum*.

Klíčová slova: historický vývoj výskytu, kriticky ohrožené druhy, *Polycnemum*, polyploidie, střední Evropa, stanovištní preference

Abstract

Genus *Polycnemum* is represented in Europe by three to four annual species. Species that occur in Czech Republic, are critically endangered. The situation is similar in other Central European countries. So far, we don't know the exact reasons why *Polycnemum* during the last century have become so rare. Currently, research is usually focused on the search of diagnostic morphological characters, mapping and protection of species of *Polycnemum*.

Key words: Central Europe, critically endangered species, habitat preferences, history of occurrence, *Polycnemum*, polyploidy

Obsah

1. Úvod	8
2. Vymezení a charakteristika rodu <i>Polycnemon</i> L. - chruplavník.....	9
2.1. Zařazení v systému	9
2.2. Morfologická charakteristika evropských zástupců rodu <i>Polycnemon</i>	10
2.3. Ekologie.....	10
2.4. Rozšíření.....	10
2.5. Vnitřní členění rodu <i>Polycnemon</i>	11
2.6. Historie výskytu na našem území.....	11
2.7. Ochrana.....	12
3. Evropské druhy rodu <i>Polycnemon</i>	14
3.1. <i>Polycnemon majus</i> A. Braun – chruplavník větší.....	14
3.1.1. Popis rostliny.....	14
3.1.2. Ekologie	15
3.1.3. Rozšíření druhu	15
3.1.4. Ohrožení a péče o druh.....	15
3.1.5. Karyologie.....	16
3.2. <i>Polycnemon arvense</i> L. – Chruplavník rolní	16
3.2.1. Popis rostliny.....	16
3.2.2. Ekologie	17
3.2.3. Rozšíření druhu	17
3.2.4. Ohrožení a péče o druh.....	17
3.2.5. Karyologie.....	18
3.3. <i>Polycnemon verrucosum</i> A. F. Láng – chruplavník bradavičnatý.....	18

3.3.1.	Popis rostliny	19
3.3.2.	Ekologie	19
3.3.3.	Rozšíření druhu	20
3.3.4.	Ohrožení a péče o druh.....	20
3.3.5.	Karyologie	20
3.4.	<i>Polycnemum heuffelii</i> A. F. Láng – chruplavník Heuffelův	21
3.4.1.	Popis rostliny	21
3.4.2.	Ekologie	21
3.4.3.	Rozšíření druhu	21
3.4.4.	Ohrožení a péče o druh.....	22
3.4.5.	Karyologie	22
3.5.	Shrnutí	22
4.	Mikroevoluční procesy	24
4.1.	Polyploidizace	24
4.2.	Substrátově podmíněná ekologická speciace	26
5.	Navazující diplomová práce	26
	Otázky pro navazující magisterskou práci.....	27
	Metodika	28
6.	Závěr	28
7.	Seznam citované literatury	29
8.	Přílohy	31

1. Úvod

Polycnemum (chruplavník) z třídy Rodopsida (vyšší dvouděložné rostliny) a z čeledi *Amaranthaceae* (laskavcovité) je nevelký rod vyskytující se na severní polokouli. Obsahuje pět až šest druhů bylin a polokeřů. Kromě evropských jednoletých druhů, patří do rodu i dva druhy vytrvalé, které se vyskytují v severní Africe a střední Asii.

Dva hlavní druhy chruplavníků vyskytujících se na území České republiky (*Polycnemum majus* a *P. arvense*) jsou kriticky ohrožené a konkrétní důvody výrazného snížení četnosti jejich výskytu během posledního stolení nejsou známé.

Obecně se dá říci, že tento rod není příliš probádaný a publikací, které se mu věnují, není mnoho. Dosud chybí údaje o ploidní variabilitě, schopnostech hybridizace i o původnosti chruplavníků na našem území.

Cílem této bakalářské práce je shrnutí dosavadních poznatků o jednoletých druzích rodu *Polycnemum*. Zejména o jejich výskytu na území České republiky, o diagnostických morfologických znacích a o ekologických nárocích těchto druhů.

Po představení rodu *Polycnemum* ve druhé kapitole budou ve třetí kapitole popsány druhy, které se v České republice vyskytují či vyskytovaly. Následovat bude shrnutí údajů z položek z Herbářových sbírek Přírodovědecké fakulty UK (PRC). Ve čtvrté kapitole budou popsány dva evoluční procesy, které by mohly souviset s mikroevolucí v rodu *Polycnemum*. Kapitola pátá představí otázky, které vyplývají z bílých míst toho, co o střeoevropských druzích chruplavníků víme, a zároveň by měly být zodpovězeny v rámci navazující diplomové práce.

Výsledky této bakalářské práce budou východiskem pro navazující práci diplomovou a mohou poskytnout poznatky využitelné i pro jiné druhy a rody.

2. Vymezení a charakteristika rodu *Polycnemum* L. - chruplavník

Do nevelkého rodu *Polycnemum* patří pět až šest druhů. Tento rod je v současnosti zařazen do široce vymezené čeledi *Amaranthaceae* (Angiosperm Phylogeny Group 2009), v minulosti se řadil do samostatné čeledi *Chenopodiaceae*. Zatímco rod *Polycnemum* se vyskytuje jen na severní polokouli, jemu nejbližší příbuzné rody (*Hemichroa* a *Nitrophila*) nalezneme v Severní i Jižní Americe a v Austrálii. Všechny tři zmíněné rody (*Polycnemum*, *Hemichroa* a *Nitrophila*) tvoří dohromady podčeleď *Polycnemoideae*. Všechny tři rody mají shodně velmi nízký počet současných druhů, z nichž většina je vzácná a ohrožená. Rod *Polycnemum* je ovšem v rámci podčeledi celkem spolehlivě vymezen na základě molekulárních i morfologických znaků (Masson a Kadereit 2013).

Rod *Polycnemum* zahrnuje byliny a polokeře (Masson a Kadereit 2013). Do rodu *Polycnemum* patří dva mimoevropské vytrvalé druhy. Jsou to *Polycnemum fontanesii* Durieu & Moq. rozšířený v severní Africe a *Polycnemum perenne* Litv., který se vyskytuje ve střední Asii (Tomšovic a Krahulcová 1991).

V této práci je ovšem pozornost věnována především středoevropským druhům rodu *Polycnemum*, a těch se také týkají následující části této kapitoly. Jedná se o druhy *Polycnemum arvense* L., *Polycnemum heuffelii* Láng, *Polycnemum majus* A. Braun a *Polycnemum verrucosum* Láng. Někteří autoři považují *Polycnemum verrucosum* za samostatný druh, jiní za varietu druhu *Polycnemum arvense* (blíže viz kapitola 3.3. *Polycnemum verrucosum* A. F. Láng).

Středoevropské chruplavníky jsou jednoleté byliny, svým vzhledem celkem nevýrazné a nenápadné. Snad proto jsou také tak přehlíženou a obecně málo probádanou skupinou (Tomšovic a Krahulcová 1991).

2.1. Zařazení v systému

Oddělení: Magnoliophyta

Třída: Rodopsida

Řád: Caryophyllales

Čeleď: *Amaranthaceae*

Podčeleď: *Polycnemoideae*

2.2. Morfologická charakteristika evropských zástupců rodu *Polycnemonum*

Evropské druhy rodu *Polycnemonum* jsou jednoleté byliny s nitřovitým a málo větveným kořenem. Mají poléhavou, vystoupavou nebo přímou lodyhu, která se většinou větví. Je buď lysá, nebo krátce chlupatá. Listy chruplavníků jsou střídavé, čárkovité nebo šídlovité, přibližně trojhranné, na špičce ostnitě a jsou lysé. V dolní části jsou blanitě lemované, často přisedlé rozšířenou bází. Oboupohlavné květy jsou jednotlivé a přisedlé v úžlabí listenů se dvěma blanitými listenci vyrůstajícími z květní stopky. Květ se skládá z pěti téměř úplně volných suchomázdřitých hnědavých okvětních lístků, většinou tří tyčinek na bázi prstencovitě srostlých, obvejcovitého semeníku a dvou blizen na krátké čnělce. Plodem chruplavníků je vertikální nažka s blanitým až kožovitým oplodím, která je často obalená vytrvávajícím okvětím. Semeno je zploštěle elipsoidní a hladké. Zárodek je kruhovitě zakřivený. Chruplavníky kvetou většinou v období červenec až září, opylení je anemogamické (Tomšovic 2003).

2.3. Ekologie

Chruplavníky nejčastěji osidlují otevřená písčítá, štěrkovitá nebo skalnatá stanoviště s nízkou měrou konkurence ostatních rostlin. Jednotlivé druhy se liší také stanovištními preferencemi, některé upřednostňují spíše vlhčí a kyselý podklad, jiné mají radši naopak suchá stanoviště na bazických horninách (Tomšovic 2003). Proto uvádím podrobnější charakteristiku ekologických nároků v kapitolách věnovaných jednotlivým druhům.

2.4. Rozšíření

Rod *Polycnemonum* se vyskytuje v mírném podnebném pásu Eurasie a v severní Africe. (Tomšovic 2003). Vzhledem k disjunktímu areálu (Evropa, střední Asie, Afrika) není možné přesněji vyvodit biogeografický původ celého rodu (Masson a Kadereit 2013). Naopak tento typ areálu spíše vypovídá o tom, že v minulosti byl rod *Polycnemonum* druhově mnohem bohatší a více rozšířený (to platí i o zbylých dvou rodech podčeledi *Polycnemoideae*) a jeho dnešní zástupci jsou jen zbytek druhů, které přetrvaly do současnosti (Masson a Kadereit 2013). Jednoleté druhy, kterým je tato práce především věnována, se vyskytují ve střední a jihovýchodní

Evropě a jejich výskyt zasahuje až do hor a stepí západní a střední Asii (Jalas a Suominen 1988).

2.5. Vnitřní členění rodu *Polycnemum*

Vnitřní členění rodu *Polycnemum* je doposud nevyřešené. Byť se jedná o druhově chudý rod, stále se ještě neustálil počet druhů a zůstává nejednotnost v názorech na to, co je druhem a co je pouze varietou. Problematické zůstává především postavení taxonu *Polycnemum verrucosum* Láng.

Vzájemné vztahy mezi druhy rodu *Polycnemum* poodhalila fylogenetická studie zaměřená na celou podčeleď *Polycnemoideae* (Masson a Kadereit 2013). Během výzkumu věnovaného biogeografii, evoluci a taxonomii podčeledi *Polycnemoideae* došli autoři k závěru, že nejasné je nejen postavení *P. verrucosum*, ale i *P. heuffelii*.

Podle výsledků výše uvedené studie se totiž během fylogeneze postupně odštěpovaly nejprve vytrvalé druhy *P. perenne* a *P. fontanesii*. *P. fontanesii* má pak nejbližší k jednoletým evropským druhům, z nichž první se vydělil druh *P. majus*.

Zůstávají nám nezařazené tři taxony: *P. arvense*, *P. heuffelii* a *P. verrucosum*. Autorům (Masson a Kadereit 2013) se nepovedlo vyřešit vztahy ani pomocí molekulárních analýz, ani na základě morfologických odlišností. Domnívají se, že morfologická variabilita těchto tří zástupců je příliš vysoká, než aby se dala jednoznačně využít k jejich vymezení; konkrétní výsledky morfometrických analýz však neuvádějí (Masson a Kadereit 2013). Navrhují na úrovni druhu uznat jen polymorfní druh *P. arvense* L.

2.6. Historie výskytu na našem území

Chruplavníky jsou u nás považovány nepůvodní druhy, které se k nám s člověkem dostaly již velmi dávno (pravěku či středověku) – tedy za archeofyty (Pyšek et al. 2012). Vyskytují se ale také názory, že toto ohodnocení nemusí být správné a že možná jen vyplývá z typických stanovišť, která jsou chruplavníky osidlována (Roleček 2010). Že můžeme nalézt chruplavníky i na primárních stanovištích (např. stepi) a že se tedy může jednat o relikty z poledových dob. Že chruplavníky člověka provázejí a usidlují se na polích může snad doložit i nález z Kostelce nad Vltavou, kde se podle analýzy rostlinných makrozbytků z eneolitu

vyskytoval chruplavník rolní. Přičemž vzorek obsahoval z 90 % obilky užitkových rostlin (John et al. 2012).

Výskyt chruplavníků byl u nás v minulosti (v 19. a na počátku 20. století) hojnější. Existují také nálezy chruplavníku Heuffelova (z Moravy i z Čech), který je v současnosti považován za neznámý.

Vzhledem k proměnám krajiny a jejího obhospodářování se mění i typická stanoviště, na nichž jsou chruplavníky nalézány dnes.

V Příloze 1, 2 a 3 uvádím výpis položek chruplavníků z herbáře PRC. Jde o herbářové položky sběrů na území České republiky. V Příloze 4 a 5 jsou vypsány nejnovější nálezy z Additament (Hadinec et al. 2002, 2003; Hadinec a Lustyk 2006, 2007, 2008, 2009, 2012).

Pokud si prohlédneme charakter stanovišť chruplavníku většího v 19. století, všimneme si, že se tento druh vyskytoval často jako plevel na polích. Naopak nálezy z jiných stanovišť vytvořených člověkem (dláždění, nádraží...) jsou méně časté a pocházejí především až z začátku 20. století. V současné době jsou nejčastějšími nalezišti chruplavníku většího lomy. Nálezy na polích hlášeny nejsou, což přisuzuji užívání účinných herbicidů, které většímu plevelu vyhubí.

Chruplavník rolní pak během 19. a 20. století můžeme charakterizovat jako druh vyskytující se na písčitém vlhčím podkladu, často na polích a mezích, na pastvinách a okrajích cest, popř. v písčitých lesích. V současné době je nacházen především na výslunných okrajích lesů. Myslím si, že i tuto proměnu preferovaných stanovišť můžeme chápat jako přesídlení do podmínek, které splňují ekologické nároky chruplavníku rolního, na rozdíl od polí, na kterých se plevelům dnes tolik nedaří (viz výše).

2.7. Ochrana

Byť jsou dva druhy chruplavníků rostoucích na území České republiky (*Polycnemum arvense* L. a *Polycnemum majus* A. Braun) uváděny jako kriticky ohrožené a jeden (*Polycnemum heuffelii* Láng) jako neznámý (Procházka 2001; Grulich 2012), nejsou chráněny Vyhláškou ministerstva životního prostředí ČR č. 395/1992 Sb. Příloha č. II.

Protože chruplavníky nejsou svým vzhledem příliš zajímavé a také pro svoji vzácnost nepatří mezi laickou veřejností běžně známé rostliny, domnívám se, že jim nehrozí nebezpečí ze strany návštěvníků přírodních rezervací a jiných oblastí, kde se chruplavníky vyskytují. Hlavním nebezpečím je vymizení stanovišť, která jsou chruplavníky osidlována. Chruplavní-

ky potřebují spíše iniciální sukcesní stádia s nezapojenou vegetací, na jejichž podmínky jsou dobře přizpůsobeny. Naopak nejsou natolik konkurenceschopní, takže pokud bychom se zamýšleli nad jejich ochranou, měli bychom se zaměřit na potřebné vlastnosti stanovišť a zajistit vhodné aktivní ochranné zásahy. (Příkladem je třeba zmínka v Plánu péče o přírodní památku Vinařická hora (Štefánek 2005) o nutnosti narušování vegetačního pokryvu a rozvolňování zápoje.)

3. Evropské druhy rodu *Polycnemum*

3.1. *Polycnemum majus* A. Braun – chruplavník větší

3.1.1. Popis rostliny

Už hlavní charakteristika, podle které nás dovede Klíč ke květeně České republiky (Kubát 2002) k chruplavníku většímu, napovídá o tom, že oproti svým ostatním jednoletým příbuzným je chruplavník větší skutečně vzrůstu relativně většího a mohutnějšího.

Lodyha chruplavníku většího dosahuje velikosti od 5 cm do 35 cm (Tutin 1993; Tomšovic 2003). Je většinou odspodu větvená, vystoupavá, méně často poléhavá. Navzdory svému jménu i chruplavník větší může dorůst jen 4-5 cm, pak se ovšem jedná o přímou nevětvenou rostlinu. Mladší části lodyhy pokrývají krátké kadeřavé chlupy, starší části lodyhy jsou lysé.

Šídlovité listy dosahují délky (6-)8-10(-20) mm. Jsou tuhé až pichlavé. Ve střední části jsou obvykle širší než 0,7 mm. Jsou buď šikmo odstálé, nebo přitisklé (Tomšovic 2003).

Listeny ve střední části lodyhy nabývají 4-6(-9)násobné délky okvětních lístků.

Listénce jsou u jednoletých chruplavníků důležitým určovacím znakem. Listénce chruplavníku většího ve střední části lodyhy dosahují nejméně 2,5 mm délky a jsou tedy zřetelně delší než okvěti (až dvakrát delší než okvěti (Tutin 1993)). Jejich dlouze vytažená špička je často prohnutá a odstává od květu (plodu) (Eliáš et al. 2010; Tomšovic 2003).

Chruplavník větší kvete od července do září.

Plody, nažky, dorůstají velikosti 1,5 – 2,0 mm (Tutin 1993). Semena jsou žlutohnědá a vrásčitá (Bojňanský a Fargašová 2007).

Druh *Polycnemum majus* je dosti proměnlivý. Bylo popsáno několik jeho sezónních a ekologických morfóz. Forma *simplex* (Wallr.) je typická drobnými rostlinami, varieta *mediterraneum* Beck má tenčí a delší listy. Vyskytují se ale i jedinci s přechodnými znaky k druhu *Polycnemum arvense*. Není jasný jejich původ, ale podle Tomšovice (Tomšovic 2003) se nejspíš jedná o hybridizaci. Na základě výše zmíněných přechodných znaků řadil Čelakovský *P. majus* jako subspecii *P. arvense*, druhým poddruhem pak byl *P. minus* (Čelakovský 1867).

3.1.2. Ekologie

Chruplavník větší osidluje v České republice oblasti od nížin po podhůří. Roste na otevřených stanovištích, na výslunných stráních a skalnatých svazích, polích a úhorech. Upřednostňuje sušší písčité a štěrkovitá stanoviště s obnaženým substrátem. Roste také na člověkem ovlivněných biotopech, jako jsou chodníky, skalky, železniční násypy a kolejiště, lomy atd. Tyto biotopy mohou být snadno narušeny či zničeny, jako je tomu například u lomů, a populace je osidlující mohou zaniknout (Eliáš et al. 2010; Tomšovic 2003; Roleček 2010).

Chruplavník větší není příliš konkurenceschopný a obzvláště těžko obstojí proti vytrvalým dominantním rostlinám (Eliáš et al. 2010).

Tento druh najdeme především na vápenci a dalších bazických horninách, ojediněle se však může vyskytovat i na kyselých podkladech (Tomšovic 2003).

U chruplavníku většího bylo ověřeno, že samosprašným opylením vzniklá semena jsou plně vyvinuta a že by tedy mohla být hexaploidie způsobená auopolyploidii (Tomšovic a Krahulcová 1991). Více ale známo není, a to ani u jiných druhů chruplavníků.

3.1.3. Rozšíření druhu

Celkový areál rozšíření chruplavníku většího zasahuje na západě do severní Francie, zahrnuje střední, jižní a jihovýchodní Evropu, oblast Kavkazu a střední Asii (Kazachstán a Kyrgyzstán) (Jalas a Suominen 1988; Tomšovic a Krahulcová 1991). Adventivní výskyt tohoto druhu je uváděn i v jiných částech Evropy a v Severní Americe (Ontario) (Tomšovic a Krahulcová 1991).

U nás se vyskytuje v některých oblastech termofytika a mezofytika. Najdeme jej především v teplých pahorkatinách. Hojnější výskyt je uváděn ve středních Čechách, v Polabí a na jižní Moravě (Tomšovic 2003).

Polycnemum majus je u nás považován za naturalizovaný archeofyt, tedy rostlinu nepůvodní, zavlečenou před začátkem novověku (Pyšek et al. 2012).

3.1.4. Ohrožení a péče o druh

Výskyt chruplavníku většího byl v minulosti v různých částech Čech, Moravy a Slezska vzácný až hojný. V současné době je výskyt tohoto druhu na ústupu a je velmi vzácný (Kubát 2002; Tomšovic 2003).

Chruplavník větší je v České republice řazen do skupiny C1, tedy kriticky ohrožený druh (Grulich 2012). Na Slovensku, kde z chruplavníků má nejčetnější výskyt právě chruplavník větší, je zařazen do kategorie VU – zranitelný (Feráková et al. 2001; Eliáš et al. 2010). V Maďarsku je pro nedostatek údajů zapsán v kategorii DD (chybí údaje) (Király 2007)

3.1.5. Karyologie

$2n = 6x = 54$ (Tomšovic a Krahulcová 1991)

3.2. *Polycnemum arvense* L. – Chruplavník rolní

3.2.1. Popis rostliny

Chruplavník rolní má většinou lodyhu odspodu bohatě větvenou. Větve, které jsou obvykle delší než hlavní lodyha, spolu s lodyhou poléhají až vystoupávají a dorůstají 5-25(-30) cm délky. Některé zdroje však uvádějí až 50 cm (Tutin 1993; Bojňanský a Fargašová 2007). Vyskytují se ale také dospělé rostliny, které dosahují výšky jen 2 – 3 cm. Tyto jsou pak nevětvené a vzpřímené. Lodyha i větve chruplavníku rolního jsou chlupaté krátkými kadeřavými chlupy, nebo jsou olysalé. Někdy je uváděno, že větve chruplavníku rolního jsou spirálovitě pokroucené (Tutin 1993; Bojňanský a Fargašová 2007; Tomšovic 2003).

Listy i listeny chruplavníku rolního jsou víceméně šídlovité. Listy jsou šikmo odstálé až přitisklé. Dorůstají délky 5-7(-10) mm. Ve střední části jsou (0,4-)0,5-0,6 mm široké a jsou víceméně tuhé (Kubát 2002; Tomšovic 2003).

Listeny ve střední části lodyhy jsou (2,0-)2,5-6násobně delší než okvětní lístky.

Listénce chruplavníku rolního ve střední části lodyhy dosahují 1,4-1,6 mm délky. Jsou kratší nebo stejně dlouhé jako okvětní (jen vzácně mohou být nepatrně delší). Mají vytaženou špičku.

Chruplavník rolní kvete od června do září.

Nažky dorůstají velikosti 1 - 1,5 mm (Tutin 1993; Kubát 2002; Tomšovic 2003).

Polycnemum arvense je velmi proměnlivý ve vegetativních znacích. Na základě ekologické variability či sezónních a ekologických morfóz byla popsána řada odchytek v různé taxonomické hodnotě. Variety se odlišují drobností, vícenásobným větvením či vlastnostmi

listů. Jejich postavení a vzájemné vymezení je doposud nejasné. Jako samostatný druh se někdy staví *Polycnemum verrucosum* Láng, tedy chruplavník bradavičnatý [syn: *P. arvense* var. *verrucosum* (A. F. Láng) Oborny] (viz kapitola 3.3.)

3.2.2. Ekologie

Chruplavník rolní osidluje zejména stanoviště s nedostatkem zdrojů a se sníženou konkurencí (Roleček 2010). Vyskytuje se především na písčitém podkladu, často jako plevel (Tutin 1993). Typické jsou pro něj písčiny, suché skalnaté či kamenité svahy, pole (hlavně na písčitém podkladu), intenzivní pastviny, lomy, úhory, okraje cest a borů, břehy rybníků (Kubát 2002; Tomšovic 2003; Roleček 2010).

Roste převážně na kyselých a neutrálních podkladech (Tomšovic 2003), v České republice v nížinách až v podhůřích (Kubát 2002). Pro dlouhodobější přežívání svých populací potřebuje opakované narušování stanoviště (potlačování konkurence) (Roleček 2010).

3.2.3. Rozšíření druhu

Česká republika je středem fragmentovaného areálu rozšíření chruplavníku rolního, který na západě zasahuje do Francie (adventivně se vyskytuje i jinde v západní Evropě) a přes střední a jižní Evropu sahá až do Malé Asie a do Ruska na východě. Adventivní výskyt je uváděn i v Severní Americe.

U nás se chruplavník rolní vyskytuje v termofytiku a mezofytiku. Uvádí se hojnější výskyt v Polabí, na Plzeňsku, Blatensku, v Budějovické a Třeboňské pánvi a na jihozápadní a jižní Moravě (Tomšovic 2003).

Chruplavník rolní je u nás pokládán za archeofyt (Pyšek et al. 2012). Existují ale i opačné názory, že totiž navzdory tomu, že chruplavník rolní často osidluje stanoviště sekundárního původu, může být druhem původním (Roleček 2010).

3.2.4. Ohrožení a péče o druh

Chruplavník rolní se v minulosti v Československu vyskytoval vzácně až dosti hojně. V současnosti je jeho výskyt na ústupu a je vzácný (Kubát 2002; Tomšovic 2003). V České republice je jako kriticky ohrožený druh řazen do skupiny kriticky ohrožených druhů, C1 (Grulich 2012). Ve slovenském červeném seznamu (Feráková et al. 2001) *P. arvense* chybí. Naopak v něm je veden druh *P. verrucosum*. (Autoři článku Poznámky k určování a rozšíře-

niu zástupcov rodu *Polycnemum* (*Chenopodiaceae*) na Slovensku (Eliáš et al. 2010), ktorí považujú *P. verrucosum* pouze za morfortyp *P. arvense*, proto navrhuji nahrazení *P. verrucosum* v červeném seznamu druhem *P. arvense* v kategorii EN (ohrožený).

3.2.5. Karyologie

$2n = 2x = 18$ (Tomšovic 2003)

3.3. *Polycnemum verrucosum* A. F. Láng – chruplavník bradavičnatý

Cizojazyčná odborná literatura, s níž jsem se setkala, uvádí *P. verrucosum* obvykle jako samostatný druh (Tutin 1993; Bojňanský a Fargašová 2007; Király 2007, 2009; Iamónico 2013). Naopak české zdroje často chápou *Polycnemum verrucosum* jen jako varietu a podle Tomšovice (Tomšovic 2003) je pokládán za méně významnou odchylku *Polycnemum arvense* var. *brachyphyllum* Neilr. (Tomšovic 2003). Svůj názor opodstatňuje malou vahou znaků pro tento taxon i nevýraznými rozdíly v rozšíření. Také Poznámky k určování a rozšíření zástupcov rodu *Polycnemum* (*Chenopodiaceae*) na Slovensku řadí *Polycnemum verrucosum* pod *P. arvense*, jako jeho varietu. Také z fylogenetické studie věnované celé podčeleďi *Polycnemoideae* (Masson a Kadereit 2013) vyplývá, že bychom *P. verrucosum* za samostatný druh pokládat neměli (blíže viz kapitola 2.5. Vnitřní členění rodu *Polycnemum*).

Já jsem se ve své práci rozhodla věnovat taxonu *P. verrucosum* větší pozornost, než jen uvést jej jako synonymum u *P. arvense*. Mé dosavadní poznatky mne neopravňují soudit, zda jej skutečně můžeme chápat jako samostatný druh. Této problematice bych se však chtěla věnovat ve své navazující magisterské práci. Na druhou stranu jsem se v průběhu zpracovávání své bakalářské práce setkávala se starými i novými publikacemi, které *P. verrucosum* staví na úroveň druhu. Myslím si proto, že by bylo zajímavé shrnout tyto informace pro budoucí práci týkající se rodu *Polycnemum*. Bude pak možné porovnat údaje uváděné u druhu *P. arvense* s údaji uváděnými u *P. verrucosum*. (Nesmíme ale přitom zapomenout, že informace o *P. arvense* mohou být v některých pracích zkreslené právě tím, že se týkají i taxonu *P. verrucosum*.)

Hlavním problémem při hodnocení statutu *P. verrucosum* však zůstává, že ani jedna zmiňovaná práce nepodkládá své názory jasnými taxonomickými důkazy (např. z molekulárních nebo morfometrických analýz). Jediným vodítkem proto zůstává výše uvedená molekulární studie podčeleďi *Polycnemoideae*.

3.3.1. Popis rostliny

Rostliny chruplavníku bradavičnatého jsou 5-15 cm vysoké (Aellen 1979). Podle jiných zdrojů mohou dorůst až 50 cm, neboť jsou celkově srovnatelné s *P. arvense* a liší se od tohoto druhu jen poměrem délky listenu a okvěti (viz dále) (Tutin 1993). Lodyha a větve jsou šedozelené nebo červené (Aellen 1979; Király 2009). Vrcholy větví jsou toporně vzpřímené (Tutin 1993).

Chruplavník bradavičnatý má šedozelené listy. Listeny na vrcholu větví jsou nanejvýš 2-3 krát delší než okvěti (Aellen 1979; Tutin 1993). Listence jsou 1,5-1,7 mm dlouhé, srovnatelné délky jako okvěti.

Kvete od srpna do září. (Aellen 1979)

Nažky jsou zhruba 1,25 mm dlouhé. Semena jsou hladká.

Z morfologických analýz prováděných na italském materiálu (Iamónico 2013) vyplývá, že jediným spolehlivým znakem k rozlišení mezi *P. arvense* a *P. verrucosum* je poměr délky listenu a délky okvětních lístků. Zatímco *P. verrucosum* má 2-3krát delší listeny než okvěti, u *P. arvense* jsou listeny alespoň třikrát delší než okvěti (většinou 3,25-5krát delší listeny než okvěti).

Při výzkumu bylo hodnoceno 15 znaků (kvantitativních i kvalitativních). Pouze poměr délky listenu a okvěti dokázal rozlišit mezi oběma druhy. Ostatní znaky se u obou z druhů buď překrývaly částečně (samotná délka listu a listenu i poměr mezi nimi aj.), nebo úplně (habitus, velikost semen aj.).

3.3.2. Ekologie

Chruplavník bradavičnatý se ekologií podobá chruplavníku rolnímu (Iamónico 2013). Může růst jako plevel v obilí, na úhoru nebo v suchých trávnících. Na teplých a suchých stanovištích, na písčitém či kamenitém podkladu (Aellen 1979; Tutin 1993). Může se vyskytovat na vápenatých píscích a jiném bazickém podkladu (Aellen 1979).

Odlišnost stanovišť chruplavníku rolního a bradavičnatého může spočívat také ve vlhkosti podkladu. Je také možné, že chruplavník rolní osidluje spíše vlhčí místa a bradavičnatý spíše suchá místa (Drlík et al. 2005). Nemyslím si ale, že výše uvedený názor platí vždy, protože ve většině zdrojů podobný rozdíl není uváděn.

3.3.3. Rozšíření druhu

Výskyt chruplavníku bradavičnatého je uváděn ve střední, jihovýchodní a jižní Evropě a sahá až do Malé Asie a jihovýchodní části Ruska (Aellen 1979; Jalas a Suominen 1988) a takřka úplně se tedy překrývá s rozšířením ch. rolního.

U nás se rostliny, které by bylo možné řadit pod chruplavník bradavičnatý v minulosti vyskytovaly například na Moravě v okolí Třebíče. Doklady nálezů z let 1929 a 1931 revidoval monograf rodu *P.* Tomšovic a určil je právě jako *P. arvense* var. *brachyphyllum* (Roleček 2010).

Protože je u nás chruplavník bradavičnatý považován za varietu chruplavníku rolního, není charakterizován jeho status nepůvodnosti výskytu.

3.3.4. Ohrožení a péče o druh

Chruplavník bradavičnatý byl v předešlém červeném seznamu (Procházka 2001) zařazen do skupiny A3 – nejasné případy vyhynulých a nezvěstných (právě tato kategorie umožňuje zahrnutí taxonů nejasné taxonomické hodnoty). V novém seznamu z roku 2012 již není zařazen vůbec (Grulich 2012). Ve slovenském červeném seznamu, je řazen do kategorie DD (chybí údaje) (Feráková et al. 2001). V maďarském pak do kategorie EN (ohrožený) (Király 2007).

Protože má podobné nároky jako chruplavník rolní, měla by mít, podle mého názoru, dostatečný dopad ochrana cílená na chruplavník rolní. Není-li tomu tak, chybějí nám znalosti o tomto druhu.

3.3.5. Karyologie

$$2n = 2x = ?$$

Ploidní stupeň neuvádí ve svých pracích ani P. Tomšovic, ani publikace se seznamy chromozomálních počtů.

3.4. *Polycnemum heuffelii* A. F. Láng – chruplavník Heuffelův

3.4.1. Popis rostliny

Lodyha tohoto druhu dorůstá 3 – 15 cm. Je většinou přímá a od báze větvená (Eliáš et al. 2010). Postranní větve víceméně šikmo odstávají a jsou kratší než hlavní lodyha. Lodyha a větve s krátkými kadeřavými chlupy až olysálé (Kubát 2002).

Listy jsou velmi tenké, čárkovité, dlouhé 6-10(-15) cm. Jsou nejvýše 0,3 (-0,5) mm široké. Jsou víceméně měkké a na hlavní lodyze obvykle obloukovitě odstávají až se ohýbají nazpět (Tomšovic 2003).

Listeny ve střední části lodyhy jsou alespoň 6x delší než okvětní lístky (Eliáš et al. 2010). Listence s vytaženou špičkou dosahují délky okvětní (případně jsou nepatrně delší), jsou tedy 1,2–1,3 mm dlouhé (Tomšovic 2003).

Chruplavník Heuffelův kvete od července do září.

Jeho plody jsou 1-1,5 mm dlouhé.

Druh *Polycnemum heuffelii* je poměrně málo proměnlivý (Tomšovic 2003). Odchylky spočívají především v drobném vzrůstu a případně nevětvení hlavní lodyhy. Vyskytují se znaky přechodné k *P. arvense*, či *P. majus*, za jejich původem je pravděpodobně hybridizace (Tomšovic 2003).

3.4.2. Ekologie

Chruplavník Heuffelův v ČR osidloval pahorkatiny a podhůří mezofytika. Rostl na suchých travnatých stráních nebo v řídkých lesích. Může růst na písčitém podkladu.

Přesnější údaje z důvodu velké vzácnosti druhu chybí (Tomšovic 2003).

3.4.3. Rozšíření druhu

Celkový areál rozšíření chruplavníku Heuffelova pokrývá střední, východní a jihovýchodní Evropu (Jalas a Suominen 1988).

U nás se vyskytoval v některých oblastech termofytika a mezofytika, především v teplých pahorkatinách. Známé lokality byly koncentrovány do ve středních Čech, Polabí a na jižní Moravě (Tomšovic 2003).

Polycnemum heuffelii je považován za archeofyt, rostlinu nepůvodní (Pyšek et al. 2012).

3.4.4. Ohrožení a péče o druh

Výskyt chruplavníku Heuffelova je velmi vzácný (Kubát 2002; Tomšovic 2003) a je v České republice řazen skupiny A2, tedy druh neznámý (pravděpodobně vyhynulý) (Grulich 2012).

Na Slovensku, je zařazen do kategorie EN – ohrožený. Poslední lokalita ale byla zaznamenána v roce 1982 a je proto ke zvážení, zda by tento taxon neměl být spíše považován za neznámý (EX?) (Feráková et al. 2001; Eliáš et al. 2010). V Maďarsku je pro nedostatek údajů zapsán v kategorii DD - chybí údaje (Király 2007). V Rakousku je druh hodnocen jako kriticky ohrožený (Eliáš et al. 2010).

Protože nebyl dlouhodobě potvrzen výskyt chruplavníku Heuffelova (neznámý), nevěnuje se mu přímo pozornost zaměřená na jeho ochranu.

3.4.5. Karyologie

$2n = ?$ (?)

3.5. Shrnutí

Předešlé kapitoly zabývající se jednotlivými druhy jsem se rozhodla shrnout a doplnit o informace, které souvisejí s celou skupinou jednoletých zástupců rodu *Polycnemum*.

Jak již bylo zmíněno výše, rod *Polycnemum* je v současnosti nově zařazen do čeledi *Amaranthaceae*, do čeledi, kam jej řadil i Čelakovský (Čelakovský 1867); současné pojetí *Amaranthaceae* je však širší, zahrnující i celou bývalou čeleď *Chenopodiaceae* (AngPhyl-Group 2009). Zajímavé je, že studie týkající se fylogeneze v podčeledi *Polycnemoideae* (Masson a Kadereit 2013) zastává další Čelakovského názor, že totiž jednoleté střeoevropské druhy má smysl dělit na dvě skupiny. Čelakovský uznával *Polycnemum arvense* subsp. *majus* a *Polycnemum arvense* subsp. *minus*, přičemž prvním zmíněným je druh, který dnes nazýváme chruplavník větší, druhým pak chruplavník rolní v současném užším pojetí (např. podle (Tomšovic 2003)). Výše uvedená molekulárně taxonomická studie se rovněž přiklání k názoru, že zbývající druhy (*P. heuffelii* a *P. verrucosum*) by měly spadat pod polymorfní druh *P. arvense*.

V předchozích kapitolách byly podrobně popsány jednoleté druhy chruplavníků. Pro přehlednost uvádím níže průřez hlavními rozlišovacími znaky pro určení jednotlivých druhů (Tabulka 1). (Jedná se o souhrn znaků uvedených výše u jednotlivých druhů. Někdy proto

nemusí být informace zcela vyčerpávající, nýbrž jde o zobecnění a obvyklý projev daného znaku. Případné odchylky od něho jsou popsány v předchozích kapitolách.)

Tabulka 1: Hlavní rozlišovací znaky jednoletých druhů rodu *Polycnemum* (Kubát 2002; Tomšovic 2003; Eliáš et al. 2010; Király 2009)

	Listence	Poměr délky okvěti a listenu	Listy	Lodyha a větve
<i>P. heuffelii</i> A. F. Láng	kratší než okvěti (nanejvýš 1,5 mm dlouhé)	listen více než 6x delší než okvěti	čárkovité, nanejvýš 0,3 mm široké, odstávající a nazpět ohnuté	vzpřímené, větve většinou kratší než hl. lodyha
<i>P. majus</i> A. Braun	delší! než okvěti nejméně 2,5 mm dlouhé	listen 4x – 6x (-9x) delší než okvěti	šídlovité, širší než 0,7 mm, šikmo odstálé či přitisklé	vystoupavé (zřídka poléhavá)
<i>P. arvense</i> L.	kratší než okvěti (nanejvýš 1,5 mm dlouhé)	listen 3x - 6x delší než okvěti	šídlovité, 0,5-0,6 mm široké, šikmo odstálé či přitisklé	poléhavé až vystoupavé, větve většinou delší než hl. lodyha
<i>P. verrucosum</i> A. F. Láng	kratší než okvěti (nanejvýš 1,5 mm dlouhé)	listen nanejvýš 3x delší než okvěti	šídlovité	poléhavé až vystoupavé

Mimo morfologických vlastností se jednotlivé druhy také odlišují svými stanovištní nároky. Jak ještě uvedu dále, rozdílné stanovištní preference mohou odrážet různé evoluční historie druhů popř. mohou mít vliv na probíhající mikroevoluční procesy. Nyní bych ale chtěla poukázat na trend, který můžeme vysledovat v informacích o herbářových položkách chruplavníků nasbíraných na území České republiky (Viz Přílohy 1, 2 a 3, výpisky z Herbářových sbírek Přírodovědecké fakulty UK). Údaje jsou sice neúplné (u starších položek mnohdy chybí informace o lokalitě či stanovišti, někdy dokonce není uveden ani rok sběru), přesto si však můžeme všimnout, že položky chruplavníku většího z 19. století (Příloha 1) uvádějí často stanoviště pole. Poslední položka ch. většího, která toto stanoviště uvádí, pochází z roku 1914. Pak můžeme vysledovat změnu stanovišť (Příloha 1 a 4) – jedná se především o lomy, dláždění, šterky a písky. Je zajímavé, že od chruplavníku rolního existují i novější položky sesbírané na poli (Příloha 2 a 5).

Proč chruplavníky mění stanoviště a místo polí osidlují lomy? Již bylo uvedeno, že to může být do určité míry způsobeno herbicidy užívanými proti plevelům. Podobně jim nejspíš nevyhovuje ani hnojení. Jak bylo uvedeno výše, nedostatek zdrojů chruplavníkům nevadí,

problémem je spíše konkurence rostlin na příliš hnojených nebo nedostatečně narušovaných stanovištích. Mě ale zaujala ještě jedna otázka – čím je způsobeno, že chruplavník větší se v současnosti nevyskytuje, ale chruplavník rolní zde nalezen byl ještě nedávno? Je ch. rolní odolnější vůči herbicidům? Je to dáno jeho stanovištními preferencemi či stupněm ploidie? Vzhledem k poměrně malému množství excerpovaných údajů je však stále možné, že pouze náhodou pocházejí všechny novější údaje z polí od ch. rolního.

4. Mikroevoluční procesy

V následujících dvou podkapitolách uvedu dva evoluční procesy, které se pravděpodobně podílely na formování diverzity evropských druhů rodu *Polycnemum*. Jsou to polyploidizace a substrátově podmíněná ekologická speciace.

4.1. Polyploidizace

Polyploidie označuje jev, kdy v buňce dojde ke zmnožení celé chromozomální sady. Ta se pak nevyskytuje v jádře dvakrát (jak je tomu u diploidů), ale třikrát či vícekrát (vznikají tak triploidní, tetraploidní apod. buňky či organismy) (Flegr 2009).

Pokud se jedná o zdvojení chromozomové sady jednoho jedince (při mitóze, po níž nenásleduje buněčné dělení), popř. o vznik polyploidních potomků prostřednictvím splývání neredukovaných gamet pocházejících z jedinců v rámci jednoho druhu (tedy strukturně velmi podobných genomů) hovoříme o autopolyploidii. Pokud polyploidie vzniká v důsledku znásobení sady chromozomů po hybridizaci různých druhů či rodů (obecně odlišných genomů), označujeme ji jako allopolyploidii (Briggs a Walters 2001).

Tyto genetické změny mohou zprostředkovat rychlou a velmi efektivní reprodukční izolaci nového polyploida od jeho diploidních předchůdců (např. změnou reprodukčního systému) a v důsledku pak vést až k sympatrickému vzniku nových druhů (Briggs a Walters 2001).

Jedinci s různými stupni ploidie se však liší i v dalších vlastnostech. A tyto vlastnosti pak mohou dále přispívat k odlišnému vývoji linií s různým stupněm ploidie. Ploidní stupeň zdaleka nemá jen vliv na velikost rostliny. Fakt, že hexaploidní chruplavník větší je v literatuře charakterizován jako větší a mohutnější rostlina oproti diploidnímu chruplavníku rolnímu,

jen potvrzuje to, na co přišli výzkumníci již v první čtvrtině 20. století. Že totiž druhy s vyšším počtem chromozomálních sad jsou větší než druhy s menším počtem (Briggs a Walters 2001).

Odlišnost ve stupni ploidie však může mít dopad kupříkladu i na ekologické nároky (Mable 2003; Schönswetter et al. 2007), odolnost vůči fytofágnímu hmyzu (Nuismer a Thompson 2001), či na to, v jaké nadmořské výšce se druh vyskytuje (Schönswetter et al. 2007). Počet chromozomálních sad tak ovlivňuje například konkurenceschopnost, areál rozšíření a dokonce i vývoj jiných skupin organismů (kupříkladu fytofágního hmyzu v případě koevoluce).

Při studii týkající se druhu *Senecio carniolicus* (Schönswetter et al. 2007), autoři zjistili, že diploidní zástupci tohoto druhu osidlují především vyšší nadmořské výšky, zatímco hexaploidní zástupci se vyskytují v nižších polohách, kde se však musejí vypořádávat s větší konkurencí. A naopak se autoři článku domnívají, že diploidi druhu *Senecio carniolicus* se vyskytují ve vyšší nadmořské výšce díky tomu, že lépe snášejí nevýhodu těchto poloh - zkrácené vegetační období. Druh *S. carniolicus* je pro nás ale zajímavý také charakterem variability v ploidní úrovni. *S. carniolicus* je endemickým druhem Alp a Karpat, přičemž v Alpách se běžně vyskytují tři hlavní cytotypy: diploidi, tetraploidi a hexaploidi. Rostliny, na kterých byl výzkum proveden, pocházely z východních Alp. Při sběru v této oblasti byly objeveny samostatné subpopulace obsahující jen diploidy, nebo jen hexaploidy, i smíšené, kde se vyskytovali zástupci obou těchto ploidních úrovní. Přesto mezi analyzovanými rostlinami nebyl objeven žádný tetraploid. Tedy cytotyp, který by mohl naznačovat, že mezi diploidy a hexaploidy probíhá hybridizace (Schönswetter et al. 2007).

Dalším příkladem rostliny, která je v Evropě zastoupena diploidním a hexaploidním cytotypem, je *Aster amellus*. Výsledky studie (Castro et al. 2012) naznačují, že by se v případě hexaploidu tohoto druhu mohlo jednat o autopolyploida. Dále se podařilo objevit vzácné smíšené populace, v nichž se vedle diploidních, nebo hexaploidních cytotypů vyskytovalo i několik málo tetraploidních jedinců (případně jedinců 7x, 8x a 9x v hexaploidních populacích).

O zástupcích rodu *Polycnemum* doposud víme v otázce ploidní úrovně jen velmi málo. Ze čtyř evropských druhů jen u dvou je uváděn cytotyp. A to právě cytotyp diploidní – v případě *P. arvense* – a hexaploidní – v případě *P. majus*. Jaký je ploidní stupeň zbylých dvou druhů jasně není. Je zajímavé, že, podobně jako v obou výše zmiňovaných příkladech *S. carniolicus* a *A. amellus*, také zřejmě neexistuje tetraploidní cytotyp, který by se běžně vyskytoval společně s diploidy a hexaploidy (zatím chybí jakékoliv údaje o tetraploidních rost-

linách *Polycnemum*). Otázkou také zůstává původ hexaploidního cytotypu chruplavníku většího i to, do jaké míry mohou být jeho vnější vlastnosti (např. morfologie, stanovištní nároky) ovlivněny právě vyšším stupněm ploidie.

4.2. Substrátově podmíněná ekologická speciace

Diferenciaci nových genetických linií až druhů může podpořit také geologicky rozmanitá krajina. Charakter stanoviště je dán například sklonem, expozicí, fyzikálními a chemickými vlastnostmi horniny a půdy. A pokud jsou oblasti s těmito stanovištními vlastnostmi v krajině nesouvislé, vytváří se podmínky, které mohou vést ke vzniku různých edafických ekotypů, či dokonce nových druhů – buď prostřednictvím geografické izolace, kterou poskytují substráty mozaikovitě rozptýlené v krajině anebo prostřednictvím sympatrické speciace probíhající na hranicích edaficky podmíněného ostrova (Kruckeberg 1986).

Podle kyselosti substrátu, který rostliny preferují, hovoříme o acidofilních či bazofilních druzích. Bazické horniny obsahují ve vyšší míře vápník, hořčík, draslík a dusík, zatímco kyselé mají vyšší obsah kationtů vodíku, hliníku, železa a manganu (Ewald 2003). Pro střední Evropu je charakteristická převaha bazofilních cévnatých rostlin (Ewald 2003).

Studie srovnávající mnoho acidofilních a bazofilních druhů z Alp (Alvarez et al. 2009) ukázala, že druhy, které rostou na podobných substrátech, si jsou podobné i v prostorové genetické struktuře.

Jak bylo zmíněno již výše, chruplavník větší preferuje bazické horniny v podloží, zatímco chruplavník rolní osidluje především stanoviště s kyselými podklady. Roleček (Roleček 2010) také uvádí, že ch. rolní preferuje spíše hlinitější půdu a nikoli přímo písek. Je tedy možné, že právě stanovištní diferenciace mohla hrát roli při speciaci resp. může ovlivňovat možnosti současného kontaktu obou druhů (včetně např. i hybridizace). Jaké další preference chruplavníky mají, jak se jimi (obzvláště na našem území) od sebe odlišují a jaké to má příčiny i důsledky může být otázkami pro navazující diplomovou práci.

5. Navazující diplomová práce

V navazující magisterské práci bych se chtěla věnovat ověřování současného výskytu chruplavníků v České republice, jejich determinaci podle ploidního stupně a nalezení spolehlivých znaků, které pomohou rozlišit dva základní druhy ch. rolní a ch. větší od sebe v terénu.

V případě jejich nalezení v terénu bych se také ráda věnovala otázce vymezení, karyologie, ekologie a výskytu zbylých dvou druhů chruplavníků udávaných z ČR – ch. bradavičnatého a ch. Heuffelova. Ke splnění těchto cílů plánuji využít maximální množství sběrů z území České republiky doplněné o referenční materiál z okolních států (Slovensko, Rakousko, Maďarsko).

Dále bych se chtěla zaměřit na ochranářské hledisko. Přijde mi totiž zajímavé, že je chruplavník mnohem vzácnější než většina druhů přirozeně narušovaných stanovišť (Roleček 2010) Odpověď na tuto otázku bude nejspíše souviset s ekologií chruplavníku, jeho stanovištními preferencemi. Chtěla bych proto charakterizovat ekologické nároky chruplavníků vyskytujících se u nás, zjistit stav populací chruplavníků na území České republiky a vyvodit z toho vhodný způsob péče o lokality těchto druhů. A následně případně shrnout obecná pravidla, aplikovatelná nejen k ochraně chruplavníků, ale i jiných druhů podobných svou ekologií, svými nároky, životními strategiemi i historií.

Otázky pro navazující magisterskou práci

Výše uvedenou problematiku jsem formulovala do následujících otázek pro moji magisterskou práci:

- Jaké je současné rozšíření chruplavníků v České republice?
- Jaké jsou ekologické nároky jednotlivých druhů vyskytujících se v České republice?
- Jaké jsou možné příčiny výrazného úbytku lokalit během 20. století? Jak s tím souvisí proměna stanovištních preferencí druhů?
- Jaká je variabilita v ploidní úrovni? Lze podle ploidního stupně odlišit druhy rostoucí na území České republiky?
- Jsou doposud udávané morfologické znaky k rozlišení druhů spolehlivé?
- Vyskytují se druhy *P. heuffelii* a *P. verrucosum* v České republice?
- Jaký je stav populací chruplavníků na území České republiky?
- Jak by měl vypadat vhodný způsob péče o lokality chruplavníků?

Metodika

Odpovědi na tyto otázky budu hledat s pomocí následujících metod:

- Srovnání současných a nedávných nálezů s daty z herbářů a floristických publikací v České republice
- Mapování aktuálního rozšíření chruplavníku v České republice a ověřování výskytu na dříve udávaných lokalitách v České republice
- Sběr referenčního materiálu (Slovensko, Rakousko, Maďarsko)
- Stanovení stupně ploidie pomocí průtokové cytometrie
- Zjištění trendů v morfologické variabilitě pomocí distanční i geometrické morfometrie
- Charakterizování stanovištních nároků druhů chruplavníku pomocí výskytu doprovodných druhů a rozboru substrátu (např. pH, zrnitost)

6. Závěr

Bakalářská práce shrnuje dosavadní poznatky o jednoletých druzích rodu *Polycnemum*, především o jejich výskytu na území České republiky, stanovištních preferencích a o diagnostických morfologických znacích jednotlivých druhů. Obsahuje výpisky z Herbářových sbírek Přírodovědecké fakulty UK a shrnutí jejich významu. Dále pak nastiňuje dva možné evoluční procesy, které se mohly podílet na vývoji chruplavníků.

Rod *Polycnemum* je takřka netknutý dnes standardními biosystematickými metodami (karyologie, morfometrika, molekulární analýzy) a i v současné době se vyskytuje v odborné literatuře poměrně vzácně. Je mu věnována pozornost v různých archeologicky zaměřených článcích a v publikacích týkající se ohrožených druhů plevelů. Těch několik málo nejnovějších studií, které se věnují přímo rodu *Polycnemum*, se pak často odkazuje na práce doktora Pavla Tomšovice (především z let 1990 a 1991). Z této doby tak pocházejí nejnovější publikované informace například o ploidní variabilitě. Velmi málo je známo o původu a vývoji tohoto rodu, jakožto i o příčinách výrazného úbytku jeho lokalit v Evropě v průběhu posledních 100 let. Jednoleté druhy chruplavníků jsou ohrožené (popřípadě prohlášené za vyhynulé) nejen v České republice, ale i v dalších zemích Evropy, kde byl jejich výskyt v minulosti evidován.

Současné práce se doposud zabývaly snahou odhalit podstatné znaky, podle kterých by bylo možné spolehlivě určit jednotlivé druhy, přesto však téměř zcela chybí práce zabývající se podrobným rozbořením morfologické variability (výjimku je situace v Itálii, (Iamónico 2013)) či rozsáhlejší karyologické průzkumy. Problém zůstává i v nejednotnosti názoru na samotný počet druhů.

Doposud není uspokojivě vyřešena otázka, zda jsou chruplavníky na našem území druhy původní, či se jedná o druhy zavlečené k nám až s člověkem.

Význam studia chruplavníků, jejich stanovištních preferencí a důvodů, proč je jejich výskyt stále vzácnější, spočívá nejen v možnostech návrhu efektivní ochrany jejich populací a lokalit. Zjistíme-li, jaké procesy za úbytkem výskytu stojí, můžeme hledat souvislosti i u dalších druhů a rodů, které potkal podobný osud (kdy se z běžných rostlin se staly či stávají kriticky ohroženými) a aplikovat tak nově zjištěné poznatky v širší oblasti botaniky či biologie ochrany přírody.

7. Seznam citované literatury

AELLEN, P. (1979): Chenopodiaceae Vent. In: Hegi, G.: Illustrierte Flora von Mittel-Europa 3 (2). Paul Parey, Berlin & Hamburg., s. 533–747.

ALVAREZ, N. et al. (2009): History or ecology? Substrate type as a major driver of patial genetic structure in Alpine plants. *Ecology Letters*, 12, č. 7, s. 632–640.

BOJŇANSKÝ, V. a FARGAŠOVÁ, A. (2007): Atlas of Seeds and Fruits of Central and East-European Flora: The Carpathian Mountains Region. Springer, 1079 s.

BRIGGS, D. a WALTERS, S. M. (2001): Proměnlivost a evoluce rostlin. Univerzita Palackého, Olomouc, 531 s.

CASTRO, S. et al. (2012): Cytotype distribution at a diploid–hexaploid contact zone in *Aster amellus* (Asteraceae). *Annals of botany*, 110, č. 5, s. 1047–1055.

ČELAKOVSKÝ, L. (1867): Prodrömus der Flora von Böhmen: enthaltend die Beschreibungen und Verbreitungsangaben der wildwachsenden und im Freien kulturvirten Gefässpflanzen des Königreiches. Comité für die naturwissenschaftliche Durchforschung Böhmens, Prag, 955 s.

DRLÍK, V. et al. (2005): KVĚTENA ZNOJEMSKA 1950–1954. *Thayensia*.

ELIÁŠ, P. ml. et al. (2010): Poznámky k určování a rozšíření zástupcov rodu *Polycnemum* (Chenopodiaceae) na Slovensku. *Bull. Slov. Bot. Spoločn.*, Bratislava 32, Supplement 2: 89–96. *Bull. Slov. Bot. Spoločn.*, 32, č. Supplement 2.

- EWALD, J. (2003): The calcareous riddle: Why are there so many calciphilous species in the Central European flora? *Folia Geobotanica*, 38, č. 4, s. 357–366.
- FERÁKOVÁ, V. et al. (2001): Červený zoznam papraďorastov a semenných rastlín Slovenska. *Ochr. Prír.(Banská Bystrica)*, 20, s. 44–77.
- FLEGR, J. (2009): *Evoluční biologie*. Academia, Praha, 569 s.
- FRÖHLICH, J. J.-J. E. a ŠÁLKOVÁ, Terez. (nedatováno): VÝŠINNÉ SÍDLIŠTĚ U VELKÉ A DALŠÍ NOVÉ POZNATKY O ENEOLITICKÝCH VÝŠINNÝCH LOKALITÁCH NA STŘEDNÍ VLTAVĚ.
- GRULICH, V. (2012): Red List of vascular plants of the Czech Republic: 3rd edition. *Preslia*, 84, s. 631–645.
- HADINEC, J. et al. (2002): Additamenta ad floram Reipublicae Bohemicae. I. *Zpr. Čes. Bot. Společ.*, Praha, 1, s. 51–105.
- HADINEC, J. et al. (2003): Additamenta ad floram Reipublicae Bohemicae. II. *Zpr. Čes. Bot. Společ.*, Praha, 2, s. 217–288.
- HADINEC, J. a LUSTYK, P. (2006): Additamenta ad floram Reipublicae Bohemicae. V. *Zpr. Čes. Bot. Společ.*, Praha, 41, s. 173–257.
- HADINEC, J. a LUSTYK, P. (2007): Additamenta ad floram Reipublicae Bohemicae. VI. *Zpr. Čes. Bot. Společ.*, Praha, 42, s. 247–337.
- HADINEC, J. a LUSTYK, P. (2008): Additamenta ad floram Reipublicae Bohemicae. VII. *Zpr. Čes. Bot. Společ.*, Praha, 43, s. 251–336.
- HADINEC, J. a LUSTYK, P. (2009): Additamenta ad floram Reipublicae Bohemicae. VIII. *Zpr. Čes. Bot. Společ.*, Praha, 44, s. 185–319.
- HADINEC, J. a LUSTYK, P. (2012): Additamenta ad floram Reipublicae Bohemicae. X. *Zpr. Čes. Bot. Společ.*, Praha, 47, s. 43–158.
- IAMONICO, D. (2013): *Polycnemum verrucosum* (Amaranthaceae), first record for the Italian flora and comparison with related species *P. arvense*. *Hacquetia*, 12, č. 1, s. 5–9.
- JALAS, J. a SUOMINEN, J. (1988): *Atlas Florae Europaeae. Distribution of Vascular Plants in Europe. 2. Angiospermae (part): Salicaceae to Balanophoraceae, Polygonaceae, Chenopodiaceae to Basellaceae*. Cambridge University Press.
- JOHN, J. et al. (2012): Výšinné sídliště u Velké a další nové poznatky o eneolitických výšinných lokalitách na střední Vltavě. *Archeologické výzkumy v jižních Čechách*, 25.
- KIRÁLY, G. (2007): *Vörös lista. A magyarországi edényes flóra veszélyeztetett fajai. Saját kiadás, Sopron*.
- KIRÁLY, G. (2009): *Új magyar fűvészkönyv: Magyarország hajtásos növényei. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvaló*, 616 s.

- KRUCKEBERG, A. R. (1986): An Essay: The Stimulus of Unusual Geologies for Plant Speciation. *Systematic Botany*, 11, č. 3, s. 455.
- KUBÁT, K. (2002): Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha, 927 s.
- MABLE, B. K. (2003): Breaking down taxonomic barriers in polyploidy research. *Trends in plant Science*, 8, č. 12, s. 582–590.
- MASSON, R. a KADEREIT, G. (2013): Phylogeny of Polycnemoideae (Amaranthaceae): Implications for biogeography, character evolution and taxonomy. *Taxon*, 62, č. 1, s. 100–111.
- NUISMER, S. L. a THOMPSON, J. N. (2001): Plant polyploidy and non-uniform effects on insect herbivores. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 268, č. 1479, s. 1937–1940.
- PROCHÁZKA, F. (2001): Černý a červený seznam cévnatých rostlin České republiky (stav v roce 2000) = Black and red list of vascular plants of the Czech republic-2000. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 146 s.
- PYŠEK, P. et al. (2012): Catalogue of alien plants of the Czech Republic: checklist update, taxonomic diversity and invasion patterns. *Preslia*, 84, č. 2, s. 155–255.
- ROLEČEK, J. (2010): Neobvyklá lokalita chruplavníku rolního (*Polycnemum arvense*) u Náměště nad Oslavou a několik poznámek k ekologii druhu. *Acta rerum naturalium*, 8, s. 59–60.
- SCHÖNSWETTER, P. et al. (2007): Sympatric diploid and hexaploid cytotypes of *Senecio carniolicus* (Asteraceae) in the Eastern Alps are separated along an altitudinal gradient. *Journal of plant research*, 120, č. 6, s. 721–725.
- ŠTEFÁNEK, M. (2005): Plán péče o přírodní památku Vinařická hora na období 2006–2015.
- TOMŠOVIC, P. (2003): Chenopodiaceae Vent. merlíkovité. In: Hejný, S. a Slavík, B.: Květena České republiky. Academia, Praha.
- TOMŠOVIC, P. a KRAHULCOVÁ, A. (1991): *Polycnemum majus* (Chenopodiaceae)—a disappearing species in Czechoslovakia: its taxonomy, distribution and karyology. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica*, 26, č. 3, s. 341–347.
- TUTIN, T. G. (1993): *Flora Europaea*. Cambridge University Press, 638 s.

8. Přílohy

Přílohy 1 – 5 obsahují výpisky z Herbářových sbírek Přírodovědecké fakulty UK a z Additament (Hadinec et al. 2002, 2003; Hadinec a Lustyk 2006, 2007, 2008, 2009, 2012)