

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra ekologie a životního prostředí



Morfologická variabilita okruhu popence obecného
na Moravě

Alena Uvírová

Bakalářská práce
předložená
na Katedře ekologie a životního prostředí
Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků
na získání titulu Bc. v oboru
Ekologie a ochrana životního prostředí

Vedoucí práce: Mgr. Martin Dančák, Ph.D.

Konzultant práce: RNDr. Michal Hroneš

Olomouc 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením
Mgr. Martina Dančáka, Ph.D. a jen s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci 26. července 2018

.....
podpis

Uvírová A. 2018. Morfologická variabilita okruhu popence obecného na Moravě [bakalářská práce]. Olomouc: Katedra ekologie a ŽP PřF UP v Olomouci. 36 s. 3 přílohy. Česky.

Abstrakt

Okruh popence obecného (*Glechoma hederacea* agg.) zahrnuje dva druhy – popenec obecný (*Glechoma hederacea*) a p. chlupatý (*G. hirsuta*). Oba druhy mají poměrně rozsáhlý areál a na našem území se setkávají na Moravě, kde se vyskytují společně a vykazují zde poměrně vysokou morfologickou variabilitu. V místě jejich styku může teoreticky docházet i ke vzájemnému křížení. V rámci *G. hederacea* agg. bylo publikováno několik chromozomových počtů, od diploidních po hexaploidní. Právě značná morfologická variabilita způsobuje problémy při determinaci obou druhů. K cílům práce patřil výběr a testování významných morfologických znaků, které se používají k určování v determinačních klíčích a v květenách, srovnání morfologické variability mezi oběma druhy a jejich populacemi a také předběžné stanovení cytologické variability jednotlivých zástupců komplexu. Celkem bylo studováno 196 jedinců z 16 populací. Morfologická variabilita byla studována měřením 15 vybraných znaků na celkem 180 rostlinách z 12 populací. Data byla analyzována v programech NCSS a Canoco for Windows. Jelikož se u popenců objevuje pohlavní dimorfismus – tzv. gynodioecie, byl naměřený dataset rozdělen na skupiny samičích a oboupohlavných jedinců. Morfologická variabilita byla také studována pro průměry populací. Cytologická variabilita byla zkoumána pomocí metody průtokové cytometrie. Ploidní úroveň všech studovaných populací byla DNA-tetraploidní. Nepodařilo se tedy nalézt i další uváděné ploidie. Skupiny samičích rostlin popence obecného a chlupatého se pomocí morfometrické analýzy nepodařilo jednoznačně rozlišit, zatímco skupiny oboupohlavných rostlin vykazovaly signifikantní rozdíl ve většině morfologických znaků. Lze tedy říci, že gynodioecie hraje významnou roli v determinaci obou taxonů, přičemž samičí jedince lze mnohem obtížněji odlišit.

Klíčová slova: *Glechoma hirsuta*, *Glechoma* ×*pannonica*, gynodioecie, *Lamiaceae*, morfologie, průtoková cytometrie

Uvířová, A.: Morphological variability of *Glechoma hederacea* complex in Moravia [bachelor's thesis]. Olomouc: Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacky University of Olomouc. 36 pp. 3 Appendices. Czech.

Abstract

Glechoma hederacea complex consists of two species – *Glechoma hederacea* and *G. hirsuta*. Both species have wide distribution and in the Czech Republic they occur commonly together only in the Moravia. They show there relatively high extent of morphological variability which may resulted from interspecific hybridization. Published chromosome numbers of *G. hederacea* complex are ranging from diploid to hexaploid. High extent of morphological variability of both species causes considerable problems with their determination. This thesis aims to select and test the morphological characters used in determination keys and floras, to compare the extent of morphological variability among studied species and populations and to preliminary screen ploidy level variation in this complex. In total, 196 individuals from 16 populations were studied. Morphological variability was studied by measuring the 15 selected morphological characters on 180 individuals from 12 populations in total. Morphological data sets were analysed in NCSS and Canoco for Windows. Because *Glechoma* is known for sexual dimorphism (i.e., gynodioecy), the dataset was divided to two groups according to their sex (i.e., female and hermaphrodite). Population averages of both groups were also analysed. Ploidy level was studied using flow-cytometry. Ploidy level of all analysed plants was DNA-tetraploid. Morphometric analysis shown that female individuals of *G. hederacea* and *G. hirsuta* cannot be distinguished from each other by using several characters given in determination keys. However, hermaphrodite individuals showed significant difference in almost all morphological characters. In conclusion, the gynodioecy plays important role in determination of both taxa and the differentiation of female individuals is much more demanding than in case of hermaphrodites.

Key words: *Glechoma hirsuta*, *Glechoma* ×*pannonica*, gynodioecy, *Lamiaceae*, morphology, flow cytometry

Obsah

Seznam tabulek	viii
Seznam obrázků	ix
Poděkování	x
1 Úvod	1
2 Cíle práce	2
3 Literární přehled	3
3.1 Čeleď <i>Lamiaceae</i> Martinov	3
3.1.1 Rozšíření a morfologie	3
3.1.2 Gynodioecie	4
3.1.3 Fylogeneze a taxonomické vztahy	5
3.1.4 Podčeleď <i>Nepetoideae</i> (Dumort.) Caruel	6
3.1.5 Cytotaxonomie a cytogenetika	6
3.2 Rod <i>Glechoma</i>	7
3.2.1 Morfologie	7
3.2.2 Evoluční vztahy	7
3.2.3 Výskyt a rozšíření	9
3.3 <i>Glechoma hederacea</i> agg.	9
3.3.1 <i>Glechoma hederacea</i> – popenec obecný	10
3.3.2 <i>Glechoma hirsuta</i> – popenec chlupatý	11
4 Materiál a metody	13
4.1 Sběr, původ a uchování rostlinného materiálu	13
4.2 Předběžné stanovení DNA ploidní úrovně	13
4.3 Morfometrická analýza	13
4.4 Statistické zpracování	14
5 Výsledky	16
5.1 Cytologická variabilita <i>Glechoma hederacea</i> agg.	16
5.2 Morfometrická analýza	16
5.2.1 Deskriptivní charakteristiky	16

5.2.2	Mann-Whitney U-test.....	19
5.2.3	Analýza hlavních komponent (PCA)	25
6	Diskuse.....	28
6.1	Cytologická variabilita <i>G. hederacea</i> agg.....	28
6.2	Morfologická variabilita <i>G. hederacea</i> agg.	29
6.3	Potenciální křížení <i>G. hederacea</i> a <i>G. hirsuta</i>	30
7	Závěr	32
8	Literatura.....	33
9	Přílohy.....	37

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Přehled hodnot z měření ploidie na průtokovém cytometru	16
Tabulka 2 – Přehled měřených kvantitativních znaků a poměrů <i>G. hederacea</i> a <i>G. hirsuta</i>	17
Tabulka 3 – Hodnoty Mann-Whitney U-testu pro jednotlivé znaky samičích a oboupohlavných rostlin.....	24

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Přehled variability znaků u samičích (F) a oboupohlavných (H) jedinců <i>G. hederacea</i> a <i>G. hirsuta</i>	20
Obrázek 2 – Přehled variability znaků u samičích (F) a oboupohlavných (H) jedinců <i>G. hederacea</i> a <i>G. hirsuta</i>	21
Obrázek 3 – Přehled variability znaků u samičích (F) a oboupohlavných (H) jedinců <i>G. hederacea</i> a <i>G. hirsuta</i>	22
Obrázek 4 – Variabilita délky nejdelších lodyžních chlupů pro samičí (F) a oboupohlavné (H) taxony <i>G. hederacea</i> a <i>G. hirsuta</i>	23
Obrázek 5 – PCA ordinační diagram pro znaky samičích rostlin	26
Obrázek 6 – PCA ordinační diagram pro znaky oboupohlavných rostlin	26
Obrázek 7 – PCA ordinační diagram pro populační průměry znaků samičích rostlin...	27
Obrázek 8 – PCA ordinační diagram pro populační průměry znaků oboupohlavných rostlin	27

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat mému vedoucímu práce Mgr. Martinu Dančákovi, Ph.D. za možnost práce pod jeho vedením, trpělivost, cenné rady a pomoc při terénních výjezdech a určování rostlin. Velké poděkování patří konzultantovi práce RNDr. Michalu Hronešovi za rady a připomínky při psaní práce, obrovskou výpomoc při vyhodnocování dat, a hlavně za veškerý čas věnovaný popencům nejen při cytometrování, ale i v celém zdlouhavém průběhu realizace této práce. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat své mamince za veškerou podporu během studia a pomoc při společných „výletech za popencem“ a taky svému bratrovi za čas a trpělivost při formátování a anglické korektuře.

1 Úvod

Okruh popence obecného (*Glechoma hederacea* agg.) představuje skupinu blízce příbuzných druhů, které ve společném areálu výskytu vykazují poměrně vysokou morfológickou variabilitu. U rodu popenec je častá gynodioecie, projevující se výskytem rostlin s oboupohlavnými či pouze samičími květy, způsobující odlišnost v některých morfológických znacích (Tutin et al. 1972) a také rozdílnost doby kvetení v rámci jednoho taxonu. V čeledi *Lamiaceae* Lindl. jde o poměrně častý jev (Chrtek 2000). Další významnou roli hraje možnost hybridizace, která je považována za běžnou (Pignatti 1982), avšak taxonomicky málo prozkoumanou (Chrtek 2000) a polyploidizace. V rámci tohoto okruhu je uváděno několik ploidních úrovní (Májovský & Murín 1987, Kubát 2002). Na Moravě se předpokládá hybridní zóna, jelikož zde dochází k překryvu areálů výskytu obou druhů agregátu, ale hybridní původ těchto rostlin zatím nebyl prokázán (Chrtek 2000). Tento fakt a skutečnost, že zde determinace jednotlivých taxonů mnohdy činí problémy i zkušenějším botanikům, byl prvotním námětem této práce.

Tato bakalářská práce se zabývá dvěma zástupci popenců z okruhu popence obecného (*Glechoma hederacea* agg.), vyskytujících se v České Republice (*G. hederacea* L. a *G. hirsuta* Waldst. et Kit). Zaměřuje se primárně na revizi znaků obecně užívaných pro rozlišování obou druhů a pomocí morfometrických metod se snaží zjistit rozsah mezidruhové variability, a tím přibližně objasnit morfológickou problematiku jednotlivých taxonů okruhu. Okrajově se také zabývá jejich cytologickou variabilitou.

2 Cíle práce

Bakalářská práce se zabývá morfologickou variabilitou vybraných populací okruhu popence obecného (*Glechoma hederacea* agg.) na území České republiky.

Hlavní cíle práce jsou:

- 1) provedení literární rešerše zaměřenou na kompilaci znaků používaných k rozlišování *G. hederacea* a *G. hirsuta*
- 2) výběr a testování významných morfologických znaků
- 3) srovnání morfologické variability mezi druhy a populacemi
- 4) předběžné stanovení cytologické variability jednotlivých zástupců komplexu

3 Literární přehled

3.1 Čeleď *Lamiaceae* Martinov

3.1.1 Rozšíření a morfologie

Čeleď hluchavkovité (syn. *Labiatae* Adans.) je šestou největší čeledí krytosemenných rostlin a zahrnuje více jak 7200 druhů napříč přibližně 240 rody (Bräuchler et al. 2010). Má téměř kosmopolitní rozšíření s hlavními centry diverzity ve Středozeří, v jihozápadní části střední Asie, v Africe jižně od oblasti Sahel, dále v Číně, Austrálii, v Severní a Jižní Americe a v Mexiku (Zahra & Shinwari 2016). Harley et al. (2004) uvádí navíc Indomalajskou oblast jihovýchodní Asie.

Čeleď zahrnuje jak jednoleté, dvouleté a vytrvalé byliny, tak i keře, polokeře, liány a stromy, které jsou často silně aromatické (Chrtek 2000, Harley et al. 2004, Li et al. 2016). Lodyhy jsou většinou čtyřhranné, jednoduché nebo větvené, přímé či plazivé, někdy vytvářející nadzemní či podzemní kořenující výběžky. Rostliny jsou obvykle pokryty jednobuněčnými či mnohobuněčnými krycími a žláznatými trichomy. Listy jsou bez palistů, vstřícné, velmi vzácně střídavé, většinou křížmostojné, přisedlé, řapíkaté s tvarem čepele jednoduchým, až dlanitě nebo zpeřeně složeným a s listovou čepelí celokrajnou, zubatou či laločnatou. Zřídka tvoří listovou růžici (Chrtek 2000, Harley et al. 2004). Na květních stopkách jsou často přítomny listeny podobné listům, nebo jsou redukovány či barevně modifikovány. Květy v podobě stažených vrcholíků tvoří lichopřesleny, které jsou navzájem oddálené nebo nahloučené do koncových lichoklasů. Někdy jsou květenství uspořádána do laty či vidlanu, občas se vyskytují i v podobě vrcholíků redukováných v jednotlivé květy. Kalich je vytrvalý, někdy i za plodu vytrvávající, trubkovitý až zvonkovitý, 5četný, pravidelného nebo dvoupyského tvaru s horním pyskem většinou trojcípým a dolním dvoucípým. Může být lysý nebo chlupatý, méně často nafouklý (Tutin et al. 1972, Li & Hedge 1994, Harley et al. 2004). Kališní trubka je (5–)10–15žilná. Koruna je většinou výrazně dvoupyská, vzácně jednopyská, souměrná, méně často pravidelná, srostloplátečná, tvořena původně z pěti lístků. Horní pysk, tvořený ze dvou srostlých lístků, je celokrajný, často vyklenutý, na vrcholu vykrojený, vzácně dvojlaločný či redukováný. Dolní pysk je obvykle tvořen 3 laloky, taktéž představující 3 srostlé lístky, přičemž střední lalok je největší. Postranní laloky mohou být ojediněle redukovány pouze na malé výrůstky (Li & Hedge 1994, Chrtek 2000, Harley et al. 2004). Vzácně může všech 5 laloků tvořit spodní pysk (Tutin

et al. 1972). Tyčinky jsou 4, dvoumocné, ojedinele se vyskytují pouze 2, přirůstají ke koruně a bývají ukryté pod horním pyskem, nebo vyčnívají z koruny, méně často jsou zanořeny v korunní trubce nebo přitisklé k dolnímu pysku koruny. Prašníky jsou introrzní neboli pukající ke středu květu, mají 2 prašné váčky s pylovými zrny obvykle dvoubuněčnými a trikolpátními (se třemi póry) nebo trojbuněčnými a hexakolpátními (s šesti póry). Gyneceum je vzniklé ze dvou plodolistů, které jsou srostlé bočně, vytvářejí tak vícepouzdrý semeník – tzv. synkarpní gyneceum. Semeník je svrchní s dvěma pouzdry a nepravou příhrádkou, rozdělený na 4 části, přičemž se v každé části nachází jedno anatropní nebo hemitropní, jednoobalné vajíčko. Čnělka vyrůstá z báze rozděleného semeníku, je tzv. gynobazická, velmi vzácně terminální. Blizna je dvouramenná s rameny stejně nebo různě dlouhými, výjimečně může být jedno rameno redukované. Plodem je tvrdka, u druhů rostoucích mimo Evropu vzácně i peckovice nebo tobolka. Semena většinou nemají endosperm (Tutin et al. 1972, Li & Hedge 1994, Chrtek 2000, Harley et al. 2004, Li et al. 2016).

U mnoha druhů čeledi byla prokázána gynodioecie a gynomonoecie – pohlavní dimorfismus. Gynodioecie se projevuje výskytem jedinců jen se samičími nebo jen s oboupohlavními květy, které jsou často od sebe odlišné velikostí květu. Tyto dva typy květů se mohou objevovat i v rámci jednoho jedince, pak se jedná o gynomonoecii (Tutin et al. 1972, Chrtek 2000, Shykoff et al. 2003). Této problematice se podrobně věnuje následující kapitola 3.1.2.

3.1.2 Gynodioecie

Gynodioecie je jev projevující se pohlavním dimorfismem založeným na přítomnosti samičích a oboupohlavných rostlin v populacích (Shykoff et al. 2003). Jde o vzácný, ale široce rozšířený jev, který byl potvrzen v rámci oddělení krytosemenných rostlin u minimálně 81 čeledí (nejvíce u podčeledi *Nepetoideae* (Dumort.) et Caruel čeledi *Lamiaceae* a podčeledi *Caryophylloideae* Arnott čeledi *Caryophyllaceae* Juss.), avšak dohromady gynodioecické druhy čítají zhruba 1 % (Shykoff et al. 2003, Caruso et al. 2016, Rivkin et al. 2016). Pravděpodobným vysvětlením vzácného výskytu gynodioecie je to, že její evoluce byla limitována nevýhodou ve fitness samic vzhledem k hermafroditům, tzn. hermafrodité mohou přenášet své geny pomocí pylu i vajíček, zatímco samice pouze vajíčky (Darwin 1877, Shykoff 1992). Naopak evoluční výhoda u samičích rostlin může spočívat v tom, že mohou ušetřit energii a prostředky, které by jinak byly vynaloženy pro tvorbu pylu a

také se takto mohou vyhnout inbreedingu (Darwin 1877, Lewis 1941). Bylo zjištěno, že samičí rostliny oproti oboupohlavným rostlinám v rámci jedné populace produkují více menších květů a více semen, které jsou větší a mají lepší klíčivost. Nebylo to, ale dokázáno pro každého jedince v populaci. Zdá se tedy, že samičí rostliny mají větší reprodukční potenciál, produkují více menších květů, které jsou úspěšnější pro vznik kvalitnějších semen, než je tomu u oboupohlavných rostlin ze stejné populace (Shyhoff et al. 2003). Výhody samičích rostlin mohou být výsledkem kombinací tří mechanismů: přerozdělení zdrojů ušetřených díky nevytváření pylu, vyhnutí se samooplození, tím omezení inbreedingu a vyšší kvalitou zygot díky intenzivnější konkurenci pylu (Rivkin et al. 2016). Pohlavní dimorfismus mezi gynodioecickými druhy projevující se tím, že samičí rostliny skoro u všech druhů vytvářejí menší květy, zatímco oboupohlavné květy jsou výrazně větší vysvětluje Delph (1996) třemi hypotézami: 1) květy hermafroditů potřebují přilákat větší množství opylovačů kvůli následné distribuci pylu, 2) vývojovou korelací mezi tyčinkami a okvětními lístky, nebo 3) nutností ochrany tyčinek nesoucích pyl pomocí větší koruny.

Gynodioecie je běžným jevem taktéž u rodu *Glechoma*. Švédská studie zabývající se touto problematikou u druhu *G. hederacea* (Widén & Widén 1999) potvrdila, že je možné nalézt samičí a oboupohlavné jedince v rámci populace, ale je možné se setkat i s jedinci, kteří nesou částečně samičí a částečně oboupohlavné květy (Widén & Widén 1999). Přičemž utváření pohlaví v rámci jednoho jedince může být ovlivňováno vnějšími podmínkami, jako je světlo, teplota a alokace zdrojů (Slade & Hutchings 1989). Nicméně možnost ovlivnění pohlaví vnějšími podmínkami závisí zřejmě na genotypu jedince, protože studované rostliny různých genotypů vykazovaly rozdílnou míru environmentálního ovlivnění pohlaví (Widén & Widén 1999).

3.1.3 Fylogeneze a taxonomické vztahy

Čeleď *Lamiaceae* náleží do řádu *Lamiales* Bromhead, který dle nejnovějšího taxonomického systému krytosemenných rostlin (Chase et al. 2016) tvoří s řády *Solanales* Juss. ex Bercht. & J.Presl, *Gentianales* Juss. ex Bercht. & J.Presl, *Garryales* Mart., a nově i s *Vahliales* Doweld, *Boraginales* Juss. ex Bercht. & J.Presl, *Metteniusales* Takht. a *Icacinales* Tiegh. skupinu označovanou jako Lamiids. *Lamiaceae* se dále dělí na 7 podčeledí: *Ajugoideae* Kostel., *Lamioideae* Harley, *Nepetoideae*, *Prostantheroideae* Luerss., *Scutellarioideae* (Dumort.) Caruel, *Symphorematoideae* Briq. a *Viticoideae* Briq. (Harley et al. 2004, Chase et al. 2016).

Rod popenec patří do podčeledi *Nepetoideae*, v rámci, které je řazen do tribu *Menthae* Dumort. a subtribu *Nepetinae* (Dumort.) Coss. & Germ (Stevens 2018).

3.1.4 Podčeleď *Nepetoideae* (Dumort.) Caruel

Nepetoideae je největší podčeledí hluchavkovitých, jelikož zahrnuje skoro polovinu rodů a druhů celé čeledi. Je do ní řazeno 118 rodů a cca 3400 druhů, které jsou rozšířeny napříč oblastmi tropického a mírného pásma, několik druhů je původních i v Austrálii a na Novém Zélandu (Li et al. 2016). Společnými znaky podčeledi jsou trojbuněčná hexakolpátní pylová zrna, gynobazická čnělka, tj. vyrůstající z báze rozděleného semeníku, přítomnost kyseliny rozmarýnové a semena bez endospermu, kdy je počáteční růst klíčku podporován nápadně zvětšeným, tzv. investujícím embryem. Semena mají navíc vysoký obsah slizovitých látek (Li et al. 2016, Zahra & Shinwari 2016). V rámci podčeledi *Nepetoideae* jsou nyní uznávány tři triby: *Elsholtzieae* (Burnett) Sanders & Cantino, *Menthae* a *Ocimeae* Dumort., jejichž monofylie byla potvrzena několika molekulárními fylogenetickými studiemi, avšak existuje několik rozporuplných zjištění zpochybňující tyto vztahy mezi triby (Cantino & Sanders 1986, Paton et al. 2004, Bräuchler et al. 2010).

3.1.5 Cytotaxonomie a cytogenetika

V čeledi *Lamiaceae* je udáváno mnoho chromozomových počtů (Májovský & Murín 1987, Rice et al. 2015). Nelze tak jednoznačně stanovit základní chromozomové číslo typické pro celou čeleď. Stevens (2018) uvádí pro *Lamiaceae* řadu základních chromozomových čísel od $n = 6$ po $n = 17$. Přímo pro podčeleď *Nepetoideae* uvádí stejný autor $n = 6-10$, přičemž liché počty jsou zřejmě výrazně vzácnější (Stevens 2018). Lewis (1980) uvádí číslo $x = 14$. Pro čeleď *Lamiaceae* je poměrně běžná polyploidie (Lewis 1980). Polyploidie je stav, kdy genom obsahuje více jak dvě sady chromozomů (Soltis et al. 2015). Jde o důležitou hnací sílu evoluce, kterou si prošlo více jak 70 % krytosemenných rostlin (Soltis & Soltis 1999). V podčeledi *Nepetoideae* je polyploidie velmi častá např. u rodu *Salvia* L. (Esra et al. 2011), ale také u rodu *Glechoma*, kde je uváděno až 5 ploidních úrovní (viz dále; Widén & Widén 2000)

3.2 Rod *Glechoma*

3.2.1 Morfologie

Jsou to vytrvalé typicky příjemně vonící byliny. Lodyhy jsou přímé, vystoupavé nebo poléhavé s dlouhými větvenými kořenujícími výběžky (Chrtek 2000, Komarov & Shishkin 1954). Listy jsou řapíkaté, jednoduché s čepelí srdčitou, okrouhle srdčitou, ledvinitou nebo ± trojúhelníkovitou s vroubkovaným nebo vroubkovaně pilovitým okrajem (Chrtek 2000). Několikakvěté lichopřesleny jsou oddálené, s květy přisedajícími krátkými stopkami v paždí jednostranných listenů, které jsou velmi podobné listům. Listence jsou drobné a tenké, nenápadné (Harley et al. 2004). Kalich je pětičetný, trubkovitý, až trubkovitě zvonkovitý, nezřetelně dvoupyský a u okraje mírně zakřivený, 15žilný, rozdělený v 5 kališních cípů, přičemž jsou 3 horní cípy mírně delší a tvoří horní pysk a dva kratší dolní cípy tvoří dolní pysk. Cípy jsou rovné, široce trojúhelníkovité až úzce kopinaté. Koruna je výrazně dvoupyská, modrofialová, světle fialová nebo růžová. Horní pysk je rovný, dvojlaločný, vpředu vykrojený, spodní pysk široce trojlaločný se středním lalokem rovným nebo vydutým. Střed spodního pysku je porostlý poměrně dlouhými hustými chlupy (Komarov & Shishkin 1954, Li & Hedge 1994, Chrtek 2000). Korunní trubka je delší než kalich, postupně nebo náhle se rozšiřující směrem k hrdlu (Tutin et al. 1972, Harley et al. 2004). Tyčinky jsou 4, kratší nebo dosahující zděli horního pysku nebo mohou také úplně z koruny vyčnívat. Jsou souběžné, dvoumocné a nitky tyčinek jsou lysé. Prašnickové buňky svírají pravý úhel, každá je otevírána samostatnou šterbinou. Opylení je entomogamické. Hladké tvrdky mají tvar podlouhle trojboce vejcovitý a jsou rozšiřovány myrmekochoricky (Komarov & Shishkin 1954, Tutin et al. 1972, Li & Hedge 1994, Chrtek 2000, Harley et al. 2004).

3.2.2 Evoluční vztahy

Rod *Glechoma* je relativně mladým rodem vzniklým někdy před 3–6 miliony lety (Deng et al. 2015). Počet uváděných druhů se v minulosti poměrně různil, pohyboval se mezi 4–12 druhy (Chrtek 2000, Harley et al. 2004). Chrtek (2000) a Komarov & Shishkin (1954) uvádí 12 druhů. Komarov & Shishkin (1954) v těchto 12 druzích rozlišují 2 skupiny: jedna zahrnuje lesní Eurasijské druhy (*G. longituba* (Nakai) Kuprian., *G. grandis* (A.Gray) Kuprian., *G. hirsuta*, *G. brevituba* Kuprian., *G. hederacea*) a druhou je výrazně odlišná skupina xeromorfních Himalajsko-Tibetských druhů (*G. decolorans* (Hemsl.) Turrill, *G. nivalis* Jacquem. ex Benth.,

G. complanata (Dunn) Turrill, *G. rotundifolia* (Benth.) Kuntze, *G. pharica* (Prain) Turrill, *G. tibetica* Jacquem. ex Benth.), které ale byly roku 1941 přerazeny do nového rodu *Pseudolophanthus* Levin., který je nyní považován za synonymní s rodem *Marmoritis* Benth. (Li & Hedge 1994, Govaerts et al. 2018).

Momentálně rod *Glechoma* čítá 7 druhů a jednoho křížence (Govaerts et al. 2018) ve dvou fylogenetických skupinách (Jang et al. 2016), které se shodují se zeměpisným rozšířením rodu. Evropská skupina zahrnuje nejrozšířenější druh *G. hederacea*, středoevropský *G. hirsuta* (Jang 2008) a *G. sardoa* (Bég.) Bég., který je endemitem na Sardinii a Korsice (Pignatti 1982). Do asijské skupiny jsou řazeny 2 druhy vyskytující se ve východní Asii (*G. longituba*, *G. grandis*) a 2 druhy v Číně (*G. biondiana* (Diels) C.Y.Wu & C.Chen a *G. sinograndis* C.Y.Wu; Li & Hedge 1994).

Dle nejnovější molekulární fylogenetické analýzy založené na ITS a NTS sekvencích jaderné DNA (Jang et al. 2016) bylo zjištěno, že *G. grandis* a *G. longituba* jsou sesterské taxony dohromady tvořící monofyletickou skupinu se skupinou zahrnující *G. hederacea* a *G. hirsuta*. Nicméně použité sekvence nevykazují mezi druhy *G. hederacea* a *G. hirsuta* dostatečnou variabilitu a tím pádem vztah mezi těmito blízce příbuznými taxony zůstal nevyřešen (Jang et al. 2016). Lze tak nadále uvažovat o nejistotě v taxonomii mezi druhy zapříčiněnou vysokou mikro i makromorfologickou podobností (Jang et al. 2016).

K rozlišení jednotlivých taxonů a jejich vzájemných vztahů příliš nepřispívá ani karyologie. Porozumění chromozomální evoluce u rodu *Glechoma* silně stěžuje malá velikost chromozomů, nediferencovaný karyotyp a přítomnost polyploidie (Jang et al. 2016). Jako základní chromozomové číslo je uváděno $x = 9$ (Májovský & Murín 1987, Jang et al. 2016). Nejčastěji se vyskytuje tetraploidie ($2n = 36$), jsou však známy diploidní ($2n = 18$), triploidní ($2n = 24$), hyperpentaploidní ($2n = 42$) i hexaploidní ($2n = 54$) rostliny, přičemž hyperpentaploidie a hexaploidie je nejspíše považována za chromozomovou mutaci (Májovský & Murín 1987, Chrtek 2000, Widén & Widén 2000, Harley et al. 2004). Polyploidizace je často dávána do souvislosti s nutností osídlování nových biotopů a oblastí, což v případě rozšiřování rodu *Glechoma* přes Eurasii mohlo být polyploidii usnadněno (Widén & Widén 2000, Manzaneda et al. 2012).

3.2.3 Výskyt a rozšíření

Z hlediska rozšíření se původně jedná o výhradně euroasijský rod s boreotemperátním výskytem. Druh *G. hederacea* byl však introdukován do Severní a Jižní Ameriky, Austrálie a na Nový Zéland, zřejmě již prvními osadníky pro jeho léčivou hodnotu a jiné použití – např. v pivovarnictví (Harley et al. 2004, Waggy 2009). Centra rozšíření rodu se nacházejí v Evropě, Rusku, Číně, Koreji a Japonsku. V rámci svého areálu popence obývají mnoho rozmanitých biotopů od planárního až po nivální vegetační stupeň. Většina druhů není příliš vyhraněna, co se výškové stupňovitosti týče, pouze dva druhy - *G. biondiana* a *G. sinograndis* obývající hornaté provincie Číny a preferují vysoké nadmořské výšky (Li & Hedge 1994).

Evropské taxony (*G. hederacea*, *G. hirsuta*, *G. ×pannonica*, *G. sardoa*) osídlují především řadu lesních biotopů, konkrétně bazofilní teplomilné doubravy, dubohabřiny, bučiny (*G. hirsuta*), v humidních oblastech hor východní a střední Sardinie roste na křemičitém podkladu endemická *G. sardoa* (Jeanmonod & Gamisans 2007) a lužní lesy, vlhké louky, pobřežní nivy, ale také některé synantropní biotopy jako jsou zahrady, okraje polí a cest obývá nejrozšířenější *G. hederacea* (Chrtek 2000). Asijské druhy (*G. biondiana*, *G. grandis*, *G. sinograndis* a *G. longituba*) rostou ve vlhkých lesích, často poblíž potoků či přímo na březích potoků, na úživných okrajích lesů a také poblíž lidských obydlí (Li & Hedge 1994).

3.3 *Glechoma hederacea* agg.

Okruh popence obecného zahrnuje dva blízce příbuzné druhy – popenec obecný a popenec chlupatý. Podrobným popisem těchto druhů se zabývají dvě následující podkapitoly.

V rámci okruhu dochází pravděpodobně k mezidruhovému křížení. Kříženec *Glechoma hederacea* × *hirsuta* je nazýván *Glechoma* × *pannonica* Borbás. Celkovým vzhledem připomíná druh *G. hederacea*, je však roztroušeně odstále chlupatý. Kališní cípy jsou podlouhle kopinaté, dosahující ± ½ délky kališní trubky (Křísa 1993). Tento kříženec je údajně běžný v místech výskytu obou druhů (Pignatti 1982). Na Slovensku je však uváděn pouze z jedné lokality (Křísa 1993) a v České Republice na j. a v. Moravě jsou také občas nalézány více chlupaté rostliny morfologicky odpovídající této hybridní kombinaci, nicméně Chrtek (2000) uvádí, že jejich skutečný hybridní původ by bylo třeba dokázat.

Komarov & Shishkin (1954) popisuje přechodné formy mezi *G. hederacea* a *G. hirsuta* typické širokými listy, které Graebner roku 1920 popsal jako samostatný druh *G. hindenburgiana* Graebn. Nyní je to však synonymum pro výše popsaného křížence *Glechoma* × *pannonica* (Govaerts et al. 2018).

3.3.1 *Glechoma hederacea* – popenec obecný

Synonyma: *Nepeta glechoma* Benth (Labiata. Gen. Sp. 5:485, 1834)

Popis: Vytrvalá bylina s nekvetoucími lodyhami většinou plazivými, v uzlinách kořenujícími. Květoucí lodyhy jsou krátce vystoupavé, zpravidla (10–)15–20(–40) cm vysoké, řídce chlupaté až lysé (Křísa 1993, Chrtek 2000). Listy jsou ledvinité, horní většinou okrouhle srdčité, 20–35 × 18–30 mm velké, s vroubkovaným okrajem a řapíky zpravidla kratšími, než je délka internodia (Dostál 1950, Komarov & Shishkin 1954, Chrtek 2000). Lichopřesleny jsou většinou 3–5 květé, listeny listům podobné, listence nitkovité 1–1,5 mm dlouhé (Komarov & Shishkin 1954, Pignatti 1982). Na květních stopkách 1–2 mm dlouhých vyrůstá trubkovitý kalich 5–7 mm dlouhý, do 1/3 rozeklaný v trojúhelníkovité kališní cípy, nanejvýš 2 mm dlouhé, vesměs mnohem kratší (3–5 × kratší) nežli kališní trubka (Dostál 1950, Kubát 2002). Koruna je dvoupyská, modrofialová zřídka růžová nebo bílá, 10–20 mm dlouhá obvykle 2–2,5 × delší, než kalich (Křísa 1993, Dobrochaeva et al. 1999, Chrtek 2000). Horní pysk koruny je okrouhlý, na vrcholu vykrojený, dolní pysk 3laločný s červenými skvrnami (Chrtek 2000). Horní tyčinky jsou kratší než horní pysk (Dostál 1950). Tvrdky jsou cca 2 mm dlouhé, šedohnědé (Chrtek 2000).

Variabilita: Jsou uváděny poměrně nápadné rozdíly mezi vesměs ± lysými oboupohlavnými a většinou alespoň řídce pýřitě chlupatými samičími rostlinami. Dále jsou gynodioecické rostliny rozdílné v délce koruny, u samičích rostlin je koruna 10–16 mm dlouhá, u rostlin oboupohlavných 14–20 mm dlouhá (Chrtek 2000). Proměnlivost druhu se taktéž projevuje v odění lodyh a kalichů, ale i v některých znacích na kališích, jako je délka výběžků, délka internodií, charakter a frekvence větvení. Zjištěny byly v mnoha případech průkazné rozdíly mezi genotypy či populacemi, nepodléhající faktorům vnějšího prostředí (Chrtek 2000).

Počet chromozomů: 2n = 18, 24, 36 (Májovský & Murín 1987).

Ekologie: Kvete od března do července. Roste na čerstvě vlhkých až mokřích, hlinitých, hlinitojílovitých i písčitohlinitých, méně často kamenitých, humózních, dusíkem bohatých, zásaditých až slabě kyselých půdách. Roste v lužních lesích, na

pasekách, vlhkých polích a loukách, taktéž na krátkodobě zaplavovaných loukách, v pobřežních nivách a křovinách, ve šterkových náplavech, ale také na okrajích cest, v zahradách a v intravilánech obcí. Od nížinného do horského stupně, maximum cca 1050 m n. m. (Křísa 1993, Chrtek 2000).

Rozšíření: Druh s eurasijským areálem výskytu, dosti hojný až hojný po celé České republice. Je souvisle rozšířen na sever až do střední Skandinávie, stř. Finska a na jih do severní části Pyrenejského a Apeninského poloostrova, na sev. pobřeží Černého moře a Kavkaz a na východ jeho rozšíření sahá až k Bajkalu. V Severní Americe je považován za druh zavlečený (Chrtek 2000).

3.3.2 *Glechoma hirsuta* – popenec chlupatý

Synonyma: *Glechoma hederacea* var. *hirsuta* (W. et. K.) Baumg. (Enum. Stirp. Transsilv. 2:165, 1816), *G. rigida* (Rochel) Kerner. (Oesterr. Bot. Z. 24:215, 1874), *G. hederacea* subsp. *hirsuta* (W. et K.) Gams. (Hegi III. Fl. Mitteleur. 5/4:2375, 1927)

Popis: Vytrvalá bylina s lodyhami hustě až přitiskle odstále chlupatými, přímými nebo vystoupavými a (15–)25–45(–55) cm vysokými. Lodyhy později často poléhavé a kořenující. Listy jsou srdčité trojúhelníkovité nebo okrouhle srdčité, 25–40 × 20–40 mm velké s vroubkovaným až vroubkovaně pilovitým okrajem a řapíky zpravidla delšími, nežli internodia (Křísa 1993, Chrtek 2000). Lichopřesleny většinou 3–5 květů, listeny listům podobné, listence nitkovité, mírně kratší než květní stopky, které jsou 2–4 mm dlouhé (Komarov & Shishkin 1954, Chrtek 2000, Jäger et al. 2008). Kalich je úzký, trubkovitý, mírně dvoupyský, 7–11 mm dlouhý do ½ rozeklaný v úzce trojúhelníkovité, kopinaté zuby, více než 2 mm dlouhé (Dostál 1950, Komarov & Shishkin 1954, Chrtek 2000). Koruna je dvoupyská, z kalicha nápadně vyčnívající, světle modrá až modrofialová, 20–30 mm dlouhá (Kubát 2002). Korunní trubka 3 a ½ × delší než kalich (Komarov & Shishkin 1954). Horní pysk koruny je okrouhlý, na vrcholu vykrojený, dolní pysk 3laločný, bíle skvrnitý a vlnatý. Horní tyčinky jsou stejně dlouhé nebo delší než horní pysk. Tvrdky jsou 3–4 mm dlouhé, šedohnědé (Křísa 1993, Chrtek 2000).

Variabilita: Druh je proměnlivý zejména v hustotě odění kalicha a v členění kališních cípů. Rostliny s méně hluboce členěnými kalichy jsou objevovány především v okrajových částech areálu, např. v Moravském krasu (Chrtek 2000).

Počet chromozomů: 2n = 36 (Májovský & Murín 1987).

Ekologie a cenologie: Kvete od května do července. Roste na čerstvě vlhkých, méně často sušších, humózních, slabě kyselých až zásaditých půdách. Roste v bazifilních

teplomilných doubravách, bučinách, dubohabřinách, lipových doubravách a křovinách. Od nížinného do dolní části horského stupně, maximum: cca 1250 m n. m., v termofytiku a mezofytiku, velmi vzácně zasahuje do oreofytika. V České Republice je považován za ohrožený (C3), dle kategorie IUCN jako málo dotčený (LC; Grulich & Chobot 2017).

Rozšíření: Druh je v České republice rozšířen vzácně až hojně pouze na Moravě, hlavně v její jižní a východní části (Kubát 2002). V západní části Moravy, Rakouska a Itálie probíhá jeho západní hranice areálu výskytu. Na jih jeho rozšíření sahá až po Sicílii, severní Řecko a severní pobřeží Černého moře. Východně je souvisle rozšířen do Moskevské oblasti, izolovaně až ke Kazani (Chrtek 2000).

4 Materiál a metody

4.1 Sběr, původ a uchování rostlinného materiálu

Sběr rostlinného materiálu pro účely následných analýz byl proveden v době kvetení, tj. od dubna do poloviny června v roce 2017 na území České republiky, Slovenska, Maďarska a Rumunska. Celkem bylo analyzováno 196 jedinců z 16 populací. Cytometrická analýza byla provedena na 14 populacích, morfometrická analýza na 12 populacích. Pro účely morfometrické analýzy bylo na předem vytipované lokalitě odebráno minimálně 15 jedinců. Byly sbírány rostliny kvetoucí, mající alespoň tři květy, další podmínkou byla přítomnost prvního páru listů pod nejspodnějším lichopřeslenem.

Nasbírané vzorky byly označeny číslem a zkratkou názvu lokality. Po provedení analýz byly vylišovány a uloženy do herbáře OL.

4.2 Předběžné stanovení DNA ploidní úrovně

Ověření DNA ploidní úrovně studovaných rostlin probíhalo v Laboratoři průtokové cytometrie na Katedře botaniky PřF UP v Olomouci. Rostliny byly analyzovány na průtokovém cytometru BD Accuri C6 (BD Biosciences, San Jose) vybaveném modrým laserem o vlnové délce 488 nm. Příprava vzorku probíhala podle standardního protokolu (Doležel et al. 2007). Malá část rostlinného pletiva byla nasekána společně s částí pletiva interního standardu, kterým byla sója *Glycine max* 'Polanka' (2C = 2,5 pg; Doležel et al. 2017), v 500 µl pufru LB01 s přísadkou PVP (Doležel & Bartoš 2005). Vzniklá suspenze byla následně přefiltrována přes nylonový filtr, bylo přidáno 20 µl RNAsy A, typ IIA (o konečné koncentraci 50 µg/ml) a 20 µl fluorochromu propidium jodid (PI; o konečné koncentraci 50 µg/ml). Po obarvení byl vzorek analyzován průtokovým cytometrem a zaznamenáno bylo alespoň 3000 částic. Analyzováno bylo celkem 96 jedinců ze 14 populací z ČR, Slovenska, Maďarska a Rumunska (Příloha 1).

4.3 Morfometrická analýza

Morfometrická analýza *Glechoma hederacea* agg. byla provedena na celkem 180 rostlinách z 12 populací (Příloha 1). Bylo změřeno 90 jedinců *Glechoma hederacea* a 90 jedinců určených jako *Glechoma hirsuta*. Pro získání morfologických parametrů

bylo měřeno celkem 15 vybraných vegetativních a generativních znaků. Pomocí digitálního posuvného měřítka byly měřeny tyto znaky: délka a šířka listu, délka řapíku, délka internodií, délka koruny, délka korunní trubky a šířka korunního pysku. Znaky jako délka květních stopek, délka kalicha, délka kališní trubky, délka a šířka kališních cípů a délka chlupů byla měřena prostřednictvím binokulární lupy SteREO Discovery.V12 s kamerou AxioCam ICc5 od výrobce Zeiss s variabilním zvětšením ($0,63\times - 4\times$). Zaznamenáno bylo rovněž, zdali se jedná o rostlinu samičího pohlaví či rostlinu oboupohlavnou.

4.4 Statistické zpracování

Znaky získané morfometrickou analýzou byly v podobě matice zapsány do programu MS Excel a v dalším kroku byly rozděleny do dvou samostatných matic (samičí a oboupohlavní jedinci). Některé znaky byly zprůměrovány, a to konkrétně: délka listu, šířka listu, délka květní stopky, délka kalicha, délka a šířka kališních cípů, délka kališní trubky, délka koruny, délka korunní trubky a šířka korunního pysku. Dále byly vypočítány populační průměry jednotlivých znaků. MS excel byl také použit pro výpočet těchto poměrů: poměr šířky/délky listu, poměr délky řapíku/internodií, poměr délky kališního cípu/kališní trubky, poměr délky koruny/kalichu a poměr délky kališní trubky/délky kalichu. Tyto kvantitativní údaje byly převedeny do programu NCSS 9 (Hintze 2013) v kterém byly pro každý znak a pro každou populaci vypočítány deskriptivní charakteristiky, a to konkrétně aritmetický průměr, směrodatná odchylka, medián, minimum a maximum.

Rozpětí variability znaků obou taxonů bylo graficky znázorněno pomocí box-plotů a rozdíly mezi skupinami samičích a oboupohlavných jedinců byly testovány pomocí neparametrického Mann-Whitney U-testu v programu NCSS 2009 (Hintze 2013). Pro otestování vzájemné korelace mezi znaky byly taktéž v programu NCSS zjištěny neparametrické Spearmanovy korelační koeficienty (viz příloha č.2 a 3). Nejvíce korelované znaky ($r \geq 0.9$) jsou zvýrazněny. Z každé dvojice těchto silně korelovaných znaků byl vybrán vždy jeden. Pro samičí rostliny byly z následné PCA analýzy vyloučeny znaky: délka a šířka listu, délka internodia nad nejhořejším listem, délka kališní trubky, délka kališního cípu 1 a 3 – pravá, šířka kališního cípu 1 a 3, délka korunní trubky a poměr délka kalicha/délka korunní trubky. Pro oboupohlavné rostliny byly z analýzy vyloučeny znaky stejné jako pro samičí rostliny, vyjma šířky kališního cípu 1 a 3. Znaky vyloučené u samičích rostlin byly taktéž vyloučeny pro populační

průměry samičích rostlin spolu navíc se znaky délka kališního cípu 3 – pravá a délka květní stopky. Pro populační průměry oboupohlavných rostlin byly vyloučeny opět stejné znaky jako pro samičí rostliny, a to navíc se znakem délka kališního cípu 1 a 3 – levá.

V programu Canoco for Windows verze 4.5 (ter Braak & Šmilauer 2002) byly vypočítány analýzy hlavních komponent (PCA). Analyzovány byly 4 matice: pro samičí jedince, oboupohlavné jedince, populační průměry samic a populační průměry pro oboupohlavné jedince. U samičích rostlin, populačních průměrů samičích a oboupohlavných rostlin byla PCA centrována, standardizována a logaritmována, u oboupohlavných rostlin byla provedena pouze standardizovaná a centrovaná PCA.

5 Výsledky

5.1 Cytologická variabilita *Glechoma hederacea* agg.

Předběžné stanovení DNA ploidní úrovně ukázalo u studovaných rostlin pouze na jednu ploidní úroveň (DNA-tetraploidní). Jedinci *G. hederacea* a *G. hirsuta* se nelišili ani 1C hodnotou (tabulka č. 1).

Tabulka 1 – Přehled hodnot z měření ploidie na průtokovém cytometru. Poměr standard/vzorek označuje poměr relativních fluorescencí vzorku a standardu, 1C označuje množství DNA v haploidní sadě chromozomů.

Populace	taxon	počet jedinců	poměr standard/vzorek	1C [pg]
Bohó-hegy	<i>G. hirsuta</i>	5	0,715	0,894
Gernik	<i>G. hirsuta</i>	4	0,749	0,936
Hořina	<i>G. hederacea</i>	6	0,733	0,916
Jívová	<i>G. hederacea</i>	9	0,732	0,915
Karpaty	<i>G. hirsuta</i>	10	0,741	0,927
Klokoč	<i>G. hirsuta</i>	4	0,726	0,908
Kurdějov	<i>G. hirsuta</i>	10	0,752	0,940
Lomnice	<i>G. hederacea</i>	7	0,759	0,949
Obřany	<i>G. hirsuta</i>	7	0,753	0,941
Pálava	<i>G. hirsuta</i>	10	0,759	0,948
Praha	<i>G. hederacea</i>	7	0,745	0,932
Rudno	<i>G. hirsuta</i>	3	0,711	0,889
Tesák	<i>G. hirsuta</i>	7	0,741	0,927
Údolí Říčky	<i>G. hirsuta</i>	7	0,748	0,935

5.2 Morfometrická analýza

Pro morfometrickou analýzu bylo použito celkem 180 rostlin (stejný počet jedinců *G. hederacea* a *G. hirsuta*). Byla provedena pro naměřené morfologické znaky, jejich průměry a poměry.

5.2.1 Deskriptivní charakteristiky

Výsledky deskriptivních charakteristik jsou uvedeny v tabulce č. 1 na následující straně. Variabilita vybraných znaků je graficky znázorněna v podobě box-plotů (obr. č. 1–4). Tělo box-plotu znázorňuje 25–75 % rozpětí variability, čára uvnitř těla odpovídá mediánu, vousy značí zbytek variability a kolečka odlehlé hodnoty.

Tabulka 2 – Přehled měřených kvantitativních znaků a poměrů *G. hederacea* a *G. hirsuta*. Podle pohlaví jsou uvedeny charakteristiky těchto znaků: aritmetický průměr (μ), směrodatná odchylka (SD), medián (Me), minimum (min.) a maximum (max.). Hodnoty měření jsou uvedeny v mm.

Znak	<i>G. hederacea</i>										<i>G. hirsuta</i>									
	Samičí rostliny					Oboupohlavné rostliny					Samičí rostliny					Oboupohlavné rostliny				
	μ	SD	Me	min	max	μ	SD	Me	min	max	μ	SD	Me	min	max	μ	SD	Me	min	max
Délka listu	14,48	4,82	13,30	7,30	27,70	12,30	3,18	11,00	8,20	21,80	18,38	7,60	18,05	8,20	38,40	17,65	6,31	16,95	7,90	38,40
Šířka listu	19,94	5,19	19,80	11,00	33,80	17,75	3,99	17,00	12,20	27,30	25,30	10,18	24,15	10,30	51,30	24,33	8,23	23,55	12,30	51,30
Poměr šířka/délka listu	1,41	0,15	1,40	1,00	1,80	1,46	0,12	1,50	1,20	1,70	1,38	0,09	1,40	1,20	1,60	1,40	0,17	1,35	1,00	1,80
Délka řapíku	28,17	11,75	25,20	8,20	61,60	20,81	5,58	20,40	12,60	34,90	31,64	13,28	29,05	9,30	57,40	29,19	11,97	25,55	11,50	56,20
Délka internodia nad nejhořejším listem	49,05	21,79	48,10	9,90	105,60	41,34	14,79	41,50	17,30	78,00	50,99	15,10	50,50	20,40	76,30	52,22	18,57	52,55	6,80	87,80
Délka internodia pod nejhořejším listem	37,78	18,83	31,80	15,20	92,80	33,53	13,35	33,60	14,10	77,10	38,11	18,91	35,95	10,00	80,60	37,48	15,31	35,85	11,70	80,60
Poměr délky internodia/délky řapíku	0,64	0,27	0,60	0,20	1,70	0,56	0,22	0,50	0,20	1,20	0,64	0,27	0,60	0,20	1,30	0,67	0,48	0,50	0,20	2,20
Délka květní stopky	1,46	0,22	1,40	1,10	2,00	1,56	0,34	1,60	1,00	2,40	2,13	0,40	2,10	1,30	3,00	2,53	0,51	2,50	1,40	3,60
Délka kalicha	6,04	0,59	6,00	5,00	7,30	6,63	0,57	6,60	4,90	7,50	6,47	0,86	6,20	5,00	8,10	7,41	1,07	7,55	5,30	9,50
Délka kališní trubky	4,29	0,38	4,40	3,40	4,90	4,50	0,53	4,60	2,90	5,50	4,38	0,56	4,30	3,40	5,50	4,94	0,71	5,00	3,30	6,60
Délka kališního cípu 1 - levá	2,01	0,30	2,00	1,40	2,70	2,30	0,28	2,30	1,80	2,90	2,39	0,37	2,35	3,20	1,60	2,82	0,52	2,80	1,70	4,00
Délka kališního cípu 1 - pravá	1,73	0,34	1,60	1,20	2,40	2,03	0,25	2,00	1,60	2,60	2,02	0,33	1,95	1,50	2,80	2,36	0,48	2,40	1,40	3,30
Šířka kališního cípu 1	0,98	0,18	1,00	0,70	1,30	1,05	0,27	1,20	0,50	1,40	1,01	0,14	1,00	0,60	1,20	1,17	0,22	1,20	0,60	1,90
Délka kališního cípu 2	1,75	0,37	1,60	1,30	2,60	2,13	0,21	2,10	1,90	2,80	2,08	0,46	2,00	1,50	3,40	2,48	0,47	2,50	1,50	3,50

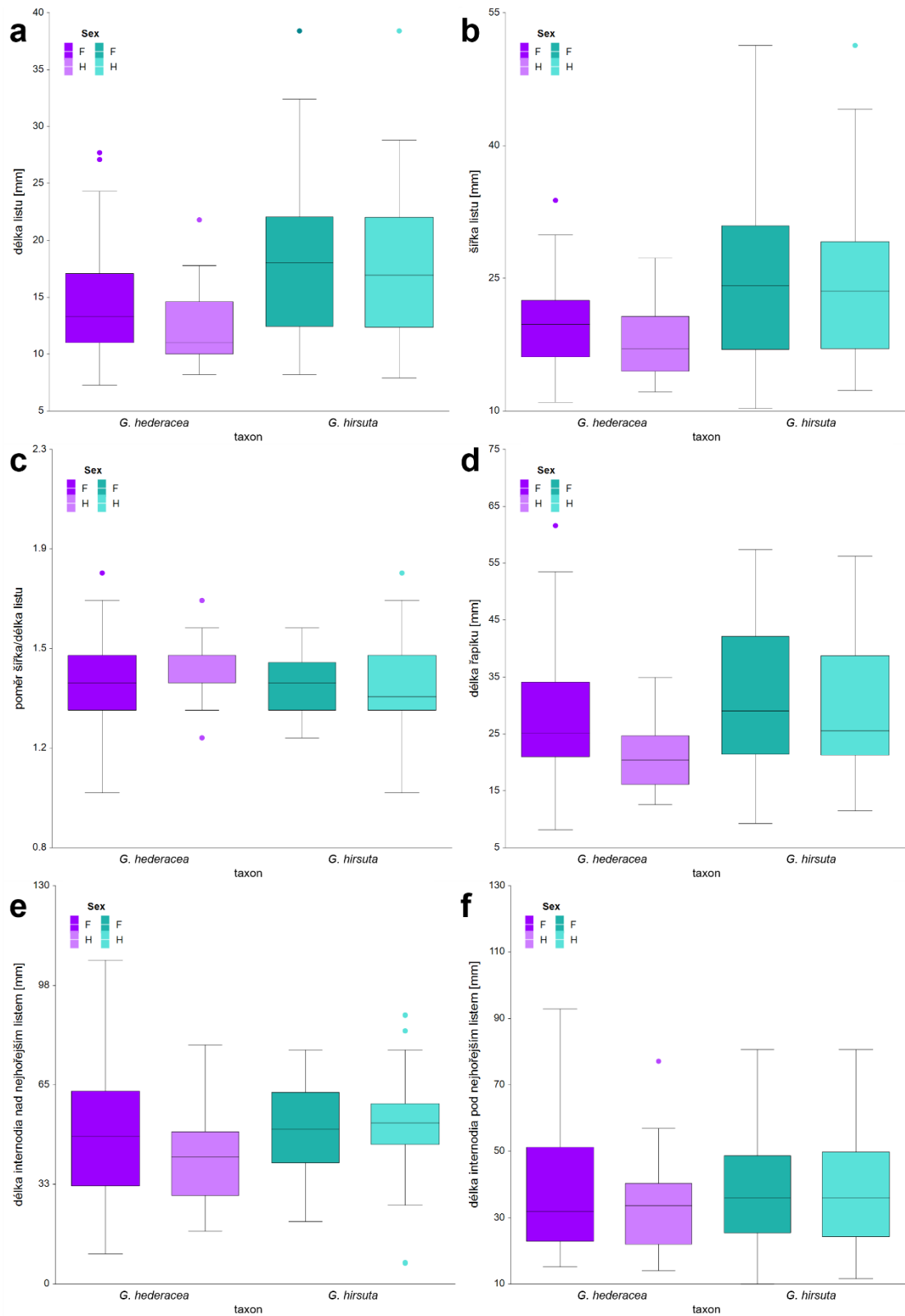
Tabulka 2 – Pokračování

Znak	<i>G. hederacea</i>										<i>G. hirsuta</i>									
	Samičí rostliny					Oboupohlavné rostliny					Samičí rostliny					Oboupohlavné rostliny				
	μ	SD	Me	min	max	μ	SD	Me	min	max	μ	SD	Me	min	max	μ	SD	Me	min	max
Šířka kališního cípu 2	0,91	0,16	0,90	0,70	1,30	1,00	0,17	1,00	0,60	1,40	0,95	0,18	0,90	0,50	1,40	1,07	0,23	1,05	0,70	1,60
Délka kališního cípu 3 - levá	1,81	0,35	1,70	1,30	2,60	2,13	0,23	2,10	1,70	2,80	2,10	0,33	2,05	1,50	2,90	2,42	0,50	2,50	1,40	3,40
Délka kališního cípu 3 - pravá	2,08	0,33	2,00	1,40	2,90	2,35	0,29	2,30	1,70	2,90	2,44	0,36	2,40	1,80	3,10	2,84	0,53	2,90	1,90	3,80
Šířka kališního cípu 3	1,01	0,16	1,00	0,70	1,40	1,06	0,27	1,20	0,60	1,50	1,03	0,17	1,00	0,60	1,40	1,18	0,21	1,20	0,80	1,80
Poměr kališní cíp/kališní trubka	0,41	0,09	0,40	0,30	0,60	0,47	0,09	0,50	0,40	0,70	0,48	0,09	0,50	0,40	0,70	0,51	0,10	0,50	0,30	0,70
Délka koruny	9,84	0,95	9,80	7,90	12,10	11,77	2,54	11,60	8,80	16,40	10,89	1,48	11,10	7,70	14,40	17,77	2,12	18,20	11,80	22,70
Poměr délka kalicha/délka koruny	1,64	0,13	1,70	1,40	1,90	1,77	0,39	1,70	1,20	2,80	1,70	0,31	1,70	1,10	2,30	2,43	0,40	2,40	1,50	3,20
Délka korunní trubky	7,25	0,75	7,30	5,80	8,80	8,79	2,09	8,60	6,30	12,60	8,02	1,20	8,10	5,70	11,20	13,49	1,67	13,50	9,00	16,90
Poměr délka kalicha/délka korunní trubky	1,20	0,11	1,20	1,00	1,40	1,32	0,29	1,20	1,00	1,90	1,26	0,23	1,30	0,80	1,80	1,85	0,29	1,80	1,20	2,50
Šířka korunního pysku	6,85	0,85	6,80	5,10	8,40	8,03	1,13	7,80	6,30	11,10	6,89	1,30	6,40	4,80	9,30	10,39	1,52	10,55	6,90	13,10
Délka nejdelších lodyžních chlupů	0,42	0,19	0,50	0,00	0,50	0,50	0,00	0,50	0,50	0,50	0,83	0,26	1,00	0,50	1,20	0,96	0,28	1,00	0,50	1,70

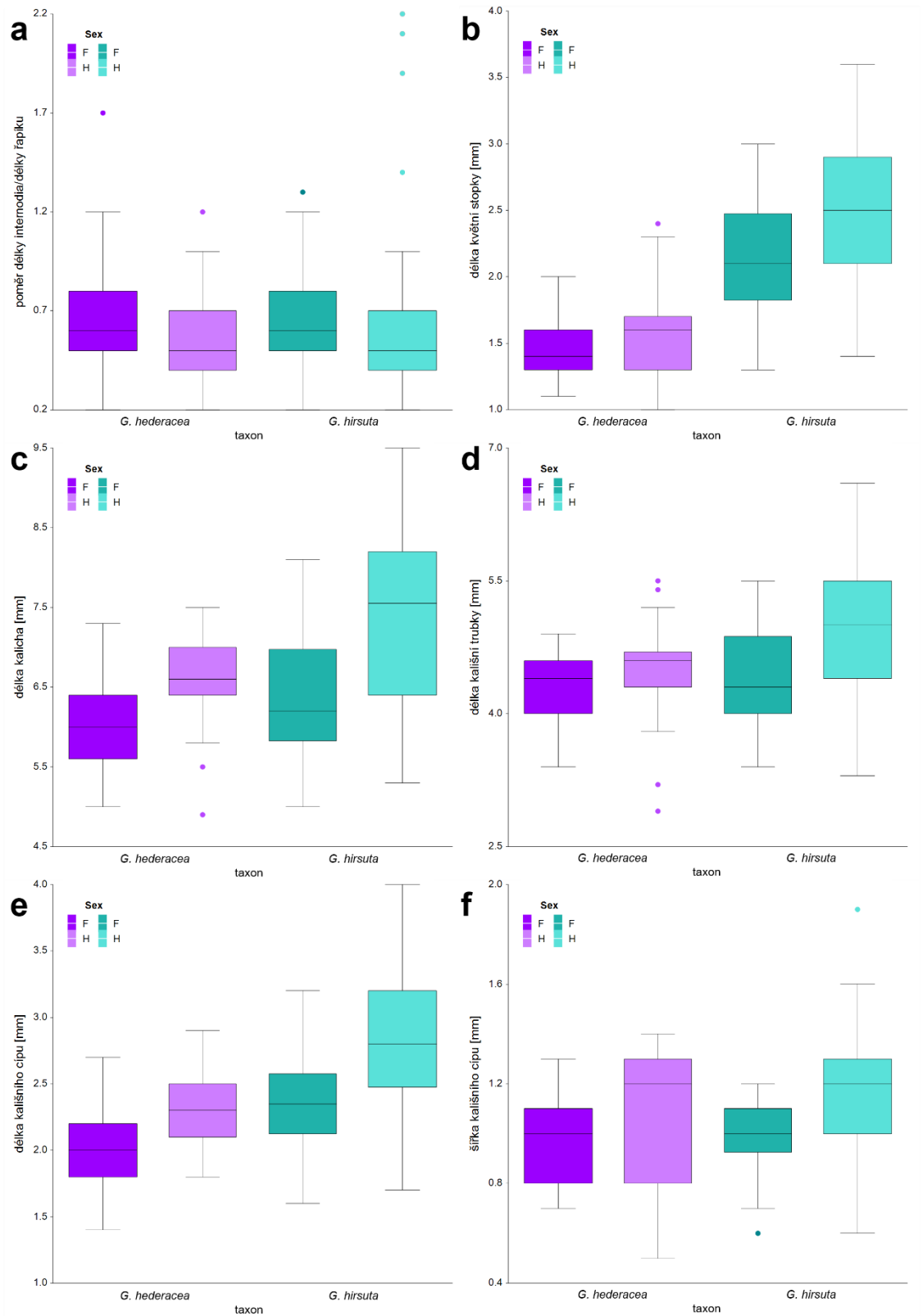
5.2.2 Mann-Whitney U-test

Pomocí neparametrického Mann-Whitney U-testu byl prokázán signifikantní rozdíl mezi samičími rostlinami *G. hederacea* a *G. hirsuta* zhruba v polovině znaků, tj. z celkových 25 znaků byl u 13 znaků rozdíl prokázán, u 12 prokázán nebyl. Konkrétně byl rozdíl potvrzen u znaků: délka a šířka listu, délka květní stopky, délka kalicha, délka všech kališních cípu, poměr kališní cíp/kališní trubka, délka koruny, délka korunní trubky a délka nejdelších lodyžních chlupů (obr. č. 1–4).

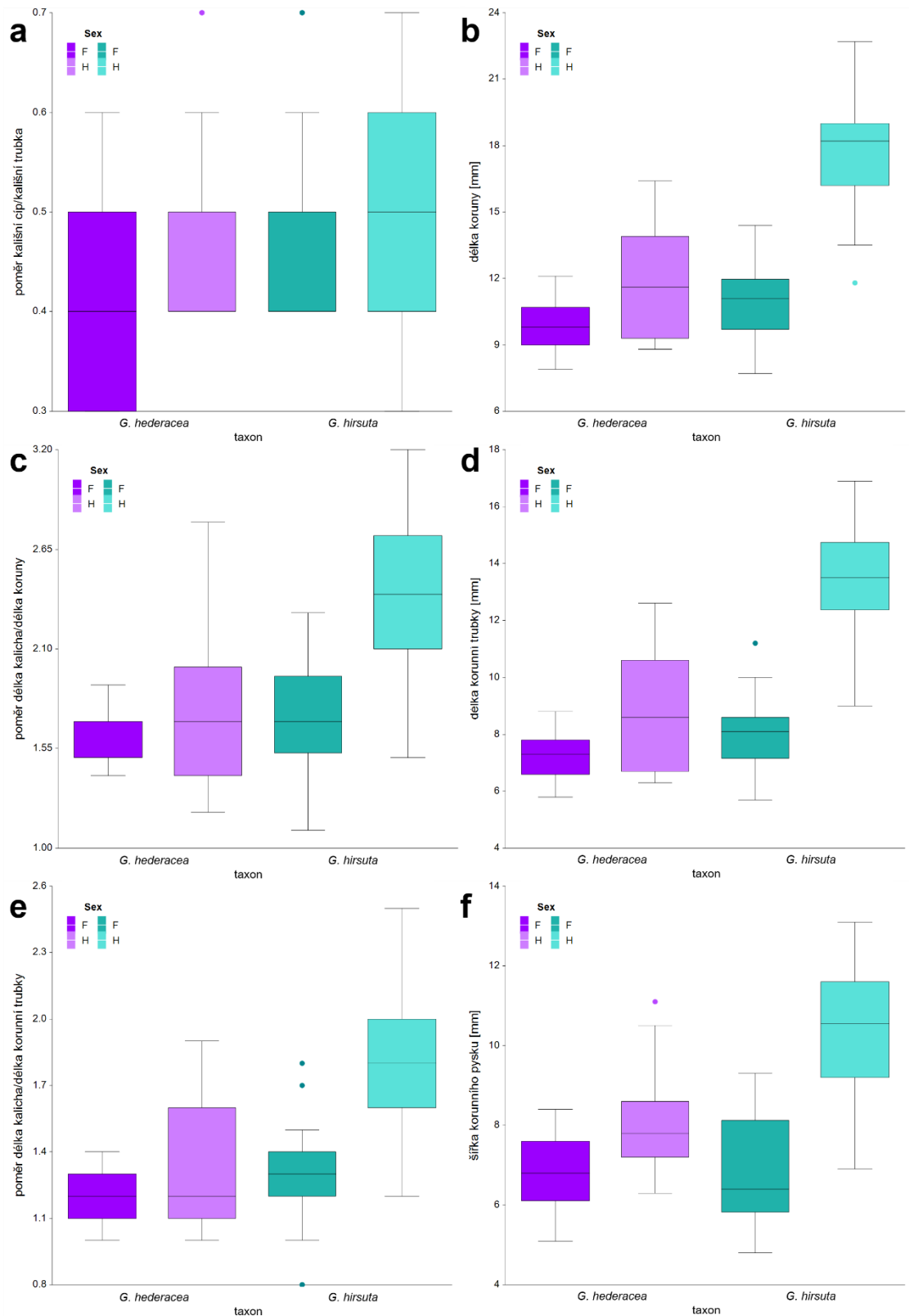
Mezi skupinami oboupohlavných rostlin byl signifikantní rozdíl mnohem větší, prokázán byl téměř ve většině studovaných znaků (19 z 25 znaků). *G. hederacea* a *G. hirsuta* se signifikantně odlišovaly znaky: délka a šířka listu, poměr šířka/délka listu, délka řapíku, délka internodia nad nejhořejším listem, délka květní stopky, délka kalicha, délka kališní trubky, délka všech kališních cípů, délka koruny, poměr délka kalicha/délka koruny, délka korunní trubky, poměr délka kalicha/délka korunní trubky, šířka korunního pysku a délka nejdelších lodyžních chlupů (obr. č. 1–4). Lze tedy říci, že oboupohlavné rostliny obou taxonů je možno od sebe mnohem lépe odlišit nežli rostliny samičí. Výsledky neparametrického Mann-Whitney U-testu jsou uvedeny v tabulce č. 3.



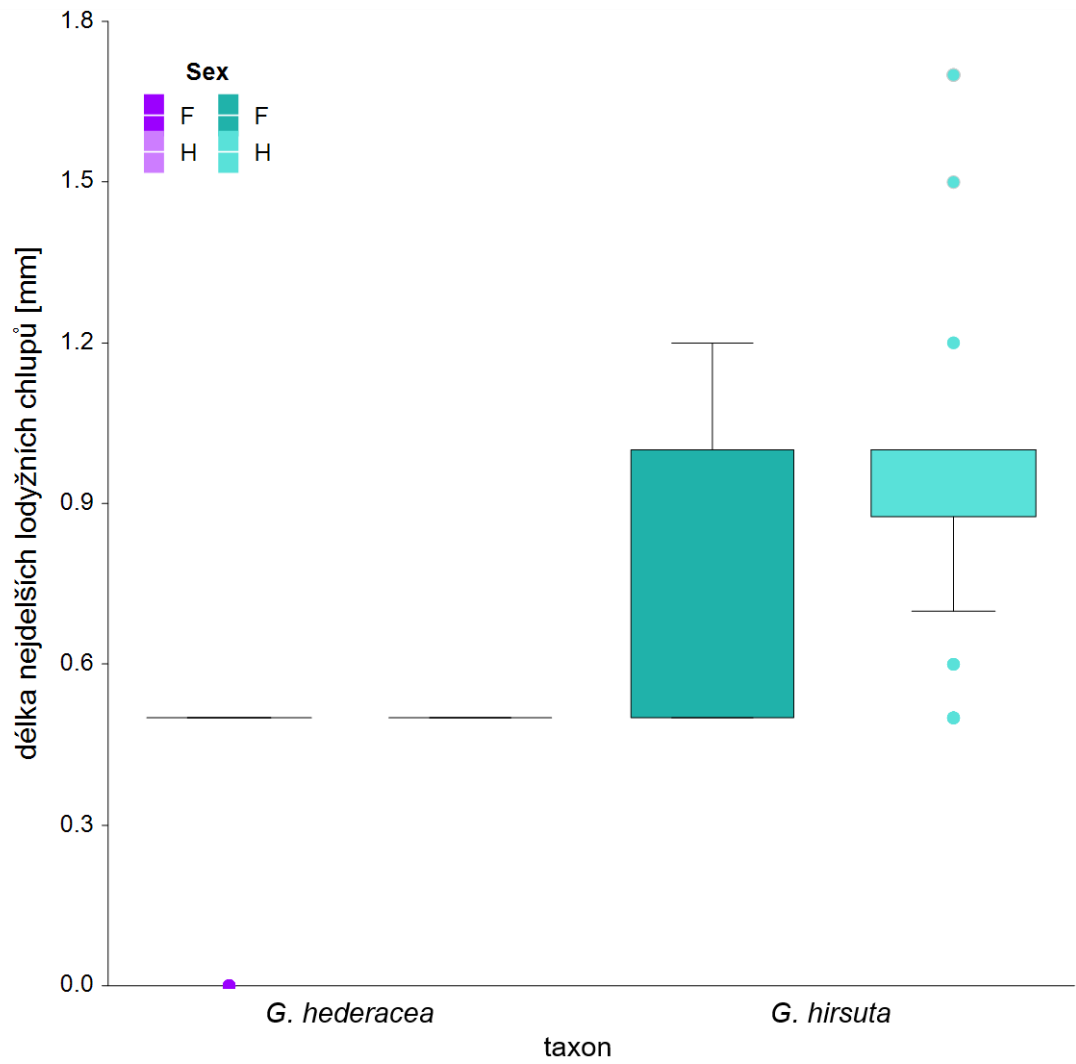
Obrázek 1 – Přehled variability znaků u samičích (F) a oboupohlavných (H) jedinců *G. hederacea* a *G. hirsuta*. a) délka listu, b) šířka listu, c) poměr šířka/délka listu, d) délka řapíku, e) délka internodia nad nejhořejším listem, f) délka internodia pod nejhořejším listem. Tělo box-plotu znázorňuje 25–75 % rozpětí variability, čára uvnitř těla odpovídá mediánu, vousy značí zbytek variability a kolečka odlehle hodnoty.



Obrázek 2 – Přehled variability znaků u samičích (F) a oupohlavných (H) jedinců *G. hederacea* a *G. hirsuta*. a) poměr délky internodiá/délky řapíku, b) délka květní stopky, c) délka kalicha, d) délka kališní trubky, e) délka kališního cípu, f) šířka kališního cípu. Tělo box-plotu znázorňuje 25–75 % rozpětí variability, čára uvnitř těla odpovídá mediánu, vousy značí zbytek variability a kolečka odlehle hodnoty.



Obrázek 3 – Přehled variability znaků u samicích (F) a oboupohlavných (H) jedinců *G. hederacea* a *G. hirsuta*. a) poměr kališní cíp/kališní trubka, b) délka koruny, c) poměr délka kalicha/délka koruny, d) délka korunní trubky, e) poměr délka kalicha/délka korunní trubky, f) šířka korunního pysku. Tělo box-plotu znázorňuje 25–75 % rozpětí variability, čára uvnitř těla odpovídá mediánu, vousy značí zbytek variability a kolečka odlehlé hodnoty.



Obrázek 4 – Variabilita délky nejdelších lodyžních chlupů pro samičí (F) a oboupohlavné (H) taxony *G. hederacea* a *G. hirsuta*. Tělo box-plotu znázorňuje 25–75 % rozpětí variability, čára uvnitř těla odpovídá mediánu, vousy značí zbytek variability a kolečka odlehle hodnoty.

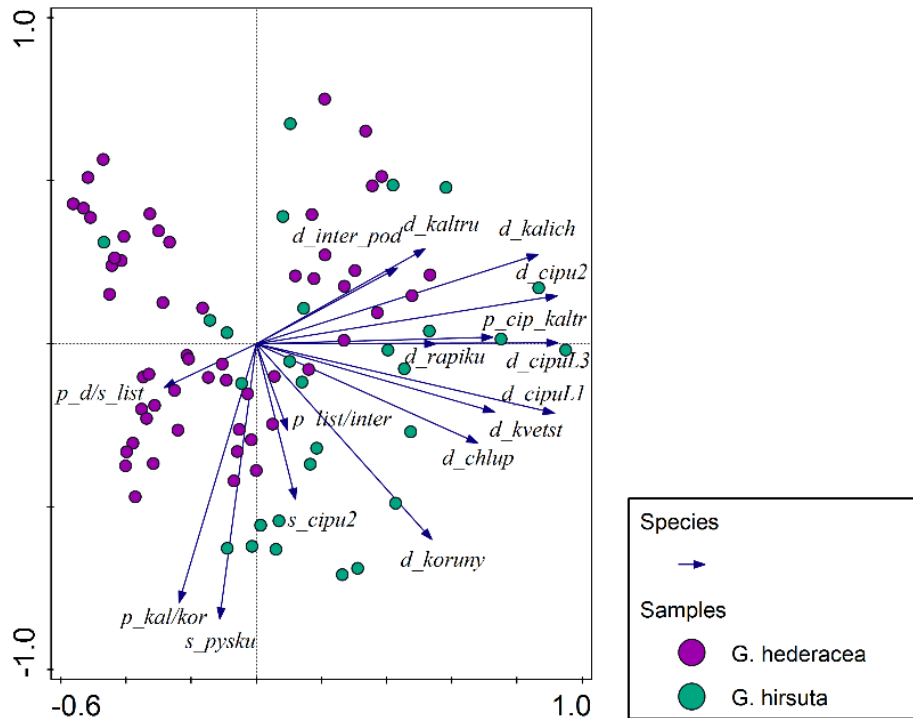
Tabulka 3 – Hodnoty Mann-Whitney U-testu pro jednotlivé znaky samičích a oboupohlavných rostlin. Písmeno Z značí hodnotu testu, symbol hvězdičky (*) označuje signifikantní rozdíl v mediánu studovaného znaku mezi skupinami samičích rostlin *G. hederacea* a *G. hirsuta* ($p < 0,05$)

Znak	Samičí rostliny		Oboupohlavné rostliny	
	Z	P	Z	P
Délka listu (mm)	2,2107*	0,03	-4,2559*	< 0,01
Šířka listu (mm)	2,3888*	0,02	-4,1659*	< 0,01
Poměr šířka/délka listu	-1,1153	0,26	2,5960*	< 0,01
Délka řapíku (mm)	1,2040	0,23	-3,4294*	< 0,01
Délka internodia nad nejhořejším listem (mm)	0,6501	0,52	-3,4219*	< 0,01
Délka internodia pod nejhořejším listem (mm)	0,3323	0,74	-1,2621	0,21
Poměr délky internodia/délky řapíku	0,1217	0,90	-0,3508	0,73
Délka květní stopky (mm)	6,4558*	< 0,01	-7,3213*	< 0,01
Délka kalicha (mm)	2,0168*	0,04	-3,5406*	< 0,01
Délka kališní trubky (mm)	0,5988	0,55	-3,1643*	< 0,01
Délka kališního cípu 1 – levá (mm)	4,3062*	< 0,01	-4,8357*	< 0,01
Délka kališního cípu 1 – pravá (mm)	3,6379*	< 0,01	-3,6693*	< 0,01
Šířka kališního cípu 1 (mm)	0,9290	0,35	-1,7901	0,07
Délka kališního cípu 2 (mm)	3,5158*	< 0,01	-3,9632*	< 0,01
Šířka kališního cípu 2 (mm)	0,7161	0,47	-1,1941	0,23
Délka kališního cípu 3 – levá (mm)	3,7677*	< 0,01	-3,3516*	< 0,01
Délka kališního cípu 3 – pravá (mm)	3,9445*	< 0,01	-4,4937*	< 0,01
Šířka kališního cípu 3 (mm)	0,6228	0,53	-1,5644	0,12
Poměr kališní cíp/kališní trubka	2,9744*	< 0,01	-1,8396	0,07
Délka koruny (mm)	3,3590*	< 0,01	-7,5662*	< 0,01
Poměr délka kalicha/délka koruny	1,5911	0,11	-6,2438*	< 0,01
Délka korunní trubky (mm)	3,0315*	< 0,01	-7,4988*	< 0,01
Poměr délka kalicha/délka korunní trubky	1,8228	0,07	-6,3729*	< 0,01
Šířka korunního pysku (mm)	-0,4771	0,63	-6,2818*	< 0,01
Délka nejdelších lodyžních chlupů (mm)	6,4573*	< 0,01	-7,7988*	< 0,01

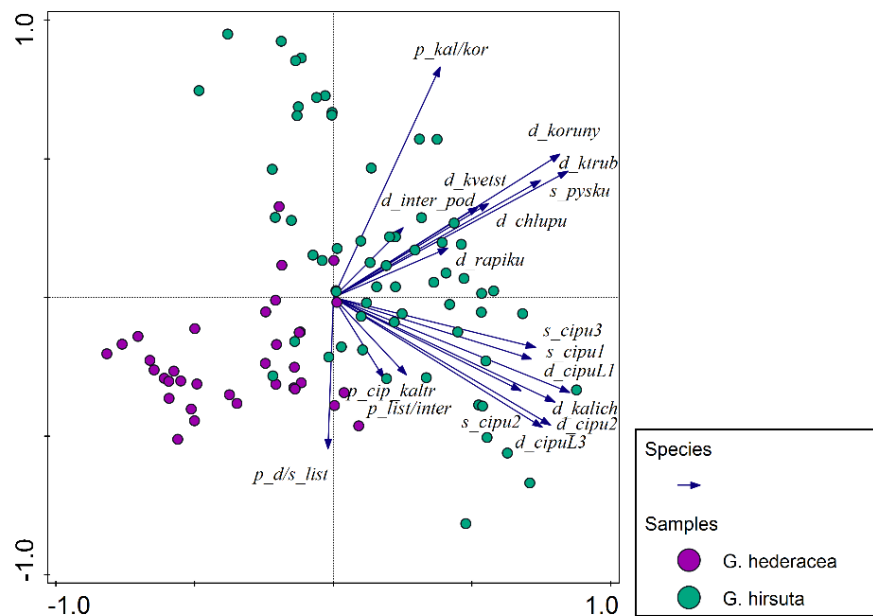
5.2.3 Analýza hlavních komponent (PCA)

PCA byla provedena pro vybrané morfologické znaky. Obrázek č. 5 zobrazuje ordinační diagram pro znaky samičích rostlin *G. hederacea* a *G. hirsuta*. PCA zde nedokázala jasně odlišit oba studované taxony. První osa vysvětluje 37,76 % celkové variability studovaných skupin. S touto osou nejvíce korelují znaky délka řapíku, délka kališního cípu 3 – levá a poměr kališní cíp/kališní trubka. Druhá osa vysvětluje 15,22 % celkové variability a nejvíce s ní korelují znaky šířka korunního pysku a šířka kališního cípu 2. Skupiny obou taxonů nelze jednoznačně pomocí analýzy odlišit. Na obrázku č. 6 (ordinační diagram pro znaky oboupohlavných rostlin) PCA poukazuje na dva hlavní směry variability. První směr variability znaky délka koruny, délka korunní trubky, šířka pysku a délka nejdelších lodyžních chlupů poměrně jednoznačně odlišuje oba taxony. Druhý směr variability je představován především znaky na kališích (délka kalicha a délka a šířka kališních cípu) a ukazuje na poměrně značnou variabilitu v těchto znacích u *G. hirsuta*. První osa vysvětluje 39,19 % celkové variability studovaných skupin a nejvíce s ní korelují znaky délka řapíku a šířka kališního cípu 3. Druhá osa vysvětluje 16,68 % celkové variability a nejvíce s ní koreluje znak poměr šířka/délka listu. Analýza zde poměrně dobře poukazuje na diferenciaci skupin obou taxonů.

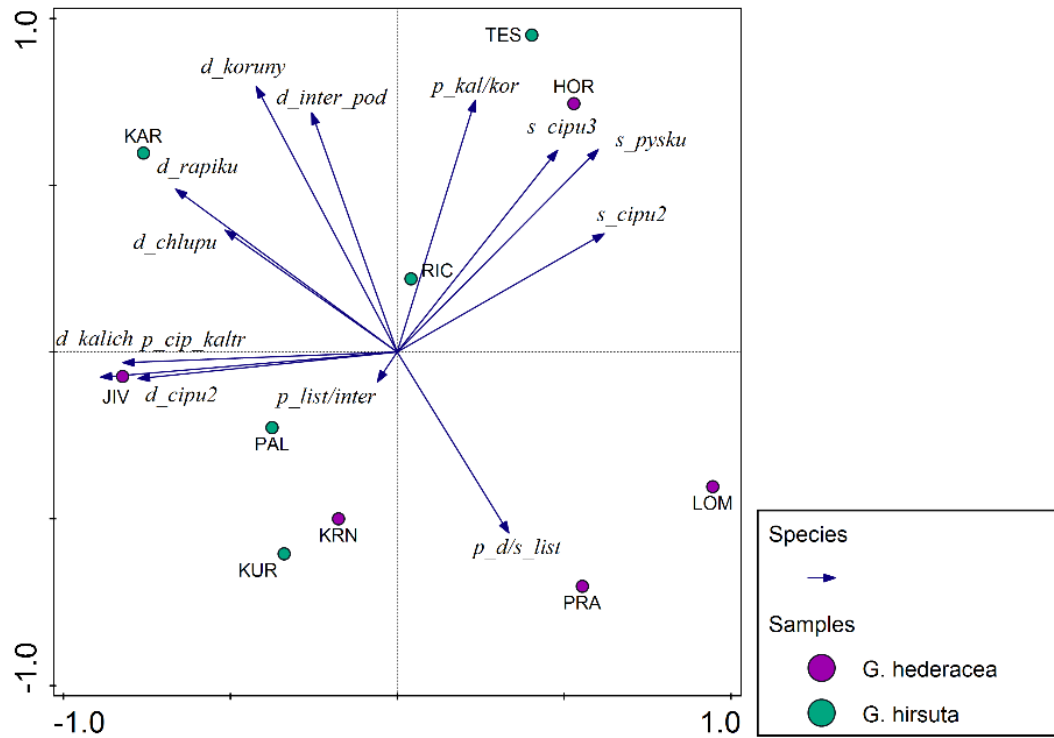
Ordinační diagram pro populační průměr znaků samičích rostlin je vyobrazen na obrázku č. 7. PCA zde nedokázala jasně odlišit studované populace obou taxonů. První osa vysvětluje 32,05 % celkové variability a znaky poměr kališní cíp/kališní trubka a délka kalicha jsou s ní nejvíce korelovány. Druhá osa vysvětluje 25,09 % variability a žádný znak s ní není výrazně korelován. Populace nejsou výrazně diferencovány, pomocí analýzy tedy nelze skupiny populací odlišit. PCA ordinační diagram pro populační průměr znaků oboupohlavných rostlin (obr. č. 8) ukazuje dva hlavní směry variability. První směr variability poměrně jednoznačně odlišuje populace studovaných taxonů znaky: poměr délka kalicha/délka koruny, délka koruny, šířka pysku, délka nejdelších lodyžních chlupů a délka řapíku. Druhý směr variability je taktéž představován především znaky na kališích (délka kalicha a délka kališního cípu), ale navíc zde hraje roli i poměr délky internodia/délky řapíku. První osa vysvětluje 46,89 % celkové variability a nejvíce s ní korelují znaky délka řapíku a délka nejdelších lodyžních chlupů. Druhá osa vysvětluje 19,64 % celkové variability. S touto osou nejvíce koreluje znak poměr šířka/délka listu. Populace zde tvoří dvě jasně oddělené skupiny.



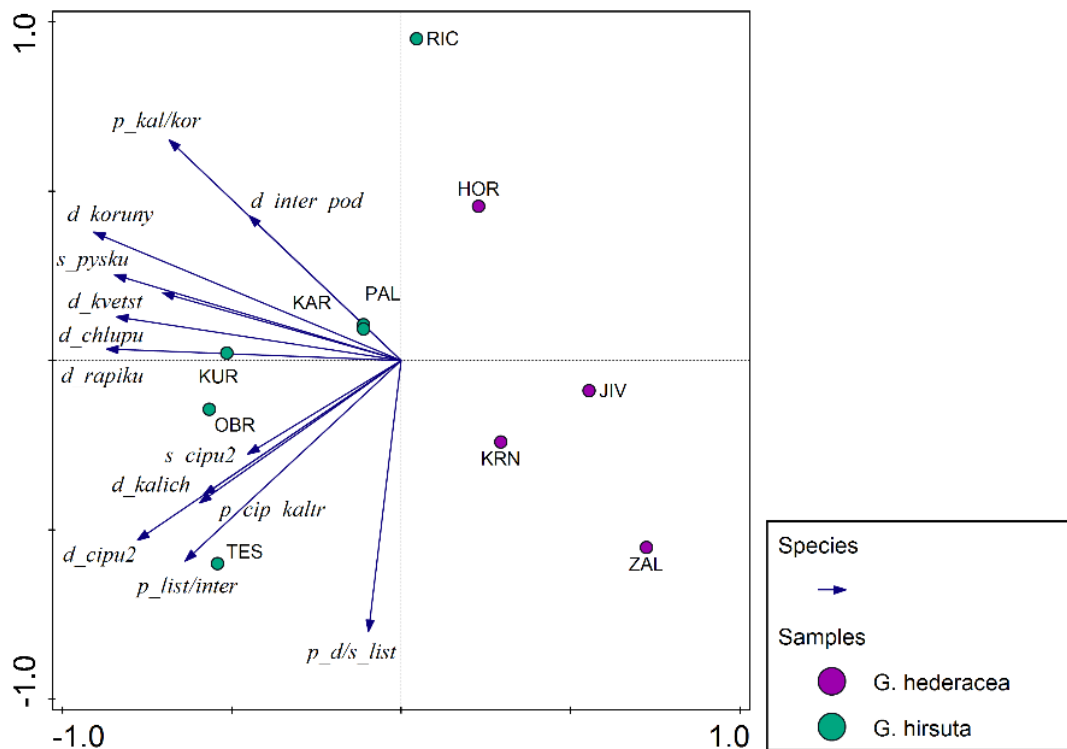
Obrázek 5 – PCA ordinační diagram pro znaky samičích rostlin (p_d/s_list – poměr šířka/délka listu, p_kal+kor – poměr délka kalicha/délka koruny, s_pysku – šířka korunního pysku, s_cipu2 – šířka kališního cípu 2, p_list/inter – poměr délky internodia/délky řapíku, d_chlup – délka nejdelších lodyžních listů, d_kvetst – délka květní stopky, d_cipu1.1 – délka kališního cípu 1 – levá, d_cipu1.3 – délka kališního cípu 3 – levá, d_rapiku – délka řapíku, p_cip_kaltr – poměr kališní cíp/kališní trubka, d_cipu2 – délka kališního cípu 2, d_kalich – délka kalicha, d_kaltru – délka kališní trubky, d_inter_pod – délka internodia pod nejhořejším listem). První dvě osy vysvětlují 52,98 % variability.



Obrázek 6 – PCA ordinační diagram pro znaky oboupohlavných rostlin (p_kal/kor – poměr délka kalicha/délka koruny, d_koruny – délka koruny, d_ktrub – délka korunní trubky, s_cipu3 – šířka kališního cípu 3, s_cipu1 – šířka kališního cípu 1, ostatní použité zkratky odpovídají zkratkám u obrázku 1). První dvě osy vysvětlují 55,87 % variability.



Obrázek 7 – PCA ordinační diagram pro populační průměry znaků samičích rostlin (použité zkratky odpovídají zkratkám u obrázku 1 a 2). První dvě osy vysvětlují 57,14 % variability.



Obrázek 8 – PCA ordinační diagram pro populační průměry znaků oboupohlavných rostlin (použité zkratky odpovídají zkratkám u obrázku 1 a 2). První dvě osy vysvětlují 66,53 % variability.

6 Diskuse

6.1 Cytologická variabilita *G. hederacea* agg.

V literatuře se pro taxon *G. hederacea* uvádí několik chromozomových počtů ($2n = 18, 24, 36, 42, 54$), zatímco pro taxon *G. hirsuta* pouze jeden, a to $2n = 36$ (Májovský & Murín 1987, Widén & Widén 2000, Rice et al. 2015). Předpokládalo se proto, že by se oba druhy mohly lišit ploidní úrovní, obzvláště když jeden z nich je nápadně větší, což je známo u jiných druhů rostlin jako tzv. gigas efekt, který se projevuje zvětšením velikosti jednotlivých orgánů, jako jsou kořeny, listy, květy a semena i zvětšením celkové velikosti polyploidní rostliny oproti svým diploidním protějškům (Stebbins 1950). Po provedení cytometrického screeningu se ale ukázalo, že všechny rostliny mají stejnou ploidii. Navíc i rostliny z poměrně geograficky vzdálených území jsou cytologicky stejné. Je však pravděpodobné, že byl v analýze použit malý počet vzorků a cytometrická analýza by měla být provedena na mnohem větším vzorku v rámci větší části areálu. Recentní studie (Jang et al. 2016) prováděla podobnou cytometrickou analýzu na devíti populacích v rámci tří států (Litva, Polsko, Rakousko) a i v tomto případě se výsledek nelišil, tzn. všichni jedinci byly tetraploidní ($2n = 36$). Jang et al. (2016) se taktéž zabývali měřením velikosti genomu, kde zjistili velikost 1C v rozmezí od 0,80 do 0,94 pg. Jejich průměrná 1C hodnota se téměř neliší od hodnot zjištěných v této práci, drobnou odchylku 0,1 pg lze vysvětlit použitím jiného standardu nebo tím, že velikost genomu nebyla měřena přesně podle doporučení Doležel et al. (2007). Widén & Widén (2000) provedli karyologickou analýzu 93 jedinců *G. hederacea* ze Švédska a ČR a naprostá většina z nich byla také tetraploidních, ale objevili také ojedinělé hyperpentaploidní ($2n = 42$) a hexaploidní jedince ($2n = 54$), kteří měli sníženou fertilitu a považují je proto za aberace.

V úvahu připadá, že u popenců z nějakého důvodu sporadicky dochází pouze k lokální polyploidizaci, která může být v rámci evoluce rodu teprve krátkého trvání, pravděpodobně z nějakého blízce příbuzného diploidního předka (Jang et al. 2016). Je však třeba zvážit i zpochybnitelnost dosud publikovaných diploidních a triploidních chromozomovým počtů, jelikož jsou mnohdy staršího data a obvykle byly uvedeny bez konkrétních lokalit. Na území Slovenska se ale nachází dvě konkrétní oblasti: Nízké Tatry – Ludrovská dolina a Malé Karpaty – Devínská Kobyla (Májovský & Murín 1987), kde byli nalezeni diploidní jedinci, a proto by bylo vhodné se na ně do budoucna

zaměřit a blíže tyto populace prostudovat. Taktéž by bylo příhodné výrazně rozšířit dosavadní areál cytometrického screeningu.

6.2 Morfologická variabilita *G. hederacea* agg.

Popenec obecný a popenec chlupatý se dle evropských klíčů k určování rostlin liší v řadě morfologických znaků. Z toho je většinou uváděno několik hlavních charakteristických znaků, podle kterých lze od sebe druhy odlišit. Těmito znaky jsou: délka kalicha, tvar a délka kališních cípů, délka kališních cípů v poměru s délkou kalicha, délka květních stopek, délka koruny a míra a délka ochlupení lodyh a listů rostliny (Komarov & Shishkin 1954, Pignatti 1982, Chrtek 2000, Ciocârlan 2009, Lafranchis & Sfikas 2009). V Květeně České republiky (Chrtek 2000), byla jako v jediné publikaci konkrétní zmínka o tom, že mezi samičími a oboupohlavnými jedinci *G. hederacea* dochází k variabilitě v míře ochlupení rostliny a délce koruny. Pohlavní dimorfismus – gynodioecie, kdy jsou jedinci diferencováni na samičí a oboupohlavné rostliny je často zmiňována jen na úrovni čeledi, ale v rámci druhů a při určování jí už není věnována větší pozornost. Dle výsledků této práce, ale tento opomíjený fakt hraje významnou roli v rozlišování obou studovaných druhů. Lineární pokles rozměru znaku květu samičích rostlin oproti rostlinám oboupohlavným se v rámci naměřeného datasetu projevil ve znacích: délka kališního cípu, šířka korunního pysku a také u délky koruny a délky korunní trubky, přičemž u *G. hirsuta* byl rozdíl ve znacích na koruně výrazně větší oproti *G. hederacea* (viz obr. č. 2 a 3).

V případě této práce totožná ploidie neumožnila rozdělení na více nezávislých skupin, proto byly pro účely PCA analýzy naměřené vzorky rozděleny dle pohlaví. Gynodioecie se však zdá být problémem i v samotném určování *Glechoma hederacea* agg. do druhu, proto bylo toto rozdělení nejspíše tím nejlepším řešením. Na základě výsledků se oboupohlavné rostliny *G. hederacea* a *G. hirsuta* odlišují ve většině měřených znaků (tj. *G. hirsuta* oproti *G. hederacea* má delší chlupy, větší listy, delší květní stopky, větší kalichy s delšími kališními cípy a celkově větší koruny) a naměřené hodnoty se tak převážně shodují se znaky uváděnými v určovacích klíčích (Dostál 1950, Pignatti 1982, Kubát 2002, Martinčič 2007). Poměrně dobře lze oba druhy rozlišit pomocí znaků: délka koruny, délka kalicha, délka kališních cípů a délka chlupů, což jsou znaky, které se shodují s těmi důležitými k určování dle literatury (Komarov & Shishkin 1954, Pignatti 1982, Ciocârlan 2009, Lafranchis & Sfikas 2009). Navíc by se dala použít také délka korunní trubky a šířka korunního pysku. Další důležité a často

používané determinační znaky (Kubát 2002, Martinčič 2007, Jäger et al. 2008), tj. délka květních stopek se jeví jako méně významný a poměr délka kališního cípu/délka kališní trubky se ukázal být jako úplně neprůkazný. PCA populačních průměrů navíc ještě poukázala na důležitost znaků poměr délka kalicha/délka koruny a délka řapíku.

U samičích rostlin je problematika určování mnohem složitější. Rozdíl mezi *G. hederacea* a *G. hirsuta* se potvrdil pouze u cca poloviny znaků, přičemž mezi nimi byly všechny znaky, které jsou dle literatury důležité pro rozeznání obou druhů (Martinovský 1987, Polunin 1997, Chrtek 2000, Ciocârlan 2009). Avšak ani pomocí těchto znaků analýza hlavních komponent nedokázala rozlišit oba druhy jak v rámci jedinců, tak i populací. V terénu může být situace ještě složitější, protože samičí rostliny obou taxonů jsou velmi intermediární a v naprosté většině hodnot znaků se poměrně hodně navzájem překrývají.

Souhrnně lze říci, že znaky, které se dle literatury jeví jako nejdůležitější k určování byly potvrzeny z části, a to hlavně v případě oboupohlavných jedinců. Určování samičích jedinců na území společného výskytu obou druhů je kvůli vysoké intermediaritě znaků značně složité, ne-li nemožné. Výjimkou mohou být pouze jedinci nesoucí jeden nebo více morfologických znaků vylučujících možnost určit rostlinu jako *G. hederacea*, tedy např. výrazně dlouhé chlupy, či nápadně dlouhé květní stopky a kališní cípy. I toto ale mnohdy nelze bez přesnějšího měření reálně odhadnout, proto nejspíš není možné většinu samičích jedinců určit v terénu bez provedení bližší morfometrické analýzy.

6.3 Potenciální křížení *G. hederacea* a *G. hirsuta*

Jak již bylo popsáno výše v literární části, v okruhu popence obecného pravděpodobně dochází k mezidruhovému křížení (Pignatti 1982, Chrtek 2000). Kříženec *Glechoma* × *pannonica* se projevuje intermediárními znaky v míře a délce ochlupení, délce kališních cípů a celkově by měl připomínat taxon *G. hederacea* (Křisa 1993). V ordinačním diagramu oboupohlavných rostlin (obr. č. 6) byli někteří jedinci promíchání, proto je možné, že se jedná právě o tyto hybridy, ale mohou to být i netypicky vyvinutí jedinci, jelikož délka chlupů nevykazuje překryvy (obr. č. 4). Skutečnost, že by kříženec měl připomínat spíše taxon *G. hederacea* by mohla výrazně komplikovat druhovou determinaci, jelikož by tento popis teoreticky mohl odpovídat samičím rostlinám obou druhů ve společném areálu výskytu a naopak. Tuto hypotézu je však nutno prověřit, a tak by nejvhodnějším řešením bylo navštívit lokality udávaného

výskytu a tyto populace blíže specifikovat pomocí morfometrické i cytometrické analýzy. Je ale pravděpodobné, že rozlišení hybridů bez molekulárních analýz nebude možné.

7 Závěr

Tato bakalářská práce se zabývala morfologickou a cytologickou variabilitou okruhu popence obecného na Moravě. Cíle práce zahrnovaly literární rešerši zaměřenou na kompilaci znaků používaných k rozlišování druhů *G. hederacea* a *G. hirsuta*, následoval výběr a testování významných morfologických znaků a srovnání morfologické variability mezi druhy a populacemi. V neposlední řadě bylo cílem předběžné stanovení cytologické variability jednotlivých zástupců okruhu.

V rámci studovaných populací *Glechoma hederacea* agg. byla zjištěna pouze jedna ploidní úroveň, a to tetraploidní ($2n = 36$), která se vyskytuje nejběžněji.

Analýza vegetativních a generativních morfologických znaků a jejich poměrů potvrdila značnou morfologickou variabilitu mezi jedinci samičích a oboupohlavných rostlin, a to jak v rámci druhů, tak mezi nimi. Samičí rostliny se prokazatelně lišily pouze v polovině měřených znaků, zatímco oboupohlavné rostliny téměř ve všech. S tímto korelovala mnohorozměrná analýza vybraných znaků – skupiny samičích jedinců obou druhů ani jejich populační průměry se touto metodou nepodařilo odlišit. U oboupohlavných rostlin byl výsledek opačný, mnohorozměrná analýza poměrně dobře rozlišila skupiny jedinců obou taxonů i jejich populační průměry. Bylo zjištěno, že pro druhovou determinaci lze publikované morfologické znaky použít jen částečně, a to hlavně u oboupohlavných rostlin, protože v případě rostlin samičích se jejich hodnoty poměrně často překrývají, tudíž se jednoznačné určování může stát mnohem problematictější.

Pro budoucí studium variability okruhu popence obecného bude potřeba výrazně rozšířit zkoumanou oblast a do analýz tak zahrnout populace ze vzdálenějších geografických oblastí. Dalším možným rozšířením směru výzkumu je zapojení molekulárních analýz. V úvahu přichází také provedení většího množství fytoecologických snímků, pomocí kterých by byla testována hypotéza o rozdílných stanovištních nárocích jednotlivých druhů.

8 Literatura

- Bräuchler Ch, Meimberg H, Heubl G. 2010. Molecular phylogeny of *Menthinae* (*Lamiaceae*, *Nepetoideae*, *Mentheae*) - Taxonomy, biogeography and conflicts. *Molecular phylogenetics and evolution*. 55: 501–523.
- Cantino PD, Sanders RW. 1986. Subfamilial classification of *Labiatae*. *Systematic Botany* 11: 163–185.
- Caruso CM, Eisen KE, Case AL. 2016. An angiosperm-wide analysis of the correlates of gynodioecy. *International Journal of Plant Sciences* 177: 115–121.
- Ciocârlan V. 2009. Flora ilustrată a României Pteridophyta et Spermatophyta. 3. ed. București: Editura Ceres.
- Darwin C. 1877. The different forms of flowers on plants of the same species. London: Murray Press.
- Delph LF. 1996. Flower size dimorphism in plants with unisexual flowers. In: Lloyd DG, Barret SCH [eds.]. *Floral biology. Studies on floral evolution in animal-pollinated plants*. New York: Chapman and Hall, pp 217–237.
- Deng T, Nie ZL, Drew BT, Volis S, Kim C, Xiang C-L, Zhang J-V, Wang Y-H, Sun H. 2015. Does the Arcto-Tertiary biogeographic hypothesis explain the disjunct distribution of northern hemisphere herbaceous plants? The case of *Meehania* (*Lamiaceae*). *PLoS ONE* 10: e0117171.
- Dobrochaeva DN, Prokudin YN, Zaveruha B, Chopik VI, Promopopova H, Kritskal LI. 1999. *Opređelitel' vysšich rastenij Ukrajinj*. Kyjev: Naukova dumka USSR.
- Doležel J, Bartoš J. 2005. Plant DNA flow cytometry and estimation of nuclear genome size. *Annals of Botany* 95: 99–110.
- Doležel J, Greilhuber J, Suda J. 2007. Estimation of nuclear DNA content in plants using flow cytometry. *Nature Protocols* 2: 2233–2244.
- Dostál J. 1950. *Květena ČSR a ilustrovaný klíč k určení všech cévnatých rostlin, na území Československa planě rostoucích nebo běžně pěstovaných*. Praha: Přírodovědecké nakladatelství.
- Esra M, Cetin O, Kahraman A, Celep F, Dogan M. 2011. A cytomorphological study in some taxa of the genus *Salvia* L. (*Lamiaceae*). *Caryologia* 64: 272–287.
- Govaerts R, Dransfield J, Zona SF, Hodel DR, Henderson A. 2018. *World Checklist of Lamiaceae*. The Royal Botanic Gardens, Kew. [Internet]. Dostupný z: <http://wcsp.science.kew.org/> Retrieved 22 July 2018.
- Grulich V, Chobot K [eds.]. 2017. Červený seznam ohrožených druhů České republiky (Cévnaté rostliny). *Příroda* 35: 1–178.

- Harley RM, Atkins S, Budantsev AL, Cantino PD, Conn BJ, Grayer R, Harley MM, de Kok R, Krestovskaja T, Morales R, Paton AJ, Ryding O, Upson T. 2004. *Labiatae*. In Families and genera of vascular plants, Vol. 7. Kubitzki K, Kadereit JW [eds.]. Berlin: Springer, pp. 167–275.
- Hintze J. 2013. NCSS 9 – NCSS, LLC. Kaysville, Utah, USA, Dostupný z: <http://www.ncss.com>.
- Chase MW, Christenhusz MJM, Fay MF, Byng JW, Judd WS, Soltis DE, Mabberley DJ, Sennikov AN, Soltis PS, Stevens PF. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181: 1–20.
- Chrtek J jun. 2000. *Glechoma* L. In: Slavík B. [ed.]. Květena České republiky 6. Praha: Academia, pp 634–636.
- Jang TS, McCann J, Parker JS, Takayama K, Hong SP, Schneeweiss GM, Weiss-Schneeweiss H. 2016. rDNA Loci Evolution in the Genus *Glechoma* (*Lamiaceae*). *PLoS ONE* 11: e0167177.
- Jang TS. 2008. Systematics of the genus *Glechoma* L. and related genera (*Nepetinae*, *Lamiaceae*). M.Sc. thesis, Seoul: Kyung Hee University.
- Jeanmonod D, Gamsans J. 2007. Flora Corsica. Aix-en-Provence: Edisud.
- Komarov VL, Shishkin BK. 1954. Flora of the U.S.S.R. V/20. *Botničeskij institut IM. V. L. Komarova akademii nauk SSSR*.
- Křísa B. 1993. *Glechoma* L. In: Bertová L, Goliašová K [eds.]. 1993. Flóra Slovenska. Vol. V/1. Bratislava: Veda, pp 301–301.
- Kubát K [ed.]. 2002. Klíč ke květeně České republiky. Vyd. 1. Praha: Academia.
- Lafranchis T, Sfikas G. 2009. Flowers of Greece. Paris: Diatheo.
- Lewis D. 1941. Male sterility in natural populations of hermaphrodite plants the equilibrium between females and hermaphrodites to be expected with different types of inheritance. *New Phytologist* 40: 56–63.
- Lewis WH. 1980. Polyploidy in Angiosperms: Dicotyledons. In: Lewis W.H. [ed.]. Polyploidy. Basic Life Sciences. vol 13. Boston (MA): Springer.
- Li X, Hedge IC. 1994. *Lamiaceae*. In: Wu ZY, Raven PH [eds.]. 1994. Flora of China. Vol. 17. (*Verbenaceae* through *Solanaceae*). Beijing: Science Press, and St. Louis: Missouri Botanical Garden Press Beijing/St. Louis: Science Press/Missouri Botanical Garden. pp. 50±299.

- Li B, Cantino PD, Olmstead, RG, Bramley GLC, Xiang CL, Ma ZH, Tan YH, Zhang DX. 2016. A large-scale chloroplast phylogeny of the *Lamiaceae* sheds new light on its subfamilial classification. *Scientific Reports* 6: 34343.
- Májovský J., Murín A. 1987. Karyotaxonomický prehľad flóry Slovenska. Bratislava: Veda.
- Manzaneda AJ, Rey PJ, Bastida JM, Weiss-Lehman C, Raskin E, Mitchell-Olds T. 2012. Environmental aridity is associated with cytotype segregation and polyploidy occurrence in *Brachypodium distachyon* (*Poaceae*). *New Phytologist* 193: 797–805.
- Martinčič A [ed.]. 2007. Mala flora Slovenije: ključ za določanje praprotnic in semenk. 4., dopolnjena in spremenjena izd., 1. natis. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
- Martinovský J. 1987. Kľúč na určovanie rastlín. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo.
- Paton AJ, Springate D, Suddee S, Otieno D, Grayer RJ, Harley MM, Willis F, Simmonds MSJ, Powell MP, Savolainen V. 2004. Phylogeny and evolution of basils and allies (*Ocimeae*, *Labiatae*) based on three plastid DNA regions. *Mol. Phylogenetics and Evolution* 31: 277–299.
- Pignatti S. 1982. Flora d'Italia. Vol. 2. Bologna: Edagricole.
- Polunin O. 1997. Flowers of Greece and the Balkans: a field guide. Oxford: Oxford University Press.
- Rice A, Glick L, Abadi S, Einhorn M, Kopelman NM, Salman-Minkov A, Mayzel J, Chay O, Mayrose I. 2015. The Chromosome Counts Database (CCDB) – a community resource of plant chromosome numbers. *New Phytologist* 206: 19–26.
- Rivkin LR, Case AL, Caruso CM. 2016. Why is gynodioecy a rare but widely distributed sexual system? Lessons from the *Lamiaceae*. *New Phytologist* 211: 688–696.
- Shykoff JA. 1992. Sex polymorphism in *Silene acaulis* (*Caryophyllaceae*) and the possible role of sexual selection in maintaining females. *American Journal of Botany* 79:138–143.
- Shykoff JA, Kolokotronis S-O, Collin CL, Lopez-Villavicencio M. 2003. Effects of male sterility on reproductive traits in gynodioecious plants: a meta-analysis. *Oecologia* 135: 1–9.
- Slade AJ, Hutchings MJ. 1989. Within and between population variation in ramet behaviour in the gynodioecious clonal herb, *Glechoma hederacea* (*Labiatae*). *Canadian Journal of Botany* 67: 633–639.

- Soltis DE, Soltis PS. 1999. Polyploidy: recurrent formation and genome evolution. – Trends in Ecology & Evolution 14: 348–352.
- Soltis PS, Marchant DB, Van de Peer Y, Soltis DE. 2015. Polyploidy and genome evolution in plants. Current Opinion in Genetics & Development. 35: 119–125.
- Stebbins GL. 1950. Variation and evolution in plants. Columbia, New York: University Press.
- Stevens PF. 2018. Angiosperm Phylogeny Website. Version 14. July 2018. [Internet]. Dostupný z: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>.
- ter Braak CJF, Šmilauer P. 2002. CANOCO reference manual and user's guide to Canoco for Windows: software for canonical community ordination (Version 4.5). – Microcomputer Power, Ithaca. 500 p.
- Tutin T, Heywood VH, Burges NA, Moore DM, Valentine DH, Walters SM, Webb DA. 1972. Flora Europaea. Vol. 3. London: Cambridge University Press.
- von Jäger EJ, Hanelt P, Müller GK. 2008. Rothmaler-Exkursionsflora von Deutschland. Bd. 5, Krautige Zier-und Nutzpflanzen, Heidelberg, Neckar: Spektrum Akademischer Verlag.
- Waggy MA. 2009. *Glechoma hederacea*. Fire Effects Information System., USA: Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory. [Internet]. Dostupný z: <http://www.fs.fed.us/database/feis/plants/forb/glehed/all.html>
- Widén B, Widén M. 2000. Enzyme variation and inheritance in *Glechoma hederacea* (*Lamiaceae*), a diploidized tetraploid. Hereditas. 132: 229–241.
- Widén M, Widén B. 1999. Sex expression in the clonal gynodioecious herb *Glechoma hederacea* (*Lamiaceae*). Canadian Journal of Botany. 77: 1689–1698.
- Zahra NB, Shinwari ZK. 2016. What is done and what has to be done in *Lamiaceae*, a review of phylogenetics. PeerJ Preprints 4:e2277v1.

9 Přílohy

Seznam příloh:

Příloha 1: Seznam a základní informace o lokalitách, z nichž byly provedeny analýzy

Příloha 2: Korelační matice znaků pro analýzu jedinců: oboupohlavné rostliny a samičí rostliny

Příloha 3: Korelační matice znaků pro populační průměry znaků: oboupohlavné rostliny a samičí rostliny

Příloha 1: Seznam a základní informace o lokalitách z nichž byly provedeny analýzy (taxon 1 = *G. hederacea*, taxon 2 = *G. hirsuta*)

Lokalita	Zkratka	Taxon	Země	Popis lokality	Nadmořská výška	GPS	Datum sběru	Sběratel
Bohó-hegy*	-	2	HU	Regéc, listnatý les u tur. stezky	647 m n.m.	48°24'57.0"N, 21°21'17.0"E	11.6.2017	B. Trávníček & V. Taraška
Gerník*	-	2	RO	Gerník, suťový lesík	573 m n. m.	44°44'51.4"N 21°47'9.2"E	25.8.2017	A. Uvírová
Hořina	HOR	1	CZ	Velké Heraltice, PR Hořina, jasanová olšina	323 m n. m.	49°59'45.7"N 17°43'44.2"E	28.5.2017	A. Uvírová
Jívová	JIV	1	CZ	Jívová, niva potoka Jírovec	424 m n. m.	49°42'31.6"N, 17°26'14.9"E	18.5.2017	M. Hroneš
Karpaty	KAR	2	CZ	Horní Němčí, bukový les	574 m n. m.	48°54'52.0"N 17°39'45.0"E	17.5.2017	A. Uvírová
Krnov**	KRN	1	CZ	Krnov, smíšený les podél Hájnického potoka	335 m n. m.	50°03'46.4"N 17°42'56.1"E	28.5.2017	A. Uvírová
Kurdějov	KUR	2	CZ	Kurdějov, suťový les		48°58'19.8"N, 16°46'13.8"E	17.5.2017	A. Uvírová
Lomnice	LOM	1	CZ	Lomnice u Rýmařova, olšina podél potůčku	628 m n. m.	49°52'09.5"N 17°25'26.1"E	12.5.2017	A. Uvírová
Obrány	OBR	2	CZ	Chvalčov, PP Host. vrchy, PR Obrány, suťový les	566 m n. m.	49°22'0.9"N 17°43'43.3"E	6.6.2017	A. Uvírová
Pálava	PAL	2	CZ	Pavlov, NPR Děvín-Kotel-Soutěska, porost podél stezky	370 m n. m.	48°52'15"N, 16°38'46"E	17.5.2017	A. Uvírová
Praha	PRA	1	CZ	Praha, PP Údolí Kunratického potoka, les	247 m n. m.	50°1'21.7"N 14°28'31.4"E	30.4.2017	A. Uvírová
Tesák	TES	2	CZ	Chvalčov, porost podél cyklostezky	673 m n. m.	49°22'16.6"N 17°46'32.7"E	6.6.2017	A. Uvírová
Klokoč*	-	2	SK	Vyhne, Štiavnické vrchy, listnatý les podél potůčku	363 m n. m.	48°29'50.0"N, 18°47'25.0"E	14.6.2017	B. Trávníček & V. Taraška
Rudno*	-	2	SK	Rudno nad Hronom, Štiavnické vrchy, les	241 m n. m.	48°25'44.0"N, 18°41'36.0"E	14.6.2017	B. Trávníček & V. Taraška
Údolí Říčky	RIC	2	CZ	Ochoz u Brna, PR Údolí Říčky, lužní les	315 m n. m.	49°14'36"N, 16°44'9"E	17.5.2017	A. Uvírová
Zálužné**	ZAL	1	CZ	Zálužné, niva Moravice	369 m n. m.	49°48'57.2"N 17°44'11.9"E	8.5.2017	A. Uvírová

* populace, na kterých byla provedena pouze cytometrická analýza; ** populace, na nichž nebyla provedena cytometrická analýza

Příloha 2: Korelační matice znaků pro analýzu jedinců: oboupohlavné rostliny (nad diagonálou) a samičí rostliny (pod diagonálou). Červeně jsou vyznačeny hodnoty Spearmanových korelačních koeficientů $r \geq 0,9$, oranžově hodnoty koeficientů $r \geq 0,8$.

	d_listu	s_listu	d_rapiku	d_inter_nad	d_inter_pod	p_inter_rap	d_kvetstop	d_kalich	d_kaltru	d_kcipu1_l	d_kcipu1_p	s_cipu1	d_kcipu2	s_cipu2	d_kcipu3_l	d_kcipu3_p	s_cipu3	p_cip_kaltru	d_koruny	p_kal_kor	d_ktrub	p_kal_trub	s_pysku	d_chlup
d_listu	xxxxx	0,95	0,72	0,56	0,55	0,10	0,33	0,26	0,26	0,29	0,26	0,25	0,26	0,30	0,25	0,27	0,33	0,02	0,47	0,37	0,45	0,35	0,55	0,22
s_listu	0,96	xxxxx	0,75	0,54	0,55	0,18	0,32	0,30	0,27	0,39	0,38	0,31	0,35	0,35	0,33	0,35	0,35	0,11	0,46	0,33	0,45	0,32	0,54	0,22
d_rapiku	0,79	0,76	xxxxx	0,52	0,47	0,40	0,41	0,14	0,10	0,26	0,25	0,12	0,29	0,23	0,21	0,21	0,20	0,20	0,28	0,26	0,27	0,25	0,29	0,19
d_inter_nad	0,59	0,52	0,57	xxxxx	0,70	-0,45	0,27	0,17	0,13	0,29	0,20	0,27	0,26	0,19	0,21	0,30	0,30	0,10	0,39	0,37	0,37	0,34	0,42	0,23
d_inter_pod	0,68	0,65	0,52	0,71	xxxxx	-0,28	0,01	0,08	0,05	0,17	0,16	0,22	0,11	0,09	0,09	0,16	0,19	-0,01	0,21	0,26	0,20	0,22	0,27	-0,02
p_inter_rap	0,22	0,26	0,42	-0,44	-0,19	xxxxx	0,16	0,02	0,02	0,04	0,12	-0,15	0,10	0,07	0,07	-0,03	-0,10	0,15	-0,04	-0,10	-0,02	-0,07	-0,07	0,03
d_kvetstop	0,39	0,38	0,30	0,20	0,21	0,05	xxxxx	0,32	0,30	0,38	0,28	0,10	0,37	0,15	0,28	0,37	0,15	0,20	0,61	0,46	0,61	0,47	0,46	0,63
d_kalich	0,42	0,43	0,45	0,45	0,46	-0,03	0,48	xxxxx	0,93	0,80	0,72	0,68	0,77	0,67	0,70	0,78	0,69	0,11	0,45	-0,15	0,51	-0,10	0,42	0,14
d_kaltru	0,21	0,21	0,26	0,29	0,35	-0,08	0,26	0,84	xxxxx	0,64	0,53	0,68	0,52	0,63	0,51	0,62	0,70	-0,19	0,44	-0,12	0,48	-0,08	0,37	0,11
d_kcipu1_l	0,58	0,60	0,41	0,34	0,43	0,08	0,65	0,72	0,40	xxxxx	0,93	0,59	0,85	0,49	0,90	0,93	0,53	0,45	0,52	0,09	0,58	0,13	0,47	0,31
d_kcipu1_p	0,53	0,56	0,41	0,33	0,38	0,10	0,55	0,70	0,31	0,90	xxxxx	0,46	0,87	0,44	0,93	0,88	0,44	0,53	0,40	-0,01	0,46	0,03	0,38	0,23
s_cipu1	0,08	0,11	-0,05	-0,24	-0,06	0,23	0,28	-0,02	0,05	0,20	-0,01	xxxxx	0,43	0,80	0,43	0,57	0,86	-0,07	0,35	0,01	0,39	0,05	0,40	-0,01
d_kcipu2	0,38	0,40	0,36	0,29	0,27	0,08	0,59	0,76	0,34	0,82	0,90	-0,06	xxxxx	0,51	0,87	0,85	0,45	0,66	0,40	-0,04	0,45	-0,01	0,42	0,23
s_cipu2	0,06	0,11	-0,13	-0,20	-0,05	0,07	0,25	0,05	0,08	0,20	0,06	0,84	0,03	xxxxx	0,43	0,51	0,84	0,06	0,32	-0,05	0,33	-0,03	0,40	0,01
d_kcipu3_l	0,57	0,59	0,47	0,36	0,39	0,13	0,62	0,71	0,32	0,88	0,93	0,01	0,91	0,06	xxxxx	0,92	0,43	0,51	0,39	-0,02	0,45	0,02	0,36	0,21
d_kcipu3_p	0,60	0,59	0,47	0,43	0,50	0,06	0,65	0,74	0,41	0,93	0,88	0,15	0,83	0,13	0,91	xxxxx	0,54	0,42	0,53	0,11	0,59	0,16	0,47	0,28
s_cipu3	0,12	0,14	-0,03	-0,16	0,01	0,16	0,27	0,03	0,09	0,21	0,03	0,90	-0,02	0,77	0,04	0,21	xxxxx	-0,09	0,37	0,01	0,38	0,03	0,41	0,00
p_cip_kaltru	0,31	0,34	0,25	0,18	0,13	0,11	0,47	0,40	-0,07	0,66	0,81	-0,07	0,86	0,01	0,81	0,68	-0,06	xxxxx	0,05	0,02	0,07	0,00	0,10	0,13
d_koruny	0,67	0,68	0,42	0,39	0,56	-0,02	0,45	0,46	0,31	0,60	0,51	0,14	0,39	0,08	0,49	0,56	0,12	0,23	xxxxx	0,77	0,99	0,80	0,84	0,63
p_kal_kor	0,22	0,23	-0,03	-0,04	0,13	0,00	0,04	-0,45	-0,45	-0,08	-0,15	0,23	-0,32	0,10	-0,20	-0,11	0,22	-0,15	0,50	xxxxx	0,72	0,98	0,64	0,59
d_ktrub	0,67	0,67	0,42	0,39	0,57	-0,01	0,47	0,48	0,32	0,58	0,52	0,14	0,41	0,08	0,51	0,58	0,13	0,25	0,98	0,47	xxxxx	0,77	0,81	0,63

Příloha 2: Pokračování

p_kal_trub	0,23	0,23	-0,01	-0,04	0,12	0,02	0,11	-0,38	-0,38	-0,06	-0,11	0,21	-0,26	0,06	-0,14	-0,08	0,18	-0,13	0,54	0,92	0,55	xxxxx	0,64	0,62
s_pysku	0,18	0,24	-0,10	-0,14	0,15	0,04	0,01	-0,16	-0,10	0,11	-0,03	0,62	-0,17	0,59	-0,08	0,02	0,60	-0,14	0,41	0,57	0,37	0,49	xxxxx	0,43
d_chlup	0,34	0,36	0,27	-0,02	0,16	0,28	0,72	0,42	0,20	0,65	0,57	0,29	0,55	0,22	0,58	0,61	0,26	0,45	0,39	0,04	0,40	0,07	0,01	xxxxx

Příloha 3: Korelační matice znaků pro populační průměry znaků: oboupohlavné rostliny (nad diagonálou) a samičí rostliny (pod diagonálou).

Červeně jsou vyznačeny hodnoty Spearmanových korelačních koeficientů $r \geq 0,9$, oranžově hodnoty koeficientů $r \geq 0,8$.

	p_list_s/d	d_rapiku	d_inter_pod	p_inter_rap	d_květstop	d_kalich	d_kcipu1_l	s_cipu1	d_kcipu2	s_cipu2	d_kcipu3_l	s_cipu3	p_cip_kaltru	d_koruny	p_kal_kor	s_pysku	d_chlup
p_list_s/d	xxxxx	-0,10	-0,20	0,23	-0,15	0,09	0,40	0,09	0,57	-0,10	0,57	-0,27	0,47	-0,04	-0,42	-0,08	0,29
d_rapiku	-0,70	xxxxx	0,27	0,57	0,86	0,49	0,70	0,13	0,66	0,31	0,55	0,14	0,25	0,89	0,63	0,55	0,78
d_inter_pod	-0,39	0,47	xxxxx	-0,42	-0,01	0,40	0,32	0,48	0,25	0,40	0,29	0,39	-0,03	0,28	0,39	0,38	0,01
p_inter_rap	0,23	0,22	-0,32	xxxxx	0,49	0,36	0,52	0,13	0,56	0,37	0,46	0,14	0,30	0,49	-0,10	0,26	0,54
d_květstop	-0,25	0,51	0,07	0,33	xxxxx	0,20	0,50	-0,19	0,45	-0,06	0,32	-0,14	0,19	0,86	0,72	0,50	0,67
d_kalich	-0,05	0,41	0,35	0,24	0,46	xxxxx	0,75	0,76	0,67	0,76	0,69	0,75	-0,12	0,41	-0,07	0,19	0,50
d_kcipu1_l	-0,07	0,57	0,41	0,30	0,68	0,77	xxxxx	0,54	0,95	0,52	0,96	0,36	0,45	0,70	0,18	0,43	0,64
s_cipu1	-0,28	0,06	0,24	0,16	0,26	-0,30	-0,10	xxxxx	0,42	0,91	0,56	0,88	-0,11	0,23	-0,19	0,39	0,12
d_kcipu2	0,01	0,40	0,14	0,19	0,54	0,73	0,85	-0,34	xxxxx	0,42	0,97	0,22	0,54	0,65	0,10	0,38	0,68
s_cipu2	-0,05	-0,32	-0,04	0,02	0,13	-0,34	-0,22	0,80	-0,46	xxxxx	0,51	0,92	-0,04	0,33	-0,14	0,43	0,16
d_kcipu3_l	0,03	0,44	0,22	0,28	0,56	0,75	0,92	-0,28	0,98	-0,42	xxxxx	0,34	0,55	0,60	0,06	0,40	0,60
s_cipu3	-0,28	0,06	0,23	0,19	0,28	-0,26	-0,13	0,95	-0,48	0,84	-0,39	xxxxx	-0,21	0,20	-0,12	0,29	0,05
p_cip_kaltru	0,11	0,10	0,02	0,07	0,35	0,57	0,63	-0,29	0,91	-0,37	0,86	-0,49	xxxxx	0,33	0,14	0,23	0,16
d_koruny	-0,23	0,48	0,77	-0,06	0,40	0,30	0,47	0,37	0,32	-0,13	0,37	0,26	0,23	xxxxx	0,73	0,82	0,71
p_kal_kor	-0,09	0,06	0,28	-0,12	0,14	-0,52	-0,10	0,63	-0,20	0,24	-0,16	0,48	-0,14	0,62	xxxxx	0,62	0,41
s_pysku	0,39	-0,44	0,36	-0,16	-0,23	-0,38	-0,20	0,54	-0,45	0,49	-0,35	0,52	-0,35	0,36	0,61	xxxxx	0,37
d_chlup	-0,16	0,48	-0,10	0,48	0,94	0,35	0,54	0,29	0,46	0,09	0,45	0,29	0,28	0,35	0,20	-0,25	xxxxx

