

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra Botaniky



Morfologie, cenologická vazba a cytologická variabilita
okruhu popence obecného (*Glechoma hederacea* agg.)

Diplomová práce

Autor: **Bc. Alena Uvírová**

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Botanika

Forma studia: Prezenční

Vedoucí práce: **RNDr. Michal Hroneš, Ph.D.**

Olomouc 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Michala Hroneše, Ph.D. a jen s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci 3. srpna 2020

.....
podpis

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat mému vedoucí práce Michalovi Hronešovi za pomoc, cenné rady a připomínky nejen při vzniku této práce, ale také za nesmírnou trpělivost, podporu a motivaci po celou dobu studia. Velké poděkování patří také mojí rodině, a to jak za financování studií, tak za poskytnutí podpory kdykoliv jsem potřebovala a také ochotu se mnou jezdit do terénu v podstatě za každého počasí. Děkuji taktéž Martinovi Dančákovi, Bobovi Trávníčkovi a Vojtovi Taraškovi za sběr vzorků. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat interní grantové agentuře UP IGA PrF-2020-003 za finanční podporu.

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Alena Uvírová

Název práce: Morfologie, cenologická vazba a cytologická variabilita okruhu popence obecného (*Glechoma hederacea* agg.)

Typ práce: Diplomová práce

Pracoviště: Katedra botaniky PřF UP, Šlechtitelů 27, 783 71 Olomouc

Vedoucí práce: RNDr. Michal Hroneš, Ph.D., katedra botaniky

Rok obhajoby: 2020

Abstrakt: Okruh popence obecného (*Glechoma hederacea* agg.) je typický pohlavním dimorfismem, tzv. gynodioecií, a zahrnuje ve stř. Evropě dva druhy, a to popenec obecný (*G. hederacea*) a p. chlupatý (*G. hirsuta*). Popenec obecný je běžně rozšířený druh, p. chlupatý je vázán především na Karpaty. Na Moravě a na Slovensku dochází k překryvu areálů obou druhů. Předpokládá se, že zde dochází ke vzájemnému křížení za vzniku hybridu *G. ×pannonica*, který by měl být morfologicky intermediární. Pravděpodobná hybridizace a značná morfologická variabilita obou taxonů způsobuje problémy při jejich determinaci. K cílům práce patřilo stanovení cytologické variability, testování významných morfologických znaků a srovnání morfologické variability mezi druhy a populacemi. Dalším cílem bylo také zjištění cenologické vazby obou taxonů pomocí klasických fytoecnologických snímků. Celkem bylo studováno 444 jedinců z 38 populací převážně z České republiky, ale také Slovenska, Maďarska, Rumunska a Srbska. Cytologická variabilita byla zjišťována pomocí průtokové cytometrie u 373 jedinců z 38 populací. Morfologická variabilita byla zkoumána měřením 14 vybraných vegetativních a generativních znaků u 404 jedinců z 31 populací. Analyzováno bylo 21 fytoecnologických snímků z území České republiky a Slovenska. Stanovištní preference taxonů byly stanoveny pomocí Ellengergových indikačních hodnot. Data byla analyzována v programech Rstudio, NCSS, Juice a Canoco for Windows. Nalezeny byly dvě ploidní úrovně, a to DNA-tetraploidní a DNA-hexaploidní. Druhy *G. hederacea* a *G. hirsuta* jsou však oba DNA-tetraploidní a neliší se ani svou 1C hodnotou, až na výjimku panašovaného kultivaru *G. hederacea* 'Variegata', který měl relativní velikost genomu mírně vyšší. Hexaploidní populace byla nalezena na jediné lokalitě v PR Zaječčí skok u Jihlavy, jedná se zřejmě o autopolyploidní populaci *G. hederacea*. Klasifikační diskriminační analýza označila některé jedince za přechodné, tedy teoretické hybridy. Byla také potvrzena existence smíšených populací. V rámci samičích rostlin lze spolehlivě odlišit pouze hexaploidní taxon, který disponuje nadměrnou velikostí v některých znacích. Samice *G. hederacea* a *G. hirsuta* se liší pouze v polovině měřených znaků, naopak hermafrodité se liší většinou znaků. Bylo potvrzeno,

že gynodioecie ovlivňuje hodnoty některých znaků a hraje významnou roli v determinaci obou taxonů, kde způsobuje obtížnější determinaci samičích jedinců. Analýza fytoecenologických snímků prokázala, že se *G. hederacea* od *G. hirsuta* liší jak vegetační vazbou, tak svými průvodními druhy. Ze stanovištních preferencí se oba druhy lišily pouze hodnotami pro světlo a vlhkost.

Klíčová slova: fytoecenologický snímek, *Glechoma hirsuta*, *Glechoma ×pannonica*, gynodioecie, *Lamiaceae*, morfologie, polyploidie, průtoková cytometrie, taxonomie

Počet stran: 59

Počet příloh: 5

Jazyk: Český

Bibliographical identification

Author's first name and surname: Alena Uvírová

Title: Morphology, vegetation associations and cytological variability of *Glechoma hederacea* complex

Type of thesis: Master's thesis

Department: Department of Botany, Faculty of Science, Palacký University, Šlechtitelů 27, 783 71 Olomouc

Supervisor: RNDr. Michal Hroneš, Ph.D., Department of Botany

The year of presentation: 2020

Abstract: *Glechoma hederacea* complex is typical by its sexual dimorphism (i.e. gynodioecy) and it is comprised by two main taxa in Central Europe, i.e. *G. hederacea* and *G. hirsuta*. *Glechoma hederacea* is common whereas *G. hirsuta* occurs mainly in the Carpathians Mts. Ranges of both species are overlapping in Moravia and Slovakia and it is assumed that the hybridization occurs. The hybrid called *G. ×pannonica* should be morphologically intermediate. Possible hybridization and high extent of morphological variability are causing problems with determination of both taxa. The aims of this thesis include analysis of cytological and morphological variability between taxa and populations and also assessment of vegetation affinity using classical relevés. Overall, 444 individuals from 38 populations from the Czech Republic, Slovakia, Hungary, Romania and Serbia were studied. Cytological variability was analysed using flow-cytometry in 373 individuals from 38 populations. Morphological variability was assessed by analysis of 14 vegetative and generative traits in 404 individuals from 31 populations. For vegetation affinity assessment, 21 relevés from Czechia and Slovakia were analysed. Habitat preferences of both taxa were assessed by analysis of Ellenberg-type indicator values. All data were analysed in Rstudio, NCSS, Juice and Canoco for Windows. Two ploidy levels were found, i.e. DNA-tetraploid and DNA-hexaploid. However, *G. hederacea* and *G. hirsuta* are both DNA-tetraploid and they do not differ even by 1C-value, with the exception of variegated cultivar *G. hederacea* 'Variegata' with slightly higher 1C-value. The only hexaploid population was found near Jihlava town. It probably originated by autopolyploidy from tetraploid *G. hederacea*. Several individuals were found to be intermediate (i.e. possible hybrids) by classificatory discriminant analysis. The occurrence of mixed populations of both taxa was also confirmed. In female plants, only the hexaploids can be successfully discriminated, females of *G. hederacea* and *G. hirsuta* differ only by less than half of analysed morphological traits. On the contrary, hermaphrodites differ by almost all traits. The gynodioecy influences values of several traits and therefore plays an important role for

determination. Analysis of relevés found different habitat requirements of *G. hederacea* and *G. hirsuta*. Habitats of both species differ by light and moisture Ellenberg-type values.

Keywords: flow cytometry, *Glechoma hirsuta*, *Glechoma ×pannonica*, gynodioecy, *Lamiaceae*, morphology, polyploidy, phytosociological relevé, taxonomy

Number of pages: 59

Number of appendices: 5

Language: Czech

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíle práce	5
3	Materiál a metody	6
3.1	Sběr, původ a uchování rostlinného materiálu	6
3.2	Cytologická analýza	6
3.2.1	Stanovení DNA ploidní úrovně	6
3.2.2	Statistické zpracování dat	7
3.3	Morfometrická analýza	7
3.3.1	Statistické zpracování	7
3.4	Zpracování fytoecnologických snímků	9
3.4.1	Statistické zpracování	10
4	Výsledky	11
4.1	Cytologická variabilita <i>G. hederacea</i> agg.	11
4.1.1	DNA-ploidní úroveň	11
4.2	Morfometrická variabilita <i>G. hederacea</i> agg.	13
4.2.1	Klasifikační diskriminační analýza (CDA)	13
4.2.2	Deskriptivní charakteristiky	14
4.2.3	Srovnání morfologie jednotlivých pohlaví	19
4.2.4	Srovnání morfologie jednotlivých taxonů	20
4.2.5	Analýza hlavních komponent (PCA)	25
4.2.6	Shlukovací analýza	30
4.3	Fytoecnologická vazba jednotlivých taxonů	32
4.3.1	Vegetační vazba <i>G. hederacea</i> agg.	32
4.3.2	Podobnost snímků <i>G. hederacea</i> agg.	32
4.3.3	Průvodní druhy <i>G. hederacea</i> agg.	33
4.3.4	Stanovištní preference taxonů <i>G. hederacea</i> agg. – EIH	34
5	Diskuze	37
5.1	Cytologická variabilita <i>G. hederacea</i> agg. ve střední Evropě	37
5.2	Morfologie	38
5.2.1	Vliv gynodioecie na morfologii jednotlivých taxonů	38
5.2.2	Morfologická variabilita jednotlivých taxonů z okruhu <i>G. hederacea</i>	39
5.2.3	Hybridizace a přítomnost smíšených populací	43
5.3	Hexaploidní populace v PR Zaječí skok	45
5.4	Cenologická vazba taxonů z okruhu <i>G. hederacea</i>	47
5.5	<i>Glechoma hederacea</i> 'Variegata'	51
6	Závěr	52
7	Literatura	53

Přehled obrázků

Obrázek 1 – Rozšíření <i>Glechoma hederacea</i> agg.	4
Obrázek 2 – Relativní velikost genomu (1C)	12
Obrázek 3 – Mapa lokalit všech studovaných populací	12
Obrázek 4 – Přehled variability vybraných morfologických znaků	22
Obrázek 5 – Přehled variability vybraných morfologických znaků	23
Obrázek 6 – Přehled variability vybraných morfologických znaků	24
Obrázek 7 – Variabilita délky nejdelších lodyžních chlupů	25
Obrázek 8 – PCA ordinační diagram pro samice	27
Obrázek 9 – PCA ordinační diagram pro hermafrodity	28
Obrázek 10 – PCA ordinační diagram pro samice a hermafrodity (další osy)	29
Obrázek 11 – Dendrogram pro populace samic a hermafroditů	31
Obrázek 12 – Dendrogram analýzy podobnosti jednotlivých fytoecologických snímků	33
Obrázek 13 – DCA ordinační diagram pro FC snímky	34
Obrázek 14 – Přehled variability jednotlivých Ellenbergových indikačních hodnot	36
Obrázek 15 – <i>Glechoma hederacea</i> – morfologie	40
Obrázek 16 – <i>Glechoma hirsuta</i> – morfologie	43
Obrázek 17 – Pravděpodobné hybridní rostliny – morfologie	45
Obrázek 18 – Hexaploidní rostliny – morfologie	47
Obrázek 19 – Lužní les as. <i>Ficario vernaе-Ulmetum campestris</i> s výskytem <i>G. hederacea</i>	49
Obrázek 20 – Mezofilní louka as. <i>Pastinaco sativae-Arrhenatheretum elatioris</i> s výskytem <i>G. hederacea</i>	49
Obrázek 21 – Eutrofní bučina as. <i>Mercuriali perennis-Fagetum sylvaticae</i> s výskytem <i>G. hirsuta</i>	50
Obrázek 22 – PR Zaječí skok – lokalita hexaploidní populace <i>G. hederacea</i>	50

Přehled tabulek

Tabulka 1 – Přehled vegetativních a generativních znaků použitých v morfometrické analýze	8
Tabulka 2 – Přehled poměrů použitých v morfometrické analýze, jejich zkratky a výpočty	8
Tabulka 3 – Přehled relativní velikosti genomu	11
Tabulka 4 – Úspěšnost klasifikace pro samice <i>G. hederacea</i> , <i>G. hirsuta</i> a hexaploida	14
Tabulka 5 – Úspěšnost klasifikace pro hermafrodity <i>G. hederacea</i> a <i>G. hirsuta</i>	14
Tabulka 6 – Přehled měřených znaků a poměrů pro samice	15
Tabulka 7 – Přehled měřených znaků a poměrů pro hermafrodity	17
Tabulka 8 - Hodnoty Mann-Whitney U-testu	19
Tabulka 9 – Hodnoty Kruskal-Wallisova testu	21
Tabulka 10 – Hodnoty jednocestné analýzy variance pro Ellenbergovy indikační hodnoty	35
Tabulka 11 – Ellenbergovy indikační hodnoty pro <i>G. hederacea</i> , <i>G. hirsuta</i> a hexaploida	35

Přehled příloh

Příloha 1 – Přehled lokalit	60
Příloha 2 – Korelační matice znaků pro analýzu samičích jedinců	64
Příloha 3 – Korelační matice znaků pro analýzu hermafroditních jedinců	65
Příloha 4 – Přehled zaznamenaných fytoecologických snímků	66
Příloha 5 – Klasifikace fytoecologických snímků	70

1 Úvod

Rod popenec (*Glechoma* L.) zahrnuje vytrvalé aromatické byliny patřící do čeledi hluchavkovitých (*Lamiaceae* Martinov). *Glechoma* je evolučně poměrně mladý rod, jehož vznik je datován do období před cca 3–6 miliony lety (Drew & Sytsma 2012, Deng et al. 2015). Náleží do podčeledi *Nepetoideae* (Dumort.) Caruel, v které je řazen do tribu *Mentheae* Dumort. a subtribu *Nepetinae* (Dumort.) Coss. & Germ (Stevens 2020). Nejbližším příbuzným je rod *Meehania* Britton vyskytující se ve východní Asii a na východním pobřeží Severní Ameriky (Deng et al. 2015). Dle různých taxonomických pojetí *Glechoma* čítá 8–12 druhů, které jsou eurasijského původu, s centrem diverzity ve střední Asii, zejména v Číně (Kupriyanova 1954, Li & Hedge 1994), nicméně *G. hederacea* L. byla pro své léčivé účinky introdukována také do Severní a Jižní Ameriky, Austrálie a na Nový Zéland (Waggy 2009, CABI 2020). Nynější taxonomické pojetí uznává sedm druhů a jednoho křížence (Govaerts et al. 2020), které tvoří dvě fylogenetické skupiny korelující s fytogeografickým rozšířením rodu – asijskou a evropskou (Jang et al. 2016). Asijská skupina je tvořena dvěma druhy vyskytujícími se pouze v Číně, a to *G. biondiana* (Diels) C.Y.Wu & C.Chen a *G. sinograndis* C.Y.Wu, dále dvěma východoasijskými druhy, *G. grandis* (A.Gray) Kuprian. a *G. longituba* (Nakai) Kuprian. (Li & Hedge 1994). Do evropské skupiny je řazena *G. hederacea*, jejíž přirozený výskyt sahá přes Rusko až na dálný východ do severozápadní Číny, dále *G. hirsuta* Waldst. & Kit. s centrem rozšíření v jihovýchodní Evropě, jejich přirozený hybrid *G. ×pannonica* Borbás a endemický taxon Sardinie a Korsiky *G. sardoa* (Bég.) Bég. (Pignatti 1982, Govaerts et al. 2020). Nedávno provedená molekulární analýza založená na ITS a NTS sekvencích jaderné DNA (Jang et al. 2016) zkoumající fylogenetické vztahy mezi *G. hederacea*, *G. hirsuta*, *G. grandis* a *G. longituba* zjistila, že východoasijské taxony *G. grandis* a *G. longituba* jsou sesterské a monofyletické ke skupině zahrnující *G. hederacea* a *G. hirsuta*. Mezi *G. hederacea* a *G. hirsuta* však použité sekvence nevykazovaly dostatečnou variabilitu a taxony byly vzájemně promíchány, což odráží kontroverzní druhový statut a vysokou morfologickou podobnost této dvojice druhů (Jang et al. 2016).

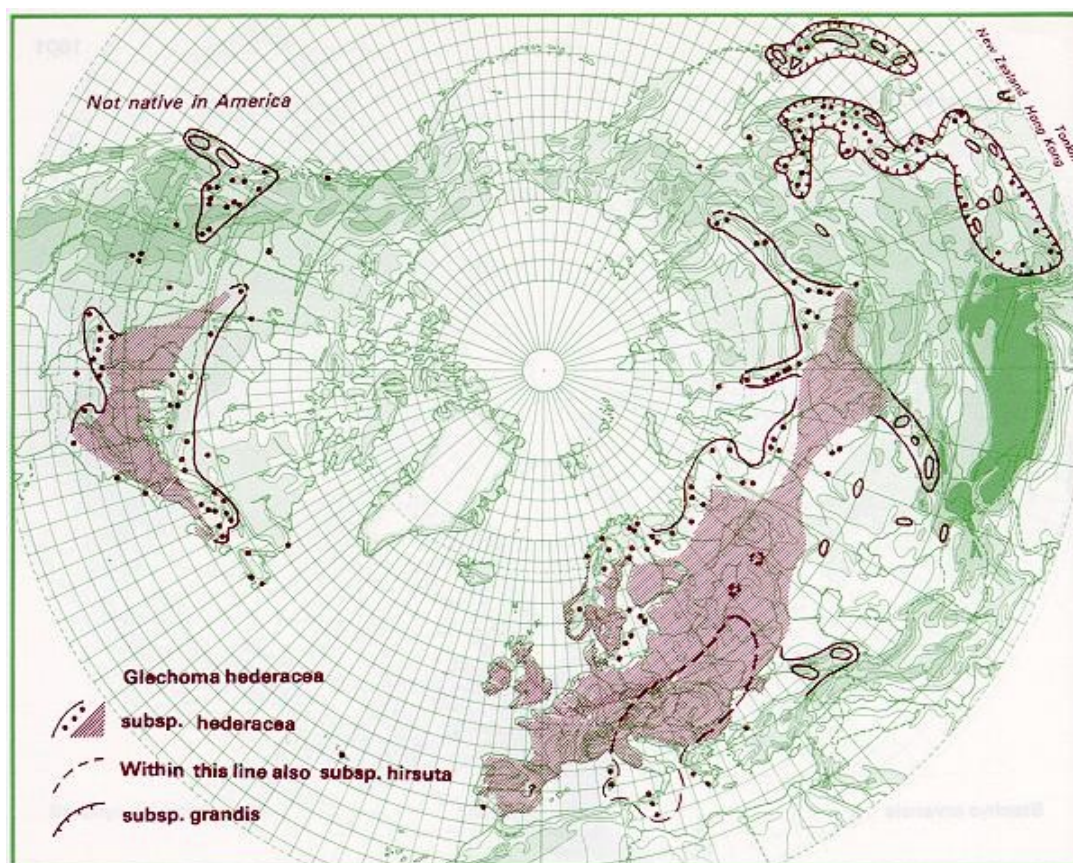
V čeledi *Lamiaceae* je relativně běžná polyploidie (Lewis 1980), což je stav, kdy genom rostliny obsahuje více než dvě sady chromozomů (Ramsey & Schemske 1998). To je i případ rodu *Glechoma*, pro který se uvádí základní chromozomové číslo $x = 9$ a až pět ploidních úrovní (Widén & Widén 2000, Rice et al. 2015). Nejčastěji se vyskytují tetraploidní jedinci ($2n = 36$; Widén & Widén 2000, Iwatsubo et al. 2004).

Pro rod *Glechoma*, i další zástupce v čeledi *Lamiaceae* je typický pohlavní dimorfismus nazývaný gynodioecie, který se projevuje tím, že se v populaci vyskytují jedinci samičího pohlaví s redukovanými tyčinkami a jedinci hermafroditní s plně vyvinutými květy (Shykoff et al. 2003). Část jedinců může být také přechodných, které nelze kategorizovat ani k jednomu pohlaví, jelikož nesou kombinaci květů samičích a hermafroditních, nebo květů částečně sterilních. Frekvence takovýchto jedinců je však nízká (Widén & Widén 1999, Zhang et al. 2008, Melnikov 2011). Widén (1992) se zabýval proporcemi pohlaví v přirozených populacích *G. hederacea* a zjistil, že poměry samic se pohybují od 0 do 100 %, což značí, že některé populace jsou naprosto unisexuální a mohou být tvořeny jednotlivými klony. Podobný pattern pozorovali u *G. longituba* Zhang et al. (2008). Unisexuální populace vznikly pravděpodobně díky schopnosti rodu *Glechoma* se jednoduše šířit pomocí kořenujících výběžků a fragmentů lodyh (Klimeš 1997), díky čemuž tak mohou tvořit rozsáhlé monoklonální porosty (Hutchings & Price 1999). Většinou ale v náhodných vzorcích převládali hermafrodité s nižším procentem samic (Widén & Widén 1999, Zhang et al. 2008), ve třetině případů populace nesly jen jedno pohlaví, a to většinou hermafroditní (Widén & Widén 1999).

V důsledku gynodioecie mohou být mezi pohlavími změněny hodnoty některých morfologických znaků, nejčastěji velikosti generativních orgánů, kdy jsou samičí květy oproti květům hermafroditním podstatně menší (Fernandes 1972). Gynodioecie taktéž může způsobovat fenologický posun doby kvetení (Chrtek 2000, Melnikov 2011). V mé bakalářské práci bylo zjištěno, že gynodioecie významně komplikuje druhovou determinaci taxonů *G. hederacea* a *G. hirsuta* (Uvírová 2018).

Glechoma hederacea a *G. hirsuta* jsou blízké příbuzné druhy, které jsou v České republice zahrnovány do společného okruhu *G. hederacea* agg. (Daníhelka et al. 2012). Oba druhy jsou si vzájemně dosti podobné a jsou poměrně variabilní (Křísa 1993, Chrtek 2000). Tradičně se odlišují podle následujících morfologických znaků: popenec obecný má 5–6,5 mm dlouhý kalich (Křísa 1993) s kališními cípy trojúhelníkovitými, nanejvýš 2 mm dlouhými, horní cípy jsou 3–5× kratší než kališní trubka (Chrtek 2000, Martinčíč 2007) či méně než z poloviny tak dlouhé jako kališní trubka (Polunin 1997), květní stopky jsou 1–2 mm dlouhé, koruna je modrofialová, 10–20 mm dlouhá. Lodyhy jsou 15–40 cm vysoké, a i s listy řídce chlupaté až lysé, listová čepel je ledvinitá, srdčitá až okrouhle srdčitá (Chrtek 2019); popenec chlupatý má kalich 7–11 mm dlouhý (Křísa 1993) s kališními cípy úzce trojúhelníkovitými, více než 2 mm dlouhými, horní cípy dosahují cca z ½ délky kališní trubky (Chrtek 2000), Polunin (1997) udává, že jsou z poloviny tak dlouhé až zděli trubky, květní stopky jsou 2–4 mm dlouhé, koruna

světle modrá až fialová, 20–30 mm dlouhá (Chrtek 2000, Martinčič 2007), lodyhy jsou 25–50 cm vysoké, a i s listy ± hustě chlupaté, listová čepel je srdčité trojúhelníkovitá, srdčitá nebo okrouhle srdčitá (Chrtek 2019). Pro podrobné shrnutí morfologie obou taxonů viz Uvírová (2018). *Glechoma hederacea* je fenologicky časnější, kvete od března do července, *G. hirsuta* začíná kvést o něco později, a to od května do července (Chrtek 2000). Popenec obecný je v České republice hojným druhem, roste od nížin do hor, na nejrozličnějších stanovištích jako jsou lužní lesy, paseky, křoviny, vlhká pole a louky, vyhovují mu ale také antropogenní stanoviště typu zahrad, okrajů cest a intravilánů obcí. Roste na různých typech půd, přes čerstvě vlhké až mokré, humózní, na živiny bohaté, hlinité, až po kamenité, písčitohlinité a jílovité, se zásaditou až slabě kyselou reakcí (Křísa 1993, Chrtek 2000). Jeho celkové rozšíření dosahuje souvisle na sever do střední Skandinávie, na jih do severní části Pyrenejského poloostrova a na severní pobřeží Černého moře a Kavkaz a pokračuje dále na východ až k Bajkalu (Chrtek 2000). Popenec chlupatý má výrazně karpatskou vazbu, roste hlavně v jižní a východní Evropě, jeho západní hranice areálu protíná Moravu, Rakousko a západní Itálii, na jih s roste až po Sicílii, severní Řecko a severní pobřeží Černého moře. Na východ se vyskytuje souvisleji až po Moskvu, izolovaně dosahuje až ke Kazani (Chrtek 2000), viz obr. 1. Novější práce ho však ze střední části evropského Ruska neuvádějí (Maevskii 2014). V České republice roste na jižní a východní Moravě, především v oblasti Karpatského mezofytika, izolovaně také v Pavlovských vrších, v Moravském Krasu, v Podyjí a také poblíž Jihlavy. Vyskytuje se od pahorkatin do podhůří, vzácně zasahuje i do hor. Dle Červeného seznamu (Grulich 2017) je považován za druh ohrožený (C3), dle kategorie IUCN jako málo dotčený (LC). Vyhovují mu listnaté lesy typu teplomilných doubrav, dubohabřin, bučin, roste také v křovinách a na lesních okrajích na humózních, čerstvě vlhkých půdách různých podkladů, přes slabě kyselá až zásaditá (Křísa 1993, Chrtek 2000).



Obrázek 1 – Rozšíření *Glechoma hederacea* agg. (Hultén & Fries 1986).

Hybridní taxon *Glechoma* \times *pannonica* vzniklý mezidruhovým křížením *Glechoma hederacea* \times *hirsuta* je rozlišován (někdy pod některými ze synonym) v řadě evropských klíčů i květen (Kupriyanova 1954, Fernandes 1972, Pignatti 1982, Křísa 1993, Chrtek 2000, Király et al. 2009). Kříženec je udáván jako intermediární forma mezi oběma taxony (Kupriyanova 1954, Fernandes 1972, Király et al. 2009) a habitem připomíná *G. hederacea*, je ale roztroušeně odstále chlupatý s kališními cípy podlouhle kopinatými, dosahující \pm $\frac{1}{2}$ délky kališní trubky (Křísa 1993). Názory na frekvenci hybridizace se však značně liší mezi jednotlivými autory. Pignatti (1982) ji považuje za běžnou, Fernandes (1972) a Chrtek (2000) za poměrně vzácnou. Na Moravě dochází k překryvu areálu obou rodičovských druhů a je zde tedy předpoklad vzniku hybridní zóny, nicméně skutečný hybridní původ některých populací/jedinců by bylo potřeba dokázat (Chrtek 2000). Skutečnost, že determinace taxonů v areálu společného výskytu obou druhů někdy způsobuje problémy i zkušenějším botanikům, byla prvotním námětem mé bakalářské práce, na kterou tato práce navazuje a poznatky zjištěné v bakalářské práci dále rozvíjí.

2 Cíle práce

Diplomová práce se zabývá morfologickou a cytologickou variabilitou okruhu popence obecného (*Glechoma hederacea* agg.) na území střední Evropy, podrobněji zejména východní části České republiky. Klade si za cíl přispět k vyjasnění taxonomické problematiky jednotlivých taxonů okruhu.

Hlavní cíle práce jsou:

- 1) stanovení cytologické variability jednotlivých zástupců komplexu (předpoklad: různé ploidní úrovně)
- 2) testování významných morfologických znaků a srovnání morfologické variability mezi druhy a populacemi
- 3) zjištění cenologické vazby obou taxonů pomocí klasických fytoecnologických snímků (předpoklad: odlišné stanovištní nároky taxonů)

3 Materiál a metody

3.1 Sběr, původ a uchování rostlinného materiálu

Rostlinný materiál byl sbírán na území České republiky, Slovenska, Maďarska, Rumunska a Srbska. Sběr rostlin pro účely morfometrické analýzy byl proveden v optimu vegetační sezóny rodu *Glechoma*, tj. od konce dubna do cca poloviny června. Z populace bylo vždy odebráno minimálně 10 kvetoucích jedinců, majících alespoň tři květy, nutná byla taktéž přítomnost alespoň jednoho páru listů pod nejspodnějším lichopřeslenem. Celkem bylo analyzováno 444 jedinců z 38 populací. Pro účely cytologických analýz probíhal v některých případech sběr i později.

Vzorky byly označeny cedulkou nesoucí třípísmenný jedinečný kód lokality a číslo jedince. Po provedení všech analýz byly vzorky vylisovány a uloženy do herbáře OL, vybraní jedinci byly zasazeni a umístěni do skleníku katedry Botaniky PřF UP v Olomouci.

3.2 Cytologická analýza

3.2.1 Stanovení DNA ploidní úrovně

Stanovení DNA ploidní úrovně probíhalo v Laboratoři průtokové cytometrie Katedry botaniky. Z rostliny byl většinou odebrán jeden listen, který byl pomocí lihového fixu označen číslem. Takto označené listeny byly zabaleny do vlhkého papírového kapesníku a s cedulkou s názvem populace byly vloženy do mikrotenového sáčku a uloženy do lednice do doby měření. Vzorky byly analyzovány na průtokovém cytometru Partec PAS (Partec GmbH, Münster, Německo), vybaveným zeleným laserem Cobolt Samba (Cobolt AB, Stockholm, Švédsko) s vlnovou délkou 532 nm. Příprava vzorku probíhala dle standardního protokolu (Doležel et al. 2007). Malá část rostlinného pletiva byla nasekána společně s pletivem interního standardu, kterým bylo *Solanum pseudocapsicum* ($2C = 2,59$ pg; Temsch et al. 2010), v 1000 μ l pufru LB01 s přísádkem PVP-40 (20 mg/ml; Doležel & Bartoš 2005). Vzniklá suspenze byla následně přefiltrována přes nylonový filtr, bylo přidáno dalších 500 μ l pufru LB01, 50 μ l RNasy A, typ IIA (o konečné koncentraci 50 μ g/ml) a vzniklá suspenze byla obarvena 50 μ l fluorochromu propidium jodid (PI; o konečné koncentraci 50 μ g/ml). Po obarvení byl vzorek analyzován průtokovým cytometrem a zaznamenáno bylo alespoň 3000 částic. K naměřeným údajům byl přidán dataset z bakalářské práce (Uvírová 2018), kde byly vzorky měřeny na průtokovém cytometru BD Accuri C6 (BD Biosciences, San Jose) s použitím interního standardu sóji

Glycine max 'Polanka' (2C = 2,3 pg; přepočítáno kalibrací se *Solanum pseudocapsicum*). Celkem bylo analyzováno 373 jedinců z 38 populací (Příloha 1).

3.2.2 Statistické zpracování dat

Rozdíly v 1C hodnotě byly mezi taxony testovány pomocí neparametrického Kruskal–Wallisova testu. V případě signifikantního výsledku bylo provedeno mnohonásobné porovnávání pomocí Tukey-Kramerova testu na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Boxploty byly sestaveny v programu NCSS 9 (Hintze 2013).

Mapa rozšíření jednotlivých populací byla zkonstruována v programu QGIS 3.10 (QGIS Development Team 2020).

3.3 Morfometrická analýza

Morfometrická analýza *Glechoma hederacea* agg. byla celkem provedena na 404 jedincích z 31 populací (Příloha 1). U jedinců bylo zaznamenáno pohlaví (samice, hermafrodit). Výběr znaků vycházel z bakalářské práce (Uvírová 2018). Celkem bylo měřeno 14 vegetativních a generativních znaků: délka a šířka čepele, délka řapíku, délka internodia nad a pod nejhořejším párem listů, délka koruny, délka korunní trubky, šířka korunního pysku, délka květní stopky, délka kalicha, délka kališní trubky, délka a šířka horního kališního cípu a délka nejdelsích chlupů ve střední části lodyhy (tab. 1). Vegetativní znaky na listech byly měřeny ve dvou opakováních (2 listy), délka chlupů ve třech opakováních (3 chlupy) a generativní znaky taktéž ve třech opakováních (3 květy). Všechny znaky byly měřeny pomocí digitálního posuvného měřítka, kromě znaků na kališích, délky květních stopek a délky chlupů, které byly měřeny prostřednictvím binokulární lupy s okulárovým měřítkem. Z vybraných morfologických znaků byly vypočítány poměry šířky a délky listové čepele, délky řapíku a internodia nad nejhořejším párem listů, délky kališního cípu a kališní trubky, délky koruny a kalicha a délky kališní trubky a kalicha (tab. 2).

3.3.1 Statistické zpracování

Morfologické znaky byly v podobě matice zapsány do tabulky programu MS Excel a pro následné analýzy byly dle pohlaví rozděleny do dvou samostatných matic (samice a hermafrodit). Znaky, které byly měřeny ve více opakováních, byly zprůměrovány. Získaná data byla následně hodnocena v programu NCSS 9 (Hintze 2013) a pomocí balíku MorphoTools (Koutecký 2015) ve statistickém prostředí R (RStudio Team 2020). Vše kromě

testování rozdílů mezi jednotlivými taxony (Kruskal-Wallisův test), mnohonásobného porovnání (Tukey-Kramerův test) a sestrojení boxplotů bylo provedeno v R.

Tabulka 1 – Přehled vegetativních a generativních znaků použitých v morfometrické analýze a jejich zkratky.

zkratka	znak [mm]
d_list	délka čepele
s_list	šířka čepele
d_rap	délka řapíku
d_internad	délka internodia nad nejhořejším párem listů
d_interpod	délka internodia pod nejhořejším párem listů
d_květstop	délka květní stopky
d_kalich	délka kalicha
d_kaltru	délka kališní trubky
d_kalcip	délka horního kališního cípu
s_kalcip	šířka horního kališního cípu
d_koruny	délka koruny
d_ktrub	délka korunní trubky
s_pysk	šířka korunního pysku
d_chlup	délka nejdelších lodyžních chlupů ve střední části lodyhy

Tabulka 2 – Přehled poměrů použitých v morfometrické analýze, jejich zkratky a výpočty.

zkratka	znak	výpočet
p_s_list_d_list	poměr šířky a délky listové čepele	s_list/d_list
p_rap_internad	poměr délky řapíku a internodia nad nejhořejším párem listů	d_rap/d_rap
p_d_kalcip_d_kaltru	poměr délky kališního cípu a kališní trubky	d_kalcip/d_kaltru
p_d_koruny_d_kalich	poměr délky koruny a kalicha	d_koruny/d_kalich
p_d_kaltru_d_kalich	poměr délky kališní trubky a kalicha	d_kaltru/d_kalich

Pro otestování vzájemné korelace mezi znaky byly vypočítány Pearsonovy korelační koeficienty. Z těchto koeficientů byly vytvořeny korelační matice (viz Přílohy 2 a 3). U nejvíce korelovaných znaků s koeficientem $r \geq 0,95$ došlo k vyřazení jednoho z dvojice znaků. Pro samčí i oboupohlavné rostliny byly z následných analýz vyloučeny znaky šířka čepele a délka korunní trubky.

Vzhledem k absenci znaku nezávislého na morfologii a předpokladu existence smíšených populací pozorovaných v terénu byla pro determinaci taxonů použita klasifikační diskriminační

analýza, na základě, které bylo rozhodnuto, zda jedinec náleží taxonu *Glechoma hederacea*, *G. hirsuta* nebo se jedná o přechodného jedince. Jedinci s intermediární hodnotou znaků (posterior probability 0,4–0,6) byli označeni za přechodné, tedy hybridy (toto označení bude dále v práci používáno pro přechodné jedince). Tento způsob rozdělení jedinců na jednotlivé taxony byl použit v dalších analýzách.

Z matic morfologických znaků byly pro každý znak vypočítány tyto deskriptivní charakteristiky: aritmetický průměr, směrodatná odchylka, medián, minimum a maximum. Rozpětí variability znaků u všech taxonů bylo graficky vyobrazeno pomocí box-plotů a rozdíly mezi jednotlivými taxony (skupinami samic a hermafroditů) byly testovány pomocí neparametrického Kruskal-Wallisova testu. V případě signifikantního výsledku bylo provedeno mnohonásobné porovnávání pomocí Tukey-Kramerova testu na hladině významnosti $\alpha = 0,005$. Rozdíly ve znacích mezi pohlavími v rámci jednotlivých taxonů byly testovány pomocí neparametrického Mann-Whitney U-testu.

Dále byly vypočítány standardizované analýzy hlavních komponent (PCA), kdy byly opět analyzovány 2 matice, a to samičích a oboupohlavných jedinců. Zohledňovány byly první čtyři osy.

Pro shlukovací analýzu byly vypočítány populační průměry, které byly převedeny na OTU (operational taxonomic unit). Testovány byly tři způsoby shlukování a to UPGMA, Wardova metoda a complete linkage. Testovány byly zvláště matice bez hybridů a s hybridy, obojí bylo provedeno jak pro samice, tak pro hermafrodity. Dendrogramy byly sestaveny na základě Euklidovských vzdáleností.

3.4 Zpracování fytoocenologických snímků

V rámci terénního výzkumu bylo pro sběr dat použito fytoocenologické snímkování, jež slouží k zápisu vegetace. Na předem vytipovaných nebo náhodně zvolených lokalitách byl vytyčen čtverec o dané rozloze, v případě lesních společenstvech o rozloze 15×15 m (plocha 225 m²), případně 20×20 m (400 m²) a na nelesních stanovištích 4×4 m (16 m²). Ke každému snímku byla zapsána hlavička se základními údaji jako je číslo snímku, datum, velikost a tvar plochy, souřadnice středu plochy, orientace, sklon svahu a pokryvnosti jednotlivých pater (v %). Pokryvnost mechového patra nebyla hodnocena. Následně byl proveden soupis všech druhů a pokryvnosti jednotlivých druhů byly určeny dle klasické sedmičlenné Braun-Blanquetovy stupnice pokryvnosti (Braun-Blanquet 1964). Získané fytoocenologické snímky byly poté přepsány do databáze vytvořené v programu Turboveg for Windows 2.140b (Hennekens

& Schaminée 2001). Celkem byla vytvořena databáze o velikosti 21 fytoecologických snímků z území České a Slovenské republiky (Příloha 4).

3.4.1 Statistické zpracování

Pro další zpracování byla databáze nahrána do programu Juice 7.0 (Tichý 2002). Zde byly jednotlivé snímky vyhodnoceny prostřednictvím expertního systému a za pomoci formálních definic přiřazeny k vegetačním jednotkám (asociacím; Kočí et al. 2003). Použitá nomenklatura syntaxonů odpovídá čtyřdílné monografii Vegetace ČR (Chytrý 2007, 2009, 2011, 2013).

Prostřednictvím modifikované TWINSpan metody (Roleček et al. 2009) byla v programu Juice vypočítána analýza podobnosti jednotlivých snímků a sestaven dendrogram. Dále byla v programu Canoco for Windows verze 5.0 (ter Braak & Šmilauer 2012) vypočítána detrendovaná korespondenční analýza (DCA) s pasivním promítnutím jednotlivých taxonů. Pokryvnosti snímků byly pro analýzu převedeny na ordinální škálu pomocí tzv. van der Maarelovy transformace (van der Maarel 1979). Význam vzácných druhů (tj. vyskytujících se pouze v jednom snímku) byl pro analýzu cíleně snížen. Touto metodou byly zjištěny průvodní druhy jednotlivých taxonů.

Pomocí programu Juice byly ze všech snímků pro jednotlivé taxony vypočítány průměrné Ellenbergovy indikační hodnoty (tj. světlo, teplota, vlhkost, půdní reakce a živiny; Ellenberg et al. 1991) v modifikaci pro českou flóru (Chytrý et al. 2018). Získané hodnoty byly analyzovány jednocestnou analýzou variance v programu NCSS 9 (Hintze 2013), zde pro ně také byly vypočítány deskriptivní statistiky a vytvořeny boxploty.

4 Výsledky

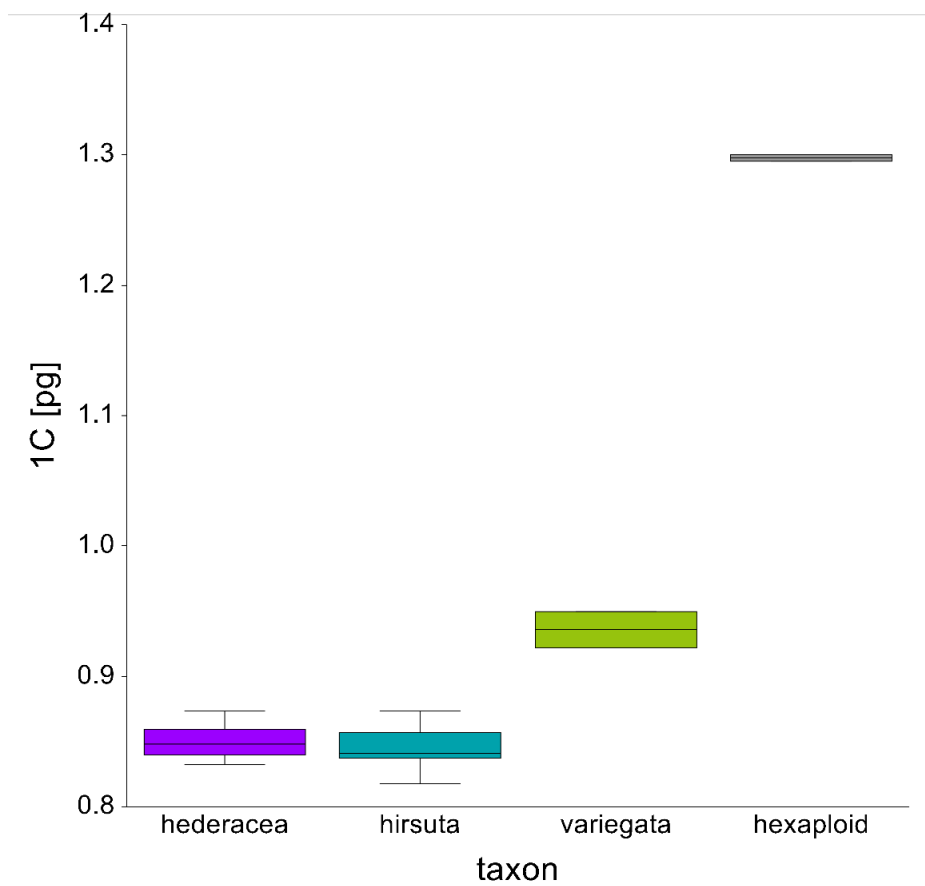
4.1 Cytologická variabilita *G. hederacea* agg.

4.1.1 DNA-ploidní úroveň

V rámci analyzovaného datasetu byly zjištěny dvě DNA-ploidní úrovně, a to DNA-tetraploidní ($2n \sim 36$) a DNA-hexaploidní ($2n \sim 54$). DNA-hexaploidní byla populace z PR Zaječí skok, ostatní populace byly DNA-tetraploidní. (obr. 2, tab. 3). V rámci DNA-tetraploidních jedinců se relativní velikost genomu signifikantně odlišovala pouze u *G. hederacea* 'Variegata', která měla oproti *G. hederacea* a *G. hirsuta* větší relativní velikost genomu. Taxony *G. hederacea* a *G. hirsuta* se významně nelišily (tab. 3). Geografické rozmístění studovaných populací je zobrazeno na obr. 3.

Tabulka 3 – Přehled relativní velikosti genomu u *G. hederacea* (hed), *G. hirsuta* (hir), *G. hederacea* 'Variegata' (var) a hexaploida (hex). U každého taxonu jsou uvedeny aritmetický průměr (μ) a směrodatná odchylka (SD). Hodnoty relativní velikosti genomu jsou uvedeny jako 1C. χ^2 značí hodnotu Kruskal-Wallisova testu porovnání průměrné 1C hodnoty všech taxonů, „odlišné od“ značí výsledek Tukey-Kramerova testu mnohonásobného porovnání na hladině významnosti $\alpha=0.05$.

Znak	<i>G. hederacea</i>		<i>G. hirsuta</i>		<i>G. hederacea</i> 'Variegata'		hexaploid		χ^2	P
	μ	SD	μ	SD	μ	SD	μ	SD		
1C	0,85	0,01	0,85	0,01	0,94	0,02	1,30	0,00	11,33*	0,01
odlišné od	var, hex		var, hex		hed, hir, hex		hed, hir, var			



Obrázek 2 – Relativní velikost genomu (1C) u taxonů *G. hederacea*, *G. hirsuta*, *G. hederacea* 'Variegata' a hexaploida. Tělo box-plotu znázorňuje 25–75 % rozpětí variability, čára uvnitř těla odpovídá mediánu, vousy značí zbytek variability.



Obrázek 3 – Mapa lokalit všech studovaných populací. Populace jsou barevně rozlišeny podle taxonů.

4.2 Morfometrická variabilita *G. hederacea* agg.

4.2.1 Klasifikační diskriminační analýza (CDA)

Výsledky klasifikační diskriminační analýzy ukazují poměrně vysokou úspěšnost v určení jednotlivých taxonů. U samic byla klasifikace celkově úspěšná v 87,6 %, přičemž jedinci *G. hederacea* byli správně určeni v 93,1 %, hexaploidi v 83,3 % a *G. hirsuta* v 77,6 % případů (tab. 4). Úspěšnost klasifikace u hermafroditů byla celkem 89,2 %, z toho u *G. hederacea* byla na 94 % úspěšná a u *G. hirsuta* na 85,7 % úspěšná (tab. 5).

Za hybridy byly označeni jedinci, kteří splňovali kritérium rozmezí posterior probability 0,4–0,6. Pro samice to byli následující jedinci: KRN4, KUR11, OPA13 a UST4. V případě jedinců KRN4 a OPA13 jsem však tuto možnost vyloučila, kvůli absenci *G. hirsuta* v dané oblasti, a považuji ji za statistický artefakt. Jedinci KRN4, JIV14, STR12, STR13, STR14, STR15, OPA 13, 15 a OSL10 byli statistikou z *G. hederacea* klasifikováni jako *G. hirsuta*. Pouze v případě jedince OSL10 souhlasím s klasifikací jako *G. hirsuta*, protože je tento taxon z okolí lokality OSL uváděn, u zbylých jedinců se pravděpodobně jedná o rostliny, které disponovaly určitými abnormalitami v hodnotách znaků a pro další analýzy je i nadále považuji za *G. hederacea*. Hexaploidní jedinec ZAJ2 byl taktéž určen jako *G. hirsuta*, tuto možnost ale vylučuje ploidie jedince. ZAJ1 byl přeurčen z hexaploida na *G. hederacea*, hodnoty statistiky jsou však velmi těsné, jednalo se tedy spíše o méně vyvinutého hexaploidního jedince. Oba jedince tedy pro další analýzy ponechávám v kategorii hexaploid. Z populací v terénu apriori určených jako *G. hirsuta* byli na *G. hederacea* přeurčeni jedinci RIC7, KUR10, KUR11, KUR12, KUR15, UST4, KUR6, STI 5, STI6, STI16, TES8, TES9, TES10. Všechny tyto populace byly v terénu problematicky determinovatelné, pravděpodobně se tedy jedná o smíšené populace. Jedinci *G. hirsuta* KRA3 a UST1 byli statistikou určeni jako hexaploidní taxon, jedná se ale o chybný výsledek, jelikož tyto rostliny byly DNA-tetraploidní.

U hermafroditů byli za hybridy označeni tyto jedinci: KOZ8, OBR1, TES6 a UST14. Jako *G. hirsuta* bylo z *G. hederacea* určeno pět jedinců a to DES7, DES8, OPA5, STR6 a STR8, avšak u jedinců OPA5, STR6 a STR8 se opět jedná o statistikou chybně klasifikované jedince, protože areál rozšíření *G. hirsuta* vylučuje jeho výskyt na lokalitě. Z populací *G. hirsuta* bylo jako *G. hederacea* určeno 16 jedinců: KAR4, KOZ8, KRA16, KRA17, OBR1, OBR12, OBR14, PAL8, SMR8, SMR10, TES4, TES5, TES6, TES7, UST14, UST16, což v tomto případě potvrzuje výskyt smíšených populací.

Výše navržené členění taxonomické příslušnosti jedinců je používáno i v následujících analýzách.

Tabulka 4 – Úspěšnost klasifikace pro samice *G. hederacea*, *G. hirsuta* a hexaploida.

Taxon	<i>G. hederacea</i>	<i>G. hirsuta</i>	hexaploid	Počet jedinců	Úspěšnost klasifikace (%)
<i>G. hederacea</i>	121	9	0	130	93,1
<i>G. hirsuta</i>	13	52	2	67	77,6
hexaploid	1	1	10	12	83,3
Celkem	135	62	12	209	87,6

Tabulka 5 – Úspěšnost klasifikace pro hermafrodity *G. hederacea* a *G. hirsuta*.

Taxon	<i>G. hederacea</i>	<i>G. hirsuta</i>	Počet jedinců	Úspěšnost klasifikace (%)
<i>G. hederacea</i>	78	5	83	94
<i>G. hirsuta</i>	16	96	112	85,7
Celkem	94	101	195	89,2

4.2.2 Deskriptivní charakteristiky

Výsledky deskriptivních charakteristik jsou znázorněny v tabulkách 6 a 7. Variabilita taxonů v analyzovaných znacích je graficky vyobrazena pomocí box-plotů (obr. 4–7).

Tabulka 6 – Přehled měřených znaků (pro zkratky znaků viz tab. 1 a 2) a poměrů pro samice *G. hederacea* (hed), *G. hirsuta* (hir), hybridů (hyb) a hexaploida (hex). U jednotlivých taxonů jsou uvedeny charakteristiky těchto znaků: aritmetický průměr (μ), směrodatná odchylka (SD), medián (Me), minimum (min.) a maximum (max.). Hodnoty měření jsou uvedeny v mm. „odlišné od“ značí výsledek Tukey-Kramerova testu na hladině významnosti $\alpha=0,005$.

Znak	<i>G. hederacea</i>					<i>G. hirsuta</i>					Hybrid					Hexaploid				
	μ	SD	Me	min	max	μ	SD	Me	min	max	μ	SD	Me	min	max	μ	SD	Me	min	max
d_list	13,15	4,86	12,00	4,50	27,70	14,56	5,40	13,30	6,60	32,40	12,65	2,67	13,00	9,30	15,30	15,87	4,49	14,45	10,10	24,00
odlišné od	-					-					-					-				
s_list	18,22	5,55	17,00	6,40	33,80	20,83	6,79	20,00	10,30	44,60	18,20	5,24	18,80	11,60	23,60	22,73	5,75	20,80	16,40	34,60
odlišné od	hir					hed					-					-				
p_s_list_d_list	1,42	0,15	1,40	1,00	1,90	1,46	0,18	1,40	1,20	2,00	1,43	0,10	1,45	1,30	1,50	1,43	0,12	1,40	1,30	1,70
odlišné od	-					-					-					-				
d_rap	23,57	12,12	22,10	2,90	67,20	26,05	11,68	21,65	9,30	57,40	24,48	12,14	25,70	10,90	35,60	22,65	7,51	20,60	14,20	37,40
odlišné od	-					-					-					-				
d_internad	41,25	22,48	36,80	6,30	105,60	41,39	13,71	40,55	17,60	73,00	48,78	26,39	42,05	27,50	83,50	31,41	11,83	31,15	10,80	49,00
odlišné od	-					-					-					-				
d_interpod	32,03	18,36	28,20	7,20	104,40	30,64	13,52	27,75	10,00	70,10	24,43	16,70	17,40	13,90	49,00	28,65	12,94	27,45	15,90	62,10
odlišné od	-					-					-					-				
p_rap_internad	0,68	0,46	0,60	0,20	3,90	0,65	0,23	0,60	0,30	1,30	0,60	0,43	0,50	0,20	1,20	0,82	0,37	0,70	0,40	1,50
odlišné od	-					-					-					-				
d_květstop	1,71	0,38	1,60	1,10	2,90	2,13	0,48	2,20	1,30	3,00	1,65	0,25	1,70	1,30	1,90	2,16	0,41	2,10	1,40	3,20
odlišné od	hir, hex					hed					-					hed				
d_kalich	6,14	0,67	6,10	4,50	8,00	6,98	0,65	7,00	5,20	8,30	5,85	0,75	5,80	5,00	6,80	7,23	0,44	7,35	6,40	8,00
odlišné od	hir, hex					hed, hyb					hir, hex					hed, hyb				

Tabulka 6 – Pokračování.

Znak	<i>G. hederacea</i>					<i>G. hirsuta</i>					Hybrid					Hexaploid				
	μ	SD	Me	min	max	μ	SD	Me	min	max	μ	SD	Me	min	max	μ	SD	Me	min	max
d_kaltru	4,38	0,49	4,40	3,20	5,80	4,51	0,60	4,60	2,80	5,80	3,83	0,67	3,55	3,40	4,80	4,92	0,42	5,00	3,90	5,50
odlišné od	hex					-					hex					hed, hyb				
d_kalcip	1,77	0,35	1,70	1,10	2,80	2,48	0,55	2,40	1,20	3,80	2,00	0,47	1,95	1,50	2,60	2,30	0,20	2,35	2,00	2,60
odlišné od	hir, hex					hed					-					hed				
s_kalcip	0,95	0,16	0,90	0,60	1,50	0,93	0,15	0,90	0,60	1,40	0,75	0,19	0,80	0,50	0,90	1,28	0,14	1,30	1,00	1,50
odlišné od	hex					hex					hex					hed, hir, hyb				
p_d_kalcip d_kaltru	0,41	0,09	0,40	0,20	0,70	0,57	0,19	0,50	0,20	1,20	0,53	0,19	0,45	0,40	0,80	0,48	0,06	0,50	0,40	0,60
odlišné od	hir					hed					-					-				
d_koruny	10,15	1,24	9,90	6,30	13,60	11,05	1,53	11,15	7,70	14,40	10,90	2,04	10,50	9,00	13,60	15,24	1,20	15,25	12,30	16,70
odlišné od	hir, hex					hed, hex					hex					hed, hir, hyb				
p_d_korun y_d_kalich	1,66	0,19	1,70	1,30	2,50	1,60	0,25	1,60	1,10	2,30	1,88	0,29	1,75	1,70	2,30	2,10	0,12	2,10	1,90	2,30
odlišné od	hex					hyb, hex					hir					hed, hir				
d_ktrub	7,50	0,96	7,30	4,50	9,90	8,29	1,23	8,25	5,70	11,20	8,00	1,66	7,45	6,70	10,40	11,39	0,68	11,40	9,80	12,50
odlišné od	hir, hex					hed, hex					hex					hed, hir, hyb				
p_d_kaltru d_kalich	0,71	0,05	0,70	0,60	0,80	0,64	0,07	0,70	0,50	0,80	0,68	0,05	0,70	0,60	0,70	0,68	0,04	0,70	0,60	0,70
odlišné od	hir					hed					-					-				
s_pysk	7,18	0,95	7,20	5,00	10,40	7,25	1,18	6,90	4,80	10,70	7,20	1,56	7,15	5,80	8,70	10,13	0,97	10,10	8,30	11,50
odlišné od	hex					hex					hex					hed, hir, hyb				
d_chlup	0,39	0,22	0,40	0,00	1,16	1,13	0,26	1,15	0,50	1,79	0,73	0,28	0,68	0,50	1,06	1,17	0,37	1,17	0,15	1,53
odlišné od	hir, hyb, hex					hed, hyb					hed, hir, hex					hed, hyb				

Tabulka 7 – Přehled měřených znaků a poměrů (pro zkratky znaků viz tab. 1 a 2) pro hermafrodity *G. hederacea* (hed), *G. hirsuta* (hir) a hybridy (hyb). U jednotlivých taxonů jsou uvedeny charakteristiky těchto znaků: aritmetický průměr (μ), směrodatná odchylka (SD), medián (Me), minimum (min.) a maximum (max.). Hodnoty měření jsou uvedeny v mm, „odlišné od“ značí výsledek Tukey-Kramerova testu na hladině významnosti $\alpha=0,005$.

Znak	<i>G. hederacea</i>					<i>G. hirsuta</i>					Hybrid				
	μ	SD	Me	min	max	μ	SD	Me	min	max	μ	SD	Me	min	max
d_list	12,21	4,04	11,85	3,70	23,50	16,36	5,68	15,30	7,90	38,40	16,80	5,35	15,80	12,10	23,50
odlišné od	hir					hed					-				
s_list	17,42	5,37	17,50	5,60	31,30	22,33	7,29	20,70	12,30	51,30	22,23	6,54	21,65	15,40	30,20
odlišné od	hir					hed					-				
p_s_list_d_list	1,45	0,13	1,45	1,10	1,80	1,38	0,16	1,40	0,90	1,80	1,35	0,10	1,30	1,30	1,50
odlišné od	hir					hed					-				
d_rap	20,33	10,45	18,85	1,50	52,00	26,95	11,08	25,00	8,80	56,20	17,83	3,58	16,75	14,80	23,00
odlišné od	hir					hed					-				
d_internad	34,75	16,44	32,85	10,40	78,00	45,00	17,01	45,80	6,80	87,80	37,00	16,17	34,60	20,20	58,60
odlišné od	hir					hed					-				
d_interpod	25,97	13,20	23,10	7,40	77,10	32,79	13,97	30,10	11,70	80,60	28,48	8,88	30,45	16,80	36,20
odlišné od	hir					hed					-				
p_rap_internad	0,67	0,40	0,50	0,10	2,60	0,67	0,35	0,60	0,20	2,20	0,50	0,14	0,45	0,40	0,70
odlišné od	-					-					-				
d_květstop	1,93	0,46	1,90	1,00	3,40	2,40	0,58	2,30	1,30	4,00	1,88	0,24	1,80	1,70	2,20
odlišné od	hir					hed					-				
d_kalich	6,99	0,76	6,90	4,90	9,30	7,37	0,91	7,40	5,30	9,50	7,78	0,90	7,70	6,80	8,90
odlišné od	hir					hed					-				

Tabulka 7 – Pokračování.

Znak	<i>G. hederacea</i>					<i>G. hirsuta</i>					Hybrid				
	μ	SD	Me	min	max	μ	SD	Me	min	max	μ	SD	Me	min	max
d_kaltru	5,00	0,55	5,00	2,90	6,40	4,76	0,67	4,80	3,30	6,40	5,23	0,58	5,15	4,60	6,00
odlišné od	hir					hed					-				
d_kalcip	1,99	0,39	1,90	1,20	2,90	2,61	0,55	2,60	1,50	4,10	2,55	0,57	2,80	1,70	2,90
odlišné od	hir					hed					-				
s_kalcip	1,14	0,15	1,10	0,80	1,60	1,02	0,18	1,00	0,70	1,50	1,08	0,17	1,05	0,90	1,30
odlišné od	hir					hed					-				
p_d_kalcip_d_kaltru	0,40	0,09	0,40	0,20	0,70	0,56	0,16	0,50	0,30	1,30	0,48	0,13	0,50	0,30	0,60
odlišné od	hir					hed					-				
d_koruny	16,11	2,87	15,85	9,40	22,70	16,94	2,13	16,90	12,90	23,40	14,75	4,48	14,25	10,50	20,00
odlišné od	-					-					-				
p_d_koruny_d_kalich	2,31	0,35	2,30	1,20	3,30	2,33	0,39	2,30	1,50	3,20	1,90	0,46	1,90	1,50	2,30
odlišné od	-					-					-				
d_ktrub	12,58	2,37	12,55	7,20	17,60	12,98	1,70	13,00	9,80	19,50	11,38	3,47	11,00	8,10	15,40
odlišné od	-					-					-				
p_d_kaltru_d_kalich	0,72	0,05	0,70	0,60	0,80	0,65	0,07	0,70	0,40	0,80	0,70	0,08	0,70	0,60	0,80
odlišné od	hir					hed					-				
s_pysk	9,92	1,64	9,85	6,30	14,40	10,39	1,37	10,40	7,50	13,80	9,25	1,43	8,90	8,00	11,20
odlišné od															
d_chlup	0,40	0,29	0,35	0,05	1,66	1,06	0,36	1,00	0,31	2,40	0,66	0,17	0,59	0,55	0,91
odlišné od	hir					hed					-				

4.2.3 Srovnání morfologie jednotlivých pohlaví

Pomocí Mann-Whitney U-testu bylo zjištěno, zda gynodioecie hraje roli v rozpětí hodnot znaků na úrovni jednotlivých taxonů. U *G. hederacea* byl prokázán signifikantní rozdíl mezi samicemi a hermafrodity v jedenácti znacích: délka řapíku, délka internodia pod nejhořejším párem listů, délka květní stopky, délka kalicha, délka kališní trubky, délka a šířka horního kališního cípu, délka koruny, délka korunní trubky, šířka korunního pysku a poměr délky koruny a kalicha. Samice a hermafroditi jsou v případě *G. hirsuta* odlišní taktéž jedenácti znaky: délkou čepele, poměrem šířky a délky listové čepele, délkou květní stopky, délkou kalicha, délkou kališní trubky, šířkou horního kališního cípu, délkou koruny, poměrem délky koruny a kalicha, délkou korunní trubky, šířkou korunního pysku a délkou nejdelších lodyžních chlupů ve střední části lodyhy. Hybridi se liší pouze jedním znakem, a to délkou kalicha. Hexaploidi srovnávání nebyli, protože v jejich populaci byly nalezeny pouze samice. Výsledky testu jsou uvedeny v tabulce 8 a graficky znázorněny pomocí box-plotů (obr. 4–7).

Tabulka 8 - Hodnoty Mann-Whitney U-testu pro jednotlivé znaky samic a hermafroditů u taxonů *G. hederacea*, *G. hirsuta* a hybrida. Z hodnota značí hodnotu testu, symbol hvězdičky (*) označuje signifikantní rozdíl v mediánu studovaného znaku mezi znaky samičích a oboupohlavných rostlin *G. hederacea*, *G. hirsuta* a hybrida ($p < 0,05$)

znak	<i>G. hederacea</i>		<i>G. hirsuta</i>		Hybrid	
	Z	P	Z	P	Z	P
délka čepele	-0,8940	0,37	-2,1859*	0,03	-1,0104	0,31
šířka čepele	-0,8115	0,42	-1,2695	0,20	-0,7217	0,47
poměr šířky a délky listové čepele	1,0994	0,27	2,8624*	< 0,01	0,9487	0,34
délka řapíku	-2,0776*	0,04	-0,7311	0,46	0,7217	0,47
délka internodia nad nejhořejším párem listů	-1,8332	0,07	-1,3687	0,17	0,1443	0,89
délka internodia pod nejhořejším párem listů	-2,4637*	< 0,01	-0,7789	0,44	-0,7217	0,47
poměr délky řapíku a internodia nad nejhořejším párem listů	0,0203	0,98	0,4556	0,65	0,1479	1,00
délka květní stopky	4,0637*	< 0,01	-2,4321*	0,02	-0,9290	0,35
délka kalicha	7,9157*	< 0,01	-2,9113*	< 0,01	-2,0329*	0,04
délka kališní trubky	8,1998*	< 0,01	-2,3354*	0,02	-1,8877	0,06
délka horního kališního cípu	4,1295*	< 0,01	-1,6679	0,10	-1,3068	0,19
šířka horního kališního cípu	7,8523*	< 0,01	-3,2970*	< 0,01	-1,9227	0,05
poměr délky kališního cípu a kališní trubky	-0,2046	0,84	-0,0725	0,94	0,1488	1,00
délka koruny	12,2802*	< 0,01	-10,0916*	< 0,01	-1,2990	0,19
poměr délky koruny a kalicha	11,5454*	< 0,01	-9,3304*	< 0,01	0,1498	0,88
délka korunní trubky	12,4192*	< 0,01	-10,0595*	< 0,01	-1,5877	0,11
poměr délky kališní trubky a kalicha	0,5908	0,55	-0,0788	0,94	-0,3333	0,74
šířka korunního pysku	11,0132*	< 0,01	-9,2411*	< 0,01	-1,1616	0,25
délka nejdelších lodyžních chlupů ve střední části lodyhy	-1,1660	0,24	2,2125*	0,03	-0,1452	0,88

4.2.4 Srovnání morfologie jednotlivých taxonů

Pomocí neparametrického Kruskal–Wallisova testu byl zjištěn signifikantní rozdíl mezi samicemi *G. hederacea*, *G. hirsuta*, hexaploidy a hybridy u 13 z 19 znaků (tab. 9). Tato informace je však zkreslená kvůli přítomnosti hexaploidního taxonu v analýze. V případě samic *G. hederacea* a *G. hirsuta* byl signifikantní rozdíl mnohem menší a to v 9 znacích. Samičí rostliny *G. hirsuta* mají ve srovnání s *G. hederacea* širší listové čepele, delší květní stopky, větší kalichy s delšími kališními cípy, větší koruny i korunní trubky a delší chlupy na lodyze. Poměr délky kališního cípu a kališní trubky vyšel také větší, což znamená, že *G. hirsuta* má ve srovnání s délkou kališní trubky delší cípy než *G. hederacea*. Poměr délky kališní trubky a kalicha je naopak u *G. hirsuta* menší, jelikož kališní trubka z celé délky kalicha zabírá menší část.

Hexaploidní taxon se od *G. hederacea*, *G. hirsuta* a hybridů liší čtyřmi unikátními znaky, a to šířkou kališního cípu, délkou koruny, délkou korunní trubky a šířkou korunního pysku. V těchto znacích je hexaploid ze všech taxonů největší. Od *G. hirsuta* se navíc liší větším poměrem délky koruny a kalicha, který říká, že u hexaploida je koruna výrazně delší než kalich. Tímto znakem se také odlišuje od *G. hederacea*. Dále se hexaploid od *G. hederacea* liší delšími květními stopkami a delšími kališními cípy. Většími kalichy, kališními trubkami a delšími lodyžními chlupy se hexaploid odlišuje jak od *G. hederacea*, tak i od hybridu.

Hybridní taxon má oproti *G. hederacea* a *G. hirsuta* intermediární délku chlupů. Je to taktéž jediný znak, kterým se signifikantně liší od *G. hederacea*. Od *G. hirsuta* se dá celkem odlišit třemi znaky, včetně intermediárních chlupů, dále má hybrid oproti *G. hirsuta* kratší kalich a větší poměr délky koruny a kalicha, což znamená že má oproti *G. hirsuta* delší koruny ve srovnání s délkou kalicha.

Mezi skupinami hermafroditů *G. hederacea*, *G. hirsuta* a hybridů je signifikantní rozdíl výrazně větší, byl prokázán ve většině studovaných znaků (14 z 19 znaků). Hybridní jedinci se signifikantně nelišili ani jedním znakem, byly ve všech znacích intermediární. Následující znaky tedy platí pouze pro rozlišení hermafroditů *G. hederacea* a *G. hirsuta*.

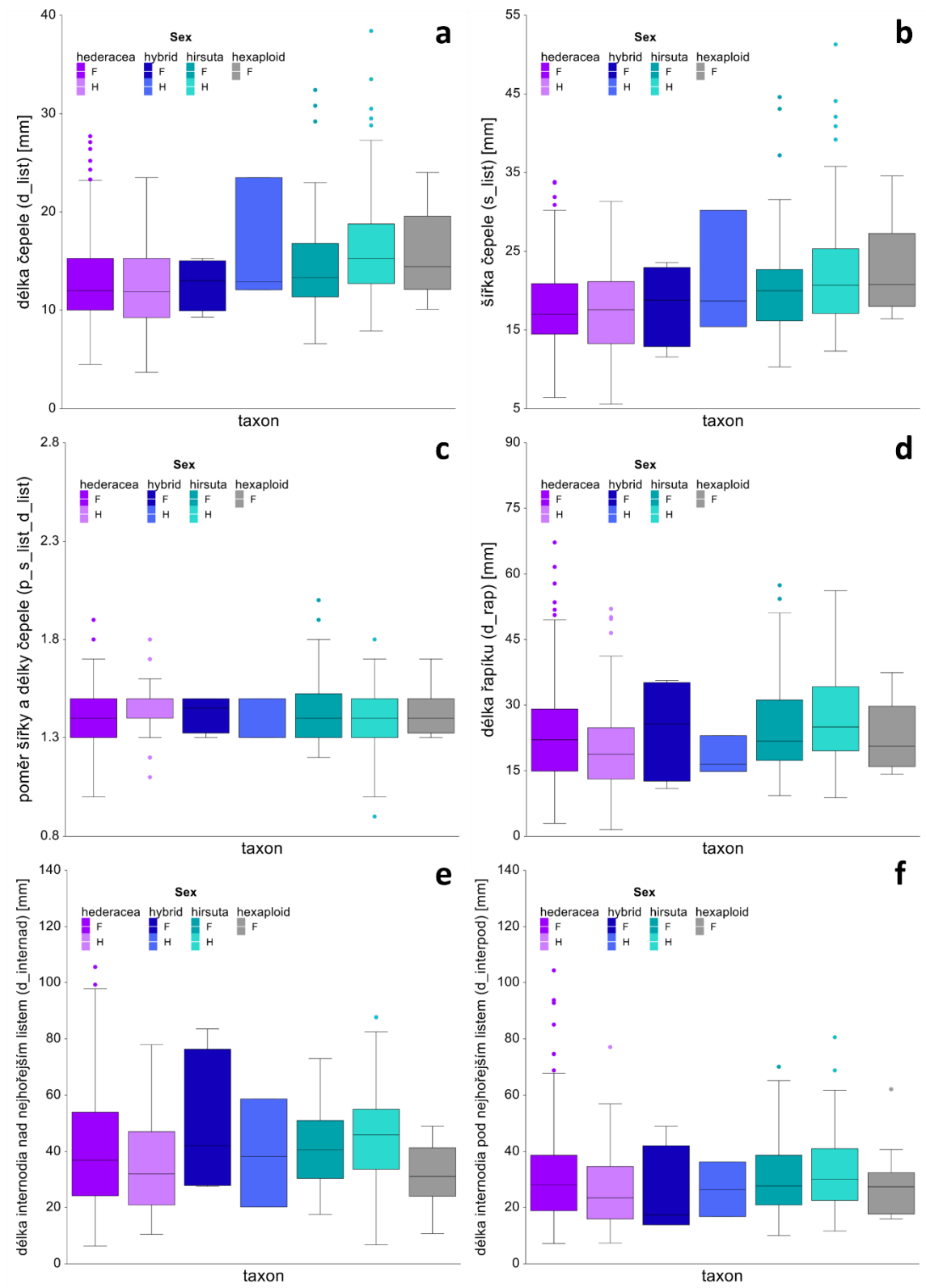
G. hirsuta má oproti *G. hederacea* celkově větší listy, tedy delší a širší listovou čepel i delší řapíky. Poměr šířky a délky listové čepele vyšel větší u *G. hederacea*, což znamená, že oproti *G. hirsuta* má *G. hederacea* výrazněji širší listy v porovnání s délkou. Taktéž obě internodia má *G. hirsuta* delší. V některých generativních znacích je *G. hirsuta* také robustnější. Má delší květní stopky, větší kalichy, tedy i delší kališní trubky, delší kališní cípy, které jsou ale oproti *G. hederacea* užší. Jinými slovy to vysvětluje poměr délky kališního cípu a kališní

trubky, který vyšel u *G. hirsuta* větší. Znamená to, že *G. hirsuta* má delší cípy, které jsou v průměru alespoň z poloviny tak dlouhé jako kališní trubky. S tím koreluje i poměr délky kališní trubky a kalicha, který naopak logicky vyšel větší u *G. hederacea*, kde kališní trubka zabírá velkou část z celkové délky kalicha, tedy, kališní cípy jsou kratší. Znaky na korunách vyšly neprůkazně, kromě šířky korunního pysku, který má *G. hirsuta* v průměru mírně větší. Výrazně se *G. hirsuta* od *G. hederacea* liší také delšími chlupy na lodyze (obr. 4–7).

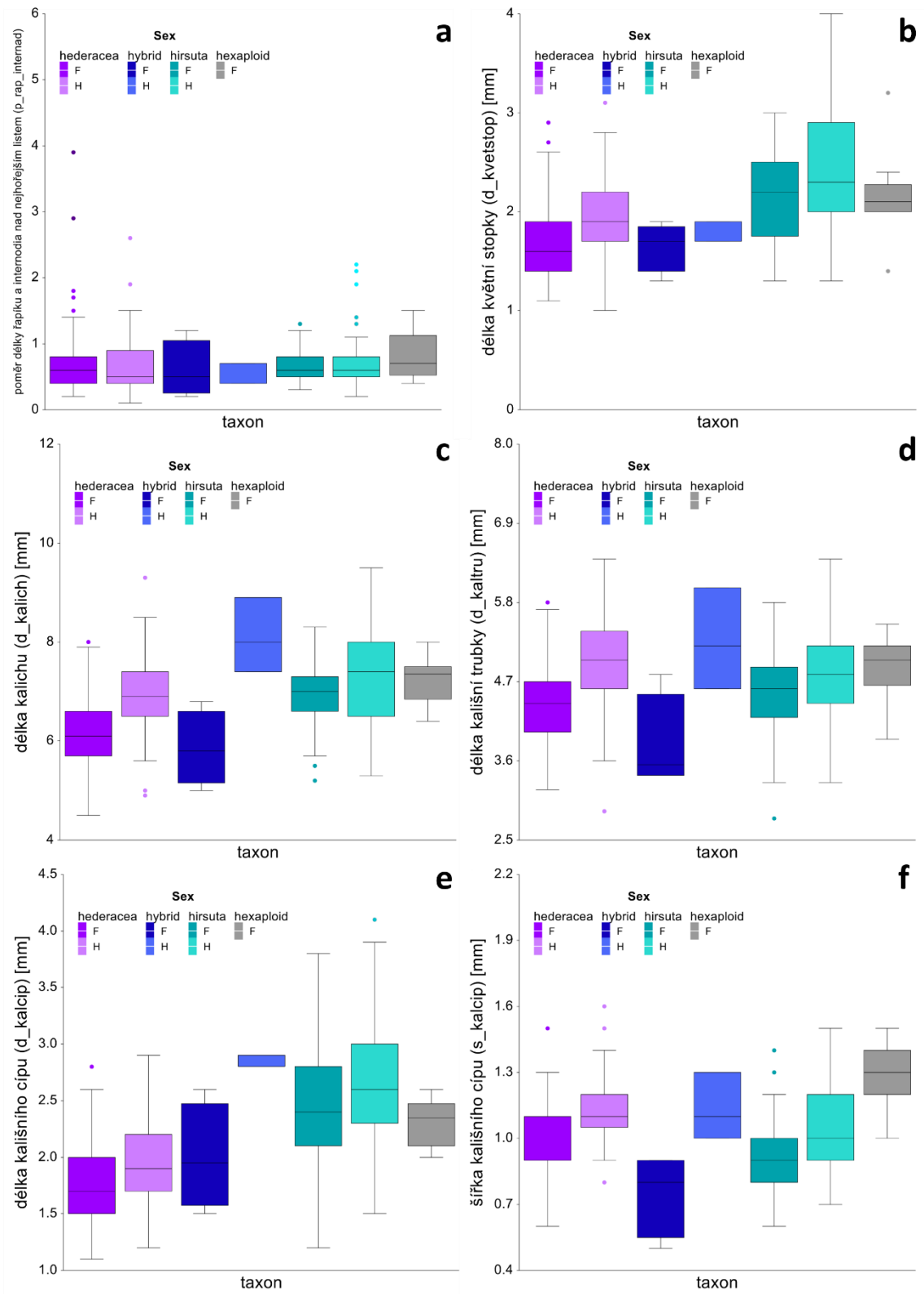
Celkově lze tedy říct, že hermafrodity obou taxonů je možné od sebe odlišit mnohem lépe, než je tomu v případě samičích rostlin. Hexaploidní taxon je ve výsledku také dobře odlišitelný, jelikož je v mnoha znacích robustnější než ostatní taxony a nese jedinečný determinační znak. Výsledky neparametrického Kruskal-Wallisova testu a Tukey-Kramerova testu mnohonásobného porovnávání jsou uvedeny v tabulkách 6, 7 a 9.

Tabulka 9 – Hodnoty Kruskal-Wallisova testu pro jednotlivé znaky samic a hermafroditů. χ^2 značí hodnotu testu, symbol hvězdičky (*) označuje signifikantní rozdíl v mediánu studovaného znaku mezi skupinami samičích a oboupohlavných rostlin *G. hederacea*, hybrida, *G. hirsuta* a hexaploida ($p < 0,05$)

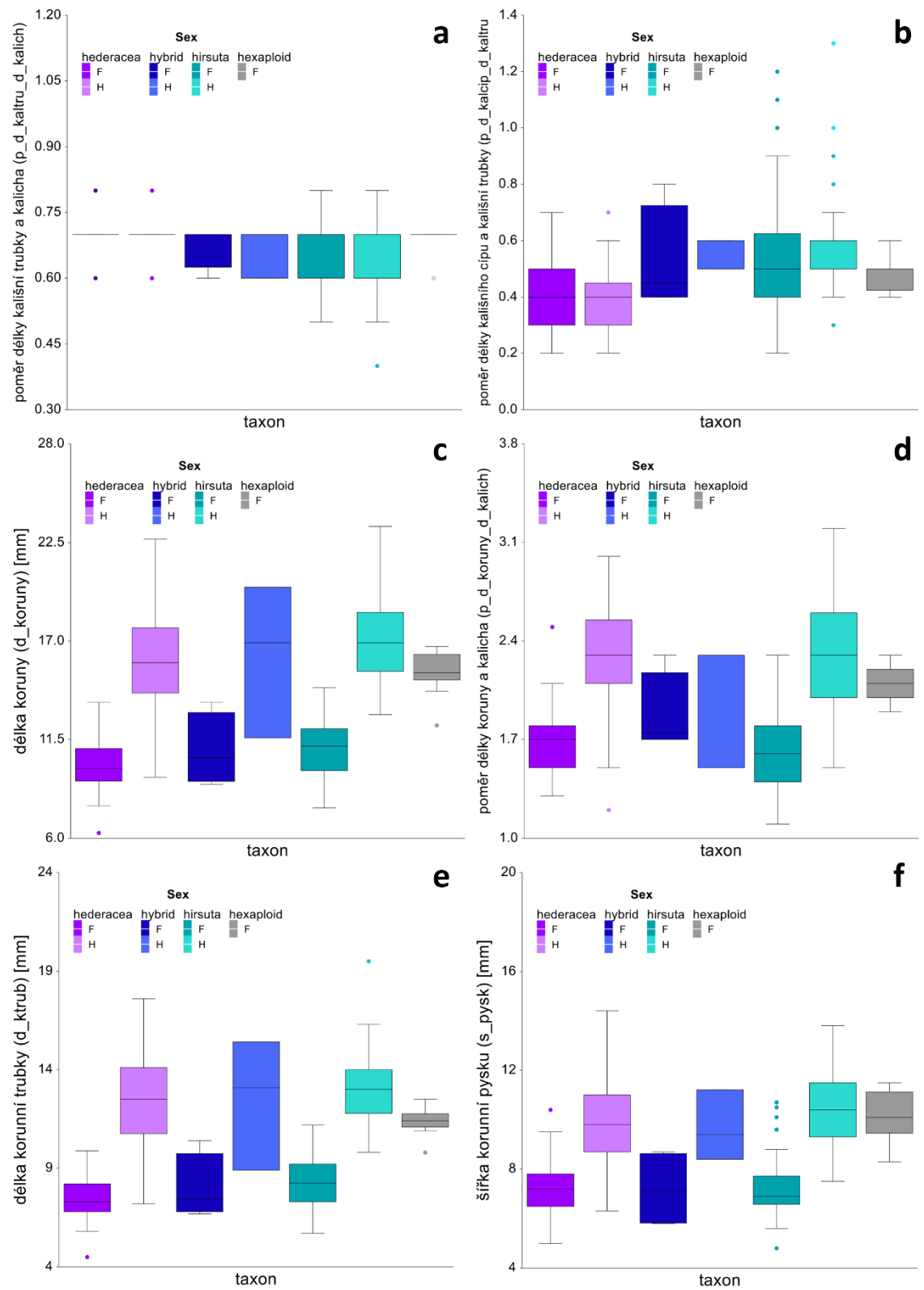
znak	Samice		Hermafroditi	
	χ^2	P	χ^2	P
délka čepele	7,9918	0,05	27,7380*	< 0,01
šířka čepele	11,9773*	0,01	22,8650*	< 0,01
poměr šířky a délky listové čepele	0,5792	0,90	13,2409*	< 0,01
délka řapíku	1,6881	0,64	19,9878*	< 0,01
délka internodia nad nejhořejším párem listů	3,6502	0,30	17,7798*	< 0,01
délka internodia pod nejhořejším párem listů	1,5573	0,67	13,5103*	< 0,01
poměr délky řapíku a internodia nad nejhořejším párem listů	3,9248	0,27	1,2012	0,55
délka květní stopky	35,3317*	< 0,01	32,1098*	< 0,01
délka kalicha	63,5488*	< 0,01	10,6845*	< 0,01
délka kališní trubky	20,1486*	< 0,01	6,5288*	0,04
délka horního kališního cípu	74,6741*	< 0,01	57,3222*	< 0,01
šířka horního kališního cípu	30,2045*	< 0,01	19,9458*	< 0,01
poměr délky kališního cípu a kališní trubky	43,7798*	< 0,01	57,8670*	< 0,01
délka koruny	45,2313*	< 0,01	6,1954	0,05
poměr délky koruny a kalicha	34,7494*	< 0,01	2,7447	0,25
délka korunní trubky	48,2337*	< 0,01	2,6127	0,27
poměr délky kališní trubky a kalicha	30,2406*	< 0,01	41,0003*	< 0,01
šířka korunního pysku	30,6501*	< 0,01	6,2991	0,04
délka nejdelších lodyžních chlupů ve střední části lodyhy	121,3666*	< 0,01	110,1042*	< 0,01



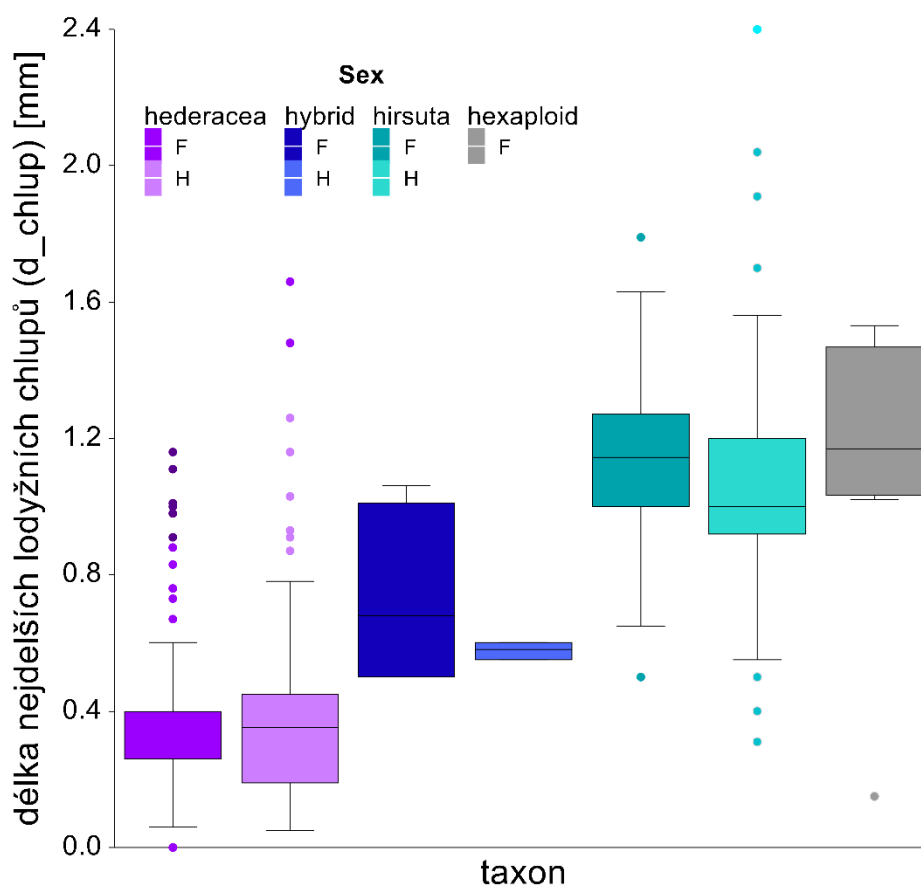
Obrázek 4 – Přehled variability znaků u samic (F) a hermafroditů (H) *G. hederacea*, hybrida, *G. hirsuta* a hexaploida. a) délka čepele, b) šířka čepele, c) poměr šířky a délky čepele, d) délka řapíku, e) délka internodia nad nejhořejším listem, f) délka internodia pod nejhořejším listem. Tělo box-plotu znázorňuje 25–75 % rozpětí variability, čára uvnitř těla odpovídá mediánu, vousy značí zbytek variability a tečky odlehlé hodnoty.



Obrázek 5 – Přehled variability znaků u samic (F) a hermafroditů (H) *G. hederacea*, hybrida, *G. hirsuta* a hexaploida. a) poměr internodia nad nejhorejším listem a řapíku, b) délka květní stopky, c) délka kalichu, d) délka kališní trubky, e) délka horního kališního cípu, f) šířka horního kališního cípu. Tělo box-plotu znázorňuje 25–75 % rozpětí variability, čára uvnitř těla odpovídá mediánu, vousy značí zbytek variability a tečky odlehle hodnoty



Obrázek 6 – Přehled variability znaků u samic (F) a hermafroditů (H) *G. hederacea*, hybrida, *G. hirsuta* a hexaploida. a) poměr délky kalicha a kališní trubky, b) poměr délky cípu a kališní trubky, c) délka koruny, d) poměr délky koruny a kalicha, e) 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 tečky odlehle hodnoty.



Obrázek 7 – Variabilita délky nejdelších lodyžních chlupů pro samičí (F) a oboupohlavné (H) taxony *G. hederacea*, hybrida, *G. hirsuta* a hexaploida. Tělo box-plotu znázorňuje 25–75 % rozpětí variability, čára uvnitř těla odpovídá mediánu, vousy značí zbytek variability a tečky odlehle hodnoty.

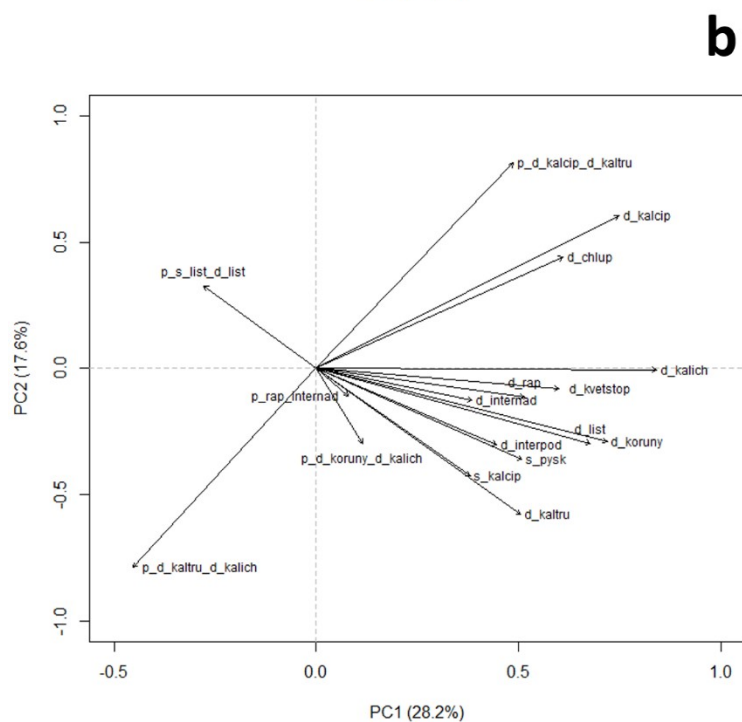
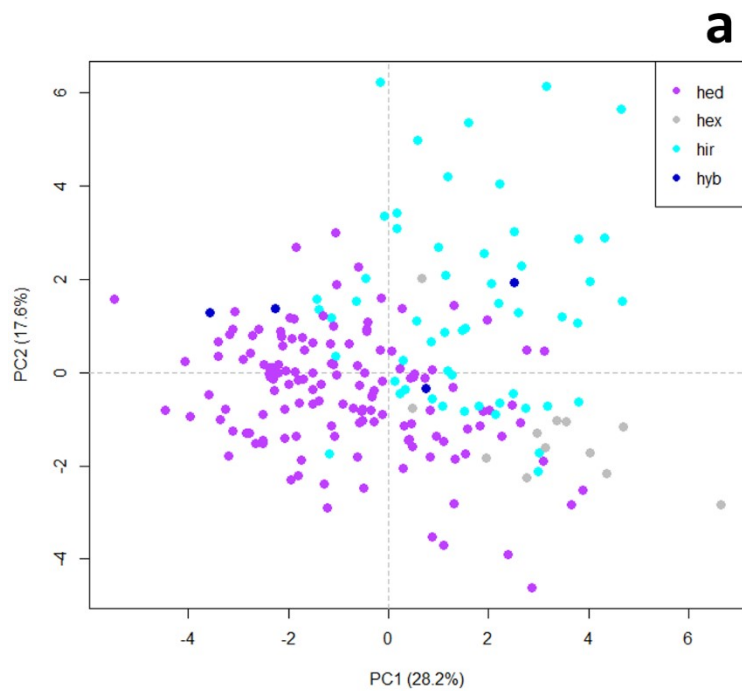
4.2.5 Analýza hlavních komponent (PCA)

PCA byla provedena na všech morfologických znacích, kromě dvou autokorelovaných znaků, které byly z analýzy vyřazeny (viz kapitola Materiál a metody). Obrázek 8 zobrazuje ordinační diagram pro samice a znaky samičích rostlin *G. hederacea*, *G. hirsuta*, hybridy a hexaploidy. PCA zde nedokázala jasně odlišit studované taxony. První osa vysvětluje 28,2 % celkové variability studovaných taxonů a nejvíce s ní korelují znaky délka kalicha, délka květní stopky a délka řapíku. Druhá osa vysvětluje 17,6 % celkové variability a zřetelně s ní nekorelují žádné znaky. Skupiny taxonů *G. hederacea* a *G. hirsuta* analýza nedokázala jednoznačně odlišit, dochází zde k velkému překryvu. Dále analýza ukazuje, že samičí jedinci *G. hirsuta* jsou hodně variabilní v délce chlupů, délce kališních cípů a také v poměru délky kališního cípu a kališní trubky. Hexaploidní taxon analýza také nedokázala jednoznačně odlišit, nicméně populace zde tvoří víceméně jeden shluk, který se od samic *G. hederacea* a *G. hirsuta* odlišuje hlavně délkou

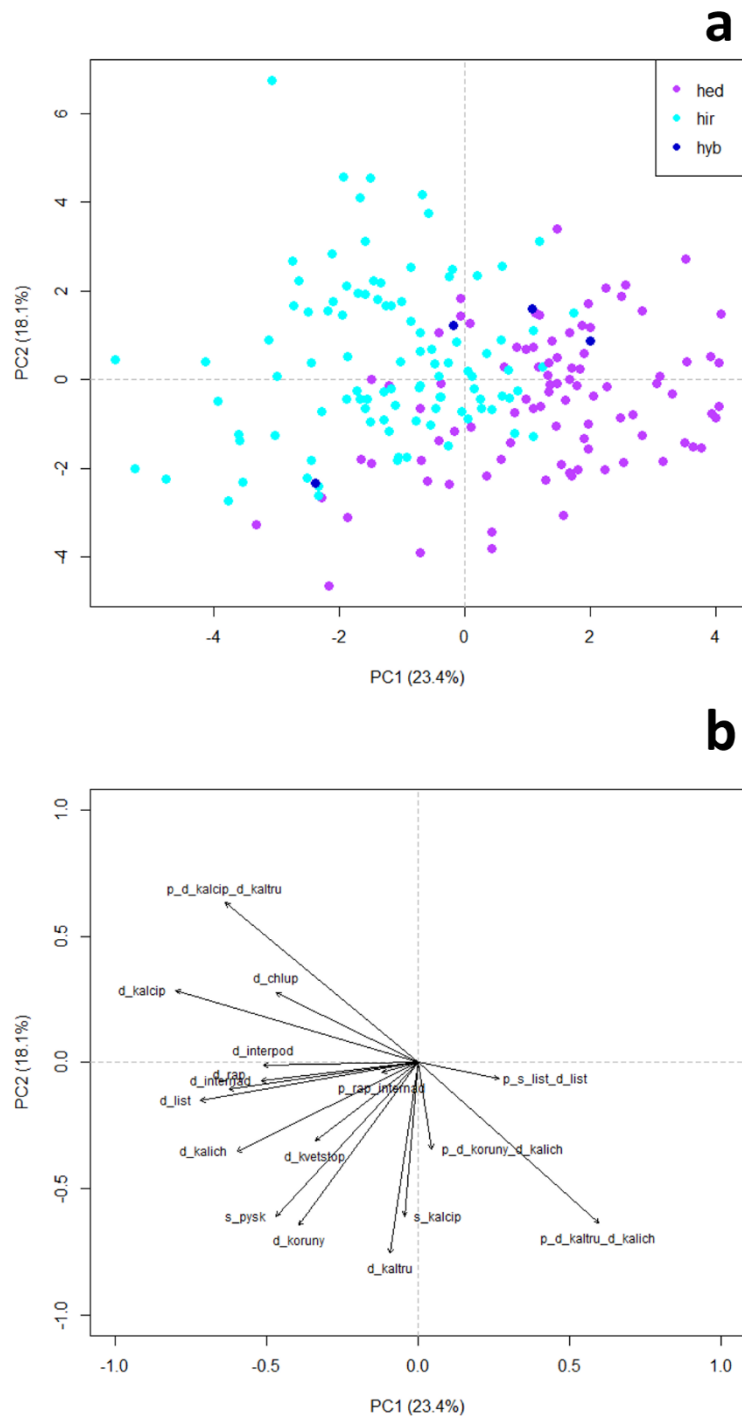
řapíku, délkou čepele, délkou internodia nad i pod nejhořejším listem, délkou koruny a šířkou korunního pysku.

PCA v případě hermafroditů dokázala skupiny taxonů lépe diferencovat (obr. 9), i tak ale dochází k mírnému překryvu obou studovaných taxonů. První osa vysvětluje 23,4 % variability a nejvíce s ní korelují znaky poměr šířky a délky listové čepele, délka internodia nad a pod nejhořejším párem listů a délka řapíku. Druhá pak vysvětluje 18,1 % variability a jsou s ní nejvíce korelovány znaky poměr délky koruny a kalicha, šířka horního kališního cípu a délka kališní trubky. Taxony *G. hederacea* a *G. hirsuta* se od sebe odlišují jak znaky korelujícími s první osou, tak také znaky poměr délky kališní trubky a kalicha, délka horního kališního cípu, délka nejdelších lodyžních chlupů a poměr délky kališního cípu a kališní trubky. Oba taxony jsou variabilní v délce koruny, šířce korunního pysku, délce květní stopky a délce kalicha.

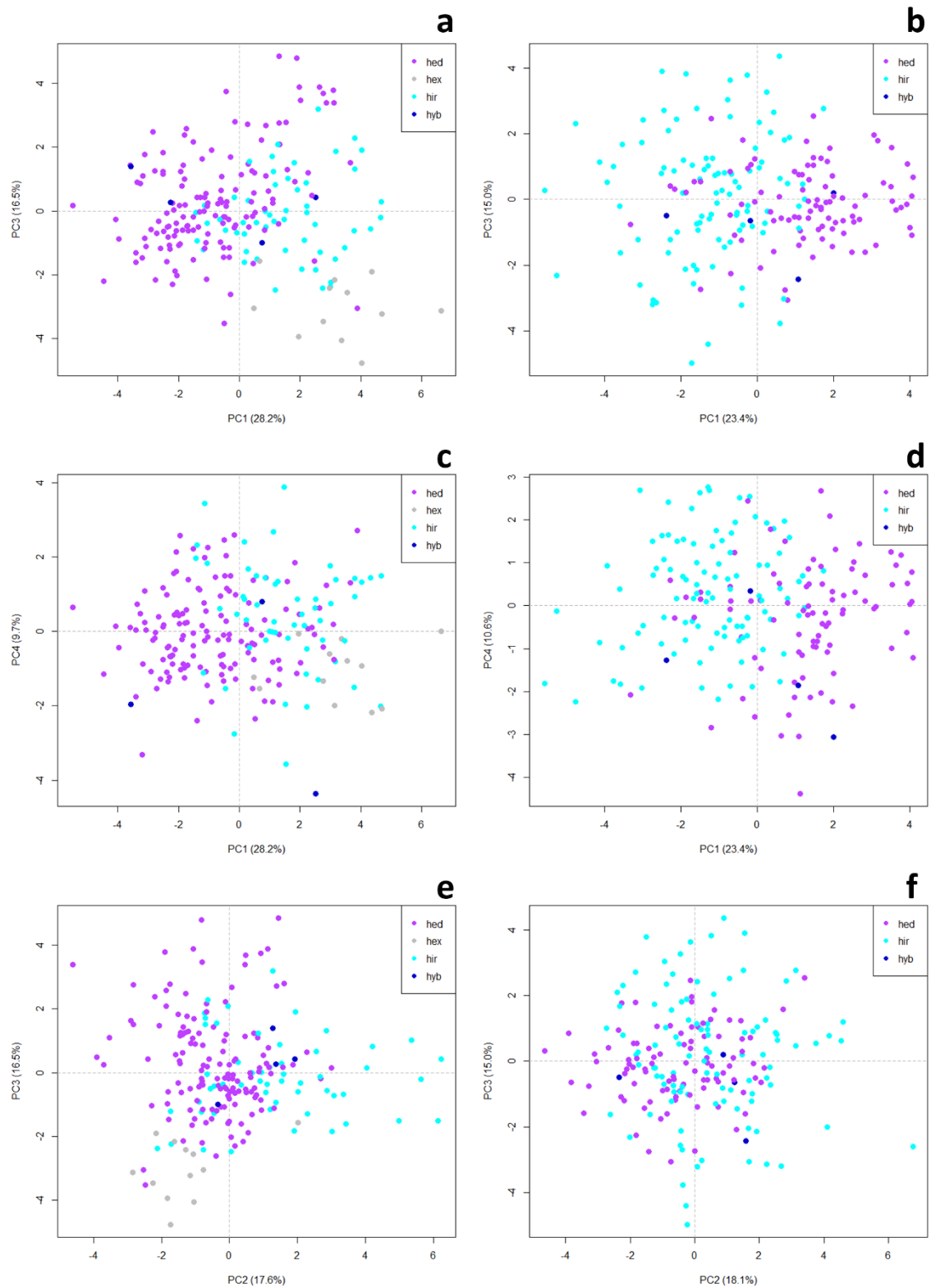
Také další ordinační osy zobrazují poměrně velkou část rozložení variability taxonů (obr. 10). V případě samic třetí osa vysvětluje 16,5 % variability, což je hodnota obdobná variabilitě druhé osy. Při zobrazení první a třetí osy (obr. 10a) analýza samičí taxony *G. hederacea* a *G. hirsuta* taktéž nedokázala jednoznačně odlišit, avšak hexaploidní taxon je od nich v tomto případě mnohem více diferencován. Taktéž u hermafroditů (obr. 10b) třetí osa vykazuje značnou část variability (15 %), ale v kombinaci v s první osou zůstává rozložení obou taxonů víceméně stejné. Čtvrtá osa v případě samic zobrazuje 9,7 % variability (obr. 10c), u hermafroditů 10,6 % (obr. 10d). Zobrazení druhé a třetí osy vysvětluje nejmenší část variability, v těchto případech analýza nedokázala rozlišit skupiny samic (obr. 10e) ani hermafroditů (obr. 10f), dochází k téměř úplnému překryvu.



Obrázek 8 – PCA ordinační diagram pro a) samice *G. hederacea*, *G. hirsuta*, hybridy a hexaploidy, b) pro znaky samičích jedinců (p_d_kalcip_d_kaltru – poměr délky kališního cípu a kališní trubky, d_kalcip – délka horního kališního cípu, d_chlup – délka nejdelších lodyžních chlupů ve střední části lodyhy, d_kalich – délka kalicha, d_květstop – délka květní stopky, d_internad – délka internodia nad nejhořejším párem listů, d_koruny – délka koruny, d_list – délka čepele, d_interpod – délka internodia pod nejhořejším párem listů, s_pysk – šířka korunního pysku, s_kalcip – šířka horního kališního cípu, d_kaltru – délka kališní trubky, p_rap_internad – poměr délky řapíku a internodia nad nejhořejším párem listů, p_d_koruny_d_kalich – poměr délky koruny a kalicha, p_d_kaltru_d_kalich – poměr délky kališní trubky a kalicha a p_s_list_d_list – poměr šířky a délky listové čepele). První dvě osy vysvětlují 45,8 % variability.



Obrázek 9 – PCA ordinační diagram pro a) hermafrodity *G. hederacea*, *G. hirsuta*, hybridy a hexaploidy, b) pro znaky hermafroditních jedinců (p_s_list_d_list – poměr šířky a délky listové čepele, p_d_kaltru_d_kalich – poměr délky kališní trubky a kalicha, p_d_koruny_d_kalich – poměr délky koruny a kalicha, s_kalcip – šířka horního kališního cípu, d_kaltru – délka kališní trubky, d_koruny – délka koruny, s_pysk – šířka korunního pysku, d_kvetslop – délka květní stopky, d_kalich – délka kalicha, p_rap_internad – poměr délky řapíku a internodia nad nejhořejším párem listů, d_list – délka čepele, d_internad – délka internodia nad nejhořejším párem listů, d_rap – délka řapíku, d_interpod – délka internodia pod nejhořejším párem listů, d_kalcip – délka horního kališního cípu, d_chlup – délka nejdelších lodyžních chlupů ve střední části lodyhy, p_d_kalcip_d_kaltru – poměr délky kališního cípu a kališní trubky). První dvě osy vysvětlují 41,5 % variability.

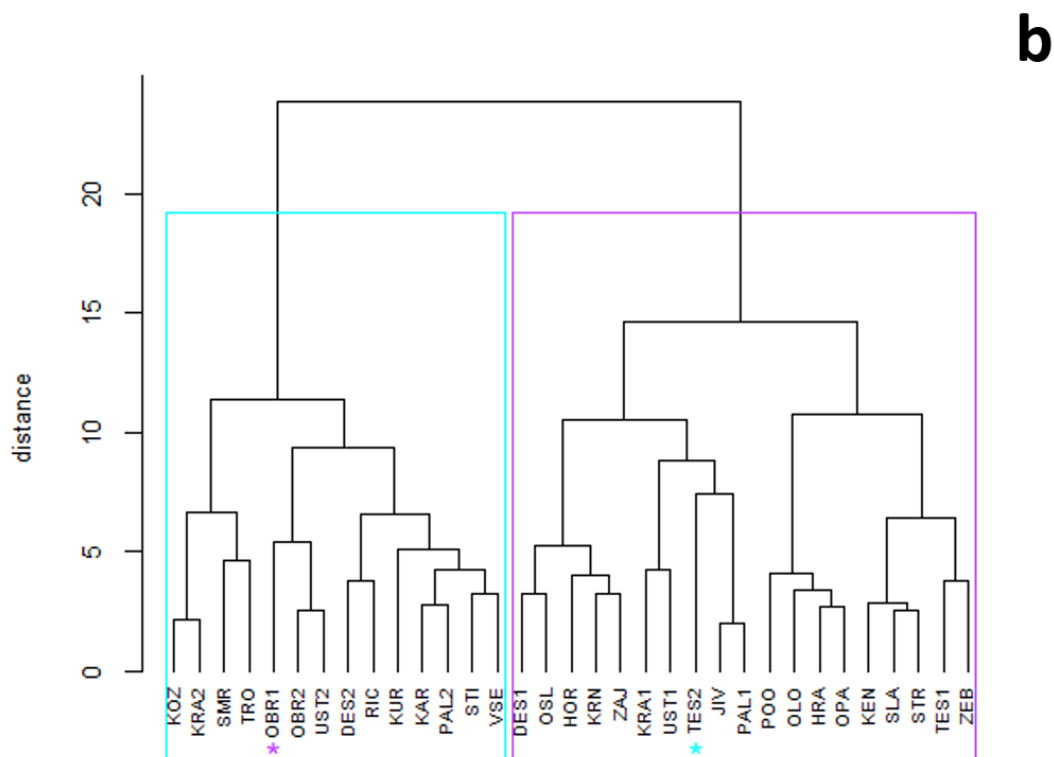
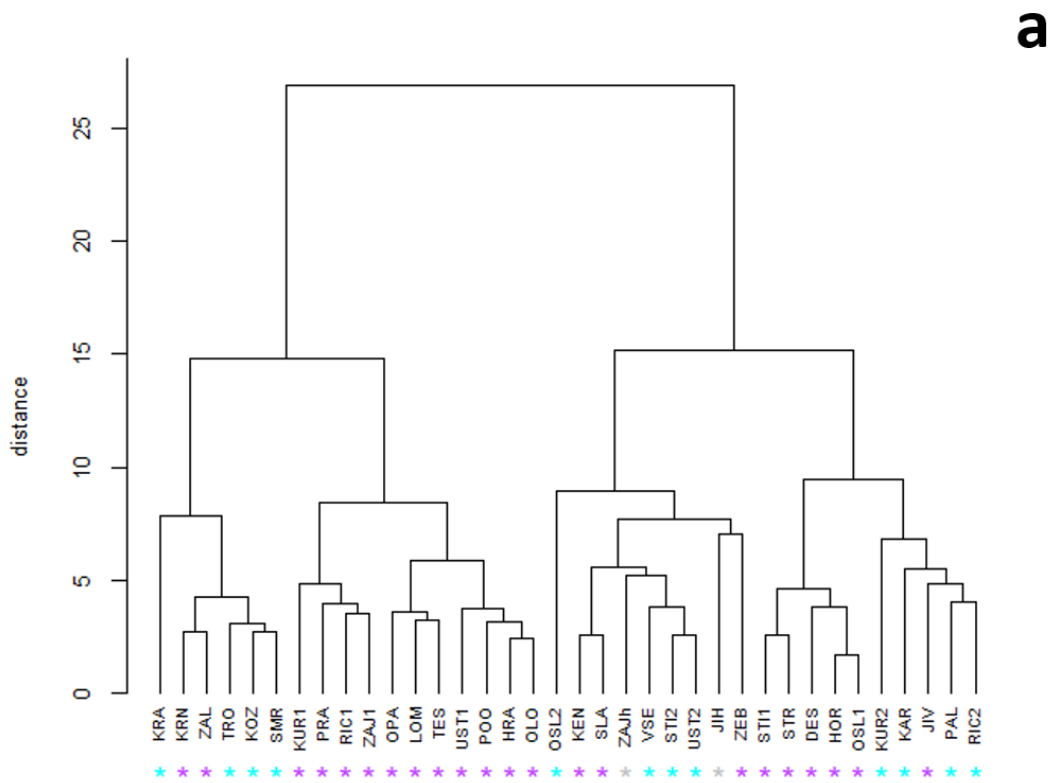


Obrázek 10 – PCA ordinační diagram pro a) samice *G. hederacea* a *G. hirsuta*. První a třetí osa vysvětluje 44,7 % variability. b) hermafrodity *G. hederacea* a *G. hirsuta*. První a třetí osa vysvětluje 38,4 % variability. c) samice *G. hederacea* a *G. hirsuta*. První a čtvrtá osa vysvětluje 37,9 % variability. d) hermafrodity *G. hederacea* a *G. hirsuta*. První a čtvrtá osa vysvětluje 34 % variability. e) samice *G. hederacea* a *G. hirsuta*. Druhá a třetí osa vysvětluje 34,1 % variability. f) hermafrodity *G. hederacea* a *G. hirsuta*. Druhá a třetí osa vysvětluje 33,1 % variability.

4.2.6 Shlukovací analýza

Za nejlepší shlukovací metodu byla zvolena Wardova metoda, která nejlépe ukazovala strukturu v datech a nedocházelo k tzv. řetězení populací (obr. 11).

U samic metoda nedokázala rozlišit jasné skupiny. U hermafroditů metoda dokázala vylišit dvě hlavní skupiny odpovídající dvěma hlavním taxonům (*G. hederacea* a *G. hirsuta*). Pouze dvě populace byly chybně zařazené. V clusteru *G. hirsuta* byl za *G. hederacea* označena část populace OBR, jedná se totiž o smíšenou populaci, která navíc obsahuje jednoho jedince, který v diskriminační analýze vyšel jako intermediární, tedy se pravděpodobně jedná o hybrida. V clusteru pro *G. hederacea* byla za *G. hirsuta* označena část populace TES. Je to podobný případ jako výše, populace je smíšená a taktéž obsahuje jedince označeného za hybridního. Hybridní jedinci byli přítomni celkem ve čtyřech populacích, jelikož se ale vždy jednalo jen o jednoho jedince, tak je analýza nemohla hodnotit jako samostatné populace. Ve skupině pro *G. hirsuta* lze shlukování KOZ, KRA2, SMR, TRO vysvětlit tím, že oproti jiným populacím byla morfometrická analýza provedena již dubnu a rostliny nebyly ještě tolik narostlé. Ve skupině pro *G. hederacea* jsou populace také rozděleny do dvou skupin, kde se pravá skupina se od průměrných populací nalevo rozděluje na podskupinu tvořenou drobnými rostlinami otevřených stanovišť (POO, OLO, HRA, OPA), což jsou populace z louky a městských trávníků, druhou podskupinu tvoří lesní populace, které byly tvořeny výrazně narostlými jedinci převážně z lužních lesů (KEN, SLA, STR, TES1, ZEB).



Obrázek 11 – Dendrogram pro populace a) samičích jedinců *G. hederacea* (fialová barva), *G. hirsuta* (modrá barva) a hexaploidů (šedá barva) b) oboupohlavných jedinců *G. hederacea* (fialová barva), *G. hirsuta* (modrá barva). Hvězdička u oboupohlavných jedinců značí statistikou chybně zařazené populace.

4.3 Fytocenologická vazba jednotlivých taxonů

4.3.1 Vegetační vazba *G. hederacea* agg.

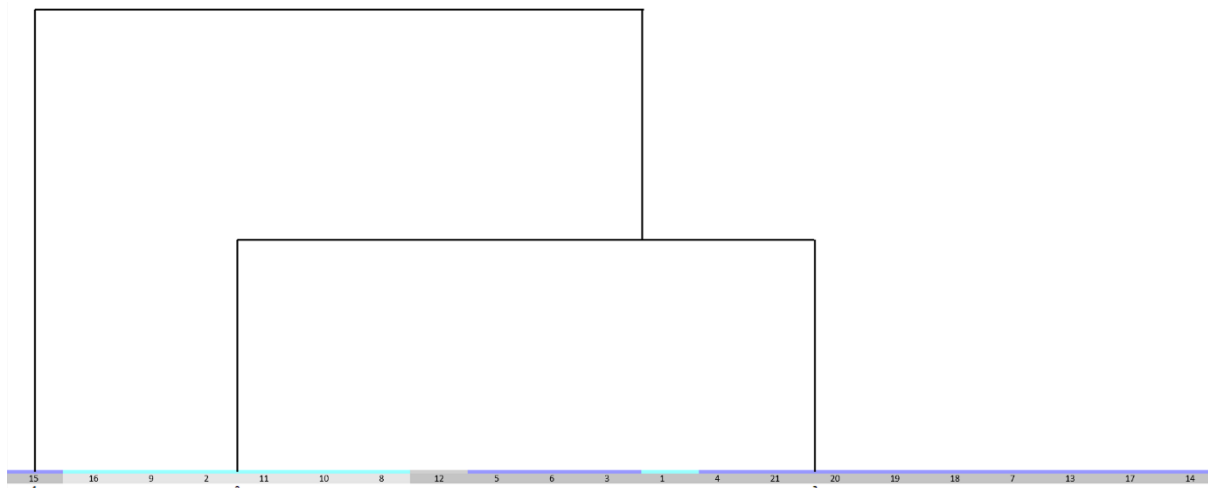
Celkem bylo zpracováno 21 snímků (Příloha 4), z nichž bylo pro *G. hederacea* hodnoceno 13 snímků, pro *G. hirsuta* sedm snímků (v případě DCA byly tyto snímky rozděleny na čtyři snímky pro *G. hirsuta* a tři snímky pro smíšené populace), a pro hexaploidní taxon jeden snímek. Většinu snímků se podařilo klasifikovat, až na snímek č. 3 (Příloha 5).

Glechoma hederacea byla nejčastěji nalezena v údolních jasanovo-olšových luzích a tvrdých luzích nížinných řek svazu *Alnion incanae* Pawłowski et al. 1928, z toho nejčastěji rostla v asociaci *Ficario vernaе-Ulmetum campestris* Knapp ex Medwecka-Kornaš 1952, dále pak *Stellario nemorum-Alnetum glutinosae* Lohmeyer 1957 a *Pruno padi-Fraxinetum excelsioris* Oberdorfer 1953. Své druhé stanovištní optimum má *G. hederacea* na lučních stanovištích, v tomto případě byla nalezena na mezofilní ovsíkové a kostřavové louce svazu *Arrhenatherion elatioris* Luquet 1926, konkrétně v asociaci *Pastinaco sativae-Arrhenatheretum elatioris* Passarge 1964. *Glechoma hirsuta* nejčastěji rostla v květnatých bučinách a jedlinách svazu *Fagion sylvaticae* Luquet 1926 a to v asociacích *Mercuriali perennis-Fagetum sylvaticae* Scamoni 1935 a *Carici pilosae-Fagetum sylvaticae* Oberdorfer 1957. Dále se *G. hirsuta* vyskytovala v dubohabřinách svazu *Carpinion betuli* Issler 1931 (as. *Primulo veris-Carpinetum betuli* Neuhäusl et Neuhäuslová in Neuhäuslová-Novotná 1964 a *Carici pilosae-Carpinetum betuli* Neuhäusl et Neuhäuslová-Novotná 1964) a v suťových a skalních lesích svazu *Tilio platyphylli-Acerion* Klika 1955 (as. *Arunco dioici-Aceretum pseudoplatani* Moor 1952). Hexaploidní taxon rostl izolovaně na břehu řeky v asociaci lískových křovin chladnějších stanovišť (*Senecioni fuchsii-Coryletum avellanae* Passarge 1979) svazu *Sambuco-Salicion capreae* Tüxen et Neumann ex Oberdorfer 1957.

4.3.2 Podobnost snímků *G. hederacea* agg.

Analýza podobnosti jednotlivých snímků dokázala odlišit dvě skupiny odpovídající jednotlivým taxonům. Vzniklý dendrogram tvoří tři jasné shluky, z nichž *G. hirsuta* tvoří jeden a *G. hederacea* dva shluky (obr. 12). Snímky s *G. hederacea* vytvářejí dvě odlišné skupiny. První samostatnou větev dendrogramu tvoří jediný provedený luční snímek s *G. hederacea*. Je tomu tak proto, že se jedná o otevřené stanoviště, které je oproti všem ostatním lesním snímkům ve svém druhovém složení naprosto odlišné. Dále je dendrogram rozvětven na dvě další větve, z nichž jednu tvoří jednotná skupina snímků s *G. hirsuta* a druhou lesní snímky s *G. hederacea*. V řadě snímků s *G. hederacea* je vmezeřen snímek s *G. hirsuta* (populace KUR), což zřejmě

způsobeno neobvyklou skladbou stromového patra v tomto snímku nebo skutečností, že se dle morfometrické analýzy jedná o snímek smíšený, navíc s výskytem hybridního jedince. Snímek zachycující stanoviště hexaploidní populace byl přiřazen do skupiny snímků *G. hederacea*.

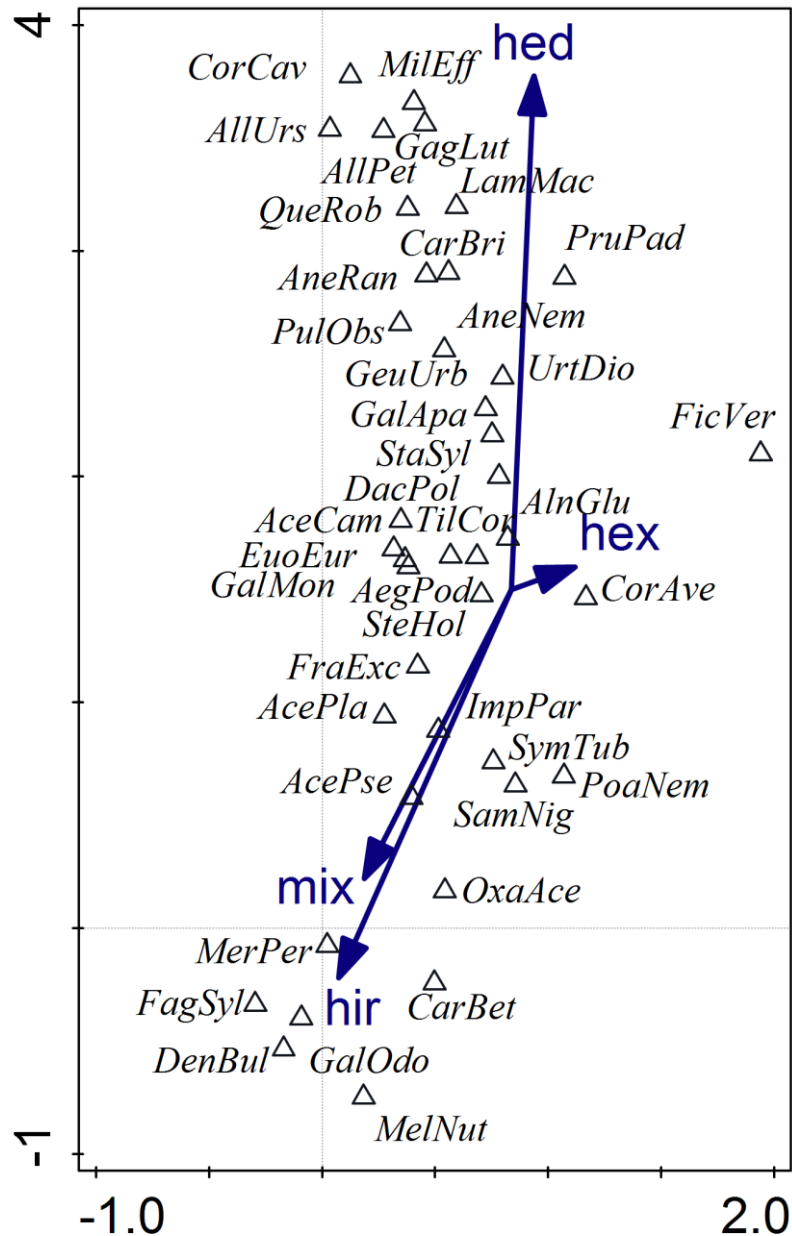


Obrázek 12 – Dendrogram analýzy podobnosti jednotlivých fytoocenologických snímků metodou TWINSPLAN. Snímky s *G. hederacea* jsou značeny fialovou barvou, *G. hirsuta* tyrkysovou a hexaploid šedou barvou.

4.3.3 Průvodní druhy *G. hederacea* agg.

Detrendovaná korespondenční analýza (DCA) byla provedena pro snímky *G. hederacea*, *G. hirsuta*, hexaploida a smíšené populace, jak ukazuje ordinační diagram na obr. 13. DCA zde poukazuje na tři hlavní směry variability. Druhy *G. hederacea* a *G. hirsuta* se diametrálně liší svými průvodními druhy, smíšené populace pak kopírují druhové složení průvodních druhů *G. hirsuta*. Hexaploidní taxon jde třetím odlišným směrem.

Glechoma hederacea je provázena hlavně druhy lužních lesů jako je *Anemone nemorosa* L., *Gagea lutea* (L.) Ker Gawl., *Galium aparine* L., *Geum urbanum* L., *Milium effusum* L., *Stachys sylvatica* L. a *Urtica dioica* L., z keřového a stromového patra pak *Quercus robur* L. a *Prunus padus* L. *Glechoma hirsuta* je naopak provázena především druhy *Fagus sylvatica* L. a *Carpinus betulus* L., bylinami typickými pro bučiny, jako je *Dentaria bulbifera* L. a *Mercurialis perennis* L. nebo dubohabřiny, jako např. *Melica nutans* L. a *Galium odoratum* (L.) Scop. U smíšených populací lze pozorovat mírnou ruderální tendenci. Roli průvodních druhů zde hrají druhy jako *Impatiens parviflora* DC., *Acer pseudoplatanus* L. nebo *Acer platanoides* L. Druhy jako např. *Aegopodium podagraria* L., *Stellaria holostea* L., *Galeobdolon montanum* (Pers.) Rchb., *Euonymus europaeus* L., *Tilia cordata* Mill., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. a *Acer campestre* L. jsou víceméně indiferentní. Hexaploidní taxon je provázen pouze *Corylus avellana* L.



Obrázek 13 – DCA ordinační diagram pro snímky *G. hederacea* (hed), *G. hirsuta* (hir), hexaploida (hex) a smíšené populace (mix). První osa vysvětluje 19,4 % variability, druhá 9,2 % variability. V diagramu je zobrazeno pouze 40 druhů s nejlepším fitem. Pro vysvětlení zkratk taxonů viz Příloha 4.

4.3.4 Stanovištní preference taxonů *G. hederacea* agg. – Ellenbergovy indikační hodnoty

Za pomoci Ellenbergových indikačních hodnot byly nepřímo stanoveny stanovištní preference u studovaných druhů. Deskriptivní statistiky průměrných Ellenbergových indikačních hodnot (tj. světlo, teplota, vlhkost, půdní reakce a živiny) jsou znázorněny v tabulce 11, rozpětí variability hodnot je graficky vyobrazeno pomocí box-plotů (obr. 14). Jednocestná ANOVA u studovaných snímků prokázala signifikantní rozdíl mezi stanovišti druhů *G. hederacea*

a *G. hirsuta* pouze u indikačních hodnot pro světlo a vlhkost (tab. 10). Hexaploid nebyl testován z důvodu jediného provedeného fytoecologického snímku.

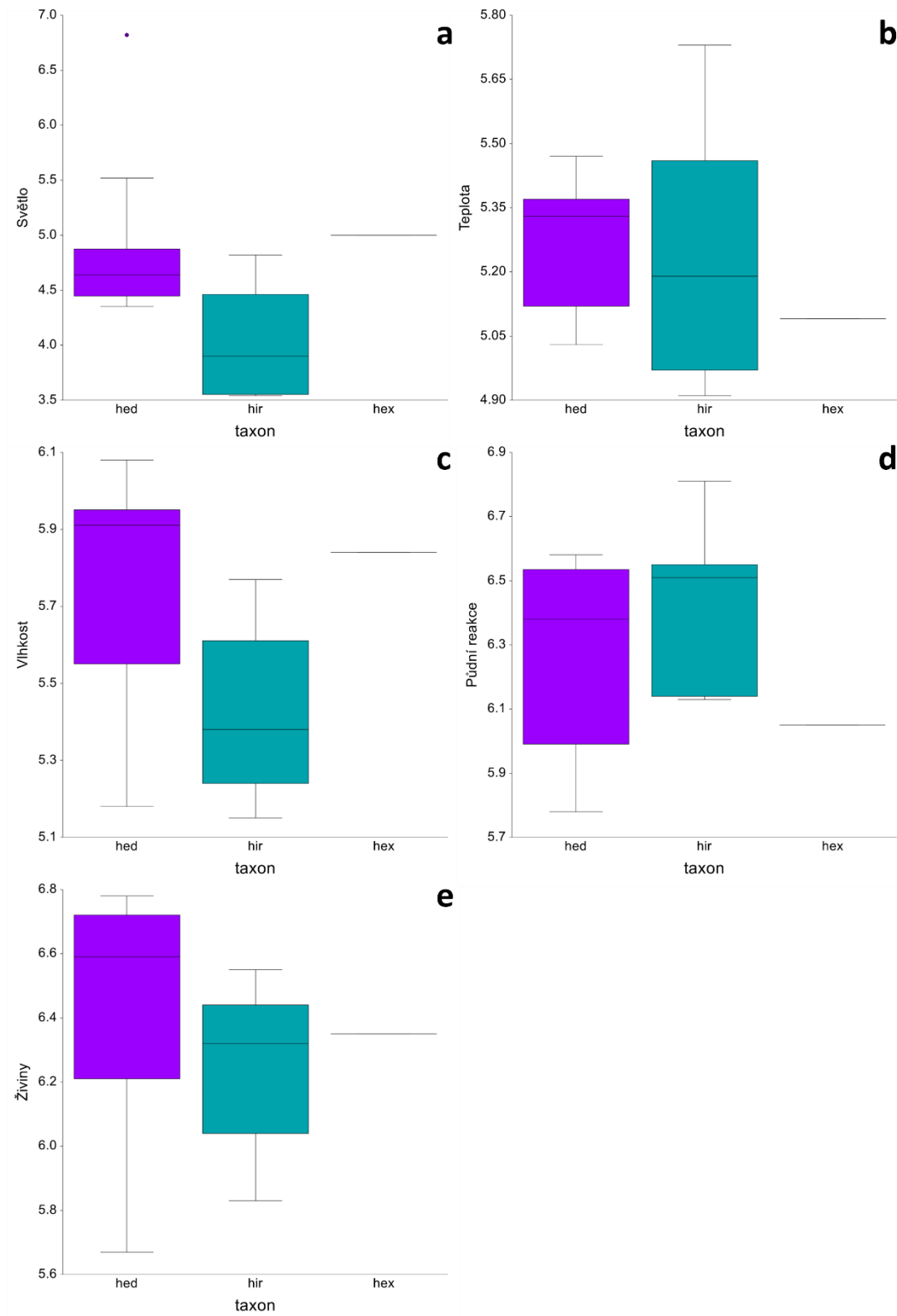
Glechoma hederacea se vyskytuje na přechodu mezi stinnými a polostinnými stanovišti, s větší preferencí k polostinným místům. Druhé optimum nalézá na světlých nelesních stanovištích, které se však podařilo zachytit pouze jediným snímkem a jsou v mém soboru podhodnocená. *Glechoma hirsuta* preferuje stinná místa, nebo přechod mezi stínem a polostínem. Stanoviště jsou oproti *G. hederacea* mírně chladnější, s nižší průměrnou vlhkostí. Oba druhy obývají stanoviště s půdní reakcí na přechodu mezi hodnotami mírně kyselých až bazických substrátů, které jsou živinami bohaté nebo mírně bohaté.

Tabulka 10 – Hodnoty jednocestné analýzy variance pro jednotlivé Ellenbergovy indikační hodnoty. χ^2 značí hodnotu testu, symbol hvězdičky (*) označuje signifikantní rozdíl v mediánu studované hodnoty mezi *G. hederacea* a *G. hirsuta* ($p < 0,05$).

Ellenberg. hodnoty	χ^2	P
Světlo	6.63*	< 0.01
Teplota	0.69	0.41
Vlhkost	6.03*	< 0.01
Půdní reakce	1.06	0.30
Živiny	2.51	0.11

Tabulka 11 – Ellenbergovy indikační hodnoty pro *G. hederacea*, *G. hirsuta* a hexaploida. U jednotlivých taxonů jsou uvedeny charakteristiky těchto znaků: aritmetický průměr (μ), směrodatná odchylka (SD), medián (Me), minimum (min.) a maximum (max.).

Znak	<i>G. hederacea</i>					<i>G. hirsuta</i>					Hexaploid				
	μ	SD	Me	min	max	μ	SD	Me	min	max	μ	SD	Me	min	max
Světlo	4.84	0.67	4.64	4.35	6.82	3.99	0.49	3.90	3.54	4.82	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Teplota	5.28	0.15	5.33	5.03	5.47	5.23	0.29	5.19	4.91	5.73	5.09	5.09	5.09	5.09	5.09
Vlhkost	5.76	0.26	5.91	5.18	6.08	5.43	0.22	5.38	5.15	5.77	5.84	5.84	5.84	5.84	5.84
Půdní reakce	6.27	0.30	6.38	5.78	6.58	6.41	0.26	6.51	6.13	6.81	6.05	6.05	6.05	6.05	6.05
Živiny	6.43	0.38	6.59	5.67	6.78	6.25	0.24	6.32	5.83	6.55	6.35	6.35	6.35	6.35	6.35



Obrázek 14 – Přehled variability jednotlivých Ellenbergových indikačních hodnot: a) světlo, b) teplota, c) vlhkost, d) půdní reakce, e) živiny. Na ose x jsou zobrazeny taxony *G. hederacea* (hed), *G. hirsuta* (hir) a hexaploid (hex). Tělo box-plotu znázorňuje 25–75 % rozpětí variability, čára uvnitř těla odpovídá mediánu, vousy značí zbytek variability a tečky odlehle hodnoty.

5 Diskuze

5.1 Cytologická variabilita *G. hederacea* agg. ve střední Evropě

Pro okruh popence obecného je uváděno několik chromozomových počtů: $2n = 18, 24, 36, 42, 54$ pro *G. hederacea* a $2n = 36$ pro *G. hirsuta*: (Gill 1979, Májovský & Murín 1987, Widén & Widén 2000, Rice et al. 2015). Předpoklad, že by se taxony v rámci rodu mohly lišit svou ploidní úrovní, není v rámci čeledi *Lamiaceae* neobvyklý, viz například případ okruhu *Galeobdolon luteum* Huds., kde jsou taxony mimo jiné rozlišeny dle ploidie, a to na DNA-diploidní a DNA-tetraploidní (Wegmüller 1971). Cytometrický screening provedený v této práci objevil dvě různé ploidní úrovně, tetraploidní ($2n = 36$) a hexaploidní ($2n = 54$). Hexaploidní cytotyp byl však objeven pouze v jediné populaci (blíže bude diskutována později) a všechny ostatní populace *G. hederacea* a *G. hirsuta* byly čistě tetraploidní. Žádnou roli zde nehrála ani poměrně velká geografická vzdálenost jednotlivých populací. Taktéž průměrná 1C hodnota se mezi druhy neliší (průměr 0,85 pg) až na výjimku taxonu *G. hederacea* 'Variegata', který má relativní velikost genomu mírně, ale signifikantně vyšší (průměr 0,94 pg). Pro srovnání, ve studii Jang et al. (2016), která mimo jiné zjišťovala velikosti genomu u *G. hederacea* a *G. hirsuta*, se velikost 1C hodnoty téměř shoduje s hodnotami naměřenými v této práci, jelikož se pohybuje mezi 0,80–0,85 pg.

U asijských druhů *G. grandis* a *G. longituba* je polyploidie na druhové úrovni běžným jevem, jak ukazují studie Iwatsubo et al. (2004) a Miura & Iwatsubo (2010). Na území Japonska jsou u obou druhů nalézáni jedinci tetraploidní, pentaploidní a hexaploidní, avšak ve více než polovině případů převažuje tetraploidní úroveň. Pentaploidní cytotyp se vyskytuje pouze ve společném areálu výskytu tetraploidních a hexaploidních jedinců, což naznačuje, že se jedná o hybrida mezi nimi. Je pravděpodobné, že k něčemu obdobnému může docházet také u evropských taxonů z okruhu *G. hederacea*, což naznačuje britská cytologická studie z roku 1973 (Morton 1973). Cytologická variabilita *G. hederacea* byla zkoumána také u introdukovaných populací na území Kanady. Zde byly objeveny dva cytotypy – diploidní a tetraploidní (Gill 1979). Na území Evropy se touto problematikou zabývalo několik studií. Karyologická analýza Widén & Widén (2000) zjistila, že z téměř stovky jedinců, byla většina opět tetraploidní, až na dva hexaploidní jedince a jednoho jedince s hypopentaploidní aberací ($2n = 42$). Jang et al. (2016) na základě cytometrické analýzy 30 jedinců z Litvy, Polska a Rakouska uvádějí pouze tetraploidní jedince. Tyto skutečnosti nasvědčují tomu, že v rámci *G. hederacea* není polyploidie příliš rozšířená a mimo běžnou tetraploidii jsou ostatní ploidní

úrovně pouze minoritní s roztroušeným náhodným výskytem. Pravděpodobnost zachycení některé z méně běžných ploidii je zřejmě velmi nízká a vyžaduje dostatečný počet vzorků z co největší části areálu. Dosud také není jasné, zda druhy *G. hederacea* a *G. hirsuta* vznikly ze společného diploidního předka. Původ polyploidie u *G. hederacea* se snažili objasnit Widén & Widén (2000) pomocí analýzy izozymů a dospěli k názoru, že jedná o diploidizovaného autotetraploida.

5.2 Morfologie

5.2.1 Vliv gynodioecie na morfologii jednotlivých taxonů

Gynodioecie, neboli pohlavní dimorfismus, kdy jsou jedinci diferencováni na samice a hermafrodity, hraje v určování rodu *Glechoma* významnou roli (Uvířová 2018). Rostliny se samičími a hermafroditními květy se mohou lišit některými morfologickými znaky jako je např. velikost květu, délka čnělky, celková výška a mohou se také lišit rozdílnou dobou kvetení (Chrtek 2000). Widén & Widén (1999) zjistili, že u *G. hederacea* velikost květů koreluje s pohlavím a samice mají oproti hermafroditům celkově menší květy. Korejská studie zabývající se gynodioecií a květním dimorfismem u *G. longituba* potvrdila, že hermafroditi mají oproti samicím delší a širší korunu, delší kalich, delší nitky prašníků a delší čnělku. Nicméně samice mají oproti hermafroditům širší tvrdky (Jang & Hong 2011). Větší velikost plodů a zvýšená tvorba semen je výhodou samic, které díky absenci samčích orgánů nemusí produkovat pyl, a tak mají více zdrojů na tvorbu vajíček a následných plodů (Shykoff et al. 2003). Zhang et al. (2008) u samičích ramet *G. longituba* potvrdili, že produkují větší počet semen o větší hmotnosti než hermafrodité. Widén & Widén (1990) pomocí experimentu zjistili, že samičí klony, které jsou od nejbližších hermafroditů vzdálené přes 200 m již netvoří žádné plody. Po zavedení několika hermafroditů do středu samičího klonu se fruit-set samic pohyboval od 0–100 % a snižoval se s narůstající vzdáleností od pylového zdroje (Widén & Widén 1990). V populaci složené pouze z jednoho pohlaví, jsou tak hermafroditní ramety mnohem více plodné než ramety samičí, jelikož nejsou tolik limitovány pylem (Widén 1992).

V rámci této studie byl vliv gynodioecie na hodnoty morfologických znaků taktéž potvrzen. Samice *G. hederacea* jsou menší v hodnotách všech měřených generativních znaků. Mají kratší květní stopky, menší kalichy i menší koruny. U samic také vyšlo, že mají oproti hermafroditům naopak delší řapíky a delší internodia nad nejhořejším párem listů, to ale považují spíše za statistický artefakt. Rozměry generativních znaků samičích rostlin *G. hirsuta* vycházejí ve srovnání s hermafroditou velmi podobně jako u *G. hederacea*, s výjimkou délky

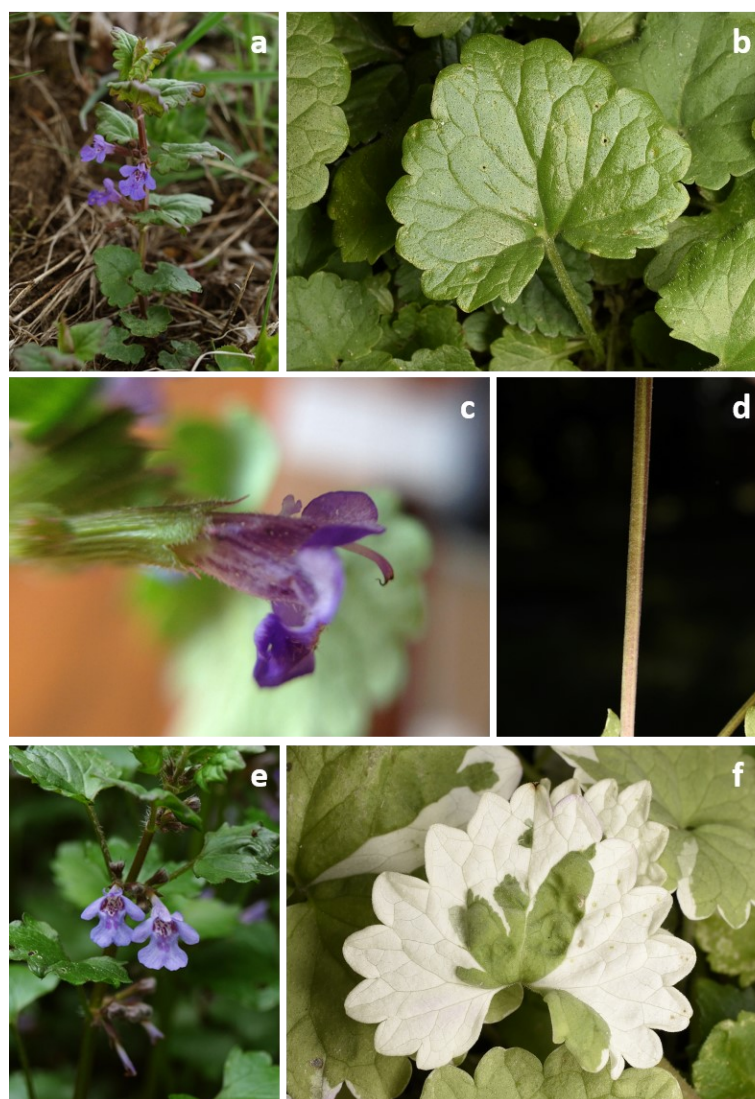
kališních cípů, v které se obě pohlaví překrývají. Jelikož se ale pravděpodobně jedná o charakteristickou vlastnost tohoto taxonu, je příhodné, že se tento znak v závislosti na pohlaví nemění. Samice *G. hirsuta* mají dále oproti hermafroditům větší poměr šířky a délky listové čepele, což znamená, že mají v porovnání s délkou širší čepel, zatímco hermafrodité mají delší čepele. Samičí rostliny jsou oproti hermafroditům pokryté delšími chlupy, což je zajímavé, jelikož tato skutečnost dosud nebyla nikde uváděna. Tento jev byl nicméně pozorován u *G. hederacea*, kde jsou samičí rostliny často alespoň řídce pýřitě chlupaté a oboupohlavné rostliny téměř lysé (Chrtek 2000). Je tedy možné, že se u *G. hirsuta* jedná o analogický jev. Vliv gynodioecie u hybridních jedinců byl prokázán pouze u délky kalicha, samičí rostliny jej mají menší. Pravděpodobně je to dáno tím, že jsou hybridní jedinci v generativních znacích natolik intermediární, že pohlaví na velikost znaku nehraje již takovou roli. Druhá možnost je samozřejmě nízký počet hybridů v analýze, pro robustnější data by jich muselo být změřeno mnohem více.

Otázkou zůstává, zda je pohlaví jedince geneticky fixované nebo se mění v průběhu sezóny, případně života. Změnu pohlaví v průběhu sezóny u *G. longituba* pozorovali Zhang et al. (2008). Ti zjistili, že se pohlaví jednotlivých ramet měnilo v pozdní sezóně kvetení. Ramety, které byly hermafroditní na začátku a v průběhu sezóny, pravděpodobně spotřebovaly část zdrojů, což mělo za následek přechod k úspornějším samičím květům na konci sezóny. Naopak část ramet, které byly v průběhu sezóny samičí, změnila pohlaví na hermafroditní. Předpokládají tak, že změna pohlaví je regulována dostupností zdrojů na konci sezóny (Zhang et al. 2008). Melnikov (2011) pozoroval změnu v poměru pohlaví v průběhu sezóny taktéž u *G. hederacea*. Zjistil, že na začátku sezóny se v populaci tvoří hlavně samičí květy, v druhé fázi naopak převládají květy hermafroditní. Spojuje to s rychlým rozvojem bylinné vegetace, kdy jedinci *G. hederacea* v reakci na zastínění začnou vytvářet větší listy a také velké oboupohlavné květy, aby byly jasně viditelné pro opylovače a zvýšili tak pravděpodobnost opylení (Melnikov 2011). Widén & Widén (1999) pomocí studia izozymů u *G. hederacea* zjistili, že sexuální exprese je specifická pro genotyp, což znamená, že pohlaví genet je pravděpodobně řízeno expresí specifických genů. Ovšem vnější prostředí pravděpodobně taktéž hraje roli, protože různé genotypy vykazovaly rozdílnou míru náchylnosti ke změně pohlaví.

5.2.2 Morfologická variabilita jednotlivých taxonů z okruhu *G. hederacea*

Taxonomický pohled na *Glechoma hederacea* agg. se v mnoha určovacích klíčích a květenách různí. Taxony z tohoto okruhu jsou nejčastěji rozlišovány na druhové úrovni, a to na

G. hederacea a *G. hirsuta* (Kupriyanova 1954, Křísa 1993, Dobrochaeva et al. 1999, Delipavlov & Češmedžiev 2003, Ciocârlan 2009, Chrtek 2019). Ve starší literatuře jsou taxony rozlišovány často také na úrovni poddruhů, a to na tzv. pravou olysálo *G. hederacea*, označovanou ilegitimním jménem subsp. *glabriuscula* (Neilr.) Gams., a na chlupatou subsp. *hirsuta* (Waldst. & Kit.) Gams. (Hegi 1927, Dostál 1950). Někdy je dokonce *G. hirsuta* uváděna pouze na úrovni variety jako *G. hederacea* var. *hirsuta* (Waldst. & Kit.) Baumg. (Turril 1920). Maevskii (2014) nedává *G. hirsuta* téměř žádný taxonomický význam a uvádí jméno jen jako synonymum *G. hederacea*. Větší rostliny, rostoucí v lesích na stinných místech, u kterých v odění převládají dlouhé chlupy označuje jako extrémní formu *G. hederacea*. Druhou formou jsou rostliny otevřených stanovišť, které jsou menší s téměř lysým stonkem a menšími květy.



Obrázek 15 – *Glechoma hederacea*. a) habitus, b) čepel, c) kalich a koruna, d) odění lodyhy, e) hermafroditní květy, f) čepel *G. hederacea* 'Variegata'. © M. Hroneš (a, b, d–f), A. Uvírová (c)

Glechoma hederacea a *G. hirsuta* se mezi sebou v literatuře odlišují řadou morfologických znaků. Za hlavní určovací znaky používané k druhové determinaci jsou považovány tyto: chlupatost lodyhy a listů, tvar čepele, délka květních stopek, délka kalicha, délka a tvar kališních cípů, poměr délky kališních cípů a kališní trubky, barva a délka koruny (obr. 15 a 16; Fernandes 1972, Pignatti 1982, Chrtek 2002, Lafranchis & Sfikas 2009).

Hermafroditní rostliny se na základě výsledků morfologických analýz liší ve většině znaků (tj. *G. hirsuta* má oproti *G. hederacea* delší chlupy, větší listy, delší květní stopky, celkově větší kalichy i kališní cípy a celkově větší koruny). Naměřené hodnoty těchto znaků se pak převážně shodují s hodnotami znaků uváděnými v určovacích klíčích (Kupriyanova 1954, Martinčič 2007, Fischer et al. 2008, Király et al. 2009, Chrtek 2019). Zjištěné hodnoty délky koruny u hermafroditů *G. hirsuta* zcela neodpovídají údajům v literatuře a jsou mírně nižší. Podle určovacích klíčů (Martinčič 2007, Fischer et al. 2008, Király et al. 2009, Chrtek 2019) by se měla délka koruny *G. hirsuta* pohybovat mezi 20–30 mm, ve skutečnosti je však průměrná délka 17 mm, s maximem 23,5 mm. Jelikož byly populace morfometricky analyzovány v průběhu několika let napříč celým vegetačním optimem, tak lze vyloučit vliv vnějších podmínek nebo časnost sezóny na velikost rostlinných orgánů.

Rozdíl ve všech důležitých a často používaných determinačních znacích vyšel průkazný. PCA ordinační diagram ale ukázal, že jsou oba taxony dosti variabilní ve velikosti koruny, délce květních stopek a délce kalicha, díky čemuž dochází k mírnému překryvu obou taxonů.

Klasifikační diskriminační analýza zařadila několik jedinců z jednoznačných populací *G. hederacea* (kde rozšíření taxonu vyloučilo možnost *G. hirsuta*) ke *G. hirsuta*. Většina z nich jsou jedinci s abnormálními znaky (lesní jedinci STR12, 13, 14, 15 a jedinci z městského trávníku OPA13 a OPA15), kteří disponovali nadměrně dlouhými lodyžními chlupy. Jedná se pravděpodobně o stínomilné morfotypy *G. hederacea* nehybridogenního původu, které vyžadují další taxonomický výzkum (Křísa 1993). Jedná se navíc o samice, které jsou oproti ± lysým hermafroditům alespoň řídce pýřitě chlupaté (Chrtek 2000). Tento morfotyp navíc někdy bývá označován jako var. *villosa* Koch (Pancer-Kotejowa 1967, Chrtek 2000, Király et al. 2009). Častější by měly být v submontánním až montánním stupni Karpat (Pancer-Kotejowa 1967, Křísa 1993).

Samice jsou na určování mnohem víc komplikované a lze je tedy mnohem hůře odlišit než v případě hermafroditů, kde určování funguje lépe, protože tyto jedinci mají vyvinutou celou znakovou sadu (Plack 1957, Delph et al. 1996). Výjimkou jsou hexaploidní rostliny, které se liší nadměrnou velikostí v některých znacích, jako je např. šířka kališního cípu nebo na samičí poměry obrovskými korunami (viz dále). Další výjimkou mohou být samičí jedinci, kteří jsou

dostatečně vyvinutí v některých nápadných znacích jako je např. délka kališních cípů nebo délka chlupů. Mnohdy ale ani tyto znaky nemusí stačit ke spolehlivému určení bez bližší morfometrické analýzy, především v případech smíšených populací s možným výskytem hybridů, kteří jsou ve většině znaků přechodní nebo bližší samicím. Určování samicích jedinců na území společného výskytu obou druhů zůstává i nadále poměrně složité.

Znaky, kterými se v klíčích rozlišují taxony *G. hederacea* a *G. hirsuta* se tak v případě samic dají použít jen omezeně. Z provedených analýz vyplývá, že se samice obou taxonů liší šířkou čepelí, délkou květních stopek, délkou kalicha a kališních cípů, poměrem délky kališního cípu a kališní trubky, délkou koruny a délkou lodyžních chlupů, což jsou většinou znaky používané pro determinaci jednotlivých taxonů (Fernandes 1972, Pignatti 1982, Chrtek 2002, Lafranchis & Sfikas 2009). Podle těchto znaků se sice druhy liší, ale zjištěné rozměry neodpovídají hodnotám uváděným v těchto klíčích. Ve většině znaků nesou spodní rozpětí velikosti příslušného znaku, v některých případech nedosahují uváděných hodnot vůbec. Příkladem je délka koruny, kdy samicí květy *G. hirsuta* dosahují průměrných hodnot 11 mm, přičemž uváděné spodní rozmezí znaku začíná na 20 mm. *Glechoma hederacea* má průměrnou velikost 10 mm, což odpovídá minimální uváděné velikosti květu, která je také 10 mm. Lze tedy soudit, že hodnoty znaků uváděné v literatuře platí spíše pro hermafroditní jedince. Chrtek (2000) uvádí rozdílné velikosti květů u obou pohlaví v popisu taxonu *G. hederacea*, ale v determinačním klíči na tento fakt explicitně neupozorňuje. U rodu *Glechoma* by tedy bylo příhodné uvádět informaci o pohlaví i v determinačních klíčích, jak je tomu např. v maďarském klíči, kde je u délky koruny napsáno, že se jedná o hermafroditní květ (Király et al. 2009). V terénu by pak bylo uživateli jasné, že tyto hodnoty znaků patří oboupohlavným rostlinám a samicím by pak nebyla při určování věnována taková pozornost.



Obrázek 16 – *Glechoma hirsuta* z populace poblíž Trojáku (TRO) v Hostýnských vrších. a) habitus, b) koruna a kalich hermafroditního květu, c) koruna a kalich samičího květu, d) odění lodyhy. © M. Hroneš

5.2.3 Hybridizace a přítomnost smíšených populací

Kříženec *G. hederacea* × *G. hirsuta* byl poprvé popsán roku 1900 maďarským botanikem Vinczem von Borbásem z okolí Balatonu. Kříženec nese jméno *Glechoma* × *pannonica* Borbás a svým habitem připomíná *G. hederacea*, je ale roztroušeně odstále chlupatý s kališními zuby podlouhle kopinatými, dosahujícími zhruba poloviny délky kališní trubky (Křísa 1993). Melnikov (2001) uvádí, že *G. ×pannonica* je velmi variabilní a nese intermediární hodnoty všech možných znaků typických pro *G. hederacea* a *G. hirsuta*.

Situaci dále komplikuje o dvacet let později popsáný druh *G. hindenburgiana* Graebner z Bělověžského pralesa. *Glechoma hindenburgiana* má být hustě chlupatá s řapíky listů spíše kratšími než internodium, listy u plazivých výběžků mohou být v průměru až 8 cm velké, zatímco ostatní nemusí dosahovat ani 4 cm. V lichopřeslenech jsou 1–3 květy, s korunou 1,5 cm dlouhou, zhruba dvakrát delší než kalich. Všechny tyčinky jsou skoro stejné délky, čnělka je ještě o něco delší. Kališní cípy by měly dosahovat zhruba $\frac{1}{3}$ až $\frac{1}{4}$ délky kališní trubky.

Od *G. hederacea* a *G. hirsuta* by měla být okamžitě odlišitelná díky jejím listům, které jsou několikrát větší, vyšší lodyhou s delšími výběžky. Od *G. hederacea* dále v tom, že trubkovitá část koruny nápadně vyčnívá z kalicha a je jen mírně rozšířená a celá rostlina je silně chlupatá. Od *G. hirsuta* se liší mnohem kratšími chlupy a kališními zuby trojúhelníkovitě kopinatými, nikoliv čárkovitě kopinatými, a fialově modrou korunou (Graebner & Graebner 1919). Pancer-Kotejowa (1967) považuje *G. hindenburgiana* za synonymum k varietě *G. hederacea* var. *maxima* Bretschneider, která je charakteristická větší a mohutnější lodyhou a 15–20 mm dlouhou korunou. Naopak Kupriyanova (1948) považuje *G. hindenburgiana* za hybridogenní taxon vzniklý hybridizací *G. hederacea* a *G. hirsuta* v atlantiku. Govaerts et al. (2020) taxon uvádí jako primární hybrid *Glechoma* × *hindenburgiana* a považuje ho za synonymum *G. ×pannonica*. Tento názor je nicméně podivuhodný, jelikož rodičovský taxon *G. hirsuta* se vyskytuje nejbližší více než 200 km jižně Bělověže (cf. Pancer-Kotejowa 1967). Na území Evropské části Ruska jsou pozorovány všechny možné přechody mezi extrémními formami *G. hederacea*, za které Maevskii (2014) považuje lysé a chlupaté morfotypy a nerozlišuje tak *G. hirsuta*, ani *G. ×pannonica*. Tento názor považuji za velmi extrémní, ale má své opodstatnění, jelikož intermediarita hybrida (Kupriyanova 1954) a vysoká míra variability *G. hirsuta* v hustotě odění a ve členění kalicha (Chrtek 2000), rozlišování jednotlivých taxonů v okruhu *G. hederacea* výrazně komplikují.

Jak uvádí Chrtek (2000), skutečný hybridní původ přechodných typů by bylo třeba dokázat. Klasifikační diskriminační analýza založená na morfologických datech navrhla několik přechodných jedinců, v jejichž případě by se mohlo jednat o hybridy (obr. 17). Tato možnost byla připuštěna u populací s možným výskytem obou druhů, kde mnohdy již v terénu nebylo na první pohled jasné, o jaký taxon se vlastně jedná. V některých případech analýza dokonce potvrdila existenci smíšených populací, o kterých se dosud příliš neuvažovalo. Vždy se jednalo o populace *G. hirsuta*, do kterých bylo přimícháno 1–7 jedinců *G. hederacea*. Jednalo se o lesní lokality, které se však vždy nacházely poblíž (cca 100 m) migračního koridoru v podobě turistické stezky, silnice, potoku nebo železnice, který mohl sloužit k šíření *G. hederacea* z nelesních stanovišť v okolí. Lesní cesty bývají často zpevnovány a opravovány za pomoci těžké techniky, mnohdy nepůvodním materiálem, což může také pravděpodobně dopomáhat k zavlečení *G. hederacea* na místa, mimo její stanovištní optimum. Na těchto místech se pak mohou vyskytovat oba druhy společně a vzhledem k absenci reprodukčních bariér v podobě rozdílné ploidie (Jang et al. 2016) může nerušeně docházet k hybridizaci.

Morfologická analýza prokázala, že v případě hermafroditních rostlin se hybridi neliší ani jedním ze zkoumaných znaků a jsou v hodnotách všech znaků intermediární mezi svými rodiči.

Tento výsledek odpovídá údajům o intermediárnosti znaků *G. ×pannonica* (Fernandes 1972, Křísa 1993). U samičích rostlin se hybrid lišil různými znaky od obou rodičovských druhů, např. intermediární délkou chlupů.

Zdá se tedy, že ve smíšených populacích lze identifikovat přechodné morfotypy, tedy potenciální hybridy. Pro konečné vyřešení otázky hybridizace však bude třeba zapojit molekulární analýzy.



Obrázek 17 – Pravděpodobné hybridní rostliny z populace Tesák (TES) v Hostýnských vrších. a) samičí květ, b) odění lodyhy.
© M. Hroneš

5.3 Hexaploidní populace v PR Zaječí skok

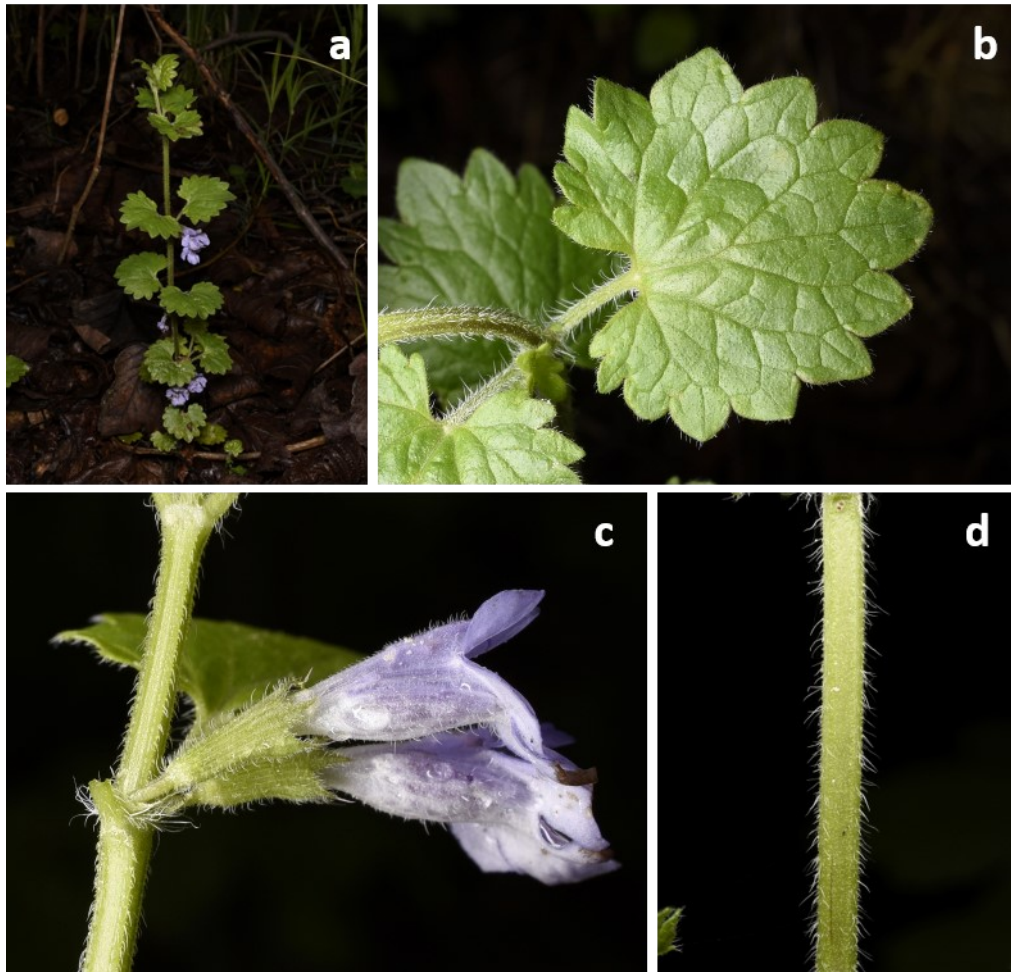
Nejzápadnější výskyt *G. hirsuta* v České republice je uváděn z PR Zaječí skok u Jihlavy (Ružička 1987). Jde o výrazně izolovanou lokalitu *G. hirsuta* od souvislého areálu druhu a zároveň od ostrůvkovitě se vyskytujících arel v jihozápadní části Moravy. Popenec chlupatý zde roste v křovinách na balvanové suti (Ružička 1987).

Cytometrickou analýzou zde však byly zjištěny pouze hexaploidní rostliny (obr. 18). Dle vlastního pozorování se jedná pravděpodobně o jeden klon samičího pohlaví, který se rozmnožuje převážně vegetativně. Studie Widén & Widén (2000) zmiňuje hexaploidního jedince *G. hederacea* z vrchu Devínská Kobyla u Bratislavy. Provedli na něm pokus se samosprašením, nicméně jedinec nevytvořil semena, což naznačuje, že rostlina byla sterilní. Hexaploidní úroveň tak kvůli snížené fertilitě považují za chromozomovou aberaci.

Jedná se o první zaznamenané hexaploidní jedince z území České republiky. Nabízí se otázka, ke kterému taxonu lze vlastně tuto populaci přiřadit? Vzhledem ke své velikosti ve většině morfologických znaků byla tato populace považována za *G. hirsuta*. Výrazné zvětšení orgánů u vyšších ploidních úrovní lze přisoudit tzv. gigas efektu, který říká, že s rostoucí ploidií roste také velikost buněk, což je doprovázeno zvětšením jednotlivých orgánů jako listů, květů,

plodů ale i celé rostliny (Stebbins 1950, Pringle & Murray 1992). V morfometrické analýze hexaploidní populace bylo zvětšování orgánů pozorováno u několika generativních znaků. Hexaploid má ze všech taxonů nejširší kališní cípy a největší koruny. Pomocí těchto znaků je možné jej spolehlivě odlišit, nicméně je potřeba srovnávat pouze samičí rostliny. V jediném znaku hexaploid opravdu vyniká i nad hermafroditními jedinci, a to v šířce kališních cípů, které má v průměru jednoznačně nejširší (obr. 5f). V Květeně ČR je zmíněno, že rostliny z lokality Zaječí skok vyžadují další studium, jelikož připomínají *G. hirsuta*, ale mají méně hluboce členěné kalichy a menší koruny a snad by mohly představovat přechodné typy ke druhu *G. hederacea* (Chrtek 2000). Podobnost s *G. hirsuta* evokují především dlouhé lodyžní chlupy, kališní trubky a kališní cípy. V hodnotách poměru délky kališního cípu a kališní trubky se hexaploid s *G. hirsuta* také překrývá. Dojem méně hluboce členěných kalichů může způsobovat to, že kališní cípy jsou vzhledem ke své délce velmi široké, tudíž opticky nezabírají tak velkou část kališní trubky. To, že má populace ze Zaječího skoku oproti *G. hirsuta* menší koruny je způsobeno faktem, že se jedná o samičí rostliny, na což pravděpodobně nebyl brán ohled. Oproti oboupohlavným korunám *G. hederacea* a *G. hirsuta* má hexaploid v průměru mírně menší koruny, v porovnání se samičími rostlinami je má však obrovské.

Vzhledem k tomu, že neexistují žádné záznamy o různých chromozomových počtech u druhu *G. hirsuta*, předpokládám, že v případě hexaploida se jedná o taxon vzniklý náhodnou autopolyloidizací druhu *G. hederacea*, která se v blízkém okolí vyskytuje velmi hojně. V tomto případě je nejpravděpodobnější možností vznik hexaploida z tetraploidní rostliny prostřednictvím splynutí jedné neredukované gamety s gametou redukovanou. Početná populace *G. hederacea* byla nalezena mimo rezervaci na mírně antropicky ovlivněném stanovišti cca 300 m západně od populace hexaploidů a byla na ni taktéž provedena cytologická a morfometrická analýza, která potvrdila, že se jedná o standardní tetraploidní rostliny. Nelze ale vyloučit, že na lokalitu hexaploidní jedinci doputovali pomocí vodního toku z jiné, taktéž hexaploidní populace, která dosud není známa. Domněnku autopolyloidního vzniku dále podporuje i fakt, že se velmi pravděpodobně jedná o jediný samičí klon a k polyloidizaci tak pravděpodobně došlo jedinkrát u jediného samičího tetraploidního předka. Je taktéž pravděpodobné, že může dojít k rozšíření hexaploidních jedinců dále po vodním toku Jihlavy, jelikož zde populace zasahuje až do břehového porostu a pro rod *Glechoma* je charakteristické, že se dokáže šířit pomocí fragmentů stolonů (Klimeš 1997).



Obrázek 18 – Hexaploidní rostliny z PR Zaječí skok (JIH). a) celkový habitus, b) čepel, c) koruna a kalich, d) odění lodyhy.
© M. Hroneš

5.4 Cenologická vazba taxonů z okruhu *G. hederacea*

Glechoma hederacea má oproti *G. hirsuta* poměrně širokou ekologickou valenci a roste na rozmanitých typech stanovišť. Oba taxony své optimum nalézají hlavně v lesích, každému taxonu ale vyhovuje odlišný typ lesa. *Glechoma hederacea* preferuje stanoviště s vyšší průměrnou vlhkostí, a tak se vyskytuje převážně v lužních lesích svazu *Alnion incanae* (obr. 19), kde je také diagnostickým druhem (Chytrý 2013). To potvrdila i provedená analýza. Její průvodní druhy tvoří byliny a dřeviny typické pro lužní lesy. V lesích se *G. hederacea* oproti stínomilnější *G. hirsuta* vyskytuje na přechodu mezi stinnými a polostinnými stanovišti, s větší preferencí k polostinným místům. Své druhé optimum nalézá také na světlých nelesních stanovištích typu vlhkých luk, pobřežních niv, pasek a křovin. Z lučních stanovišť preferuje aluviální louky zařaditelné do svazu *Deschampsion cespitosae* (Křisa 1993, Chrtěk 2000), výskyt jsem ale zaznamenala i na sušších mezofilních loukách svazu *Arrhenatherion elatioris* (obr. 20). Luční stanoviště se však podařilo zachytit pouze jediným snímkem, a tak jsou v mém

souboru podhodnocená. *Glechoma hederacea* zvládá růst i na ruderalizovaných antropogenních stanovištích jako jsou okraje cest, zahrady a vlhčí pole (Křísa 1993, Hutchings & Price 1999, Chrtek 2000).

Glechoma hirsuta naopak vyhledává mírně sušší, chladnější a stinnější stanoviště. Z hlediska výhřevnosti stanovišť má výrazně širší amplitudu než *G. hederacea* a roste jak v listnatých lesích typu teplomilných doubrav, dubohabřin a v lipových doubravách, tak i v chladnějších bučinách ve vyšších polohách (Křísa 1993, Chrtek 2000). Analýza fytoecologických snímků ukázala, že roste především ve vegetaci svazů *Fagion sylvaticae* (obr. 21) a *Carpinion betuli*. Podobná vegetační vazba je uváděna v literatuře (Křísa 1993, Chrtek 2000). Dále byla nalezena ve svazu *Tilio platyphylli-Acerion*. Oproti *G. hederacea* je doprovázena teplomilnějšími průvodními druhy. Část průvodních druhů je u obou taxonů společná. Jedná se zejména o stínomilnější druhy, které jsou ekologicky nevyhraněné a rostou na širokém spektru stanovišť – např. *Aegopodium podagraria*. Smíšené populace korelují s výskytem *G. hirsuta*. Je tak pravděpodobné, že na místa s výskytem *G. hirsuta* může *G. hederacea* expandovat z antropicky ovlivněných stanovišť jako jsou lesní cesty.

Hexaploidní populace se vyskytovala na patě řídkého suťového lesa porostlého dominantní *Corylus avellana* (obr. 22). V bylinném podrostu se vyskytovala řada vlhkomilných druhů, ale také několik druhů vyšších poloh, jako např. *Aconitum variegatum* L.



Obrázek 19 – Lužní les as. *Ficario vernaе-Ulmetum campestris* s výskytem *G. hederacea*. Slavkov (SLA). © A. Uvírová



Obrázek 20 – Mezofilní louka as. *Pastinaco sativae-Arrhenatheretum elatioris* s výskytem *G. hederacea*. Stará ves nad Ondřejnicí (POO). © A. Uvírová



Obrázek 21 – Eutrofní bučina as. *Mercuriali perennis-Fagetum sylvaticae* s výskytem *G. hirsuta*. Rajnochovice (TRO).
© A. Uvírová



Obrázek 22 – PR Zaječí skok – lokalita hexaploidní populace *G. hederacea* (JIH). © A. Uvírová

5.5 *Glechoma hederacea* 'Variegata'

Panašovaný morfotyp *G. hederacea* označovaný nejčastěji jako *G. hederacea* 'Variegata' (obr. 16f) je neregistrovaný kultivar nejasného původu. Hegi (1927) ho zmiňuje jako zahradní formu *G. hederacea* se žlutobíle skvrnitými listy a nazývá ho f. *fóliis variegátis* hort. Ojedinele bývá nalézán i ve volné přírodě (Hutchings & Price 1999). Nelze vyloučit, že se jedná o rostlinu vzniklou šlechtěním, ale přirozený vznik náhodnou mutací je taktéž pravděpodobný, jelikož ke vzniku panašování u rostlin občas dochází. Zjištěná větší relativní velikost genomu oproti nevariegátní *G. hederacea* nabízí vysvětlení, že tyto rostliny pravděpodobně vznikly mutací genů pro správný vývoj chloroplastů způsobenou rozšířením DNA transpozonů (Chatterjee et al. 1996, Tsugane et al. 2006).

Schopnost rodu *Glechoma* se vegetativně šířit pomocí kořenujících výběžků umožňuje snadné zplaňování z kultury. Dokazuje to nalezená populace variegátních popenců na náměstí v Plumlově, u které došlo ke zplanění do městského trávníku z truhlíkové výsadby, kde byla předtím pěstována (Google maps 2019).

6 Závěr

Tato práce se zabývala morfológickou, cytologickou variabilitou a cenologií populací okruhu popence obecného (*Glechoma hederacea* agg.) na území střední Evropy, ale především východní částí České republiky, kde dochází ke společnému výskytu obou hlavních druhů okruhu. Předpokladem bylo, že se se druhy *G. hederacea* a *G. hirsuta* odlišují svou ploidní úrovní, což ale nebylo potvrzeno a oba taxony jsou DNA-tetraploidní a neliší se ani svou 1C hodnotou. Mírně větší relativní velikost genomu měl pouze panašovaný kultivar *G. hederacea* 'Variegata'. Jediná DNA-hexaploidní populace byla objevena v PR Zaječí skok u Jihlavy. Tato populace pravděpodobně vznikla náhodnou polyploidizací taxonu *G. hederacea*.

Dalším cílem bylo vyjasnit místy složitou druhovou determinaci pomocí morfológické analýzy. Klasifikační diskriminační analýza potvrdila výskyt smíšených populací a taktéž přechodných jedinců, tedy pravděpodobných hybridů. Určování taxonů komplikuje pohlavní dimorfismus, tzv. gynodioecie, charakteristická výskytem odděleného samičího a hermafroditního pohlaví. Analýzy potvrdily značné morfológické rozdíly mezi samičími a hermafroditními jedinci, a to jak na úrovni vnitropopulační tak mezipopulační. V rámci samičích rostlin lze spolehlivě odlišit pouze hexaploidní taxon, který disponuje mimořádnou velikostí v některých znacích. Samice *G. hederacea* a *G. hirsuta* se prokazatelně lišily pouze v polovině znaků, naopak hermafroditi se lišili téměř ve všech studovaných znacích. Hybridní taxon je víceméně ve všech znacích intermediární. Publikované morfológické znaky lze tedy s jistotou použít pouze u hermafroditních jedinců. Za chybnou tedy považují skutečnost, že ve většině určovacích klíčů či květen není při druhové determinaci brán ohled na pohlaví.

Dalším z cílů práce bylo zjištění cenologické vazby taxonů, předpokladem bylo, že se oba druhy liší svými stanovištními nároky, což bylo potvrzeno. *G. hederacea* se od *G. hirsuta* liší jak vegetační vazbou, tak svými průvodními druhy. Pomocí Ellenbergových indikačních hodnot byly stanoveny stanovištní preference, oba druhy se však lišily pouze hodnotami pro světlo a vlhkost. Pro lepší zhodnocení by ale bylo vhodné výrazně navýšit počet fytoecnologických snímků.

Studium variability okruhu popence obecného ještě bezpochyby vyžaduje větší úsilí. Bezpodmínečně nutné bude zapojení molekulárních analýz, a to jak pro rozlišení jednotlivých taxonů, tak pro potvrzení hybridů, jelikož cytologické a morfometrické metody jsou v tomto případě nedostatečné. Vzorky pro izolaci DNA byly průběžně odebírány, avšak kvůli pandemii koronaviru nebyly plánované analýzy uskutečněny.

7 Literatura

- ter Braak C. J. F. & Šmilauer P. (2012): Canoco reference manual and user's guide: software for ordination, version 5.0. – Microcomputer Power, Ithaca.
- Braun-Blanquet J. (1964): Pflanzensociologie: Grundzüge der Vegetationskunde. – Springer, New York.
- CABI (2020): *Glechoma hederacea* [original text by Ian Popay]. – In: Invasive Species Compendium. Wallingford, CAB International. www.cabi.org/isc.
- Ciocârlan V. (2009): Flora ilustrată a României, Pteridophyta et Spermatophyta. ed. 3. – Editura Ceres, București.
- Danihelka J., Chrtek J. & Kaplan Z. (2012): Checklist of vascular plants of the Czech Republic. – Preslia 84: 647–811.
- Delipavlov D. & Češmedžiev I. (2003): Opredelitel na rastenijata v Bălgarija, ed. 3. – Akad. Izdat. na Agrarija Univ., Plovdiv.
- Delph L. F., Galloway L. F. & Stanton M. L. (1996): Sexual dimorphism in flower size. – Am. Nat. 148: 299–320.
- Deng T., Nie Z. L., Drew B. T., 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 D. N., Kotov M. I., Prokudin Y. N. (eds) (1999): Opredelitel vysshikh rastenii Ukrainy ed. 2. – Fitosotciotcentr, Kyiv.
- 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. – Přírodovědecké nakladatelství, Praha.
- Drew B. T. & Sytsma K. J. (2012): Phylogenetics, biogeography, and staminal evolution in the tribe *Menthae* (Lamiaceae). – Am. J. Bot. 99: 933–953.

- Ellenberg H., Weber H. E., Düll R., Wirth V., Werner W. & Paulißen D. (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scr. Geobot. 18: 1–248.
- Fernandes R. (1972): *Glechoma* L. – In: Tutin T., Heywood V. H., Burges N. A., Moore D. M., Valentine D. H., Walters S. M., Webb D. A. (eds), *Flora Europaea*. Vol. 3, p. 161, Cambridge University Press, Cambridge.
- Fischer M., Oswald K. & Adler W. (2008): *Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol*. 3. Auflage. – Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen, Linz.
- Gill L. S. (1979): Cytotaxonomic studies of the tribe *Nepeteae* (Labiatae) in Canada. – *Genetica* 50: 111–117.
- Google maps (2019): Plumlov. – URL: https://www.google.cz/maps/@49.4663859,17.0145156,3a,57.6y,61.12h,75.26t/data=!3m6!1e1!3m4!1sARO2CEt7fiJj_87UMbZ9fw!2e0!7i13312!8i6656 (navštíveno 2. 7. 2020).
- Govaerts R., Dransfield J., Zona S. F., Hodel D. R. & Henderson A. (2018): World Checklist of Lamiaceae. – URL: <http://wccsp.science.kew.org/> (navštíveno 22. 7. 2020).
- Graebner K. O. R. P. P. & Graebner P. (1919): *Glechoma Hindenburgiana* Graebner. – In: Fedde F. (ed.), *Repertorium Europaeum et Mediterraneum*. – Rep. Spec. Nov. Reg. Veg. 16: 61.
- Grulich V. (2017): Červený seznam cévnatých rostlin ČR. – In: Grulich V. & Chobot K. (eds), Červený seznam ohrožených druhů České republiky, cévnaté rostliny, *Příroda* 35: 75–132.
- Hegi G. (1927): *Illustrierte Flora von Mittel-Europa*. 5 Band. 4 Teil. Dicotyledones (5. Teil). Sympetalae. – J. F. Lehmann Verlag, München.
- Hennekens S. M. & Schaminée J. H. (2001): TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. – *J. Veg. Sci.* 12: 589–591.
- Hintze J. (2013): NCSS 9 – NCSS, LLC, Kaysville. <http://www.ncss.com>.
- Hultén E. & Fries M. (1986): *Atlas of North European vascular plants, North of the Tropic of cancer*. – Koeltz Scientific Books, Königstein.
- Hutchings M. J. & Price E. A. C. (1999): Biological flora of the British Isles: *Glechoma hederacea* L. (*Nepeta glechoma* Benth., *Nepeta hederacea* (L.) Trev.). – *J. Ecol.* 87: 347–364.

- Chatterjee M., Sparvoli S., Edmunds C., Garosi P., Findlay K. & Martin C. (1996): DAG, a gene required for chloroplast differentiation and palisade development in *Antirrhinum majus*. –EMBO J. 15: 4194–4207.
- Chrtek J. jun. (2000): *Glechoma* L. – In: Slavík B. (ed). Květena České republiky 6, p. 634–636, Academia, Praha.
- Chrtek J. jun. (2002): *Glechoma* L. – In: Kubát K., Hrouda L., Chrtek J. jun., Kaplan Z., Kirschner J. & Štěpánek J. (eds), Klíč ke květeně České republiky ed. 1, p. 592, Academia, Praha.
- Chrtek J. jun. (2019): *Glechoma* L. – In: Kaplan Z., Danihelka J., Chrtek J. jun., Kirschner J., Kubát K., Štech M. & Štěpánek J. (eds), Klíč ke květeně České republiky ed. 2, p. 879, Academia, Praha.
- Chytrý M. (ed.) (2007): Vegetace České republiky 1. Travinná a keříčková vegetace. – Academia, Praha.
- Chytrý M. (ed.) (2009): Vegetace České republiky 2. Ruderální, plevelová, skalní a sut'ová vegetace. – Academia, Praha.
- Chytrý M. (ed.) (2011): Vegetace České republiky 3. Vodní a mokřadní vegetace. – Academia, Praha.
- Chytrý M. (ed.) (2013): Vegetace České republiky 4. Lesní a křovinná vegetace. – Academia, Praha.
- Chytrý M., Tichý L., Dřevojan P., Sádlo J. & Zelený D. (2018): Ellenberg-type indicator values for the Czech flora. – Preslia 90: 83–103.
- Iwatsubo Y., Soum Y., Miura N. & Naruhashi N. (2004): Polyploidy of *Glechoma hederacea* subsp. *grandis* (Labiatae). – J. Phytogeogr. Taxon. 52: 67–71.
- Jang T.-S., McCann J., Parker J. S., Takayama K., Hong S.-P., Schneeweiss G. M. & Weiss-Schneeweiss H. (2016): rDNA loci evolution in the genus *Glechoma* (Lamiaceae). – PlosONE 11(11): e0167177.
- Jang T. S. & Hong S. P. (2011): Gynodioecy and floral dimorphism of *Glechoma longituba* (Nakai) Kuprian. (Lamiaceae) in Korea. – Korean J. Pl. Taxon. 41: 202–208.
- Király G., Virók V. & Molnár A. V. (eds) (2009): Új magyar fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Határozókulcsok. – Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósavfő.

- Klimesš L. (1997): Variation in autumnal growth of hermaphroditic clones of *Glechoma hederacea* originating from two geographical regions and two habitats. – *Preslia* 69: 175–184.
- Kočí M., Chytrý M. & Tichý L. (2003): Formalized reproduction of an expert-based phytosociological classification: a case study of subalpine tall-forb vegetation. – *J. Veg. Sci.* 14: 601–610.
- Koutecký P. (2015): MorphoTools: a set of R functions for morphometric analysis. – *Plant Syst. Evol.* 301: 1115–1121.
- Křísa B. (1993): *Glechoma* L. – In: Bertová L. & Goliašová K. (eds), *Flóra Slovenska*. Vol. V/1, p. 301–303. Veda, Bratislava.
- Kupriyanova L. A. (1948): O rode *Glechoma* L. i jeho vidach. – *Bot. Zhurn.* 33: 230–238.
- Kupriyanova L. A. (1954): *Glechoma* L. – In: Komarov V. L. & Shishkin B. K. (eds), *Flora of the U.S.S.R.* V/20, p. 293–295, *Botaničeskij institut im. V. L. Komarova, Akademija nauk SSSR*, Petrohrad.
- Lafranchis T. & Sfikas G. (2009): *Flowers of Greece*. – Diatheo, Paris.
- Lewis W. H. (1980): Polyploidy in Angiosperms: Dicotyledons. – In: Lewis W. H. (ed.), *Polyploidy, Basic Life Sciences* 13, Springer, Boston.
- Li X. & Hedge I. C. (1994): *Glechoma* L. – In: Wu Z. Y. & Raven P. H. (eds), *Flora of China*. Vol. 17. (Verbenaceae through Solanaceae), p. 118–120, Science Press, Beijing & Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.
- van der Maarel E. (1979): Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. – *Vegetatio* 39: 97–114.
- Maevskii P. F. (2014): *Flora sredney polosy yevropeyskoy chasti Rossii*. ed. 11. – *Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK*, Moskva.
- Májovský J. & Murín A. (1987): *Karyotaxonomický prehľad flóry Slovenska*. – Veda, Bratislava.
- Martinčič A. (ed.). (2007): *Mala flora Slovenije: ključ za določanje praprotnic in semenk*. ed. 4. – Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.
- Melnikov D. G. (2001): Sostoyaniye i perspektivy izucheniya semeystva yasnotkovyye (Lamiaceae Lindl.) v Udmurtii. – *Vestnik Udmurtskogo universiteta* 7: 106–124.

- Melnikov D. G. (2011): Nablyudeniya nad polovym dimorfizmom populyatsiy *Glechoma hederacea* L. (Lamiaceae) v Udmurtii. – In: Dorogova Yu. A., Zhukova L. A., Krinitsyn I. G. & Lebedev V. P. (eds), *Sovremennyye problemy populyatsionnoy ekologii, geobotaniki, sistematiki i floristiki: materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, posvyashchennoy 110-letiyu A. A. Uranova, KSU im. N.A.Nekrasova, Kostroma*.
- Miura N. & Iwatsubo Y. (2010): Cytogeography of *Glechoma hederacea* subsp. *grandis* (Labiatae) in Japan. – *Cytologia* 75: 255–260.
- Morton J. K. (1973): A cytological study of the British Labiatae (excluding *Mentha*). – *Watsonia* 9: 239–246.
- Pancer-Kotejowa E. (1967): *Glechoma* L. – In: Pawłowski B. (ed.), *Flora Polska. Rośliny naczyniowe Polski u ziem ościennych; tom XI: Dwuliścienne. Część IX, Zrosłopłatkowe. Część II*, p. 145–147, Państwowe Wydawnictwo naukowe, Kraków & Warszawa.
- Pignatti S. (1982): *Flora d'Italia. Vol. 2.* – Edagricole, Bologna.
- Plack A. (1957): Sexual dimorphism in Labiatae. – *Nature* 180: 1218–1219.
- Polunin O. (1997): *Flowers of Greece and the Balkans: a field guide.* – Oxford University Press, Oxford.
- Pringle G. J. & Murray B. G. (1992): Polyploidy and aneuploidy in the tamarillo, *Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt. (Solanaceae). I. Spontaneous polyploidy and features of the euploids. – *Plant Breeding* 108: 132–138.
- QGIS Development Team (2020): QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>
- Ramsey J. & Schemske D. W. (1998): Pathways, mechanisms and rates of polyploid formation in flowering plants. – *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 29: 467–501.
- Rice A., Glick L., Abadi S., Einhorn M., Kopelman N. M., Salman-Minkov A., Mayzel J., Chay O. & Mayrose I. (2015): The Chromosome Counts Database (CCDB) – a community resource of plant chromosome numbers. – *New Phytol.* 206: 19–26.
- Roleček J., Tichý L., Zelený D. & Chytrý M. (2009): Modified TWINSpan classification in which the hierarchy respects cluster heterogeneity. – *J. Veg. Sci.* 20: 596–602.
- RStudio Team (2020): RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston. <http://www.rstudio.com/>

- Růžička I. (1987): Rostlinstvo státní přírodní rezervace "Zaječí skok" u Jihlavy. – Vlastiv. Sbor. Vysočiny, sect. sci. natur. 8: 111–152.
- Shykoff J. A., Kolokotronis S.-O., Collin C. L., Lopez-Villavicencio M. (2003): Effects of male sterility on reproductive traits in gynodioecious plants: a meta-analysis. – *Oecologia* 135: 1–9.
- Soltis D. E., Soltis P. S. & Rieseberg L. H. (1993): Molecular data and the dynamic nature of polyploidy. – *Crit. Rev. Plant Sci.* 12: 243–273.
- Stebbins G. L. (1950): Variation and evolution in plants. – Columbia University Press, New York.
- Stevens P. F. (2020): Angiosperm Phylogeny Website. Version 14. July 2017. – URL: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/> (navštíveno 20. 7. 2020).
- Temsch E. M., Greilhuber J. & Krisai R. (2010): Genome size in liverworts. – *Preslia* 82: 63–80.
- Tichý L. (2002): JUICE, software for vegetation classification. – *J. Veg. Sci.* 13: 451–453.
- Tsugane K., Maekawa M., Takagi K., Takahara H., Qian Q., Eun CH.-H. & Iida S. (2006): An active DNA transposon nDart causing leaf variegation and mutable dwarfism and its related elements in rice. – *Plant J.* 45: 46–57.
- Turrill W. B. (1920): *Glechoma hederacea* L., and its subdivisions. – Bot. Soc. Exchange Club Brit. Isl., Report for 1919, 5: 694–701.
- Uvírová A. (2018): Morfologická variabilita okruhu popence obecného na Moravě. – Bc. Thesis [Depon. in: Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci].
- Waggy M. A. (2009): *Glechoma hederacea*. – Fire Effects Information System., Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory, URL: <http://www.fs.fed.us/database/feis/plants/forb/glehed/all.html> (navštíveno 20. 7. 2020).
- Wegmüller S. (1971): A cytotaxonomic study of *Lamiastrum galeobdolon* (L.) Ehrend. & Polatschek in Britain. – *Watsonia* 8: 277–288.
- Widén M. (1992): Sexual reproduction in a clonal, gynodioecious herb *Glechoma hederacea*. – *Oikos* 63: 430–438.

- Widén B & Widén M. (1990): Pollen limitation and distance-dependent fecundity in females of the clonal gynodioecious herb *Glechoma hederacea* (Lamiaceae). – *Oecologia* 83: 191–196.
- Widén B. & Widén M. (1999): Sex expression in the clonal gynodioecious herb *Glechoma hederacea* (Lamiaceae). – *Can. J. Bot.* 77: 1689–1698.
- Widén B. & Widén M. (2000): Enzyme variation and inheritance in *Glechoma hederacea* (Lamiaceae), a diploidized tetraploid. – *Hereditas* 132: 229–241.
- Zhang Y.-W., Wang Y., Yu Q & Zhao J.-M. (2008): Sex expression, female frequency, and reproductive output in a gynodioecious clonal herb, *Glechoma longituba* (Lamiaceae). – *Plant Ecol.* 199: 255–264.

Příloha 1 – Přehled lokalit. hed = *G. hederacea*, hir = *G. hirsuta*, mix = smíšené populace nebo populace s výskytem hybridních jedinců, Y = populace byla zařazena do příslušné analýzy, N = populace nebyla zařazena do příslušné analýzy

Lokalita	Zkratka	Taxon	Země	Popis lokality	Nadmořská výška	GPS	Datum sběru	Sběratel	morfo (Y/N)	FCM (Y/N)	genetika (Y/N)	snímek (Y/N)	číslo snímku
Bohó-hegy	-	hir	HU	Regéc (distr. Gönc), listnatý les u tur. stezky	647 m n.m.	48°24'57.0"N, 21°21'17.0"E	11.06.2017	B. Trávníček & V. Taraška	N	Y	N	N	-
Gerník	-	hir	RO	Gerník (distr. Caraș-Severin), suťový lesík JZ obce	573 m n. m.	44°44'51.4"N 21°47'9.2"E	25.08.2017	A. Uvírová	N	Y	N	N	-
Hořina	HOR	hed	CZ	Velké Heraldice (distr. Opava), PR Hořina, jasanová olšina	323 m n. m.	49°59'45.7"N 17°43'44.2"E	28.05.2017	A. Uvírová	Y	Y	N	Y	7
Jívová	JIV	hed	CZ	Jívová (distr. Olomouc), niva potoka Jírovec, 370 m JZ od žel. stanice	424 m n. m.	49°42'31.6"N, 17°26'14.9"E	18.05.2017	M. Hroneš	Y	Y	N	N	-
Karpaty	KAR	hir	CZ	Horní Němčí (distr. Uherské Hradiště), bukový les JV obce, cca 520 m od Horního kopce	574 m n. m.	48°54'52.0"N 17°39'45.0"E	17.05.2017	A. Uvírová	Y	Y	N	Y	2
Krnov	KRN	hed	CZ	Krnov (distr. Bruntál), J obce, smíšený les podél Hájnického potoka, cca 1 km JZ od zříceniny hradu Cvilín (Šelenburk)	335 m n. m.	50°03'46.4"N 17°42'56.1"E	28.05.2017	A. Uvírová	Y	Y	N	Y	3
Kurdějov	KUR	mix	CZ	Kurdějov (distr. Břeclav), suťový les S obce, 340 m V od Holého vrchu	374 m n. m.	48°58'19.8"N, 16°46'13.8"E	17.05.2017	A. Uvírová	Y	Y	N	Y	1
Lomnice	LOM	hed	CZ	Lomnice u Rýmařova (distr. Bruntál), olšina V obce, na levé straně bezejmenného potůčku	628 m n. m.	49°52'09.5"N 17°25'26.1"E	12.05.2017	A. Uvírová	Y	Y	N	Y	6
Obřany	OBR	mix	CZ	Chvalčov (distr. Kroměříž), Host. vrchy, PR Obřany, suťový les na Z svahu rezervace	566 m n. m.	49°22'0.9"N 17°43'43.3"E	06.06.2017	A. Uvírová	Y	Y	N	Y	8
Pálava	PAL	mix	CZ	Pavlov (distr. Břeclav), NPR Děvín-Kotel-Soutěska, porost podél stezky, 350 m SZ od Děvína	370 m n. m.	48°52'15"N, 16°38'46"E	17.05.2017	A. Uvírová	Y	Y	N	N	-
Praha	PRA	hed	CZ	Praha (distr. Hlavní město Praha), PP Údolí Kunratického potoka, les na pravém břehu potoka	247 m n. m.	50°1'21.7"N 14°28'31.4"E	30.04.2017	A. Uvírová	Y	Y	N	Y	4

Lokalita	Zkratka	Taxon	Země	Popis lokality	Nadmořská výška	GPS	Datum sběru	Sběratel	morfo (Y/N)	FCM (Y/N)	genetika (Y/N)	snímek (Y/N)	číslo snímku
Klokoč	-	hir	SK	Vyhne (distr. Žiar nad Hronom), Štiavnické vrchy, listnatý les podél potůčku	363 m n. m.	48°29'50.0"N, 18°47'25.0"E	14.06.2017	B. Trávníček & V. Taraška	N	Y	N	N	-
Rudno	-	hir	SK	Rudno nad Hronom (distr. Žarnovica), Štiavnické vrchy, les	241 m n. m.	48°25'44.0"N, 18°41'36.0"E	14.06.2017	B. Trávníček & V. Taraška	N	Y	N	N	-
Údolí Říčky	RIC	mix	CZ	Ochoz u Brna (distr. Brno-venkov), PR Údolí Říčky, lužní les J obce, u potoka Říčka	315 m n. m.	49°14'36"N, 16°44'9"E	17.05.2017	A. Uvírová	Y	Y	N	N	-
Zálužné	ZAL	hed	CZ	Radkov (distr. Opava), olšina u lesní cesty v nivě Moravice, cca 1,4 km J od osady Nové Zálužné	369 m n. m.	49°48'57.2"N 17°44'11.9"E	08.05.2017	A. Uvírová	Y	Y	N	Y	5
Žebračka	ZEB	hed	CZ	Přerov (distr. Přerov), NPR Žebračka, lužní les a porost podél silnice na Prosenice	212 m n. m.	49°28'13.0"N, 17°27'54.3"E	15.04.2019	A. Uvírová	Y	Y	N	N	-
Střeň	STR	hed	CZ	Střeň (distr. Olomouc), lužní les S obce, cca 300 m od žel. stanice	226 m n. m.	49°41'57.6"N, 17°9'15.0"E	26.04.2019	A. Uvírová	Y	Y	N	N	-
Kozelník	KOZ	mix	SK	Kozelník (distr. Banská Štiavnica), pod Lukáčom, bučiny JZ obce	400 m n. m.	48°30'35.9"N, 18°58'38.0"E	28.04.2019	A. Uvírová & M. Hroneš	Y	Y	Y	N	-
Kráľovce- Krníšov	KRA	mix	SK	Kráľovce-Krníšov (distr. Krupina), údolí Razdielského potoka JZ obce, suťové dubohabřiny	310 m n. m.	48°20'35.5"N, 18°57'58.7"E	28.04.2019	A. Uvírová & M. Hroneš	Y	Y	Y	Y	16
Minčol	MIN	hir	SK	Livovská Huta (distr. Bardejov), SV úbočí vrchu Minčol, bučina	773 m n. m.	49°14'24.6"N, 21°0'39.2"E	06.07.2018	M. Hroneš	N	Y	Y	N	-
Fruška Gora	FRU	hir	RS	Fruška gora, Zmajevač (distr. Beočin), bučina	435 m n. m.	45°9'31.3"N, 19°47'35.0"E	12.09.2018	M. Hroneš	N	Y	Y	N	-
Opava	OPA	hed	CZ	Opava (distr. Opava), Městské sady	252 m n. m.	49°57'11.2"N, 17°53'10.9"E	20.04.2019	A. Uvírová	Y	Y		N	-
Ústí	UST	mix	CZ	Ústí (distr. Vsetín), dubohabřiny na levém břehu Senice, cca 250 m Z od žel. stanice	396 m n. m.	49°18'36.4"N, 17°59'59.4"E	01.05.2019	A. Uvírová	Y	Y	Y	Y	9

Lokalita	Zkratka	Taxon	Země	Popis lokality	Nadmořská výška	GPS	Datum sběru	Sběratel	morfo (Y/N)	FCM (Y/N)	genetika (Y/N)	snímek (Y/N)	číslo snímku
Štítná nad Vláří	STI	mix	CZ	Štítná nad Vláří-Popov – Štítná nad Vláří (distr. Zlín), J obce, podél Zelenského potoka	380 m n. m.	49°3'8.4"N, 17°58'15.4"E	01.05.2019	A. Uvírová	Y	Y	Y	N	-
Rantířov	ZAJ	hed	CZ	Jihlava (distr. Jihlava), chatová oblast SV obce, list. lesík na pravém břehu Jihlavy	484 m n. m.	49°24'39.3"N, 15°31'60.0"E	01.06.2019	A. Uvírová	Y	Y	Y	N	-
Oslava	OSL	mix	CZ	Kuroslepy (distr. Třebíč), JV obce, PR Údolí Oslavy a Chvojnice, rostliny podél tur. stezky Skřípina – Kraví Hora	344 m n. m.	49°8'29.1"N, 16°13'38.9"E	01.06.2019	A. Uvírová	Y	Y	Y	N	-
Dešov	DES	mix	CZ	Dešov (distr. Třebíč). JV obce, podél lesní cesty, cca 250 m Z od vrcholu Skalka	549 m n. m.	48°58'24.7"N, 15°43'41.4"E	02.06.2019	A. Uvírová	Y	Y	Y	N	-
Troják	TRO	hir	CZ	Rajnochovice (distr. Kroměříž), JZ obce, bučina V vrchu Hrubá jedle	639 m n. m.	49°21'7.4"N, 17°46'21.1"E	23.04.2020	A. Uvírová & M. Hroneš	Y	Y	Y	Y	10
Tesák	TES	mix	CZ	Chvalčov (distr. Kroměříž), JV obce, les a okraj cesty podél NS Host. vrchy	680 m n. m.	49°22'20.9"N, 17°46'31.8"E	23.04.2020	A. Uvírová & M. Hroneš	Y	Y	Y	N	-
Smrduť	SMR	mix	CZ	Chvalčov (distr. Kroměříž), JV obce, PR Smrduť, suťový les	569 m n. m.	49°22'19.3"N, 17°45'7.4"E	23.04.2020	A. Uvírová & M. Hroneš	Y	Y	Y	Y	11
Kenický	KEN	hed	CZ	Příkazy – Hynkov (distr. Olomouc), V obce, cca 200 m JV od PR Kenický	222 m n. m.	49°40'8.7"N, 17°10'52.7"E	30.04.2020	A. Uvírová & M. Hroneš	Y	Y	N	N	-
Olomouc	OLO	hed	CZ	Olomouc (distr. Olomouc), Bezručovy sady	213 m n. m.	49°35'39.0"N, 17°15'33.4"E	07.05.2020	A. Uvírová & M. Hroneš	Y	Y	N	N	-
Hradec Králové	HRA	hed	CZ	Hradec Králové (distr. Hradec Králové), Třebeš, zarostlý lem cesty na ulici Zborovská	230 m n. m.	50°11'23.6"N, 15°49'52.0"E	10.05.2020	M. Hroneš	Y	Y	Y	N	-
Slavkov	SLA	hed	CZ	Slavkov (distr. Opava), JV obce, cca 290 m JV od žel. stanice Slavkov u Opavy, lužní les	267 m n. m.	49°54'54.3"N, 17°51'4.7"E	10.05.2020	A. Uvírová	Y	Y	Y	Y	14

Lokalita	Zkratka	Taxon	Země	Popis lokality	Nadmořská výška	GPS	Datum sběru	Sběratel	morfo (Y/N)	FCM (Y/N)	genetika (Y/N)	snímek (Y/N)	číslo snímku
Jihlava	JIH	hex	CZ	Jihlava (distr. Jihlava), PR Zaječí skok, okraj suťového lesa a břehový porost řeky Jihlavy	489 m n. m.	49°24'48.1"N, 15°32'4.7"E	14.05.2020	A. Uvírová	Y	Y	Y	Y	12
Vsetín	VSE	hir	CZ	Liptál (distr. Vsetín), S obce, cca 500 m V od osady V Hrabí, okraj lesní cesty	607 m n. m.	49°19'48.1"N, 17°54'31.9"E	16.05.2020	M. Dančák	Y	Y	N	N	-
Poodří	POO	hed	CZ	Stará Ves nad Ondřejnicí (distr. Vsetín), ovsíková louka cca 400 m J od soutoku Odry a Ondřejnice	223 m n. m.	49°44'52.5"N, 18°10'40.8"E	23.05.2020	A. Uvírová & M. Hroneš	Y	Y	N	Y	15
Plumlov	PLU	hed	CZ	Plumlov (distr. Prostějov), ul. Hlavní náměstí, městský trávník	305 m n. m.	49°27'59.0"N, 17°0'52.6"E	16.04.2020	A. Uvírová & M. Hroneš	N	Y	N	N	-
Trnčí	-	hed	CZ	Slavkov (distr. Opava), lužní les při okraji cesty na levém břehu potoka Hvozdnice, ca 0,3 km VSV od vlakové zastávky Slavkov u Opavy	267 m n. m.	49°55'2,2"N, 17°51'8,4"E	10.05.2020	A. Uvírová	N	N	N	Y	13
PR Kenický	-	hed	CZ	Příkazy – Hynkov (distr. Olomouc), SV obce, PR Kenický, lužní les v zazemněném meandru Moravy	222 m n. m.	49°40'24.8"N, 17°10'56.5"E	30.04.2020	A. Uvírová & M. Hroneš	N	N	N	Y	17
PR Kenický	-	hed	CZ	Příkazy – Hynkov (distr. Olomouc), SV obce, PR Kenický, lužní les ve středu severní části rezervace	222 m n. m.	49°40'23.8"N, 17°10'42.0"E	07.05.2020	A. Uvírová & M. Hroneš	N	N	N	Y	18
Panenský les	-	hed	CZ	Horka nad Moravou (distr. Olomouc), S obce, PR Panenský les, lužní les ve cca středu rezervace	220 m n. m.	49°39'43.6"N, 17°11'40.6"E	24.04.2020	A. Uvírová & M. Hroneš	N	N	N	Y	19
Panenský les	-	hed	CZ	Horka nad Moravou (distr. Olomouc), S obce, PR Panenský les, lužní les za zazemněným ramenem Mlýnského p. na Z okraji střední části rezervace	220 m n. m.	49°39'47.3"N, 17°11'33.2"E	24.04.2020	A. Uvírová & M. Hroneš	N	N	N	Y	20
Panenský les	-	hed	CZ	Horka nad Moravou (distr. Olomouc), S obce, PR Panenský les, lužní les ve středu V části rezervace, poblíž řeky Moravy	220 m n. m.	49°39'45.5"N, 17°11'46.1"E	24.04.2020	A. Uvírová & M. Hroneš	N	N	N	Y	21

Příloha 2 – Korelační matice znaků pro analýzu samičích jedinců. Červeně jsou vyznačeny hodnoty Spearmanových korelačních koeficientů $r \geq 0,95$. Pro zkratky znaků viz tab. 1 a 2.

Pearson	d_list	s_list	p_s_list_d_list	d_rap	d_internad	d_interpod	p_rap_internad	d_kvetstop	d_kalich	d_kaltru	d_kalcip	s_kalcip	p_d_kalcip_d_kaltru	d_koruny	p_d_koruny_d_kalich	d_ktrub	p_d_kaltru_d_kalich	s_pysk
d_list	1,00	0,95	-0,51	0,73	0,53	0,65	0,12	0,23	0,44	0,37	0,28	0,17	0,11	0,38	0,05	0,38	-0,11	0,17
s_list	0,95	1,00	-0,25	0,72	0,49	0,62	0,17	0,24	0,45	0,35	0,31	0,20	0,14	0,39	0,06	0,39	-0,15	0,20
p_s_list_d_list	-0,51	-0,25	1,00	-0,29	-0,29	-0,30	0,06	-0,12	-0,14	-0,18	-0,02	-0,02	0,06	-0,16	-0,06	-0,15	-0,06	-0,03
d_rap	0,73	0,72	-0,29	1,00	0,57	0,47	0,30	0,06	0,32	0,22	0,26	-0,07	0,16	0,18	-0,05	0,18	-0,16	-0,01
d_internad	0,53	0,49	-0,29	0,57	1,00	0,75	-0,42	0,06	0,21	0,15	0,17	-0,14	0,10	0,08	-0,07	0,10	-0,08	-0,12
d_interpod	0,65	0,62	-0,30	0,47	0,75	1,00	-0,26	0,12	0,25	0,25	0,11	0,07	0,01	0,18	0,01	0,19	0,01	0,04
p_rap_internad	0,12	0,17	0,06	0,30	-0,42	-0,26	1,00	0,03	0,10	0,15	-0,01	0,11	-0,06	0,12	0,05	0,12	0,05	0,13
d_kvetstop	0,23	0,24	-0,12	0,06	0,06	0,12	0,03	1,00	0,47	0,35	0,36	0,41	0,19	0,51	0,17	0,51	-0,19	0,33
d_kalich	0,44	0,45	-0,14	0,32	0,21	0,25	0,10	0,47	1,00	0,76	0,73	0,33	0,34	0,52	-0,25	0,51	-0,28	0,39
d_kaltru	0,37	0,35	-0,18	0,22	0,15	0,25	0,15	0,35	0,76	1,00	0,11	0,44	-0,33	0,42	-0,19	0,41	0,33	0,39
d_kalcip	0,28	0,31	-0,02	0,26	0,17	0,11	-0,01	0,36	0,73	0,11	1,00	0,04	0,87	0,35	-0,19	0,35	-0,77	0,18
s_kalcip	0,17	0,20	-0,02	-0,07	-0,14	0,07	0,11	0,41	0,33	0,44	0,04	1,00	-0,14	0,42	0,18	0,41	0,10	0,60
p_d_kalcip_d_kaltru	0,11	0,14	0,06	0,16	0,10	0,01	-0,06	0,19	0,34	-0,33	0,87	-0,14	1,00	0,16	-0,07	0,16	-0,86	0,01
d_koruny	0,38	0,39	-0,16	0,18	0,08	0,18	0,12	0,51	0,52	0,42	0,35	0,42	0,16	1,00	0,68	0,98	-0,13	0,75
p_d_koruny_d_kalich	0,05	0,06	-0,06	-0,05	-0,07	0,01	0,05	0,17	-0,25	-0,19	-0,19	0,18	-0,07	0,68	1,00	0,68	0,06	0,50
d_ktrub	0,38	0,39	-0,15	0,18	0,10	0,19	0,12	0,51	0,51	0,41	0,35	0,41	0,16	0,98	0,68	1,00	-0,15	0,71
p_d_kaltru_d_kalich	-0,11	-0,15	-0,06	-0,16	-0,08	0,01	0,05	-0,19	-0,28	0,33	-0,77	0,10	-0,86	-0,13	0,06	-0,15	1,00	0,00
s_pysk	0,17	0,20	-0,03	-0,01	-0,12	0,04	0,13	0,33	0,39	0,39	0,18	0,60	0,01	0,75	0,50	0,71	0,00	1,00
d_chlup	0,18	0,26	0,12	0,12	-0,04	-0,01	0,07	0,40	0,50	0,11	0,65	0,14	0,56	0,40	0,03	0,41	-0,54	0,23

Příloha 3 – Korelační matice znaků pro analýzu hermafroditních jedinců. Červeně jsou vyznačeny hodnoty Spearmanových korelačních koeficientů $r \geq 0,95$. Pro zkratky znaků viz tab. 1 a 2.

Pearson	d_list	s_list	p_s_list_d_list	d_rap	d_internad	d_interpod	p_rap_internad	d_květstop	d_kalich	d_kaltru	d_kalcip	s_kalcip	p_d_kalcip_d_kaltru	d_koruny	p_d_koruny_d_kalich	d_ktrub	p_d_kaltru_d_kalich	s_pysk
d_list	1,00	0,96	-0,43	0,70	0,53	0,54	0,13	0,21	0,26	0,09	0,30	0,04	0,18	0,21	0,01	0,14	-0,16	0,31
s_list	0,96	1,00	-0,18	0,74	0,53	0,53	0,17	0,21	0,30	0,12	0,32	0,10	0,19	0,22	-0,01	0,16	-0,17	0,32
p_s_list_d_list	-0,43	-0,18	1,00	-0,15	-0,17	-0,16	0,04	-0,08	0,01	0,08	-0,07	0,18	-0,10	-0,01	-0,03	0,03	0,07	-0,09
d_rap	0,70	0,74	-0,15	1,00	0,48	0,40	0,39	0,26	0,15	0,01	0,23	0,08	0,18	0,14	0,03	0,10	-0,17	0,18
d_internad	0,53	0,53	-0,17	0,48	1,00	0,75	-0,47	0,18	0,05	-0,05	0,13	-0,05	0,12	0,16	0,11	0,07	-0,10	0,15
d_interpod	0,54	0,53	-0,16	0,40	0,75	1,00	-0,33	0,07	0,09	-0,05	0,19	-0,14	0,15	0,13	0,06	0,05	-0,11	0,12
p_rap_internad	0,13	0,17	0,04	0,39	-0,47	-0,33	1,00	0,08	0,15	0,10	0,13	0,11	0,07	0,03	-0,08	0,06	-0,10	0,05
d_květstop	0,21	0,21	-0,08	0,26	0,18	0,07	0,08	1,00	0,17	0,14	0,11	0,05	0,03	0,36	0,23	0,33	0,00	0,25
d_kalich	0,26	0,30	0,01	0,15	0,05	0,09	0,15	0,17	1,00	0,74	0,69	0,41	0,22	0,34	-0,41	0,36	-0,21	0,41
d_kaltru	0,09	0,12	0,08	0,01	-0,05	-0,05	0,10	0,14	0,74	1,00	0,03	0,55	-0,46	0,33	-0,25	0,36	0,42	0,34
d_kalcip	0,30	0,32	-0,07	0,23	0,13	0,19	0,13	0,11	0,69	0,03	1,00	0,01	0,83	0,17	-0,33	0,16	-0,76	0,24
s_kalcip	0,04	0,10	0,18	0,08	-0,05	-0,14	0,11	0,05	0,41	0,55	0,01	1,00	-0,24	0,21	-0,12	0,22	0,24	0,35
p_d_kalcip_d_kaltru	0,18	0,19	-0,10	0,18	0,12	0,15	0,07	0,03	0,22	-0,46	0,83	-0,24	1,00	-0,01	-0,15	-0,03	-0,89	0,03
d_koruny	0,21	0,22	-0,01	0,14	0,16	0,13	0,03	0,36	0,34	0,33	0,17	0,21	-0,01	1,00	0,71	0,97	0,05	0,72
p_d_koruny_d_kalich	0,01	-0,01	-0,03	0,03	0,11	0,06	-0,08	0,23	-0,41	-0,25	-0,33	-0,12	-0,15	0,71	1,00	0,66	0,18	0,40
d_ktrub	0,14	0,16	0,03	0,10	0,07	0,05	0,06	0,33	0,36	0,36	0,16	0,22	-0,03	0,97	0,66	1,00	0,07	0,66
p_d_kaltru_d_kalich	-0,16	-0,17	0,07	-0,17	-0,10	-0,11	-0,10	0,00	-0,21	0,42	-0,76	0,24	-0,89	0,05	0,18	0,07	1,00	-0,01
s_pysk	0,31	0,32	-0,09	0,18	0,15	0,12	0,05	0,25	0,41	0,34	0,24	0,35	0,03	0,72	0,40	0,66	-0,01	1,00
d_chlup	0,23	0,23	-0,05	0,20	0,07	0,04	0,15	0,14	0,23	-0,07	0,43	-0,19	0,38	0,02	-0,11	-0,01	-0,38	0,06

Příloha 4 – Přehled zaznamenaných fytoocenologických snímků. Pokryvnosti druhů jsou uvedeny po van der Maarelově transformaci. Pro info o lokalitách viz Příloha 1.

Jméno druhu/Zkratka/Číslo snímku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<i>Acer campestre</i>	AceCam	6	1	2					2							4	5	1	4	4	6
<i>Acer pseudoplatanus</i>	AcePse	2	2	8	8	7	3	7	4	7	6	4	7	4			4	5		2	2
<i>Aconitum lycoctonum</i>	AcoLyc	2							2												
<i>Aegopodium podagraria</i>	AegPod	3		6	7	3	3	7	6			3	7			2	7	3	4	4	5
<i>Alliaria petiolata</i>	AllPet	2			2								2				2	2		2	4
<i>Anemone ranunculoides</i>	AneRan	2		2									6	2			5	3	2	2	2
<i>Anthriscus sylvestris</i>	AntSyl	2					2														
<i>Arctium sp.</i>	Arcspe	1					2														
<i>Asarum europaeum</i>	AsaEur	3	2	1				2	2			2				1					
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	BraSyl	2																			
<i>Bromus benekenii</i>	BroBen	2	1																		
<i>Campanula trachelium</i>	CamTra	2																			
<i>Carex muricata</i> agg.	CarMuragg	2									2										
<i>Carpinus betulus</i>	CarBet	6		4	4	7			8							8			6		
<i>Chaerophyllum temulum</i>	ChaTem	2																			
<i>Chenopodium album</i> agg.	CheAlbagg	2																			
<i>Convallaria majalis</i>	ConMaj	2																			
<i>Corydalis cava</i>	CorCav	2			2													6		5	3
<i>Crataegus sp.</i>	Craspe	4	1	1	2							2								2	
<i>Dactylis polygama</i>	DacPol	2			6			2		3	2		2				6		2	2	2
<i>Euonymus europaeus</i>	EuoEur	2		4	6							2	6				1		1	2	1
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	EupAmy	2							2	6	2										
<i>Fallopia convolvulus</i>	FalCon	2																			
<i>Fraxinus excelsior</i>	FraExc	7	6	2	4	4		8	2	4		6		2	1	1	8	2	2	2	7
<i>Galanthus nivalis</i>	GalNiv	2																	2	1	4
<i>Galeobdolon montanum</i>	GalMon	3						3	2	3	1	2	2	6		6	3	7	6	6	6
<i>Galium aparine</i>	GalApa	2		2	6	3	6	6		1			2	7	7		5	7	5	7	
<i>Galium odoratum</i>	GalOdo	3	2						3	6	3	3									
<i>Geranium robertianum</i>	GerRob	2		2			2					1								2	
<i>Geum urbanum</i>	GeuUrb	2		2			2	2					2	2	2			2	2	2	2
<i>Glechoma hirsuta</i>	GleHir	3	6						6	3	6	6	6			6					
<i>Hypericum perforatum</i>	HypPer	2		1		2															
<i>Impatiens parviflora</i>	ImpPar	6		1	3	2			1				1	2	2				2	2	
<i>Isopyrum thalictroides</i>	IsoTha	2								3							2				
<i>Lactuca serriola</i>	LacSer	1																			
<i>Lamium maculatum</i>	LamMac	2						2					3	7	3		7		3	4	5
<i>Lapsana communis</i>	LapCom	2																			
<i>Lathyrus vernus</i>	LatVer	2	2						2												
<i>Lilium martagon</i>	LilMar	1								2											
<i>Maianthemum bifolium</i>	MaiBif	1		2						1											
<i>Melica uniflora</i>	MelUni	2		1					2												
<i>Mercurialis perennis</i>	MerPer	7	2		6				6	6	6	2	2								
<i>Moehringia trinervia</i>	MoeTri	2		2				2										2		2	3
<i>Omphalodes scorpioides</i>	OmpSco	2																			
<i>Poa nemoralis</i>	PoaNem	2		3				2			2	1	7				3				
<i>Polygonatum multiflorum</i>	PolMul	2	2	1						2				2						1	
<i>Prunus avium</i>	PruAvi	1		2		1	1				1										
<i>Pulmonaria obscura</i>	PulObs	2		1	2				1				3				2	3	2	2	2
<i>Rosa canina</i> agg.	RosCanagg	1		2																	
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	RubFruagg	1		6		3															
<i>Sambucus nigra</i>	SamNig	2		2		4	4		4				6	4							
<i>Silene latifolia</i>	SilLat	2																			
<i>Stachys sylvatica</i>	StaSyl	2		1		2		2				2	6				3		2	3	
<i>Stellaria holostea</i>	SteHol	2		7	7	3		3				6	6	6			2			5	
<i>Stellaria media</i>	SteMed	2											2								
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i>	TarTar	2					2					1			2						
<i>Tilia cordata</i>	TilCor	6		4	7	3							4	7					5	8	
<i>Tilia platyphyllos</i>	TilPla	2								1									8		

Jméno druhu/Zkratka/Číslo snímku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<i>Ulmus minor</i>	UlmMin	2																	2		1
<i>Urtica dioica</i>	UrtDio	2	2	6	6	6	7	2		2	3	2	1				7	4	4	5	7
<i>Veronica chamaedrys</i>	VerCha	2	1				2			2					6	1	2				
<i>Veronica sublobata</i>	VerSub	2		3			2					2	2								
<i>Vicia cracca</i>	VicCra	2																			
<i>Vicia dumetorum</i>	VicDum	2																			
<i>Viola alba</i>	VioAlb	3																			
<i>Viola mirabilis</i>	VioMir	2																			
<i>Viola reichenbachiana</i>	VioRei	2	2		2					3	2					2			2		
<i>Actaea spicata</i>	ActSpi	1							1	2	1										
<i>Allium ursinum</i>	AllUrs	3															1	2	2	6	2
<i>Anemone nemorosa</i>	AneNem	3	2	3	3	3	3			1		2	6	3			2	5	3	6	5
<i>Arum cylindraceum</i>	AruCyl	2								3			2								
<i>Carex pilosa</i>	CarPil	7																			
<i>Circaea lutetiana</i>	CirLut	2						1													
<i>Dentaria bulbifera</i>	DenBul	3							2	3	3	6									
<i>Fagus sylvatica</i>	FagSyl	8			2			7	1	7	7										
<i>Oxalis acetosella</i>	OxaAce	2	6		2	2		2		2	2	1									3
<i>Primula elatior</i>	PriEla	2	1		2				2									1	2		
<i>Pulmonaria officinalis</i>	PulOff	2																			
<i>Rubus hirtus</i> s.lat.	RubGla	2								2											
<i>Ulmus glabra</i>	UlmGla	2							5		4										
<i>Ficaria verna</i>	FicVer	3	2	7	1	3	3		3			2	6	3	2	1	3	8	7	5	
<i>Abies alba</i>	AbiAlb		2		3				1												
<i>Ajuga reptans</i>	AjuRep		2		2		1		1						3						
<i>Athyrium filix-femina</i>	AthFil		2		2	1	2														
<i>Betula pendula</i>	BetPen		1											6							
<i>Carex brizoides</i>	CarBri		2		7							6	1	7			7	7	5	4	7
<i>Carex pallescens</i>	CarPal		2			3															
<i>Carex sylvatica</i>	CarSyl		2	2						1											
<i>Cruciata glabra</i>	CruVer		2																		
<i>Deschampsia cespitosa</i>	DesCes		2																		
<i>Dryopteris filix-mas</i>	DryFil		2				2	2			2	2									
<i>Equisetum sylvaticum</i>	EquSyl		2																		
<i>Festuca altissima</i>	FesAlt		6																		
<i>Galeobdolon luteum</i>	GalLut		2	3										6							
<i>Galeopsis</i> sp.	Galspe		1		2		1							1		1					
<i>Glechoma hederacea</i>	GleHed		3	6	3	2	6					2	7	3			6	6	5	6	5
<i>Juncus effusus</i>	JunEff		1																		
<i>Melica nutans</i>	MelNut		1						2	2	7			2		2					
<i>Mycelis muralis</i>	MycMur		1							2	1					1					
<i>Picea abies</i>	PicAbi		7		1					1											
<i>Populus tremula</i>	PopTre		1			1															
<i>Quercus robur</i>	QueRob		4	1								2		6			3	6	7		5
<i>Rubus idaeus</i>	RubIda		2		2	6						3									
<i>Senecio nemorensis</i> agg.	SenNemagg		2																		
<i>Silene dioica</i>	SilDio		2				2										2	2		3	3
<i>Sorbus aucuparia</i>	SorAuc		4		4	3						4									
<i>Stellaria nemorum</i>	SteNem		2		2		2											2		2	2
<i>Symphytum tuberosum</i>	SymTub		2		6		3		2				6	2							
<i>Acer platanoides</i>	AcePla				3				4			1	1	1		2			2	2	2
<i>Aesculus hippocastanum</i>	AesHip				1																
<i>Euphorbia dulcis</i>	EupDul				2				1												
<i>Gagea lutea</i>	GagLut				2							2						2	2	5	3
<i>Prunus padus</i>	PruPad				2		9	7					6					4	7		2
<i>Alnus glutinosa</i>	AlnGlu					4	6	3		6			6						6		6
<i>Carduus crispus</i>	CarCru					1	2	1													
<i>Circaea x intermedia</i>	CirInt					2															
<i>Cirsium arvense</i>	CirArv					2															
<i>Corylus avellana</i>	CorAve					7	4						8	7	1						5

Jméno druhu/Zkratka/Číslo snímku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<i>Dryopteris carthusiana</i>	DryCar				2	1		2													
<i>Frangula alnus</i>	FraAln				2																
<i>Luzula luzuloides</i>	LuzLuz				2																
<i>Lysimachia vulgaris</i>	LysVul				2																
<i>Petasites hybridus</i>	PetHyb				2																
<i>Phalaris arundinacea</i>	PhaAru				3							2						4			
<i>Ranunculus repens</i>	RanRep				1	2									2						
<i>Rumex obtusifolius</i>	RumObt				2	2															
<i>Scrophularia nodosa</i>	ScrNod				1							2									
<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	ThaAqu				2																
<i>Aster novi-belgii</i> agg.	AstLanagg				2																
<i>Chaerophyllum aromaticum</i>	ChaAro					2							3		1						
<i>Dactylis glomerata</i>	DacGlo				2							3			2						
<i>Elymus caninus</i>	ElyCan				1							2						1			
<i>Poa trivialis</i>	PoaTri				2																
<i>Senecio ovatus</i>	SenOva				3																
<i>Adoxa moschatellina</i>	AdoMos						3					2						2	2		2
<i>Carex remota</i>	CarRem						2														
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	ChaHir						2														
<i>Impatiens noli-tangere</i>	ImpNol						2	2											1	3	2
<i>Milium effusum</i>	MilEff						3						3	3				3	3	2	3
<i>Prunella vulgaris</i>	PruVul						1					1	1		2						
<i>Rumex sanguineus</i>	RumSan						1														
<i>Dentaria enneaphyllos</i>	DenEnn							3													
<i>Lunaria rediviva</i>	LunRed							6				2									
<i>Petasites albus</i>	PerAlb							7				1									
<i>Polystichum aculeatum</i>	PolAcu							2													
<i>Salvia glutinosa</i>	SalGlu							6		3	2										
<i>Veronica montana</i>	VerMon							1											2		
<i>Dryopteris</i> sp.	Dryspe								1												
<i>Lathraea squamaria</i>	LatSqu								2				2			2					
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	RanLan								1				2								
<i>Daphne mezereum</i>	DapMez									2											
<i>Dryopteris dilatata</i>	DryDil											1									
<i>Paris quadrifolia</i>	ParQua											2							3	2	
<i>Sambucus racemosa</i>	SamRac											1									
<i>Aconitum variegatum</i>	AcoVar												2								
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	CalAru												2								
<i>Cardaminopsis halleri</i>	AraHal												6								
<i>Cirsium oleraceum</i>	CirOle												2								
<i>Filipendula ulmaria</i>	FilUlm												3					1			2
<i>Humulus lupulus</i>	HumLup												2	2				2			
<i>Prunus</i> sp.	Pruspe												1								1
<i>Scirpus sylvaticus</i>	SciSyl												2								
<i>Symphytum officinale</i>	SymOff												1		2						
<i>Valeriana sambucifolia</i>	ValSam												2								
<i>Cornus sanguinea</i>	CorSan													4							
<i>Corydalis solida</i>	CorSol													3				2			
<i>Festuca gigantea</i>	FesGig													2				2			2
<i>Galeobdolon argentatum</i>	GalArg													2							
<i>Geranium phaeum</i>	GerPha													2				2	1		
<i>Narcissus</i> sp.	Narspe													1							
<i>Ulmus laevis</i>	UlmLae													3				4	3		
<i>Populus nigra</i> agg.	PopNigagg													7							
<i>Achillea millefolium</i>	AchMil																2				
<i>Alopecurus pratensis</i>	Alopra																3				
<i>Arrhenatherum elatius</i>	ArhEla																6			1	
<i>Campanula patula</i>	CamPat																3				
<i>Carex muricata</i>	CarMur																1				
<i>Centaurea jacea</i>	CenJac																6				

Jméno druhu/Zkratka/Číslo snímku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
<i>Cerastium holosteoides</i>	CerHol														3							
<i>Cirsium canum</i>	CirCan														2							
<i>Cirsium vulgare</i>	CirVul														2		1					
<i>Clinopodium vulgare</i>	CliVul														2							
<i>Daucus carota</i>	DauCar														2							
<i>Erigeron annuus</i>	EriAnn														2							
<i>Festuca pratensis</i>	FesPra														2							
<i>Festuca rubra</i>	FesRub														6							
<i>Galium album</i> s.lat.	GalAlb														3							
<i>Holcus mollis</i>	HolMol														6							
<i>Knautia arvensis</i>	KnaArv														7							
<i>Lamium purpureum</i>	LamPur														1							
<i>Leontodon saxatilis</i>	LeoSax														3							
<i>Leucanthemum ircutianum</i>	Leulrc														2							
<i>Luzula campestris</i>	LuzCam														3							
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	LycFlo														2							
<i>Myosotis arvensis</i>	MyoArv														2							
<i>Ornithogalum umbellatum</i>	OrnKoc														2							
<i>Pastinaca sativa</i>	PasSat														2							
<i>Plantago lanceolata</i>	PlaLan														2							
<i>Plantago major</i>	PlaMaj														1							
<i>Poa pratensis</i>	PoaPra														6							
<i>Ranunculus acris</i>	RanAcr														2							
<i>Rumex acetosa</i>	RumAce														2							
<i>Senecio jacobaea</i>	SenJac														1							
<i>Trifolium dubium</i>	TriDub														6							
<i>Trifolium pratense</i>	TriPra														2							
<i>Trisetum flavescens</i>	TriFla														3							
<i>Veronica arvensis</i>	VerArv														2							
<i>Veronica serpyllifolia</i>	VerSer														1							
<i>Vicia hirsuta</i>	VicHir														2							
<i>Vicia sativa</i>	VicSat														3							
<i>Vicia sepium</i>	VicSep														2							
<i>Campanula rapunculoides</i>	CamRap															3						
<i>Cornus mas</i>	CorMas															1						
<i>Corydalis pumila</i>	CorPum														2							
<i>Euonymus verrucosus</i>	EuoVer														2							
<i>Galium schultesii</i>	GalSch														2							
<i>Ligustrum vulgare</i>	LigVul														2							
<i>Lonicera xylosteum</i>	LonXyl														4							
<i>Quercus cerris</i>	QueCer														1							
<i>Ribes uva-crispa</i>	RibUva														1							
<i>Scilla bifolia</i> subsp. <i>buekkensis</i>	SciBif														3							
<i>Vicia</i> sp.	Vicspe														1							
<i>Waldsteinia geoides</i>	WalGeo														1							
<i>Acer negundo</i>	AceNeg																3					
<i>Artemisia vulgaris</i>	ArtVul																1					
<i>Lysimachia nummularia</i>	LysNum																2					
<i>Rubus caesius</i>	RubCae																3		2			6
<i>Quercus rubra</i>	QueRub																	1				
<i>Circaea</i> sp.	Cirspe																			2		2
<i>Myosotis sylvatica</i>	MyoSyl																			2		
<i>Carduus</i> sp.	Carspe																					2

Příloha 5 – Klasifikace fytoocenologických snímků. hed = *G. hederacea*, hir = *G. hirsuta*, mix = smíšené populace

snímek č.	taxon	svaz	asociace
1	hir/mix	<i>Carpinion betuli</i>	<i>Primulo veris-Carpinetum betuli</i>
2	hir	<i>Fagion sylvaticae</i>	<i>Carici pilosae-Fagetum sylvaticae</i>
3	hed	neklasifikovatelné	neklasifikovatelné
4	hed	<i>Alnion incanae</i>	<i>Ficario vernaе-Ulmetum campestris</i>
5	hed	<i>Alnion incanae</i>	<i>Stellario nemorum-Alnetum glutinosae</i>
6	hed	<i>Alnion incanae</i>	<i>Pruno padi-Fraxinetum excelsioris</i>
7	hed	<i>Alnion incanae</i>	<i>Stellario nemorum-Alnetum glutinosae</i>
8	hir/mix	<i>Tilio platyphylli-Acerion</i>	<i>Arunco dioici-Aceretum pseudoplatani</i>
9	hir/mix	<i>Carpinion betuli</i>	<i>Carici pilosae-Carpinetum betuli</i>
10	hir	<i>Fagion sylvaticae</i>	<i>Mercuriali perennis-Fagetum sylvaticae</i>
11	hir	<i>Fagion sylvaticae</i>	<i>Mercuriali perennis-Fagetum sylvaticae</i>
12	hex	<i>Sambuco-Salicion capreae</i>	<i>Senecioni fuchsii-Coryletum avellanae</i>
13	hed	<i>Alnion incanae</i>	<i>Ficario vernaе-Ulmetum campestris</i>
14	hed	<i>Alnion incanae</i>	<i>Ficario vernaе-Ulmetum campestris</i>
15	hed	<i>Arrhenatherion elatioris</i>	<i>Pastinaco sativae-Arrhenatheretum elatioris</i>
16	hir	<i>Carpinion betuli</i>	<i>Primulo veris-Carpinetum betuli</i>
17	hed	<i>Alnion incanae</i>	<i>Ficario vernaе-Ulmetum campestris</i>
18	hed	<i>Alnion incanae</i>	<i>Ficario vernaе-Ulmetum campestris</i>
19	hed	<i>Alnion incanae</i>	<i>Ficario vernaе-Ulmetum campestris</i>
20	hed	<i>Alnion incanae</i>	<i>Ficario vernaе-Ulmetum campestris</i>
21	hed	<i>Alnion incanae</i>	<i>Ficario vernaе-Ulmetum campestris</i>