

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra botaniky



**Cytogeografie a morfologie okruhu křivatce českého
(*Gagea bohemica* agg.) ve střední Evropě**

Cytogeography and morphology of *Gagea bohemica* complex in the Central Europe

Diplomová práce

Bc. David Horák

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Botanika

Forma studia: Prezenční

Vedoucí práce: **Doc. RNDr. Bohumil Trávníček, Ph. D.**

Konzultant práce: **RNDr. Michal Hroneš**

Olomouc 2017

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením doc. RNDr. Bohumila Trávníčka, Ph.D. a uvedl veškerou použitou literaturu a další informační zdroje.

V Olomouci

.....

David Horák

Poděkování:

Rád bych poděkoval za vstřícnost, ochotu a podnětné připomínky při zpracování této práce vedoucímu B. Trávníčkovi. Za nezměrnou obětavost, pomoc a podporu M. Hronešovi a L. Kobrlové. Za získání rostlin z Ukrajiny děkuji I. Moysiyenkovi a M. Duchoslavovi. Za společné návštěvení řady lokalit v panonské oblasti děkuji zejména R. Němcovi a T. Vymyslickému. Za detailní informace o maďarských lokalitách děkuji G. Királymu. Dále děkuji všem, kdo jakýmkoliv způsobem přispěli k realizaci této práce, zejména poskytnutím cenných materiálů, doprovodem a vytipováním vhodných lokalit, jsou to L. Hrouda, J. Košťál, P. Eliáš jun., M. Štefánek, T. Tichý, V. Ložek, Z. Musil, R. Hamerský, J. Malina, M. Hrdinová, P. Filippov, J. Bureš. Za určitou finanční podporu děkuji IGA-PřF-2017-001.

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Bc. David Horák

Název práce: Cytogeografie a morfologie okruhu křivatce českého (*Gagea bohemica* agg.) ve střední Evropě

Typ práce: Diplomová

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

Vedoucí práce: Doc. RNDr. Bohumil Trávníček, Ph.D. (Katedra botaniky PřF UPOL, Šlechtitelů 27, 783 71 Olomouc)

Rok obhajoby práce: 2017

Abstrakt: Práce se věnuje okruhu *Gagea bohemica* v regionu střední Evropy a konkrétně rozšíření ploidních stupňů – tetraploidního ($2n = 48$) a pentaploidního ($2n = 60$) a jejich souvislosti s morfologií rostlin, dále se zabývá jejich geografickou vazbou a taxonomickým zařazením. Tetraploidi se vyskytují v Německu a jihovýchodním Maďarsku, izolovaně na Moravě. Pentaploidi rostou zejména v Čechách a severozápadní Panonii. Detekován byl významný podíl cytotypově smíšených populací obou cytotypů v Německu, velmi omezeně v jihovýchodním Maďarsku. Ploidní stupeň koreluje významně zejména se znaky: výška rostliny, tvar a šířka okvětních lístků, délka prašníku, délka a zahloubení semeníku. Provedená analýza viability pylových zrn barvením ukázala vysokou viabilitu výhradně pentaploidních populací (přes 60 %) a naopak sníženou viabilitu u tetraploidních populací (do 50 %) a smíšených populací u obou cytotypů (do 60 %). Tyto výsledky poukazují na reliktní postavení výhradně pentaploidních rostlin *G. bohemica* subsp. *bohemica* z české arely. Převážně tetraploidní populace z Německa (*G. bohemica* subsp. *saxatilis*) a jihovýchodního Maďarska (*G. szovitsii*) lze považovat za pozůstatky dvou migračních linií druhu – západní a jihovýchodní. Přejídné znaky, které jeví některé populace ze severozápadní Panonie, naznačují introgresi jihovýchodního migračního proudu do populací typické *G. bohemica* subsp. *bohemica* v této oblasti. Součástí práce je také herbářová revize dokladů pro území České republiky.

Klíčová slova: Liliaceae, polyploidie, průtoková cytometrie, morfometrie, pylová viabilita

Počet stran: 97

Počet příloh: 4

Jazyk: Český

Bibliographic identification

Author's first name and surname: Bc. David Horák

Title of thesis: Cytogeography and morphology of *Gagea bohemica* group in Central Europe

Type of thesis: Master

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

Supervisor: Doc. RNDr. Bohumil Trávníček, Ph.D. (Department of Botany, Faculty of Science, Palacký University, Šlechtitelů 27, 783 71 Olomouc)

The year of presentation: 2017

Abstract: Thesis is focused on *Gagea bohemica* group in region of Central Europe. The main focus is on the distribution of ploidy levels – tetraploids ($2n = 48$) and pentaploids ($2n = 50$), and correlation of ploidy level with their morphology, geography and taxonomic inclusion. Tetraploids were detected in Germany and southern Hungary, and in isolated area in Moravia (Czech Republic). Pentaploids were detected mainly in Bohemia and northwestern part of the Panonian basin. Cytotype-mixed populations of both ploidy levels were found in Germany and less frequently in southeastern Hungary. The role of ploidy level is important mainly in taxonomically critical features i. e. height of plants, shape and width of perianth, height of anthers, height and shape of ovary. Pollen viability analysis by staining shows high viability in exclusively pentaploid populations (more than 60 %) but generally lower viability in exclusively tetraploid populations (up to 50 %) and cytotype mixed populations (up to 60 %). These results show relic statut of exclusively pentaploid plants of *G. bohemica* subsp. *bohemica* from Bohemian arele. Predominantly tetraploid populations from Germany (*G. bohemica* subsp. *saxatilis*) and southeastern Hungary (*G. szovitsii*) could be considered the remnants of two migration lines – the western and the southeastern. Transitional morphological features which was detected in some populations from northwestern Panonian basin apparently indicate introgression of southeastern migration line into populations of the typical *G. bohemica* subsp. *bohemica* in this area. Part of the thesis is also focused on revision of herbarium specimens for the area of the Czech Republic.

Keywords: Liliaceae, polyploidy, flow cytometry, morphometrics, pollen viability

Number of pages: 97

Number of appendices: 4

Language: Czech

OBSAH

Obsah.....	v
Seznam tabulek	vii
Seznam obrázků	ix
1. Úvod.....	xi
1.1 Rod <i>Gagea</i> Salisb.	xi
1.2 <i>Gagea bohemica</i> agg.	xii
2. Cíle práce.....	xvii
3. Materiál a metody.....	1
3.1 Rostlinný materiál.....	1
3.2 Stanovení DNA ploidní úrovně	2
3.3 Morfometrická analýza	3
3.4 Analýza viability pylu.....	4
3.5 Statistické zpracování	5
3.6 Herbářová revize.....	6
4. Výsledky.....	7
4.1 Rozšíření ploidních stupňů <i>Gagea bohemica</i> agg. ve střední Evropě.....	7
4.2 Morfometrická analýza	9
4.2.1 Analýza hlavních komponent (PCA)	10
4.2.2 Shlukovací analýzy	15
4.2.3 Morfologické znaky a statistické testy.....	16
4.2.4 Kanonická diskriminační analýza (CDA)	42
4.3 Vyhodnocení viability pylových zrn.....	45
4.4 Herbářová revize.....	46
5. Diskuze.....	47
5.1 Distribuce cytotypů <i>Gagea bohemica</i> agg. ve střední Evropě a jejich reprodukční souvislosti	47
5.2 Taxonomická klasifikace <i>Gagea bohemica</i> agg.	49
5.3 Pylová viabilita	55
5.4 Herbářová revize.....	56
6. Závěr	58
7. Literatura	60
Přílohy (seznam)....	67

Příloha 1: Seznam lokalit použitých při studiu <i>Gagea bohemica</i> agg. ve střední Evropě	68
Příloha 2: Přehled výsledků analýzy metodou průtokové cytometrie podle lokalit.....	73
Příloha 3: Herbářová revize <i>Gagea bohemica</i> agg. v České republice	76
Příloha 4: Fotografická příloha	93

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Přehled taxonů <i>Gagea bohemica</i> agg. ve střední Evropě a srovnání jejich charakteristických znaků dle literatury.....	xv
Tabulka 2: Přehled hodnocených znaků v morfometrické analýze.....	3
Tabulka 3: Přehled základních statistických hodnot kvantitativních znaků užitých v morfomerické analýze.....	10
Tabulka 4: Znaky s nejvyšší vahou pro první dvě osy PCA na obrázcích 5-8 (více než 0.50 v absolutní hodnotě).....	13
Tabulka 5: Znaky s nejvyšší vahou pro první dvě osy PCA na obr. 9 a10 (více než 0.65).....	14
Tabulka 6: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak délka lodyhy.....	17
Tabulka 7: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak délka nejdolejšího listu.....	18
Tabulka 8: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak šířka nejdolejšího lodyžního listu.....	19
Tabulka 9: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak vzdálenost dolních lodyžních listů.....	20
Tabulka 10: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak délka okvětního lístku vnějšího kruhu okvěti.....	21
Tabulka 11: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak šířka okvětního lístku vnějšího kruhu okvěti.....	22
Tabulka 12: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak délka okvětního lístku vnitřního kruhu okvěti.....	23
Tabulka 13: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak šířka okvětního lístku vnitřního kruhu okvěti.....	24
Tabulka 14: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak délka nitky.....	25
Tabulka 15: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak šířka nitky.....	26
Tabulka 16: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak délka prašníku.....	27

Tabulka 17: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak šířka prašníku	28
Tabulka 18: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak délka semeníku	29
Tabulka 19: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak šířka žebra semeníku	30
Tabulka 20: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak délka čnělky.....	31
Tabulka 21: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak šířka čnělky (dole).....	32
Tabulka 22: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak šířka čnělky (nahore).....	33
Tabulka 23: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak šířka přízemního listu	34
Tabulka 24: Výsledky analýzy pylových zrn pro jednotlivé populace	45

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Schematické areály výskytu <i>Gagea bohemica</i> agg. ve střední Evropě.....	xvi
Obrázek 2: Přehled studovaných populací s vyznačeným ploidním stupněm na území střední Evropy.	7
Obrázek 3: Příklady výstupů z průtokového cytometru	8
Obrázek 4: Přehled populací použitých pro morfometrickou analýzu s vyznačením ploidního stupně daných populací na území střední Evropy.....	9
Obrázek 5: Diagram PCA s vyznačením jedinců podle cytotypu	11
Obrázek 6: Diagram PCA s vyznačením jedinců dle geografické příslušnosti populace.....	11
Obrázek 7: Diagram PCA s vyznačením jedinců taxonomické příslušnosti uváděné v literatuře	12
Obrázek 8: Diagram PCA s promítnutím hodnocených znaků v prostoru prvních ordinačních os	12
Obrázek 9: Diagram PCA s použitím populačních průměrů pro jednotlivé populace, zařazené dle geografické příslušnosti.....	13
Obrázek 10: PCA s promítnutím populačních průměrů hodnocených znaků v prostoru prvních ordinačních os	14
Obrázek 11: Shlukovací diagram vzniklý Wardovou metodou s vyznačením populací podle taxonomické příslušnosti uváděné v literatuře	15
Obrázek 12: Shlukovací diagram, vzniklý metodou UPGMA s vyznačením populací podle taxonomické příslušnosti uváděné v literatuře	16
Obrázek 13: Krabičkové diagramy pro znak délka lodyhy	17
Obrázek 14: Krabičkové diagramy pro znak délka nejdolejšího lodyžního listu.....	18
Obrázek 15: Krabičkové diagramy pro znak šířka nejdolejšího lodyžního listu.....	19
Obrázek 16: Krabičkové diagramy pro znak vzdálenost lodyžních listů	20
Obrázek 17: Krabičkové diagramy pro znak délka okvětního lístku vnějšího kruhu okvěti.....	21
Obrázek 18: Krabičkové diagramy pro znak šířka okvětního lístku vnějšího kruhu okvěti.....	22
Obrázek 19: Krabičkové diagramy pro znak délka okvětního lístku vnitřního kruhu okvěti	23
Obrázek 20: Krabičkové diagramy pro znak šířka okvětního lístku vnitřního kruhu okvěti	24
Obrázek 21: Krabičkové diagramy pro znak délka nitky	25
Obrázek 22: Krabičkové diagramy pro znak šířka nitky	26
Obrázek 23: Krabičkové diagramy pro znak délka prašníku	27
Obrázek 24: Krabičkové diagramy pro znak šířka prašníku	28
Obrázek 25: Krabičkové diagramy pro znak délka semeníku	29
Obrázek 26: Krabičkové diagramy pro znak šířka žebra semeníku	30
Obrázek 27: Krabičkové diagramy pro znak délka čnělky.....	31

Obrázek 28: Krabičkové diagramy pro znak šířka čnělky (dole).....	32
Obrázek 29: Krabičkové diagramy pro znak šířka čnělky (nahore).....	33
Obrázek 30: Krabičkové diagramy pro znak šířka přzemního listu	34
Obrázek 31: Grafické znázornění podílu jedinců s určitým tvarem vrcholu okvětního lístku ...	35
Obrázek 32: Grafické znázornění podílu jedinců s danými typy vyhloubení semeníku	35
Obrázek 33: Grafické znázornění podílu jedinců se žlábkem na listu	36
Obrázek 34: Grafické znázornění podílu jedinců s určitým stupněm odění dolní části lodyhy .	37
Obrázek 35: Grafické znázornění podílu jedinců s určitým stupněm odění horní části lodyhy .	37
Obrázek 36: Grafické znázornění podílu jedinců s určitým stupněm odění na okraji lodyžního listu	38
Obrázek 37: Grafické znázornění podílu jedinců s daným stupněm odění rubu okvěti	39
Obrázek 38: Grafické znázornění podílu lodyh zařazených dle svého zbarvení do některé z kategorií (typů)	40
Obrázek 39: Diagram s vynesemím hodnot indexů počtu květů na rostlinu pro jednotlivé hodnocené populace podle taxonů udávaných v literatuře	41
Obrázek 40: Diagram s vynesemím hodnot indexů počtu květů na rostlinu pro jednotlivé hodnocené populace podle ploidních stupňů v nich zastoupených	41
Obrázek 41: 3D zobrazení výsledků CDA pro testované (v literatuře uváděné) taxony.....	42
Obrázek 42: Klasifikační diagram CDA pro kvantitativní znaky z jednotlivých rostlin podle populací	43
Obrázek 43: Klasifikační diagram CDA pro kvantitativní znaky z jednotlivých rostlin podle populací	44
Obrázek 44: <i>Gagea bohemica</i> subsp. <i>bohemica</i>	93
Obrázek 45: Charakteristický biotop <i>Gagea bohemica</i> subsp. <i>bohemica</i>	93
Obrázek 46: <i>Gagea bohemica</i> subsp. <i>bohemica</i> z PP Rudlické kopce (jižní Morava; rostliny pentaploidního cytotypu).....	94
Obrázek 47: <i>Gagea bohemica</i> subsp. <i>bohemica</i> z lokality Tihany (severozápadní Maďarsko; rostliny pentaploidního cytotypu)	94
Obrázek 48: <i>Gagea bohemica</i> subsp. <i>bohemica</i> ze Zoboru u Nitry	94
Obrázek 49: <i>Gagea bohemica</i> subsp. <i>bohemica</i> ze Zoboru u Nitry	94
Obrázek 50: <i>Gagea szovitsii</i> z lokality Derekegyház	95
Obrázek 51: Biotop <i>Gagea szovitsii</i> v jihovýchodním Maďarsku	95
Obrázek 52: <i>Gagea bohemica</i> subsp. <i>saxatilis</i> u Neu Bamberg	96
Obrázek 53: <i>Gagea bohemica</i> subsp. <i>saxatilis</i> u Klein Wangen	96
Obrázek 54: <i>Gagea bohemica</i> subsp. <i>saxatilis</i> u Seničky na Hané.....	96
Obrázek 56: Barvená pylová zrna u tetraploidního jedince z lokality Klein Wangen	97
Obrázek 57: Barvená pylová zrna u pentaploidního jedince z lokality Letkovická stráň	97

1. ÚVOD

1.1 Rod *Gagea* Salisb.

Rod křivatec (*Gagea*) náleží v rámci krytosemenných rostlin mezi jednoděložné (klád monocots; APG IV), do řádu *Liliales* Perleb a čeledi *Liliaceae* Juss. (APG IV, Stevens 2017). V čeledi *Liliaceae* patří spolu s rody *Amana* Honda, *Erythronium* L. a *Tulipa* L. do tribu *Tulipeae* Duby a představuje jejich sesterskou skupinu (Kim et al. 2013, Petersen et al. 2013, Peruzzi 2016).

Zástupci rodu *Gagea* jsou vytrvalé rostliny s podzemní cibulí a přímou až vystoupavou, nevětvenou, chudě olistěnou lodyhou. Přízemní listy jsou 1-2 (z každé cibule vyrůstá obvykle 1 list), lodyžní listy bývají často sblížené pod květenstvím. Květenství je obvykle vrcholičnatý zdánlivý okolík z 2-15(-20) květů nebo jsou květy jednotlivé. Okvětních lístků je 6, ve 2 kruzích, jsou volné, žluté nebo bílé, na bázi s drobnými nektárii. Tyčinek je 6, ve 2 kruzích, gyneceum je synkarpní, srostlé ze 3 plodolistů, semeník je svrchní, v obrysu elipsoidní nebo obvejčitý, tobolka je následně obdobného tvaru (Richardson 1980, Hrouda 2011).

Rod *Gagea* byl vyčleněn v roce 1806 z rodu *Ornithogalum* L. (*Asparagaceae* Juss.) a pojmenován na počest Sira Thomase Gage (Salisbury 1806). Zahrnuje více než 270 druhů geofytů a jedná se o nejbohatší rod čeledi *Liliaceae* (Zarrei et al. 2007, Levichev & Jezniakowsky 2008, Peruzzi 2011, Tison et al. 2013). Nejvyšší druhová diverzita rodu je udávána ze západní Pamiro-Alaje a západního Ťan-šanu, přičemž za vývojová centra se považuje střední Asie, Kavkaz a Středozeří (Hrouda 2011, Peterson et al. 2010a). Rod *Gagea* se vyskytuje v Eurasii, severní Africe a Severní Americe (Hrouda 2011, Peruzzi 2011).

Z karyologického hlediska je základním chromozomovým číslem u rodu *Gagea* $x = 12$ (Peruzzi et al. 2009, Peruzzi 2012). Zástupci rodu mají v rámci čeledi *Liliaceae* relativně malou velikost genomu, v průměru $1Cx = 6,86$ pg (hodnota $1Cx$ v rozsahu 3,23-14,57 pg; Peruzzi et al. 2009). Polyploidie hraje významnou úlohu zejména v terminálních sekcích rodu (zejména sekce *Gagea* a *Didymobulbos*), sekce *Persicae* a *Spathaceae* jsou tvořeny jen polyploidními druhy (Peruzzi 2012). Dokonce i v rámci některých druhů jsou přítomny polyploidní řady (např. *G. bohemica* (Zauschner) Schultes et Schultes fil. nebo *G. lutea* (L.) Ker-Gawler; Peruzzi 2003). Dalším významným evolučním faktorem je hybridizace a retikulátní evoluce (Peruzzi 2008, Peruzzi et al. 2011, Zarrei et al. 2012, Pfeiffer et al. 2013,

Tison et al. 2013, Peterson et al. 2016). Tyto jevy jsou dále podpořeny významnou schopností vegetativní reprodukce pomocí vedlejších cibulí u většiny taxonů, případně geografickou izolací některých populací (Schnittler et al. 2009, 2013, Tison et al. 2013, Peterson et al. 2016).

1.2 *Gagea bohemica* agg.

Druh *Gagea bohemica* byl popsán J. Zauschnerem jako *Ornithogalum bohemicum* v roce 1776 z Prahy, z údolí Šárky (Zauschner 1776, Kirschner et al. 2007). V rámci rodu *Gagea* náleží do sekce *Didymobulbos*, charakteristiké dvěma cibulemi ve společném obalu, dvěma přízemními listy, lodyhou na průřezu okrouhlou. (Peterson et al. 2008, Hrouda 2011, Peruzzi 2011). *Gagea bohemica* s. l. se vyskytuje ve Středomoří (Pyrenejský, Iberský a Balkánský poloostrov, Malá Asie, Izrael, Sýrie, historicky také v severní Africe) a severněji ve Francii, Velké Británii, střední Evropě a východněji u pobřeží Černého moře na Ukrajině a v Rusku (Slater 1990, Peterson et al. 2010a). V rámci takto rozsáhlého areálu existuje polyploidní řada diploid až hexaploid (tj. $2n = 24$ až $2n = 72$; Hrouda 1989a, 2011, Peruzzi 2003, 2008b). Od doby prvního odlišení druhu Zauschnerem byly popsány četné blízké příbuzné nebo infraspecifické taxony. Jejich podrobný přehled podává Rix & Woods 1981 a Horák 2015. Tyto taxony však nemusí vždy být rozlišovány a pak je *G. bohemica* chápána jako jeden vysoce variabilní druh (Rix & Woods 1981), v jehož rámci je možno odlišit extrémní morfotypy „bohemica“ a „saxatilis“ (Peterson et al. 2010a).

Za nejrozšířenější taxon ve střední Evropě je obvykle považován nominátní poddruh *Gagea bohemica* (Zauschner) J. A. Schultes et Schultes fil. subsp. *bohemica* (Hrouda 2011). Rostliny řazené k tomuto typovému poddruhu jsou charakterizovány následujícím popisem (dle Hrouda 1989b, 2011): Vytrvalé, 2-6(-15) cm vysoké, olysalé nebo jen řídce chlupaté byliny. Cibule kvetoucích rostlin 2, široce elipsoidní až kuželovité, nestejně velké, ve společném kožovitém hnědavém obalu se společným diskem (podpučím). Přízemní listy 2, nitřovité, často pokroucené, 3-7(-10) cm dlouhé, dosahující nebo přesahující nejvyšší květ, na líci žlábkovité. Listy nekvetoucích rostlin nitřovité, do 3 cm dlouhé, podzemní etiolovaná část listů bělavá, tyto listy často vytvářejí husté skupinky až porosty. Květonosná lodyha lysá nebo roztroušeně řídce chlupatá, zelená nebo načervenalá, s 2-6 postupně se zmenšujícími úzce kopinatými lodyžními listy. Květ většinou 1 (vzácně až 6), květní stopky řídce chlupaté nebo olysalé. Okvětních lístků 6, obvejčitých až obkopinatých, na vrcholu zaokrouhlených, celých oboustranně lysých (vzácně na vnější straně při bázi s několika chlupy), (10-)12-18 mm

dlouhých, 2,5-4,5 mm širokých, na líci žlutých, na rubu nazelenalých nebo načervenalých. Tyčinky přibližně zděli čnělky, v počtu 6, prašníky před vypylením 2,3-3,0 mm dlouhé. Semeník obvejcovitý, 3-4 mm dlouhý, 1,5-2,0 mm široký, hranatý až křídlatý, s výrazně vystouplými žebry, na vrcholu vyhloubený, na průřezu ostře trojhranný s konkávními hranami. Čnělka přibližně zděli semeníku, směrem k vrcholu mírně rozšířená. Semena (a ani tobolky) se podle uvedených literárních údajů u středoevropských populací nevytvářejí. Kvete III-IV.

Taxon roste na skalách, skalních stepích a v xerothermních trávnících (Hrouda 2011). S jistotou se vyskytuje v obou hlavních areálech druhu v České republice (tj. v širším okolí Prahy a na Kolínsku a na jižní Moravě a dále izolovaně v Českém středohoří, u Lulče a Hodonína), Dolních Rakousích, jihozápadním Slovensku (zejména Podunajská nížina) a severozápadním Maďarsku (Király & Mesterházy 2009, Hrouda 2011, Košťál et al. 2013, Hroneš & Koblrová 2016, Němec et al. 2017). Některými autory je udáván z Německa a Francie, případně k němu mohou být řazeny balkánské rostliny (Uphof 1959, Tison 1996, John et al. 2004, Hrouda 2011).

Rostliny z Mátry a okolí Budapešti v Maďarsku označované Kernerem (1878) jako *G. bohemica* subsp. *saxatilis* (*G. saxatilis*) reklasifikoval a popsal Borbás (1900) jako ***Gagea bohemica* subsp. *bohemica* var. *stenochlamydea* Borbás**. Podle autora popisu je charakteristická „okvětními lístky úzkými, podlouhlými, k vrcholu nerozšířenými, semeníkem obsrdčitým, ze stran konvexním, nikdy zcela konkávním“. Hrouda (1989a) přiřadil k tomuto taxonu rostliny ze Slovenska z okolí Nitry a doplnil další rozlišovací znaky, zejména vůči *G. bohemica* subsp. *bohemica* var. *bohemica*: alespoň vnější okvětní lístky na vrcholu tupé (nikoliv zaokrouhlené), mnohem hustší odění zejména na květních stopkách, rubu okvětních lístků, okraji všech lodyžních listů; tvar semeníku a čnělky obdobný jako typické variety (Hrouda 1989a). V nepublikovaném rukopise navrhl Hrouda (1989a) klasifikovat taxon na úrovni poddruhu *G. bohemica*. Současní autoři jej považují za specifický typ odlišný od morfotypů „*bohemica*“ a „*saxatilis*“ navržených ve studii Peterson et al. (2010a; Gruna et al. 1999, Košťál et al. 2013). Maďarskými autory není v současné době tento taxon s jistotou rozlišován, recentně je jméno vztahováno na slovenské rostliny z okolí Nitry (Bauer et al. 2002, Košťál et al. 2013).

Nejvíce diskutovaným taxonem na území střední Evropy je ***Gagea bohemica* subsp. *saxatilis* (Mert. et Koch) Pascher**. Tímto jménem byly často označovány rostliny s intenzivním

oděním nejen z Německa (odkud byl popsán), ale často i dalších oblastí (Mertens & Koch 1826, Kerner 1878, Hrouda 2011). Odlišení poddruhu bylo však primárně založeno na odlišném tvaru semeníku (Mertens & Koch 1826). Koch (1834) později definoval následující rozdíly od nominálního poddruhu: rostliny poněkud drobnější, s menšími květy, lodyha vlnatě chlupatá a rub okvětních lístků na bázi také vždy chlupatý, okvětní lístky zašpičatělé, nahoře nerozšířené. Dále autor doplňuje tvar semeníku, který má být kratší, nahoře nerozšířený. Pozdější autoři uvádí některé další znaky, např. čnělka na vrcholu nerozšířená a delší než semeník, lodyžní listy více oddálené, prašníky kulovité (Ascherson & Graebner 1907, Hrouda 1989a, 2011).

G. bohemica subsp. *saxatilis* má být západoevropský poddruh, který je udáván z Německa, Francie, České republiky a Pyrenejského a Apeninského poloostrova, případně i Balkánu (Richardson 1980, Hrouda 2011). V České republice se vyskytuje na dvou lokalitách u Seničky a Náměště na Hané (blíže se výskytu na Moravě věnuje Horák et al. 2017). Historický výskyt je také uváděn ze Slovenska od obce Vinosady (Košťál et al. 2013). Autoři Peterson et al. (2010a) k morfotypu „*saxatilis*“ přiřadili také rostliny od obce Tihany u Balatonu v Maďarsku.

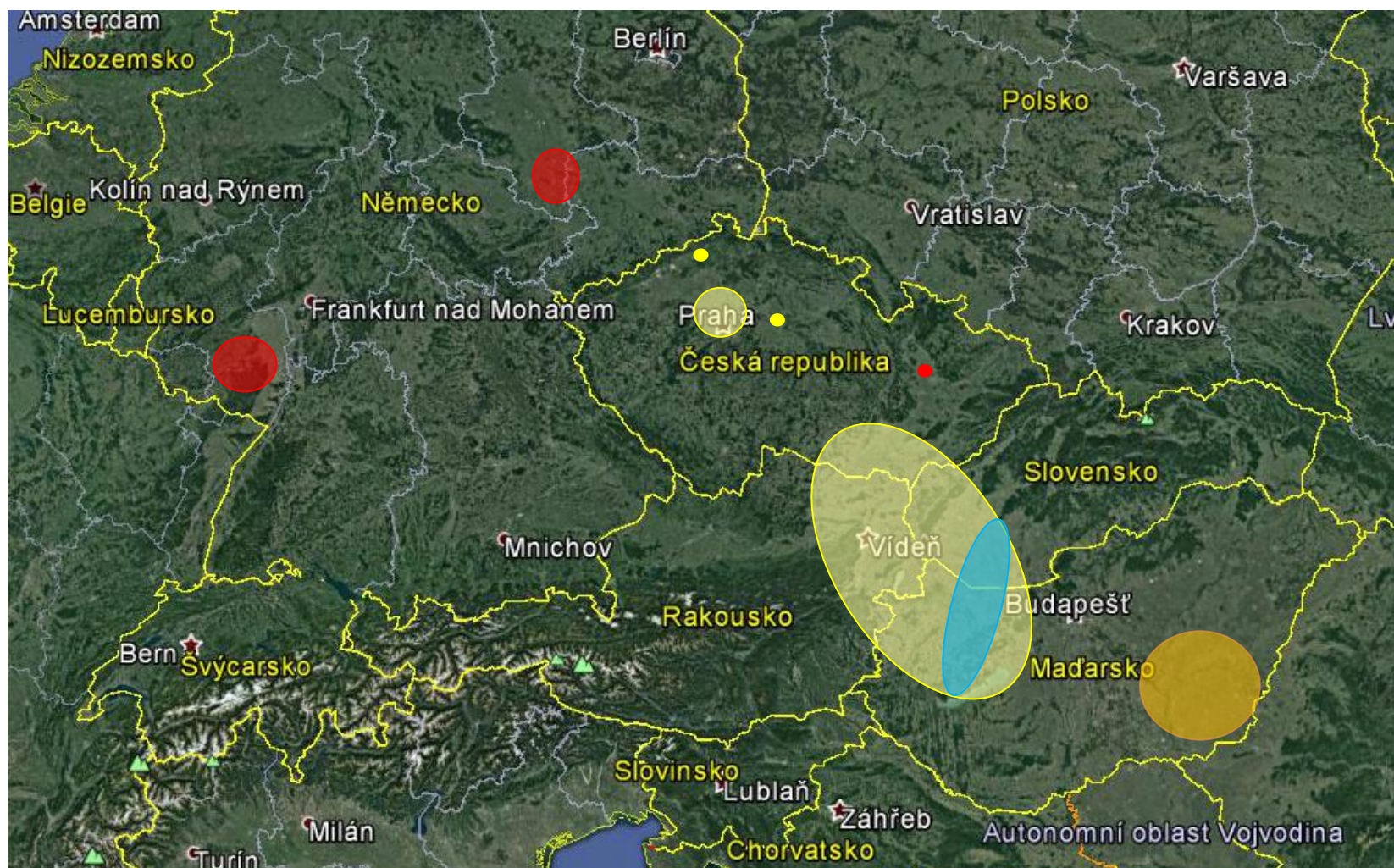
***Gagea szovitsii* (A. F. Láng) Besser** je nejnověji odlišeným taxonem okruhu ve střední Evropě, zaznamenaným v roce 2004 (Jakab & Molnár 2011). Je udáván z jihovýchodního Maďarska z halofytní vegetace alkalických trávníků. Taxon byl popsán Lángelem z okolí Oděsy na Ukrajině („in graminosis apricis Odessae“), jeho areál má zahrnovat střední a jižní Ukrajinu a východní Rumunsko, kde se vyskytuje na suchých, kamenitých trávnících, vzácněji písčínách (Láng 1827, Davianidze 1979, Richardson 1980).

Za charakteristiky taxonu jsou považovány kopinaté okvětní lístky kratší než u *G. bohemica* subsp. *bohemica*, na vrcholu s nachovým zabarvením, lodyha hustě chlupatá a vyšší (tj. delší než 5 cm; Láng 1827, Schultes & Schultes 1829, Richardson 1980, Jakab & Molnár 2011). Maďarští autoři považují za hlavní odlišnost tohoto druhu vůči *G. bohemica* subsp. *bohemica* reprodukční strategii, protože *G. szovitsii* v Maďarsku vytváří hojně tobolek se semeny (Jakab & Molnár 2011).

Udávané diagnosticky významné rozlišovací znaky (tj. tvar okvětních lístků, tvar semeníku, odění lodyhy a morfologie čnělky) výše zmiňovaných taxonů jsou sumarizovány v tabulce 1. Schéma v literatuře udávaného rozšíření popisovaných taxonů je pak na obrázku 1.

Tabulka 1: Přehled taxonů *Gagea bohemica* agg. ve střední Evropě a srovnání jejich charakteristických znaků dle literatury (Schultes & Schultes 1829, Davlianidze 1979, Richardson 1980, Hrouda 1989a, 2011, Jakab & Molnár 2011)

Taxon	Tvar okvětních lístků	Tvar semeníku	Odění lodyhy	Čnělka
<i>Gagea bohemica</i> subsp. <i>bohemica</i>	obvejčité až obkopinaté, nahoře rozšířené zaokrouhlené	v obrysu obvejčitý s vystouplými žebry, vyhloubený	lysá až řídce chlupatá	na vrcholu rozšířená, zděli semeníku
<i>Gagea bohemica</i> subsp. <i>bohemica</i> var. <i>stenochlamydea</i>	úzce obkopinaté, nahoře nerozšířené, tupé	v obrysu obvejčitý s vystouplými žebry, vyhloubený	roztroušeně až hustě chlupatá	na vrcholu rozšířená, zděli semeníku
<i>Gagea bohemica</i> subsp. <i>saxatilis</i>	podlouhlé až úzce obkopinaté, tupé až zašpičatělé	v obrysu vejčitý	hustě až vlnatě chlupatá	na vrcholu nerozšířená, přesahuje semeník
<i>Gagea szovitsii</i>	obkopinaté	v obrysu obvejčitý (vejčitý; orig.)	(hustě) chlupatá	na vrcholu nerozšířená



Obrázek 1: Schematické areály výskytu *Gagea bohemica* agg. ve střední Evropě (sestaveno dle literárních údajů). Žlutě *G. bohemica* subsp. *bohemica*, modře *G. bohemica* var. *stenochlamydea*, červeně *G. bohemica* subsp. *saxatilis*, oranžově *G. szovitsii*. Zdroj mapového podkladu: Google Earth.

2. CÍLE PRÁCE

Cílem práce je hledání souvislostí mezi karyologickými a morfologickými vlastnostmi populací tetraploidního a pentaploidního cytotypu (jako jediných zjištěných na území střední Evropy; Horák 2015). Práce se zaměřuje zejména na následující otázky:

- 1) Jaká je distribuce jednotlivých cytotypů ve studovaném území?
- 2) Existují vztahy mezi ploidními úrovněmi, geografickou polohou populací a jejich morfologickými vlastnostmi?
- 3) Jak se projevuje ploidní stupeň rostlin ve vztahu k viabilitě pylu?

Dalším cílem je práce je na základě revize veřejných herbářových sbírek v ČR sestavit historické rozšíření zástupců tohoto okruhu v ČR.

3. MATERIÁL A METODY

3.1 Rostlinný materiál

Sběr a výběr lokalit

Sběr rostlinného materiálu probíhal v letech 2013-2017. Pro další zpracování byl odebrán minimálně jeden okvětní lístek (pro metodu průtokové cytometrie) a dva prašníky (pro stanovení viability pylových zrn; jen ve vegetačních sezónách 2015, 2016, 2017). U populací, kde alespoň 15 rostlin mělo nepuklý alespoň 1 prašník (výjimečně i méně – populace Praha-Šeberák a Velké Žernoseky-PR Kalvárie), byla provedena morfometrická analýza. Sebrané vzorky byly průběžně číslovány podle schématu (číslo lokality-rok-číslo jedince). Celkový přehled populací je uveden v příloze 1.

Výběr lokalit byl proveden na základě literárních údajů (Hrouda 1989b, John et al. 2004) a doporučení od místních znalců [Radomír Němec (jižní Morava a Rakousko), Michal Štefánek (střední Čechy), Gergely Király (Maďarsko a Rakousko), Pavol Eliáš jun. a Jaroslav Košťál (Slovensko)]. Celkem byly studovány populace z 61 lokalit, z toho 29 morfometricky a u 25 z nich byla stanovena viabilita pyly.

Separátně byly získány rostliny z lokality Kostyrská gully z Ukrajiny (Kherson region, Berislav district, v. Zmiivka, Kostyrská gully, the middle part of the slope; 48°05.848'N, 32°17.876'E; 23.3.2016; leg. I. Moysiyyenko), z nichž získaná semena byla po vyklíčení použita pro stanovení DNA ploidní úrovně. Cílem bylo porovnání ploidie rostlin z maďarské a ukrajinské arely *G. szovitsii*.

Taxonomické zařazení

Taxonomické pojetí, užití v této práci se snažilo pracovat s nejmenšími v literatuře odlišovanými jednotkami, pro hodnocení taxonomického konceptu byly populace přiřazeny k následujícím taxonům: *G. bohémica* subsp. *bohémica* var. *bohémica*, *G. bohémica* subsp. *bohémica* var. *stenochlamydea*, *G. bohémica* subsp. *saxatilis*, *G. szovitsii*. Rozeznávání těchto taxonů je založeno na několika okruzích znaků. Mezi ty nejčastěji užívané patří tvar a délka okvětních lístků a odění lodyhy a květních stopek (John et al. 2004, Peterson et al. 2010a, Hrouda 2011). Další autoři ovšem uvádí i jiné znaky jako tvar semeníku a čnělky, výška rostliny, délka prašníků, zbarvení rostliny, odění a morfologie přizemního listu, počet květů a reprodukční strategie (Láng 1827, Schultes & Schultes 1829, Koch 1834, Ascherson &

Graebner 1907, Richardson 1980, Hrouda 1989a, Jakab & Molnár 2011). V této práci bylo k zařazení jednotlivých populací k taxonům užito literárních údajů (zejména Hrouda 2011, Košťál et al. 2013). Významně ale bylo přihlíženo také ke geografickému kritériu pro odlišení taxonů tj. za *G. bohemica* subsp. *saxatilis* byly považovány všechny rostliny z obou německých arel, což je v rozporu s klasifikací německých rostlin, provedenou Johnem et al. (2004), podle které by populace Wettin (WET), Haarberg (HAA), Brachwitz (BRA) a Wengelsdorf (WEN) patřili k subsp. *bohemica*. Podobně za *G. szovitsii* byly považovány všechny rostliny z jihovýchodního Maďarska bez ohledu na zjištěný ploidní stupeň populace a s tím souvisejícími rozdíly v reprodukční strategii, neboť tu jako zásadní znak pro odlišení od *G. bohemica* subsp. *bohemica* považují zase maďarští autoři (Jakab & Molnár 2011).

3.2 Stanovení DNA ploidní úrovně

Stanovení DNA ploidní úrovně probíhalo metodou průtokové cytometrie s vnitřním standardem se známým obsahem DNA (Doležel et al. 2007). Jako standard byl použit hrách *Pisum sativum* 'Ctirad' ($2C = 9,09$ pg) nebo kukuřice *Zea mays* 'CE-777' ($2C = 5,43$ pg). Pro stanovení ploidní úrovně byl užit vždy jeden okvětní lístek z analyzovaného jedince. Ve výjimečných případech byl použit přízemní list (extrémně malé populace u Seničky a Náměště na Hané, rostliny z Ukrajiny analyzované ze semenáčků). Získaná pletiva byla uchována v navlhčených papírových obálkách a uložena v ledničce do doby měření, které proběhlo v následujících dnech. Část vzorku (asi 1 cm^2) byla nasekána ostrou žiletkou v Petriho misce, spolu s přibližně stejným množstvím standardu v 1 ml pufru LB01 o pH 7,8 s přídavkem PVP (polyvinylpyrrolidon, 10 g na 500 ml pufru; Doležel & Bartoš 2005). V případě měření na cytometrech Partec ML a PAS bylo ke vzorku přidáno dalších 0,5 ml pufru. Vzniklý homogenát byl přefiltrován přes nylonový filtr do kyvety. Následně byl přidán fluorochrom a to buď 50 μl DAPI (4',6-diamidin-2-fenylindol, 2-4 $\mu\text{g}/\text{ml}$) nebo 20 μl PI (propidiumjodid, 50 $\mu\text{g}/\text{ml}$). V případě užití barviva DAPI byl vzorek analyzován v průtokovém cytometru Partec ML (Partec GmbH., Münster; s UV diodou) a měřen na 2000 jader. Při užití PI byly vzorky analyzovány na cytometru BD Accuri C6 (BD Biosciences, San Jose; s laserem BD 31 Accuri™ C6 Blue Laser (488 nm, 20 mW)), případně na cytometrech Partec PAS nebo Partec ML CyFlow (Partec GmbH, Münster; s laserem Cobolt Samba (532 nm, 100 mW; Cobolt AB, Stockholm)) a vzorek měřen na 3000 (případně 2000) jader. Ploidní stupeň byl stanoven na lineární stupnici grafického výstupu jako poměr vzdáleností mezi G1 vrcholem standardu a vzorku. O příslušnosti k danému cytotypu bylo rozhodnuto na

základě kalibrace rostlinami z lokality Pitkovická stráž a Kozárovce o známé ploidii ($2n = 5x = 60$; Měsíček & Hrouda 1974, Hrouda 1989a).

3.3 Morfometrická analýza

Morfometrická analýza byla prováděna na lokalitách, kde bylo možno změřit níže uvedené znaky na alespoň 15 jednokvětých jedincích (s výjimkou populací Praha-Šeberák a Velké Žernoseky-PR Kalvárie). Zejména důležité bylo, aby v daném květu byl alespoň jeden nepuklý prašník, čímž bylo dosaženo jisté standardizace, protože květní orgány mohou v průběhu kvetení měnit tvar (dorůstat). Vybírány byly lodyhy, které evidentně nepatřily ke stejnému shluku cibulek (klonu). Všechny znaky byly měřeny přímo v terénu, čímž se podstatně eliminovalo případné poškození rostlin. Hodnoceno bylo celkem 33 znaků (jejich přehled je v tabulce 2). Pro měření kvantitativních znaků bylo použito digitální měřidlo Extol 3426. Hodnocené znaky byly zapisovány do připravené tabulky, která byla následně přepsána do formátu MS Excel. Kategoriální znaky byly kódovány jako tzv. „dummy values“.

U morfometricky analyzovaných populací byl rovněž stanoven počet rostlin s různými počty květů na jedné lodyze (1,2,3,4,5 nebo 6 květů). Toto stanovení probíhalo na ploše cca 1 m² s bohatším výskytem druhu.

Tabulka 2: Přehled hodnocených znaků v morfometrické analýze (a jejich kódů, užitých v matici znaků - v závorce)

Znak	Kategorie/jednotky
Délka lodyhy (vyska)	mm
Délka nejdolejšího lodyžního listu (del_list1)	mm
Šířka nejdolejšího lodyžního listu (sir_list1)	mm
Vzdálenost dolních lodyžních listů (vzdal_dol)	mm
Délka okvětního lístku vnějšího kruhu okvěti (del_pl_vne)	mm
Šířka okvětního lístku vnějšího kruhu okvěti (sir_pl_vne)	mm
Délka okvětního lístku vnitřního kruhu okvěti (del_pl_vni)	mm
Šířka okvětního lístku vnitřního kruhu okvěti (sir_pl_vni)	mm
Tvar vrcholu okvětního lístku (tupy, tupe_spic, spicaty)	tupý, tupě špičatý, špičatý
Délka nitky (del_nitka)	mm
Šířka nitky (uprostřed; sir_nitka)	mm

Tabulka 2 (pokračování): Přehled hodnocených znaků v morfometrické analýze (a jejich kódů, užitých v matici znaků - v závorce)

Znak	Kategorie/jednotky
Délka lodyhy (vyska)	mm
Šířka prašníku (sir_pras)	mm
Délka (výška) semeníku (del_sem)	mm
Šířka žebra semeníku (sir_zebro)	mm
Vyhloubení horní části semeníku (nevyhl, vyhl_n, vyhl_v)	nevyhloubený, nevýrazně vyhloubený, výrazně vyhloubený
Délka čnělky (del_cnel)	mm
Šířka čnělky (dole; sir_cnel1)	mm
Šířka čnělky (nahore; sir_cnel2)	mm
Přízemní list (plis_nch, plis_mch, plis_sch)	lysý, roztroušeně chlupatý, intenzivně chlupatý
Žlábkovitost přízemních listů (zlab_n, zlab_m, zlab_h)	bez žlábků, mírný žlábek, hluboký žlábek
Šířka přízemního listu (sir_plis)	mm
Intenzita odění ^{1,2} (znak_kategorie)	L (0%), TL (1-50%), TC (50-99%), CH (100%)
Zbarvení lodyhy ³ (lodyha_kategorie)	B, T, ZB, CB, C

¹ Intenzita odění byla zvlášť stanovována pro dolní část lodyhy (lodd_), horní část lodyhy (lodn_), lodyžní listy na rubu (listl_r_), lodyžní listy na líci (listl_l_), lodyžní listy na okraji (listl_o_), rub okvětí (okv_r_), líc okvětí (okv_l_).

² Kategorie intenzity odění přibližně charakterizují pokrytí hodnocené části chlupy. Pro práci v terénu byly označeny uvedenými zkratkami a procenta v závorce označují přibližné pokrytí. Slovně by se tyto kategorie daly vysvětlit: L – lysá, TL – s roztroušenými chlupy, TC – hustě ochlupená, CH – velmi hustě pokrytá chlupy (tj. neprosvítá jiné pletivo).

³ Vysvětlivky kategorií zbarvení lodyhy: B – bez červeného zbarvení, T – červeně tečkovaná, ZB – červená jen v horní části, CB – červená na bázi, C – červená po většině plochy.

3.4 Analýza viability pylu

Analýza viability pylu byla provedena metodou dle Peterson et al. (2010b). Tato metoda modifikuje známé Alexandrovo barvení (Alexandr 1969) a umožňuje hodnotit pylovou viabilitu do jednoho roku od naxiování. Vždy dva prašníky před dehiscencí od rostliny byly

sebrány do zkumavek s Carnoyovou fixází [etanol, chloroform, kyselina octová (6:3:1)]. V této fixází byly uloženy v chladničce přibližně dva měsíce. Pro vlastní barvení byl použit vždy jeden prašník, jehož obsah byl po naříznutí a mírném osušení fixáže uvolněn na podložní sklo. Následně byla pylová zrna obarvena 2-4 kapkami barvicího roztoku, připraveného podle receptury uvedené Peterson et al. (2010b). Po 1-2 minutách barvení byl vzorek překryt krycím sklem o velikosti 20 x 20 mm a mírně nahřát nad lihovým kahanem. Takto připravený preparát byl vložen pod mikroskop Olympus CX 31 a byla spočítána všechna pylová zrna pod krycím sklem při zvětšení 20 x 10. Pozice pylových byla orientačně zaznamenána, aby nedocházelo k jejich opakovanému započítání. Jako viabilní byla hodnocena hnědě zbarvená pylová zrna, jako neviabilní červenofialově zbarvená pylová zrna.

3.5 Statistické zpracování

Matrice znaků získaná morfometrickou analýzou byla hodnocena a vizualizována v programu R, verzi 3.1.1 (R core team 2014) za použití softwaru R studio, verze 1.0.143 (2009-2016 RStudio Inc., URL: www.rstudio.com), kde byly rovněž spočítány příslušné statistické testy. Testy i některé další statistické analýzy byly prováděny s ohledem na taxonomické a geografické zařazení populací a na zařazení jedinců podle ploidního stupně, zjištěného analýzou na průtokovém cytometru (přehled v příloze 1). Analýza hlavních komponent (PCA), shlukovací analýzy a kanonická diskriminační analýza byly spočítány a vizualizovány za využití nástroje MorphoTools, verze 1.1 (Koutecký 2015). Pro mnohorozměrné analýzy (PCA a CDA) byl zápis matice upraven tak, aby byly vyloučeny znaky korelované více než 95 %. K tomu bylo užito Pearsonových korelačních koeficientů. Vyhodnocení podílu lodyh s různými počty květů v populacích bylo provedeno spočítáním indexu pro každou hodnocenou lokalitu. Index byl počítán jako průměrný počet květů na rostlinu v populaci tj. celkový počet květů u všech studovaných rostlin dohromady/celkový počet studovaných rostlin. Tyto indexy byly spočítány v programu MS Excel a vizualizovány v diagramu vytvořeném programem R.

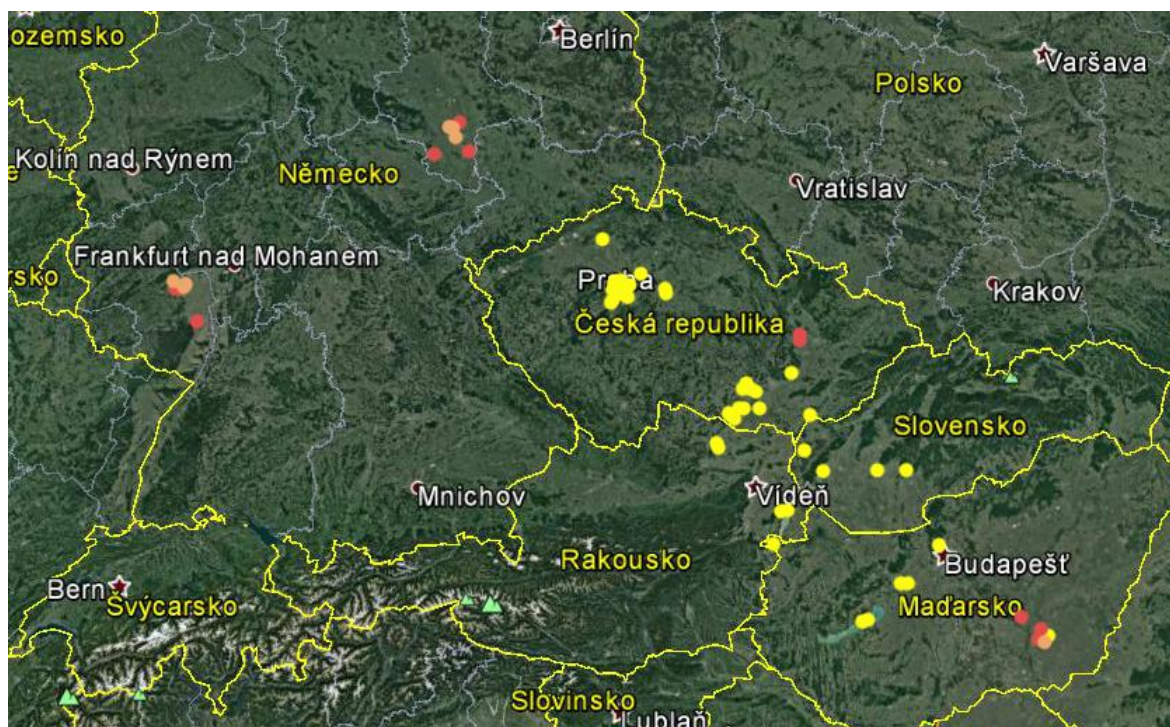
Procenta a směrodatná odchylka viability pylu a součty viabilních a neviabilních pylových zrn a stanovení směrodatné odchylky u relativní fluorescence u dat ze stanovení DNA ploidního stupně byly provedeny v programu MS Excel.

3.6 Herbářová revize

Na základě revize vybraných veřejných herbářových sbírek v ČR bylo sestaveno historické rozšíření zástupců okruhu *G. bohemica* v České republice. Navštíveny byly následující herbáře: BRNL, BRNM, BRNU, CHOM, GM, HR, LIT, MJ, MMI, MP, MZ, NJM, OL, OLM, OP, OSM, PL, PR, PRC, ROZ, SUM, ZMT (akronymy dle Thiers 2017) a využit byl také soukromý herbář J. Zámečnicka. Zaznamenané lokality byly seřazeny dle příslušnosti k fyto geografickým okresům a podokresům (Skalický 1988). Fyto geografické okresy a podokresy byly odečítány z mapové vrstvy na portálu Mapomat AOPK (URL: mapy.nature.cz)

4. VÝSLEDKY

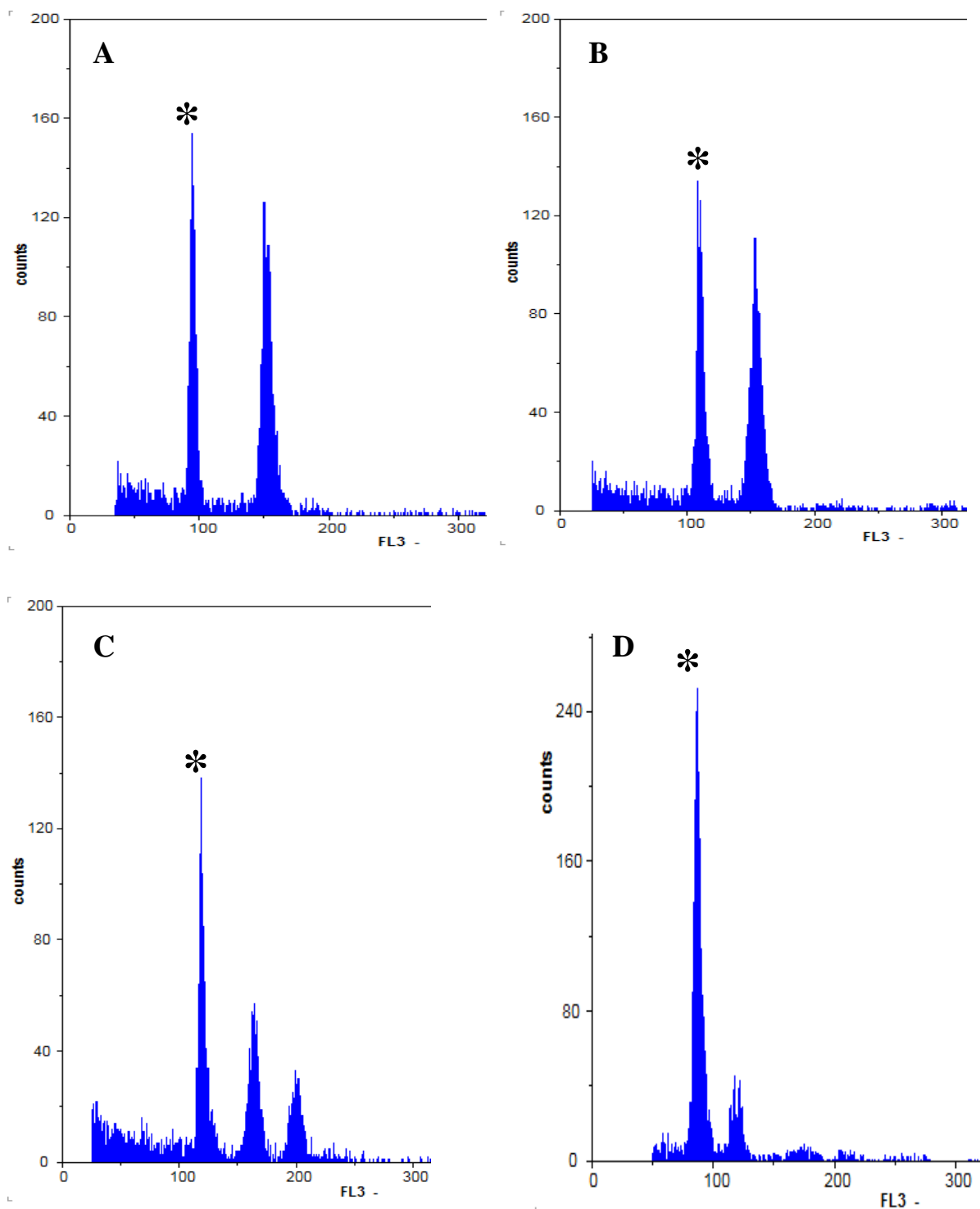
4.1 Rozšíření ploidních stupňů *Gagea bohemica* agg. ve střední Evropě



Obrázek 2: Přehled studovaných populací s vyznačeným ploidním stupněm na území střední Evropy. Tmavě červeně tetraploidní populace, žlutě pentaploidní populace, oranžově populace se smíšeným výskytem tetraploidů a alespoň jedné pentaploidní rostliny. Zdroj mapového podkladu: Google Earth.

Pomocí průtokové cytometrie byla analyzována ploidie vzorků 61 populací, celkem 657 rostlin. Z toho 184 jedinců (28 %) náleželo tetraploidnímu cytotypu, zbytek byli pentaploidi. Z cytotypově smíšených populací bylo změřeno celkem 101 vzorků. 43 populací bylo tvořeno jen pentaploidy, 11 pouze tetraploidy a v 7 se vyskytovali tetraploidi spolu s alespoň jednou pentaploidní rostlinou (z cytotypově smíšených populací bylo změřeno celkem 101 rostlin). Nápadná je koncentrace pentaploidních populací do Polabí a severozápadní části Panonské nížiny, kdežto tetraploidní a smíšené populace mají těžiště spíše v okolních izolovaných areálech. Podrobný rozbor jednotlivých populací z hlediska počtu jedinců tvořených danými cytotypy je uveden v příloze 2.

Pro porovnání s rostlinami z Maďarska řazenými v literatuře ke *G. szovitsii* bylo získáno několik rostlin z Ukrajiny (z oblasti, odkud byl taxon *G. szovitsii* popsán) se semeny v suchém stavu. Z vyšetřovaných semenáčků pocházejících ze 3 rostlin, byla získána 3 separátní měření (15, 23 a 14 semenáčků). Celý tento dataset vykazoval jen tetraploidní jedince.



Obrázek 3: Příklady výstupů z průtokového cytometru (Partec ML). Na vodorovné ose je lineární škála vyjadřující relativní fluorescenci jader, na svislé ose počet změřených jader. Hvězdičkou je označen vždy pík standardu. A) Výstup pro pentaploidního jedince z lokality Pitkovická stráň B) Výstup pro tetraploidního jedince z lokality Siefersheim – Martinsberg C) Společný výstup tetraploidního (uprostřed) a pentaploidního jedince (vpravo) z lokality Neu Bamberg – Haarberg (HAA) D) Výstup měření s použitím přízemního listu (místo okvětního lístku) pro rostlinu *Gagea szovitsii* z Ukrajiny.

4.2 Morfometrická analýza

Morfometricky bylo analyzováno 29 populací. Celkem se jednalo o 501 jedinců, z toho 373 náleželo pentaploidnímu cytotypu a 128 tetraploidnímu cytotypu. Z hlediska taxonomického bylo 327 jedinců řazených ke *G. bohémica* var. *bohémica*, 15 ke *G. bohémica* subsp. *bohémica* var. *stenochlamydea*, 81 ke *G. bohémica* subsp. *saxatilis* a 78 ke *G. szovitsii*.



Obrázek 4: Přehled populací použitých pro morfometrickou analýzu s vyznačením ploidního stupně daných populací na území střední Evropy. Tmavě červeně tetraploidní populace, žlutě pentaploidní populace, oranžově populace se smíšeným výskytem tetraploidů a alespoň jedné pentaploidní rostliny. Zdroj mapového podkladu: Google Earth.

U kvantitativních znaků byly dále spočítány základní statistické údaje (průměr, směrodatná odchylka, minimum, maximum) pro celý soubor (501 jedinců). Jejich přehled uvádí tabulka 3.

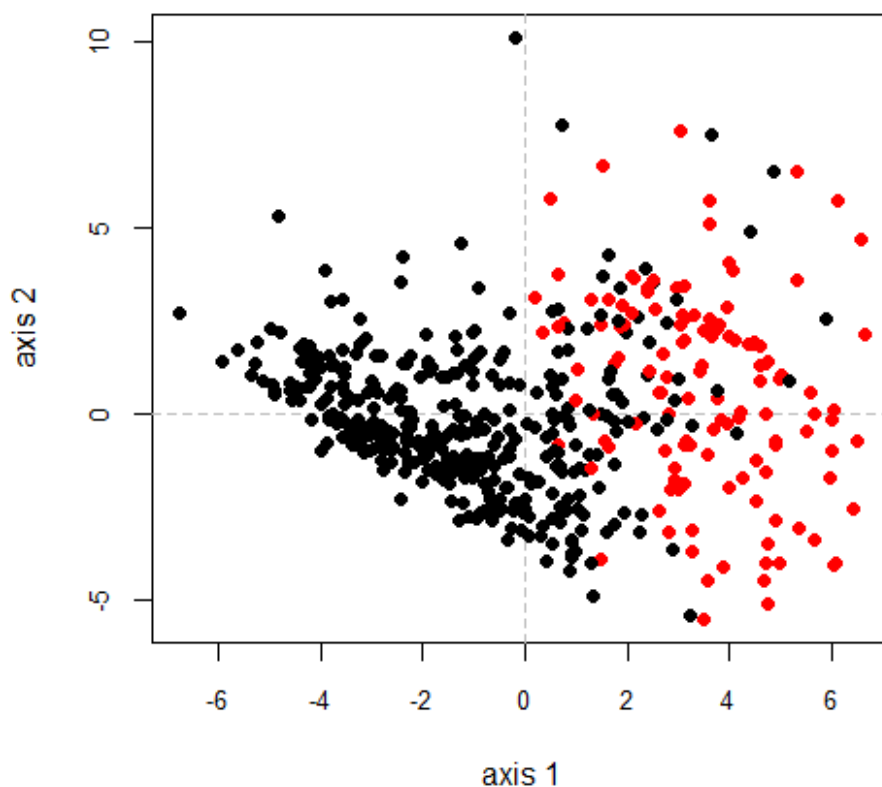
Tabulka 3: Přehled základních statistických hodnot kvantitativních znaků užitých v morfomerické analýze

Název znaku	Průměr [mm]	Směrodatná odchylka [mm]	Minimum [mm]	Maximum [mm]
Délka lodyhy	30,56	11,51	9,45	78,54
Délka nejdolnějšího lodyžního listu	37,38	16,63	8,62	103,98
Šířka nejdolnějšího lodyžního listu	3,48	1,05	0,97	6,67
Vzdálenost dolních lodyžních listů	5,09	4,03	0,00	29,72
Délka okvětního lístku vnějšího kruhu okvěti)	11,84	1,72	7,09	18,52
Šířka okvětního lístku vnějšího kruhu okvěti	3,97	1,03	1,76	6,67
Délka okvětního lístku vnitřního kruhu okvěti	11,62	1,85	6,27	18,40
Šířka okvětního lístku vnitřního kruhu okvěti	3,81	1,00	1,38	6,13
Délka nitky	5,23	1,30	1,81	9,91
Šířka nitky (uprostřed)	0,35	0,11	0,08	0,76
Délka prašníku	2,79	0,66	1,21	4,93
Šířka prašníku	0,75	0,14	0,31	1,38
Délka (výška) semeníku	3,84	0,92	1,53	6,59
Šířka žebra semeníku	0,84	0,20	0,36	1,59
Délka čnělky	4,62	0,64	2,33	6,95
Šířka čnělky (dole)	0,37	0,10	0,11	1,02
Šířka čnělky (nahore)	0,67	0,21	0,22	2,32
Šířka přízemního listu	0,63	0,18	0,21	1,50

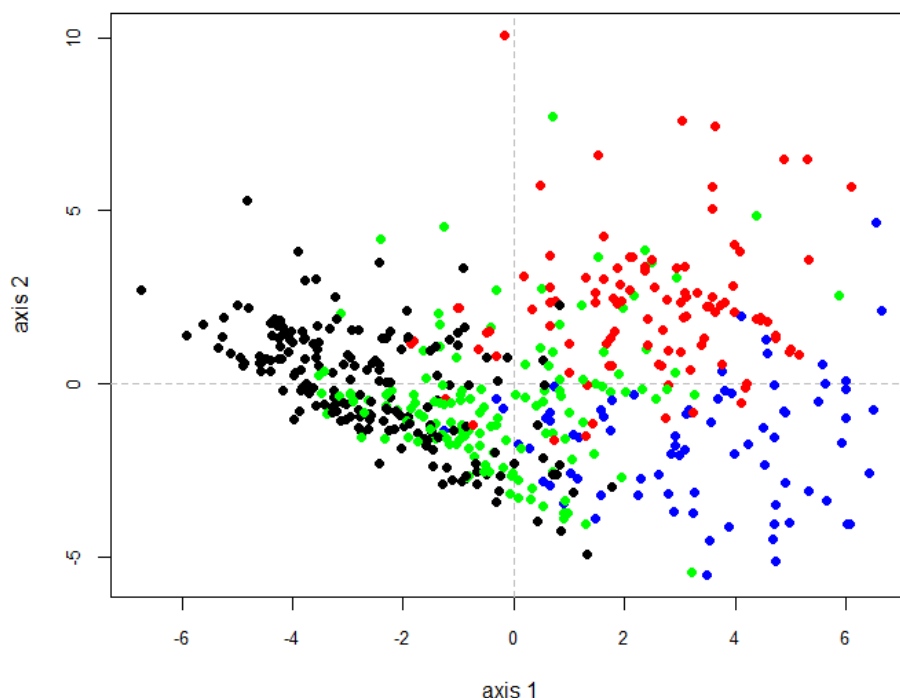
4.2.1 Analýza hlavních komponent (PCA)

Pro odhalení základní struktury a variability dat byla spočítána a zobrazena analýza hlavních komponent (PCA).

Analýza hlavních komponent (PCA) pro jedince



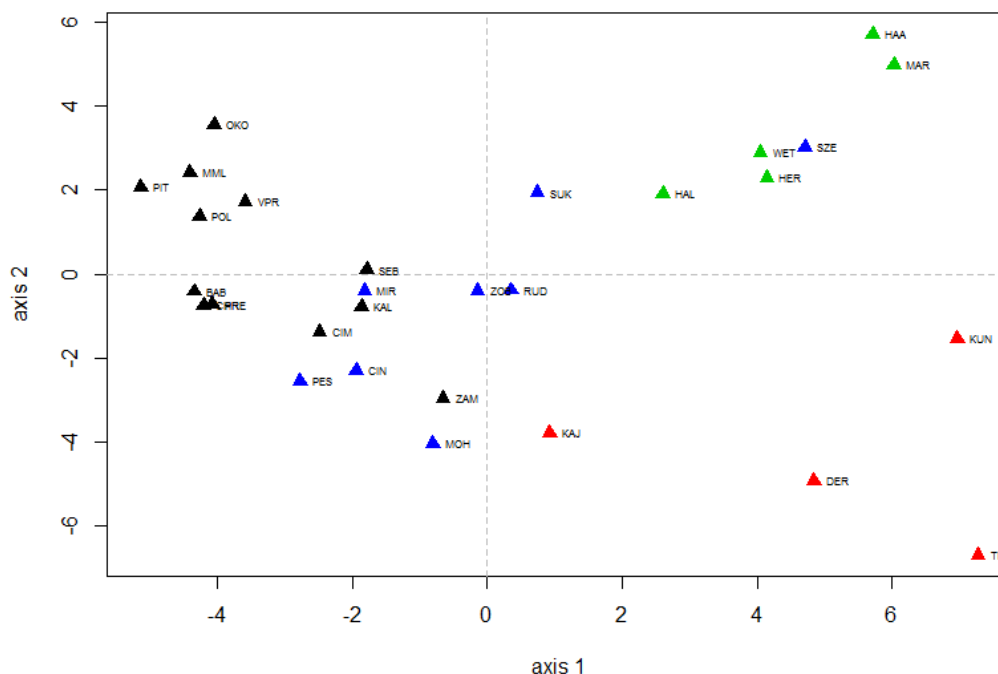
Obrázek 5: Diagram PCA s vyznačením jedinců podle cytotypu. Černé tečky označují pentaploidní jedince, červené tetraploidní. První osa vysvětluje 15,9 % variability souboru, druhá osa 9,3 % variability souboru.



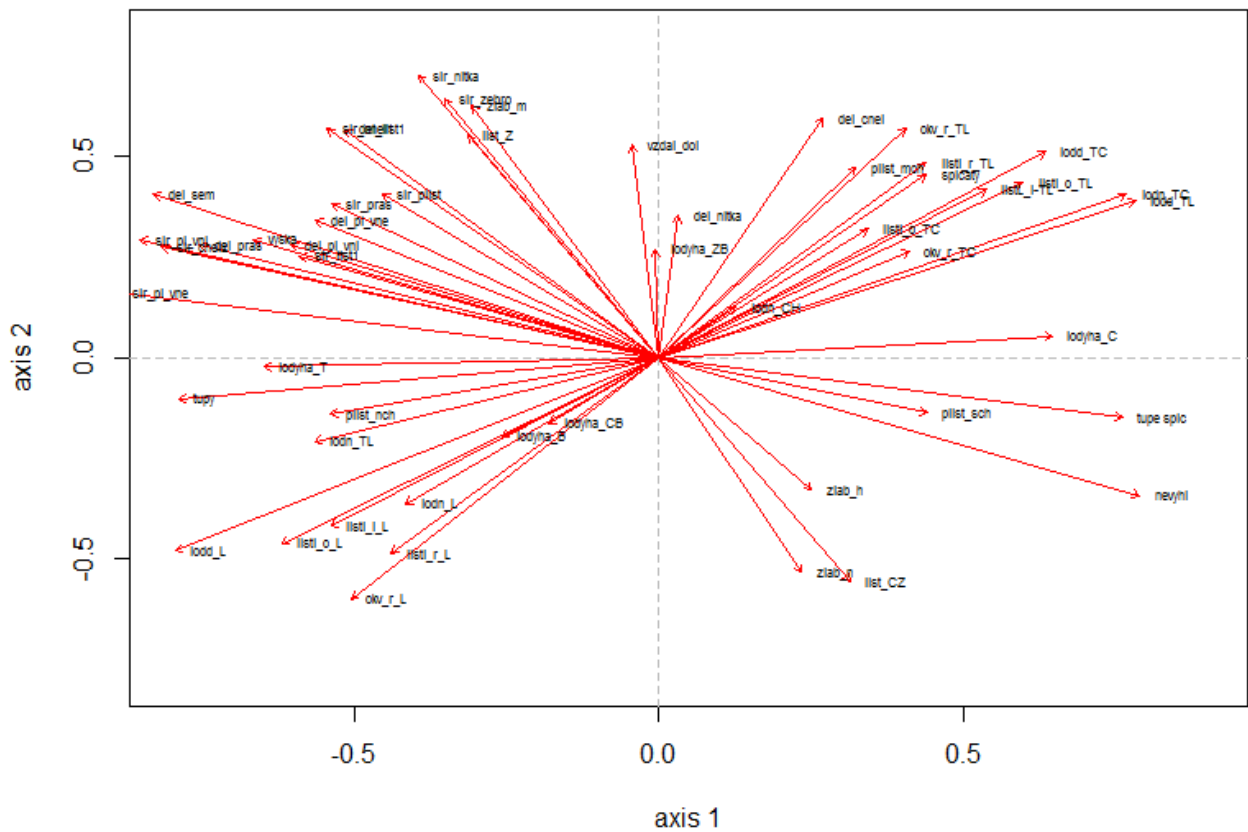
Obrázek 6: Diagram PCA s vyznačením jedinců dle geografické příslušnosti populace. Černé tečky označují jedince z české arely, zelené ze severozápadní části Panonie (Morava, severozápadní Maďarsko, Slovensko), červené rostliny z Německa, modře rostliny z jihovýchodního Maďarska. První osa vysvětluje 15,9 % variability souboru, druhá osa 9,3 % variability souboru.

Tabulka 4: Znak s nejvyšší vahou pro první dvě osy PCA na obrázcích 5-8 (více než 0.50 v absolutní hodnotě). Kategorie oděni jsou uvedeny ve zkratkách (viz poznámka pod tabulkou 2).

1. osa		2. osa	
Znak	Hodnota	Znak	Hodnota
Šířka okvětního lístku vnějšího kruhu okvěti	-0.83	List na okraji L	-0.55
Šířka okvětního lístku vnitřního kruhu okvěti	-0.82	Rub okvěti L	-0.55
Délka semeníku	-0.74	Okraj listu na lodyze TL	0.54
Délka prašníku	-0.70	Lodyha dole L	-0.52
Okvětní lístek tupý	-0.68		
Šířka čnělky (nahore)	-0.65		
Lodyha dole L	-0.58		
Semeník nevyhloubený	0.59		
Okvětní lístek tupě špičatý	0.57		
Délka okvětního lístku (vnější okvěti)	-0.57		
Délka okvětního lístku (vnitřní okvěti)	-0.54		
Lodyha nahore TC	0.51		



Obrázek 9: Diagram PCA s použitím populačních průměrů pro jednotlivé populace, zařazené dle geografické příslušnosti. Černé trojúhelníky jedince z české arely, modré ze severozápadní části Panonie (Morava, severozápadní Maďarsko, Slovensko), zelené z Německa, červené rostliny z jihovýchodního Maďarska. První osa vysvětluje 29,7 % a druhá osa 16,6 % variability souboru. Zkratky lokalit jsou uvedeny v příloze 1.



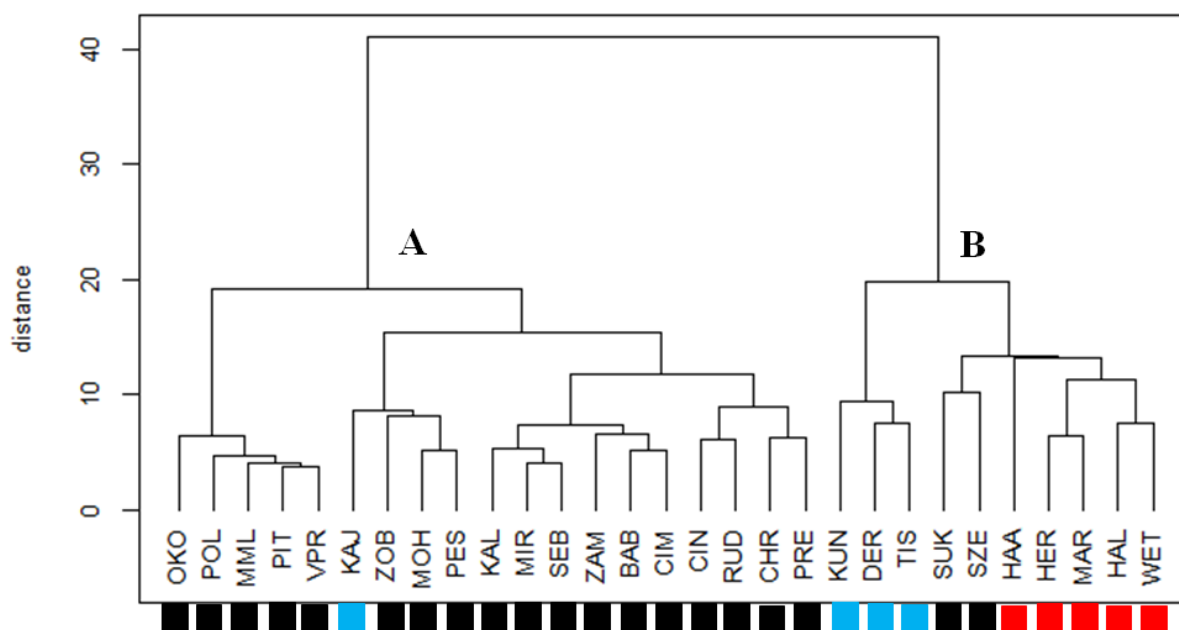
Obrázek 10: PCA s promítnutím populačních průměrů hodnocených znaků v prostoru prvních ordinačních os. První osa vysvětluje 29,7 % variability souboru, druhá osa 16,6 % variability souboru.

Tabulka 5: Znak s nejvyšší vahou pro první dvě osy PCA na obr. 9 a10 (více než 0.65). Kategorie oděni jsou uvedeny ve zkratkách (viz poznámka pod tabulkou 2).

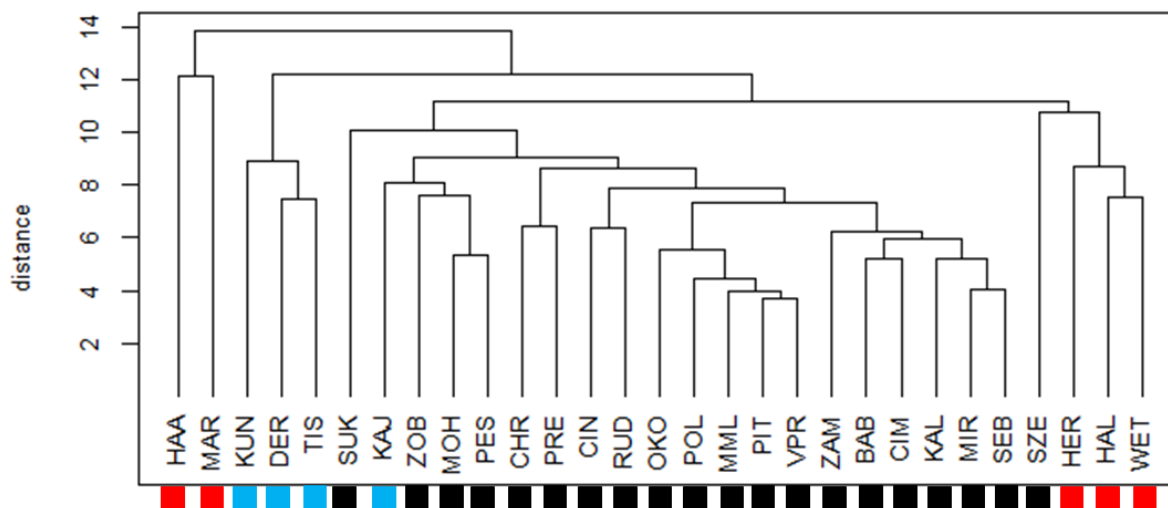
1. osa		2. osa	
Znak	Hodnota	Znak	Hodnota
Šířka okvětního lístku vnějšího kruhu okvěti	-0.89	Šířka nitky	0.70
Šířka okvětního lístku vnitřního kruhu okvěti	-0.85		
Délka (výška) semeníku	-0.83		
Šířka čnelky nahoře	-0.82		
Lodyha dole L	-0.79		
Semeník nevyhloubený	0.79		
Okvětní lístek tupý	-0.79		
Lodyha dole TL	0.78		
Lodyha nahoře TC	0.77		
Okvětní lístek tupě špičatý	0.76		
Délka prašníku	-0.75		
Výška	-0.66		

4.2.2 Shlukovací analýzy

Pro další znázornění vzájemných vztahů populací *G. bohemica* agg. byly vytvořeny shlukovací diagramy s použitím Euklidovské vzdálenosti jako mírou (ne)podobnosti. Použita byla Wardova metoda a metoda UPGMA a užito bylo populačních průměrů pro dané populace.



Obrázek 11: Shlukovací diagram vzniklý Wardovou metodou s vyznačením populací podle taxonomické příslušnosti uváděné v literatuře. Černé čtverečky *G. bohemica* subsp. *bohemica* [var. *stenochlamydea* reprezentuje populace ze Zoboru (ZOB)], červené *G. bohemica* subsp. *saxatilis*, modré *G. szovitsii*. Shluk A představuje výhradně pentaploidní populace, které jsou shlukovány bez zřetelné geografické vazby. Shluk B představuje převážně tetraploidní populace a odděluje tetraploidní *G. szovitsii* a *G. bohemica* subsp. *saxatilis* k níž přiřazuje dvě lokality ze severozápadního Maďarska (SUK, SZE) řazené k nomitnátnímu poddruhu *G. bohemica*. Zkratky názvů lokalit jsou uvedeny v příloze 1.

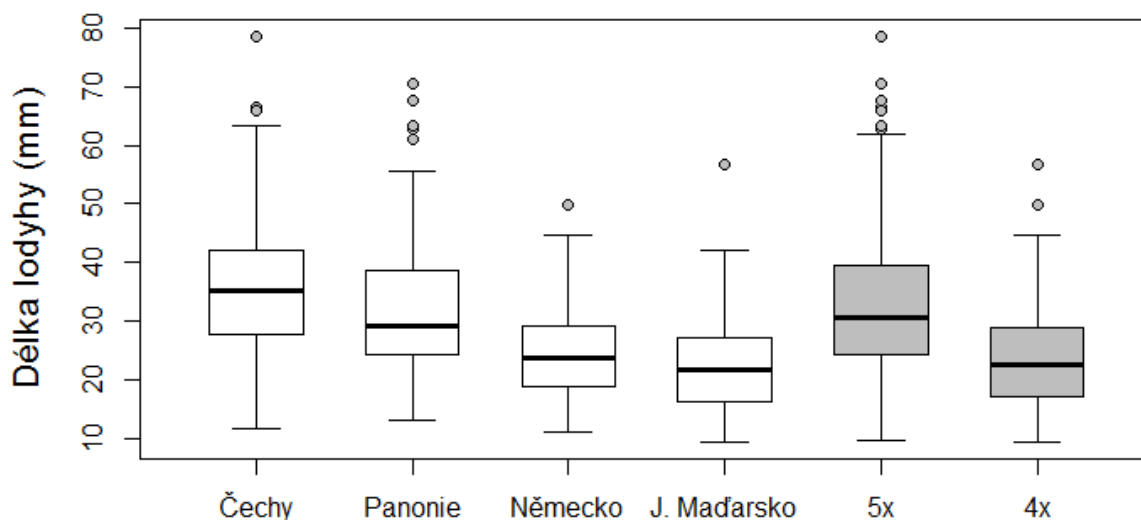


Obrázek 12: Shlukovací diagram, vzniklý metodou UPGMA s vyznačením populací podle taxonomické příslušnosti uváděné v literatuře. Černé čtverečky *G. bohemica* subsp. *bohemica* [var. *stenochlamydea* reprezentuje populace ze Zoboru (ZOB)], červené *G. bohemica* subsp. *saxatilis*, modré *G. szovitsii*. Metoda odděluje nejprve převážně tetraploidní populace z Německa a jihovýchodního Maďarska (*G. bohemica* subsp. *saxatilis* a *G. szovitsii*) do tří shluků společně s jednou pentaploidní populací z Maďarska (*G. bohemica* subsp. *bohemica*). Největší je pak poměrně kompaktní shluk pentaploidních populací (*G. bohemica* subsp. *bohemica* a *G. szovitsii*). Zkratky názvů lokalit jsou uvedeny v příloze 1.

4.2.3 Morfologické znaky a statistické testy

Získané hodnoty kvantitativních znaků jsou znázorněny krabičkovými diagramy, kde tělo diagramu má uvnitř tučně vyznačen medián, je ohraničeno horním a dolním kvantilem (x_{75} , x_{25}) a vousy představují 1,5 násobek mezikvartilového rozpětí. Odlehlé hodnoty jsou vyznačeny šedými tečkami. Jedinci z lokalit byli soustředěni podle geografického původu (Čechy, severozápadní Panonie, Německo, jihovýchodní Maďarsko) a podle ploidie nezávisle na příslušnosti k populaci (šedé boxploty) a taxonu. Pro pojetí taxonů v této práci bylo užito geografického kritéria, takže znaky hodnocené pro skupinu Německo odpovídají *G. bohemica* subsp. *saxatilis*, pro Jižní Maďarsko *G. szovitsii* a pro skupiny Čechy a Panonie *G. bohemica* subsp. *bohemica*. Dále jsou uvedeny výsledky testu jednocestná ANOVA pro jednotlivé geografické skupiny. Ty byly dále porovnány pomocí párových t-testů, jejichž výsledky jsou zobrazeny tabulkou. Rozdíly mezi hodnotami znaků u jednotlivých ploidí jsou hodnoceny separátně t-testem. Ordinální znaky jsou zobrazeny pouze sloupcovými diagramy, testovány testem dobré shody a dále komentovány.

Délka lodyhy

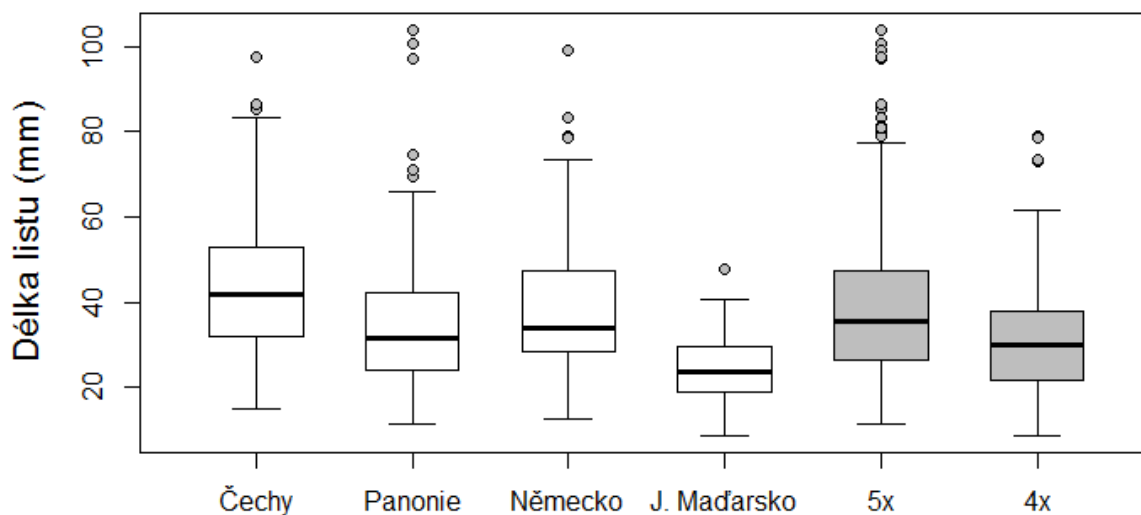


Obrázek 13: Krabičkové diagramy pro znak délka lodyhy. U testovaného geografického souboru zamítá jednocestná ANOVA hypotézu o shodnosti průměrů délky lodyhy u skupin populací ($F = 44,56$, $P < 0,001$, $DF = 3$). Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce jsou v tabulce 6 níže. Dvouvýběrový t-test o shodnosti průměrů mezi pentaploidy a tetraploidy zamítá hypotézu o shodnosti ($t = 8,72$, $DF = 287,96$, $P < 0,001$).

Tabulka 6: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak délka lodyhy. S = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,050$, S* = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,001$, N = nesignifikantní výsledek.

	Čechy	J. Maďarsko	Německo
J. Maďarsko	S*	-	-
Německo	S*	N	-
Panonie	S	S*	S*

Délka nejdolejšího lodyžního listu

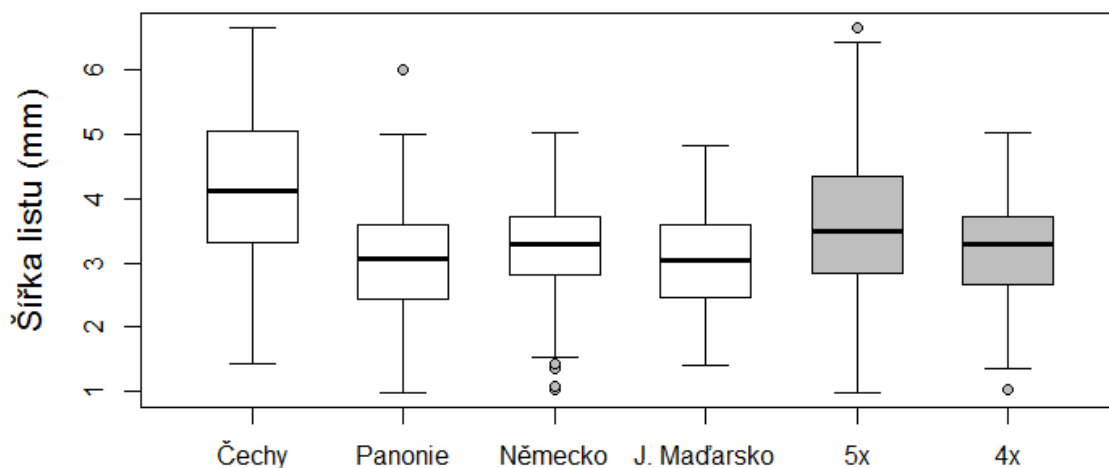


Obrázek 14: Krabičkové diagramy pro znak délka nejdolejšího lodyžního listu. U testovaného geografického souboru zamítá jednocestná ANOVA hypotézu o shodnosti průměrů délky listu u skupin populací ($F = 30,65$, $P < 0,001$, $DF = 3$). Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce jsou v tabulce 7 níže. Dvouvýběrový t-test o shodnosti průměrů mezi pentaploidy a tetraploidy zamítá hypotézu o shodnosti ($t = 4,56$, $DF = 270,91$, $P < 0,001$).

Tabulka 7: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak délka nejdolejšího listu. S = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,050$, S* = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,001$, N = nesignifikantní výsledek.

	Čechy	J. Maďarsko	Německo
J. Maďarsko	S*	-	-
Německo	S	S*	-
Panonie	S*	S*	N

Šířka nejdolejšího lodyžního listu

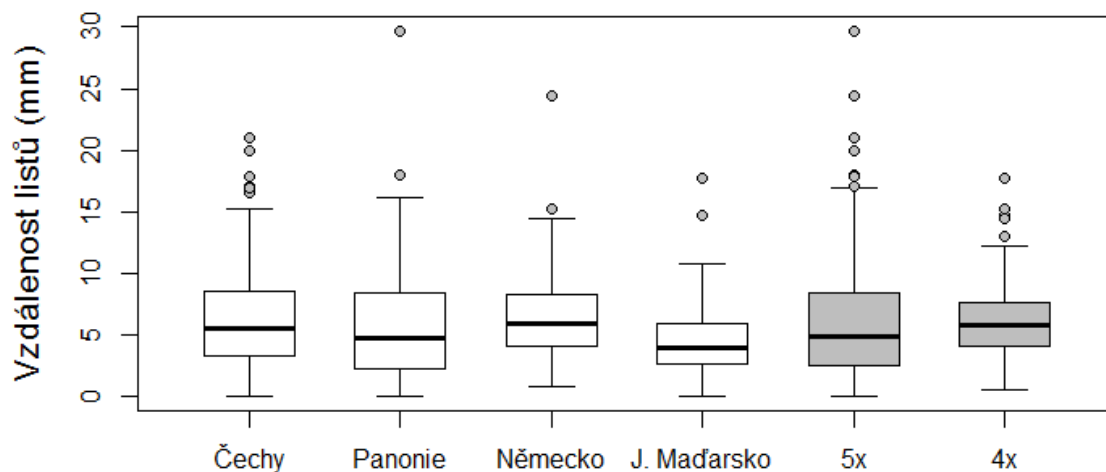


Obrázek 15: Krabičkové diagramy pro znak šířka nejdolejšího lodyžního listu. U testovaného geografického souboru zamítá jednocestná ANOVA hypotézu o shodnosti průměrů šířky listu na lodyze u skupin populací ($F = 51,94$, $P < 0,001$, $DF = 3$). Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce jsou v tabulce 8 níže. Dvouvýběrový t-test o shodnosti průměrů mezi pentaploidy a tetraploidy zamítá hypotézu o shodnosti ($t = 4,56$, $DF = 270,94$, $P < 0,001$).

Tabulka 8: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak šířka nejdolejšího lodyžního listu. S = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,050$, S* = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,001$, N = nesignifikantní výsledek.

	Čechy	J. Maďarsko	Německo
J. Maďarsko	S*	-	-
Německo	S*	N	-
Panonie	S*	N	N

Vzdálenost dolních lodyžních listů

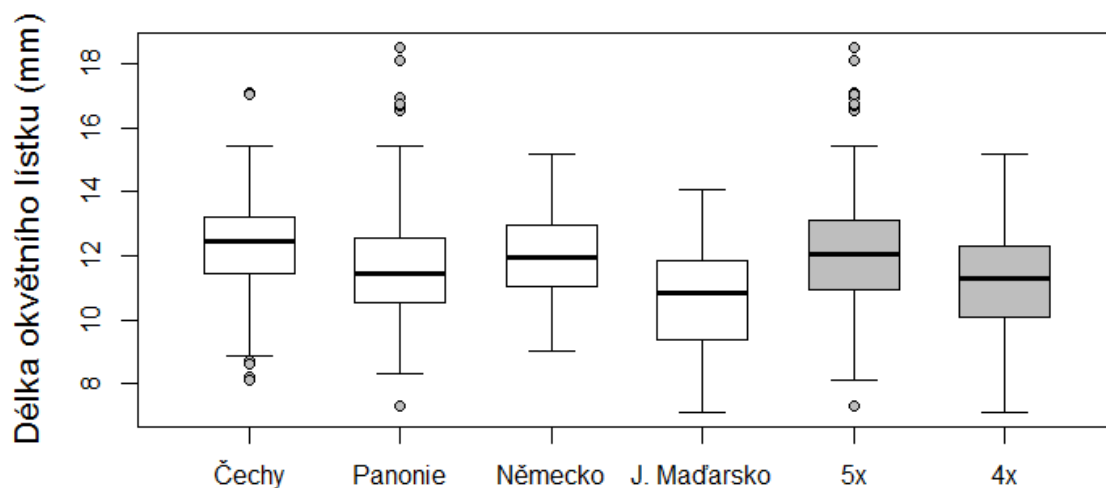


Obrázek 16: Krabičkové diagramy pro znak vzdálenost lodyžních listů. U testovaného geografického souboru zamítá jednocestná ANOVA hypotézu o shodnosti průměrů vzdálenosti lodyžních listů u skupin populací ($F = 4,68$, $P < 0,050$, $DF = 3$). Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce jsou v tabulce 9 níže. Dvouvýběrový t-test o shodnosti průměrů mezi pentaploidy a tetraploidy nezamítá hypotézu o shodnosti ($t = -0,86$, $DF = 308,63$, $P > 0,050$).

Tabulka 9: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak vzdálenost dolních lodyžních listů. S = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,050$, S* = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,001$, N = nesignifikantní výsledek.

	Čechy	J. Maďarsko	Německo
J. Maďarsko	S	-	-
Německo	N	S	-
Panonie	N	N	N

Délka okvětního lístku vnějšího kruhu okvěti

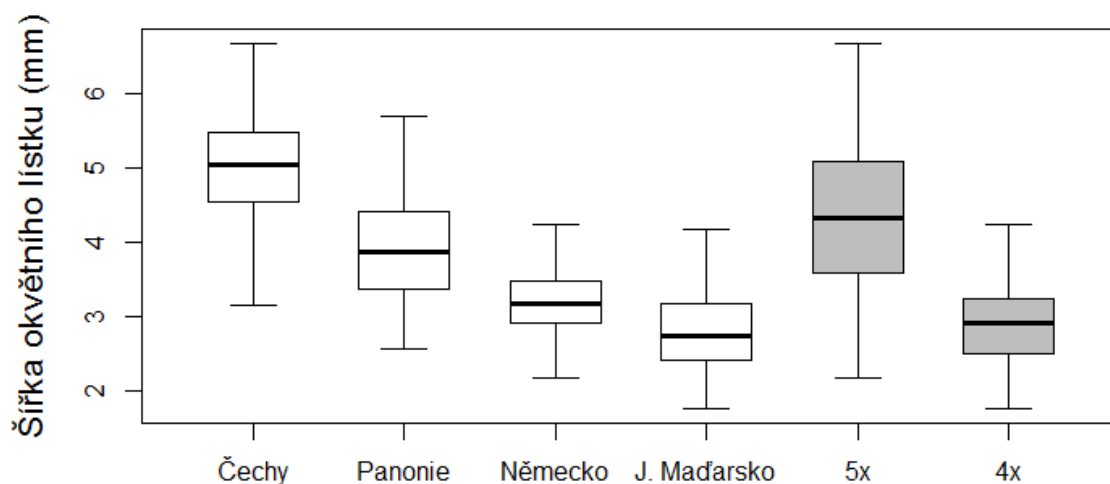


Obrázek 17: Krabičkové diagramy pro znak délka okvětního lístku vnějšího kruhu okvěti. U testovaného geografického souboru zamítá jednocestná ANOVA hypotézu o shodnosti průměrů délky okvětního lístku u skupin populací ($F = 17,62$, $P < 0,001$, $DF = 3$). Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce jsou v tabulce 10 níže. Dvouvýběrový t-test o shodnosti průměrů mezi pentaploidy a tetraploidy zamítá hypotézu o shodnosti ($t = 5,18$, $DF = 225,50$, $P < 0,001$).

Tabulka 10: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak délka okvětního lístku vnějšího kruhu okvěti. S = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,050$, S* = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,001$, N = nesignifikantní výsledek.

	Čechy	J. Maďarsko	Německo
J. Maďarsko	S*	-	-
Německo	N	S*	-
Panonie	S	S*	N

Šířka okvětního lístku vnějšího kruhu okvěetí

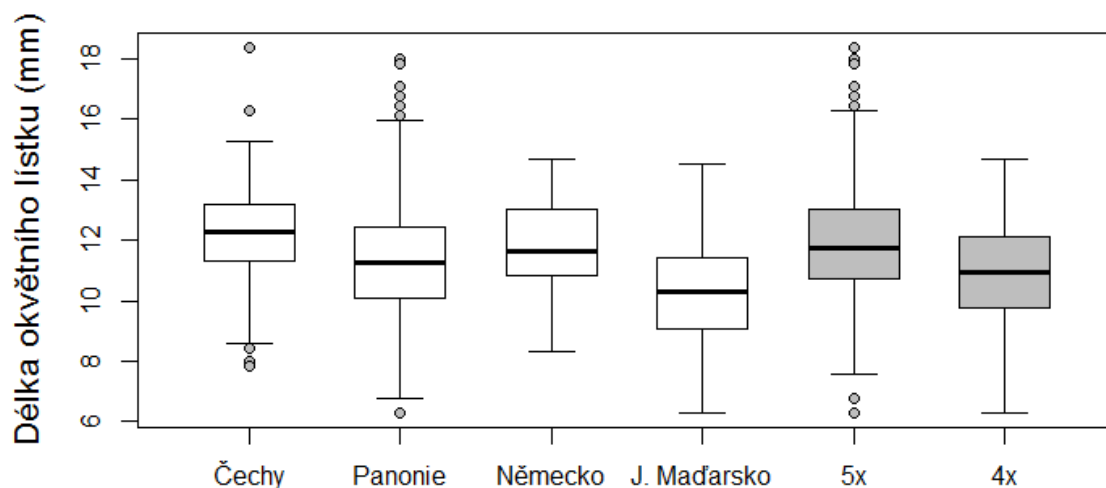


Obrázek 18: Krabičkové diagramy pro znak šířka okvětního lístku vnějšího kruhu okvěetí. U testovaného geografického souboru zamítá jednocestná ANOVA hypotézu o shodnosti průměrů šířky okvětního lístku u skupin populací ($F = 318,89$, $P < 0,001$, $DF = 3$). Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce jsou v tabulce 11 níže. Dvouvýběrový t-test o shodnosti průměrů mezi pentaploidy a tetraploidy zamítá hypotézu o shodnosti ($t = 21,29$, $DF = 380,63$, $P < 0,001$).

Tabulka 11: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak šířka okvětního lístku vnějšího kruhu okvěetí. S = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,050$, S* = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,001$, N = nesignifikantní výsledek.

	Čechy	J. Maďarsko	Německo
J. Maďarsko	S*	-	-
Německo	S*	S*	-
Panonie	S*	S*	S*

Délka okvětního lístku vnitřního kruhu okvěť

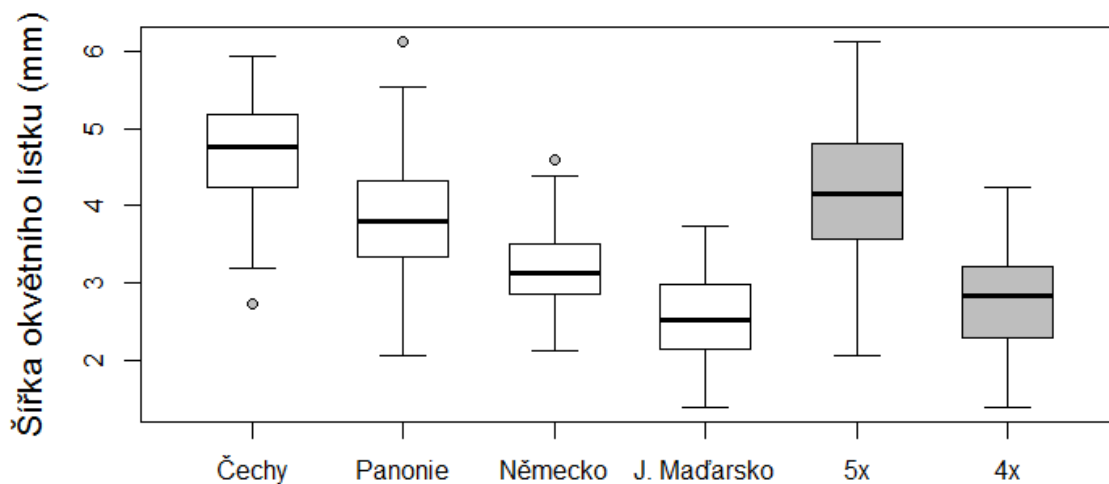


Obrázek 19: Krabičkové diagramy pro znak délka okvětního lístku vnitřního kruhu okvěť. U testovaného geografického souboru zamítá jednocestná ANOVA hypotézu o shodnosti průměrů délky okvětního lístku u skupin populací ($F = 21,66$, $P < 0,001$, $DF = 3$). Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce jsou v tabulce 12 níže. Dvouvýběrový t-test o shodnosti průměrů mezi pentaploidy a tetraploidy zamítá hypotézu o shodnosti ($t = 5,22$, $DF = 242,73$, $P < 0,001$).

Tabulka 12: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak délka okvětního lístku vnitřního kruhu okvěť. S = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,050$, S* = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,001$, N = nesignifikantní výsledek.

	Čechy	J. Maďarsko	Německo
J. Maďarsko	S*	-	-
Německo	N	S*	-
Panonie	S	S*	N

Šířka okvětního lístku vnitřního kruhu okvěti

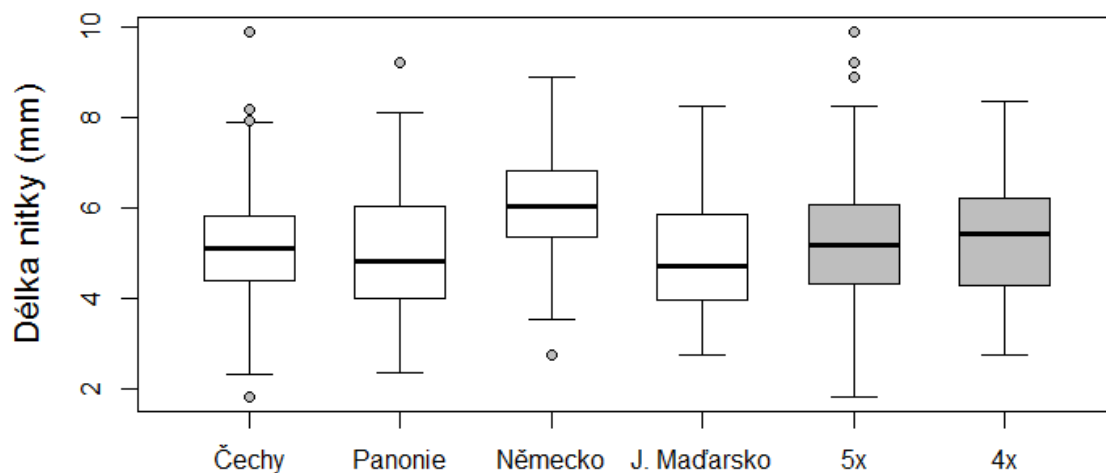


Obrázek 20: Krabičkové diagramy pro znak šířka okvětního lístku vnitřního kruhu okvěti. U testovaného geografického souboru zamítá jednocestná ANOVA hypotézu o shodnosti průměrů šířky okvětního lístku u skupin populací ($F = 247,70$, $P < 0,001$, $DF = 3$). Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce jsou v tabulce 13 níže. Dvouvýběrový t-test o shodnosti průměrů mezi pentaploidy a tetraploidy zamítá hypotézu o shodnosti ($t = 20,62$, $DF = 324,12$, $P < 0,001$).

Tabulka 13: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak šířka okvětního lístku vnitřního kruhu okvěti. S = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,050$, S* = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,001$, N = nesignifikantní výsledek.

	Čechy	J. Maďarsko	Německo
J. Maďarsko	S*	-	-
Německo	S*	S*	-
Panonie	S*	S*	S*

Délka nitky

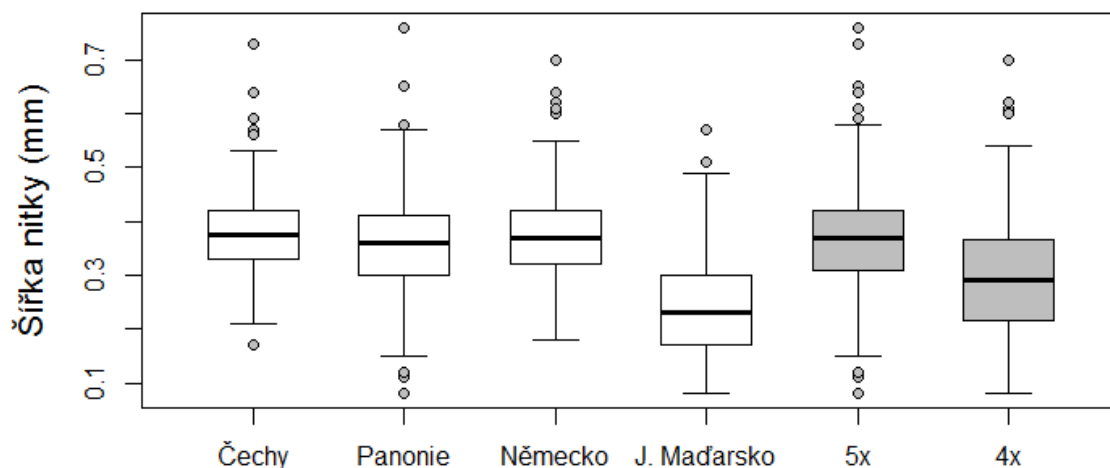


Obrázek 21: Krabičkové diagramy pro znak délka nitky. U testovaného geografického souboru zamítá jednocestná ANOVA hypotézu o shodnosti průměrů délky nitky u skupin populací ($F = 18,01$, $P < 0,001$, $DF = 3$). Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce jsou v tabulce 14 níže. Dvouvýběrový t-test o shodnosti průměrů mezi pentaploidy a tetraploidy nezamítá hypotézu o shodnosti ($t = -0,72$, $DF = 222,25$, $P > 0,050$).

Tabulka 14: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak délka nitky. S = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,050$, S* = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,001$, N = nesignifikantní výsledek.

	Čechy	J. Maďarsko	Německo
J. Maďarsko	N	-	-
Německo	S*	S*	-
Panonie	N	N	S*

Šířka nitky

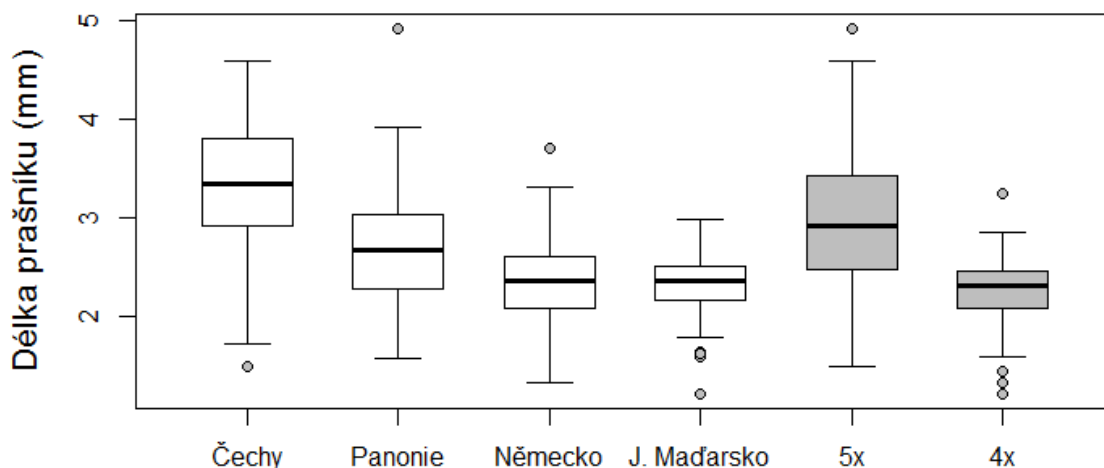


Obrázek 22: Krabičkové diagramy pro znak šířka nitky. U testovaného geografického souboru zamítá jednocestná ANOVA hypotézu o shodnosti průměrů šířky nitky u skupin populací ($F = 36,19$, $P < 0,001$, $DF = 3$). Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce jsou v tabulce 15 níže. Dvouvýběrový t-test o shodnosti průměrů mezi pentaploidy a tetraploidy zamítá hypotézu o shodnosti ($t = 5,81$, $DF = 191,87$, $P < 0,001$).

Tabulka 15: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak šířka nitky. S = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,050$, S* = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,001$, N = nesignifikantní výsledek.

	Čechy	J. Maďarsko	Německo
J. Maďarsko	S*	-	-
Německo	N	S*	-
Panonie	N	S*	N

Délka prašníku

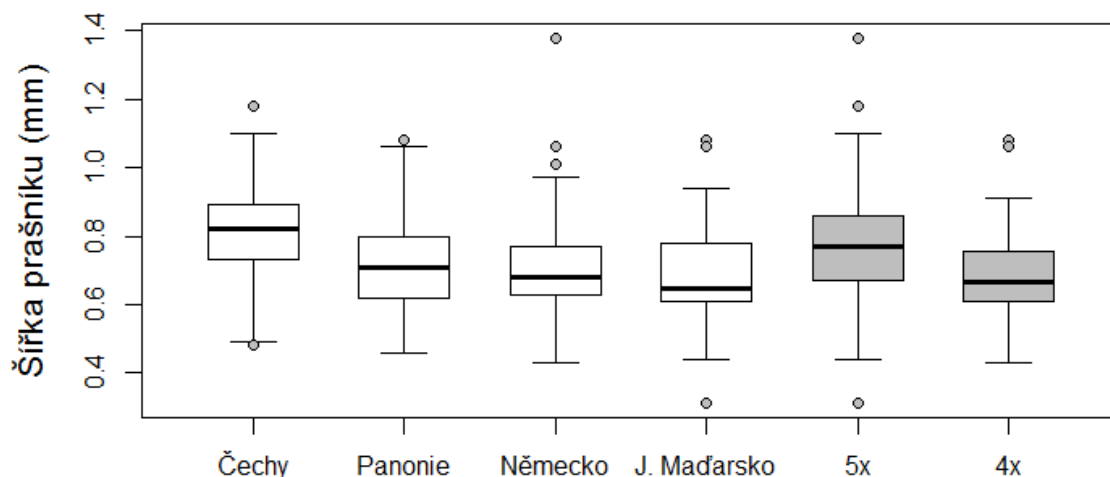


Obrázek 23: Krabičkové diagramy pro znak délka prašníku. U testovaného geografického souboru zamítá jednocestná ANOVA hypotézu o shodnosti průměrů délky prašníku u skupin populací ($F = 112,61$, $P < 0,001$, $DF = 3$). Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce jsou v tabulce 16 níže. Dvouvýběrový t-test o shodnosti průměrů mezi pentaploidy a tetraploidy zamítá hypotézu o shodnosti ($t = 15,67$, $DF = 433,92$, $P < 0,001$).

Tabulka 16: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak délka prašníku. S = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,050$, S* = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,001$, N = nesignifikantní výsledek.

	Čechy	J. Maďarsko	Německo
J. Maďarsko	S*	-	-
Německo	S*	N	-
Panonie	S*	S*	S*

Šířka prašníku

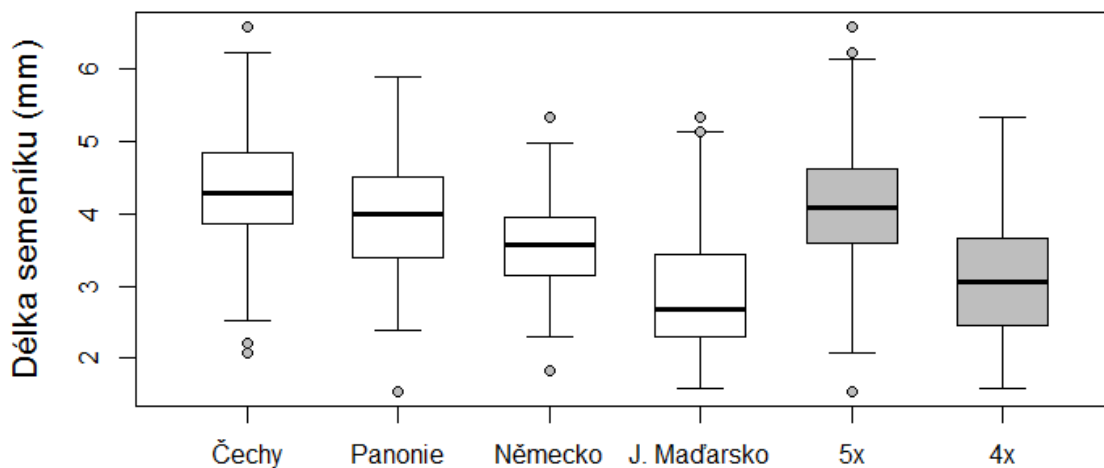


Obrázek 24: Krabičkové diagramy pro znak šířka prašníku. U testovaného geografického souboru zamítá jednocestná ANOVA hypotézu o shodnosti průměrů šířky prašníku u skupin populací ($F = 22,99$, $P < 0,001$, $DF = 3$). Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce jsou v tabulce 17 níže. Dvouvýběrový t-test o shodnosti průměrů mezi pentaploidy a tetraploidy zamítá hypotézu o shodnosti ($t = 6,50$, $DF = 250,49$, $P < 0,001$).

Tabulka 17: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak šířka prašníku. S = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,050$, S* = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,001$, N = nesignifikantní výsledek.

	Čechy	J. Maďarsko	Německo
J. Maďarsko	S*	-	-
Německo	S*	N	-
Panonie	S*	N	N

Délka (výška) semeníku

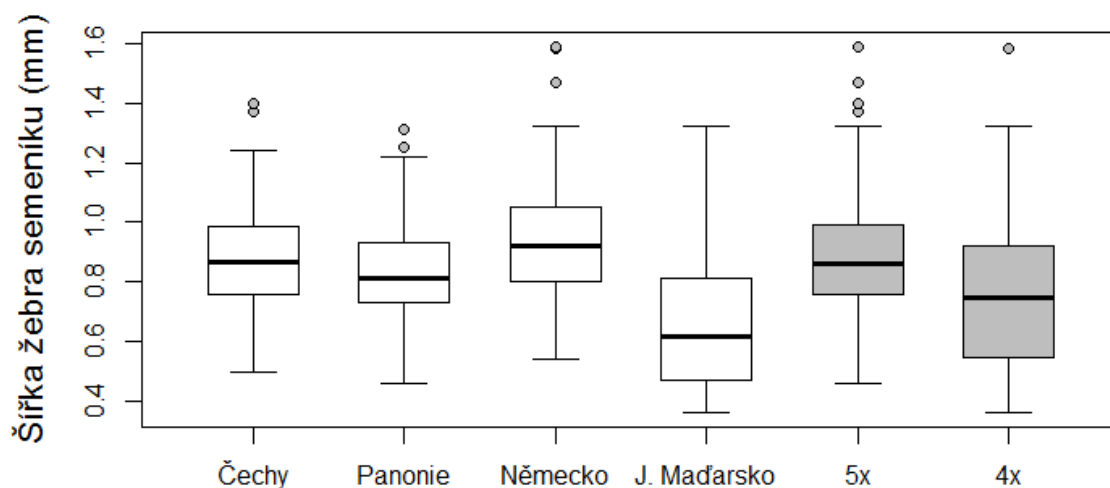


Obrázek 25: Krabičkové diagramy pro znak délka semeníku. U testovaného geografického souboru zamítá jednocestná ANOVA hypotézu o shodnosti průměrů délky semeníku u skupin populací ($F = 61,16$, $P < 0,001$, $DF = 3$). Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce jsou v tabulce 18 níže. Dvouvýběrový t-test o shodnosti průměrů mezi pentaploidy a tetraploidy zamítá hypotézu o shodnosti ($t = 12,44$, $DF = 228,01$, $P < 0,001$).

Tabulka 18: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak délka semeníku. S = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,050$, S* = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,001$, N = nesignifikantní výsledek.

	Čechy	J. Maďarsko	Německo
J. Maďarsko	S*	-	-
Německo	S*	S*	-
Panonie	S*	S*	S

Šířka žebra semeníku

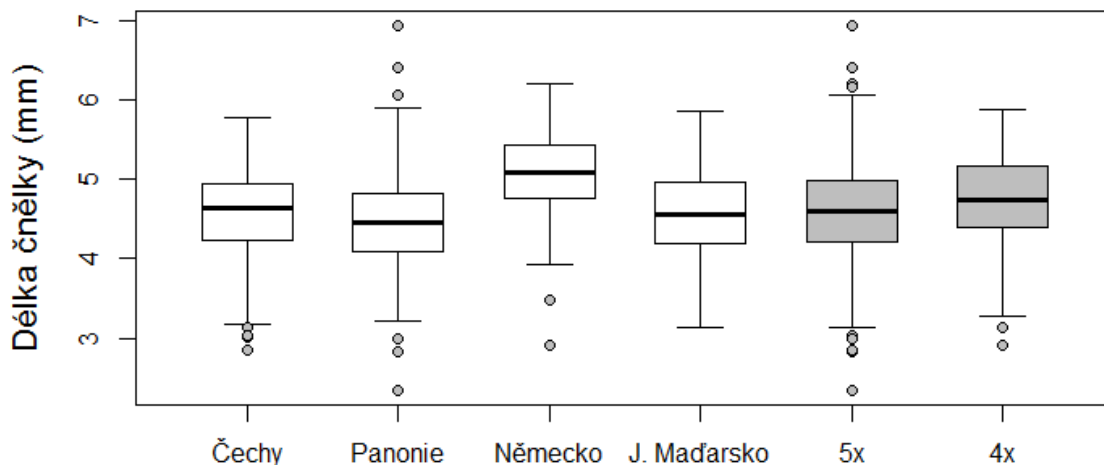


Obrázek 26: Krabičkové diagramy pro znak šířka žebra semeníku. U testovaného geografického souboru zamítá jednocestná ANOVA hypotézu o shodnosti průměrů šířky žebra semeníku u skupin populací ($F = 32,72$, $P < 0,001$, $DF = 3$). Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce jsou v tabulce 19 níže. Dvouvýběrový t-test o shodnosti průměrů mezi pentaploidy a tetraploidy zamítá hypotézu o shodnosti ($t = 4,88$, $DF = 172,96$, $P < 0,001$).

Tabulka 19: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak šířka žebra semeníku. S = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,050$, S* = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,001$, N = nesignifikantní výsledek.

	Čechy	J. Maďarsko	Německo
J. Maďarsko	S*	-	-
Německo	S	S*	-
Panonie	N	S*	S

Délka čnělky

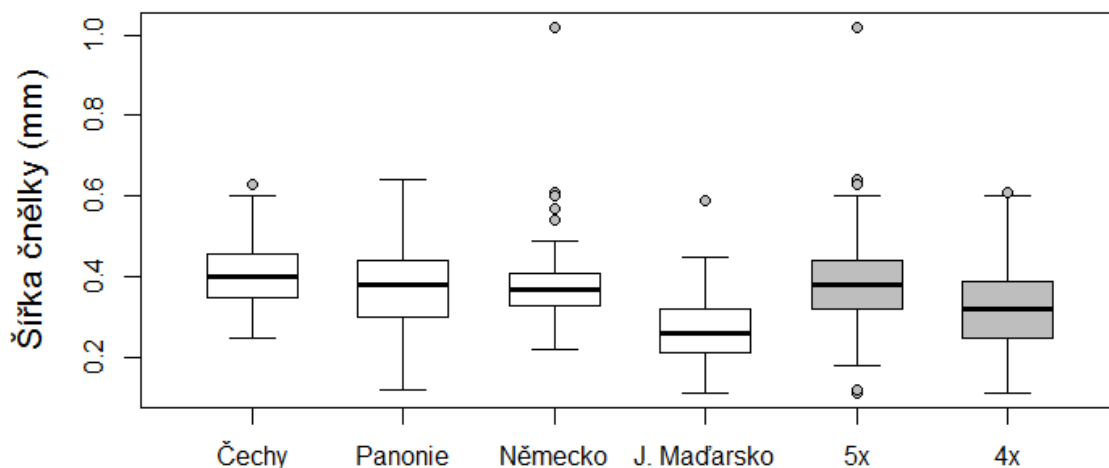


Obrázek 27: Krabičkové diagramy pro znak délka čnělky. U testovaného geografického souboru zamítá jednocestná ANOVA hypotézu o shodnosti průměrů délky čnělky u skupin populací ($F = 23,30$, $P < 0,001$, $DF = 3$). Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce jsou v tabulce 20 níže. Dvouvýběrový t-test o shodnosti průměrů mezi pentaploidy a tetraploidy zamítá hypotézu o shodnosti ($t = -2,25$, $DF = 239,73$, $P < 0,050$).

Tabulka 20: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak délka čnělky. S = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,050$, S* = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,001$, N = nesignifikantní výsledek.

	Čechy	J. Maďarsko	Německo
J. Maďarsko	N	-	-
Německo	S*	S*	-
Panonie	N	N	S

Šířka čnělky (dole)

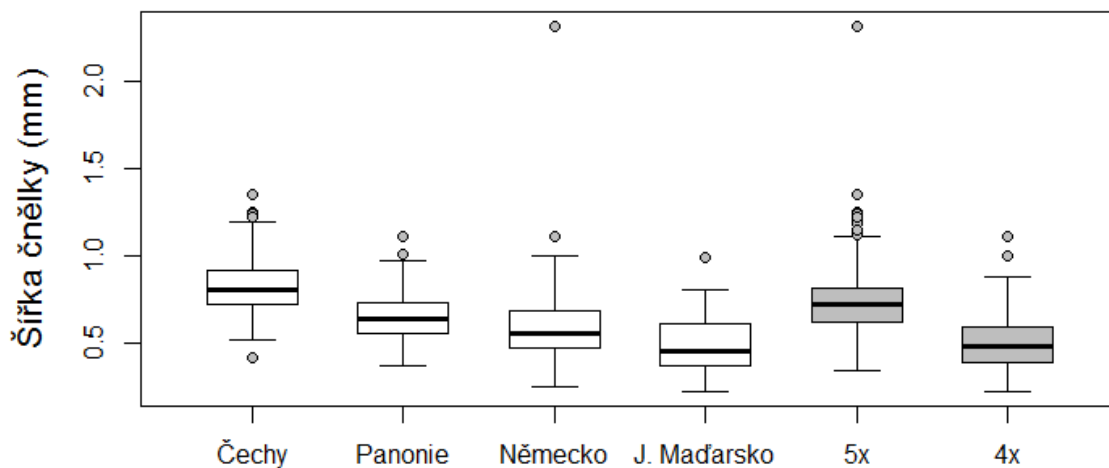


Obrázek 28: Krabičkové diagramy pro znak šířka čnělky (dole). U testovaného geografického souboru zamítá jednocestná ANOVA hypotézu o shodnosti průměrů šířky čnělky u skupin populací ($F = 43,65$, $P < 0,001$, $DF = 3$). Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce jsou v tabulce 21 níže. Dvouvýběrový t-test o shodnosti průměrů mezi pentaploidy a tetraploidy zamítá hypotézu o shodnosti ($t = 6,89$, $DF = 211,75$, $P < 0,001$).

Tabulka 21: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak šířka čnělky (dole). S = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,050$, S* = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,001$, N = nesignifikantní výsledek.

	Čechy	J. Maďarsko	Německo
J. Maďarsko	S*	-	-
Německo	N	S*	-
Panonie	S	S*	N

Šířka čnělky (nahore)

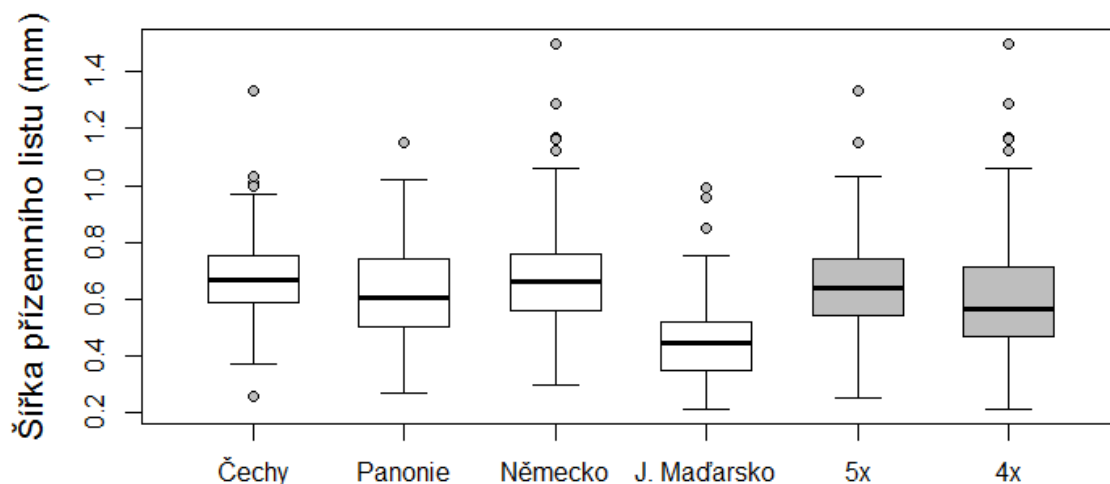


Obrázek 29: Krabičkové diagramy pro znak šířka čnělky (nahore). U testovaného geografického souboru zamítá jednocestná ANOVA hypotézu o shodnosti průměrů šířky čnělky u skupin populací ($F = 82,93$, $P < 0,001$, $DF = 3$). Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce jsou v tabulce 22 níže. Dvouvýběrový t-test o shodnosti průměrů mezi pentaploidy a tetraploidy zamítá hypotézu o shodnosti ($t = 13,46$, $DF = 251,69$, $P < 0,001$).

Tabulka 22: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak šířka čnělky (nahore). S = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,050$, S* = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,001$, N = nesignifikantní výsledek.

	Čechy	J. Maďarsko	Německo
J. Maďarsko	S*	-	-
Německo	S*	S	-
Panonie	S*	S*	N

Šířka přízemního listu

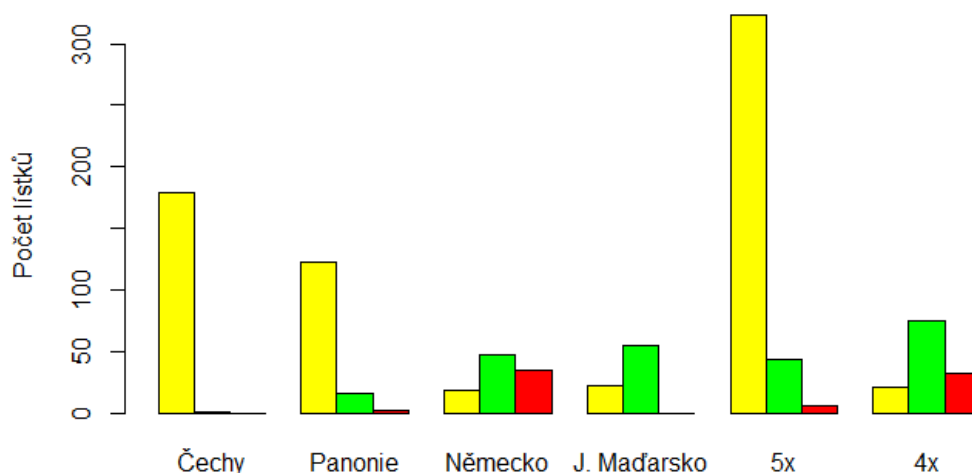


Obrázek 30: Krabičkové diagramy pro znak šířka přízemního listu. U testovaného geografického souboru zamítá jednocestná ANOVA hypotézu o shodnosti průměrů šířky listu u skupin populací ($F = 40,50$, $P < 0,001$, $DF = 3$). Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce jsou v tabulce 23 níže. Dvouvýběrový t-test o shodnosti průměrů mezi pentaploidy a tetraploidy nezamítá hypotézu o shodnosti ($t = 1,54$, $DF = 178,61$, $P > 0,050$).

Tabulka 23: Výsledky párového porovnání pomocí t-testů s užitím Bonferroniho korekce mezi jednotlivými geografickými skupinami pro znak šířka přízemního listu. S = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,050$, S* = signifikantní výsledek na hladině $P \leq 0,001$, N = nesignifikantní výsledek.

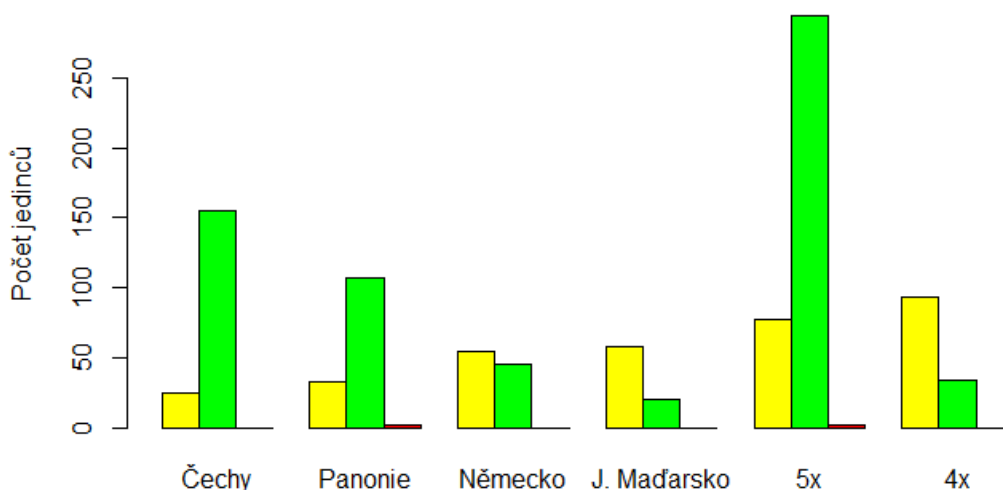
	Čechy	J. Maďarsko	Německo
J. Maďarsko	S*	-	-
Německo	N	S*	-
Panonie	S	S*	S

Tvar vrcholu okvětního lístku



Obrázek 31: Grafické znázornění podílu jedinců s určitým tvarem vrcholu okvětního lístku (tupý, tupě špičatý, špičatý). Žlutě – tupý, zeleně – tupě špičatý, červeně – špičatý. Z grafu je patrná výrazná převaha u tupého vrcholu okvětního lístku u populací z Čech a severozápadní Panonie a převaha tupě špičatých u jedinců z Německa a jihovýchodního Maďarska. Rovněž je patrná výrazná převaha tupého vrcholu okvětního lístku u pentaploidů a převaha tupě špičatého vrcholu u tetraploidů. Test dobré shody zamítá nulovou hypotézu o nezávislosti mezi aktuálním tvarem vrcholu okvětního lístku a geografickou skupinou a stejně tak ploidním stupněm ($\chi = 352,21$, DF = 6, $P < 0,001$; $\chi = 224,36$, DF = 6, $P < 0,001$).

Vyhlobení horní části semeníku

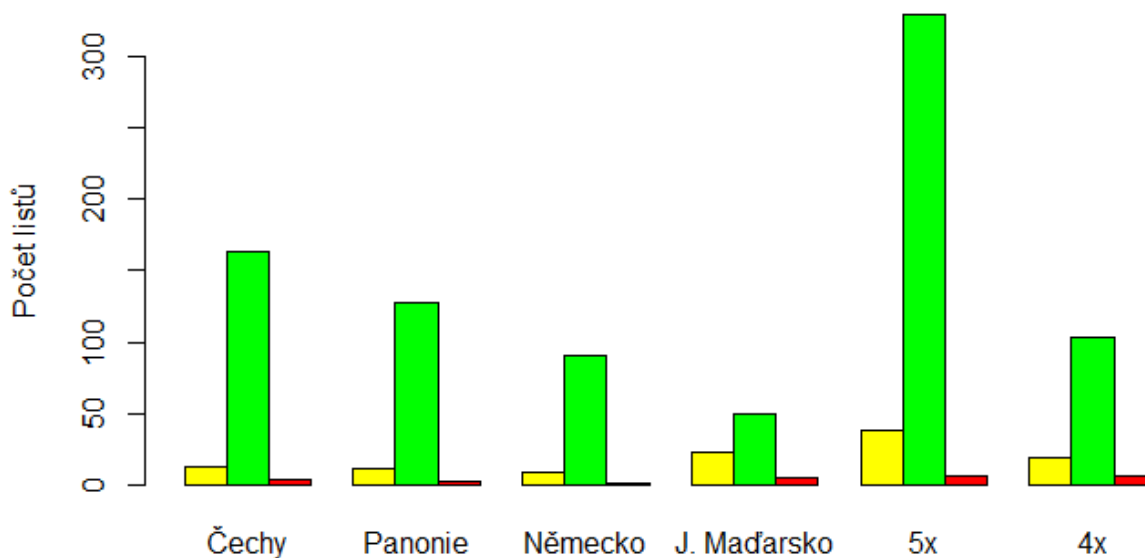


Obrázek 32: Grafické znázornění podílu jedinců s danými typy vyhloubení semeníku (nevyhloubený, nevýrazně vyhloubený, výrazně vyhloubený). Žlutě – nevyhloubený, zeleně – nevýrazně vyhloubený, červeně – výrazně vyhloubený. Z grafu je patrná převaha nevýrazně vyhloubeného vrcholu semeníku u populací z Čech a severozápadní Panonie a převaha nevyhloubeného vrcholu semeníku u jedinců z Německa a jihovýchodního Maďarska. Rovněž je patrná velká převaha nevýrazně vyhloubeného vrcholu semeníku u pentaploidů a převaha nevyhloubeného vrcholu u tetraploidů. Test dobré shody zamítá nulovou hypotézu o nezávislosti mezi vyhloubením semeníku a geografickou skupinou a stejně tak ploidním stupněm ($\chi = 119,66$, DF = 6, $P < 0,001$; $\chi = 117,81$, DF = 2, $P < 0,001$).

Přízemní list (odění)

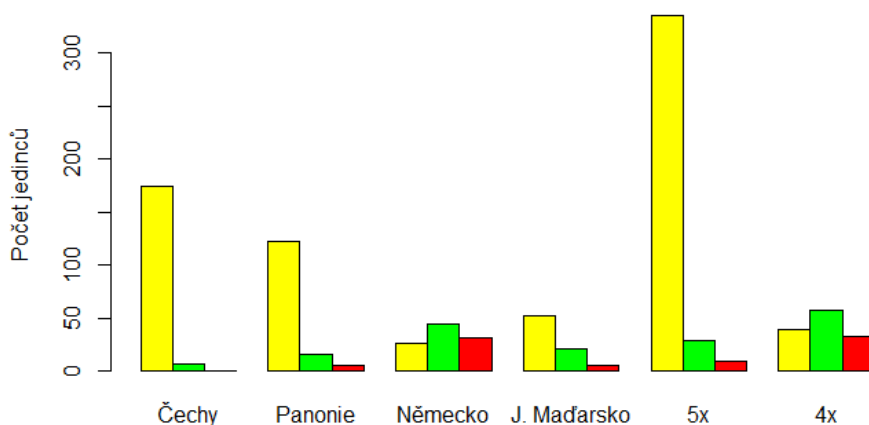
Odění přízemního listu bylo studováno v kategoriích lysý, roztroušeně chlupatý, intenzivně chlupatý. 96,4 % hodnocených jedinců mělo lysý přízemní list. V ojedinělých případech se objevily přízemní listy roztroušeně chlupaté (1,60 %; 8 případů) a intenzivně chlupaté (1,80 %; 9 případů). Distribuce těchto stavů neměla tendenci se shlukovat v některé z kategorií souboru. Test dobré shody nezamítá nulovou hypotézu o nezávislosti mezi oděním přízemního listu a geografickou skupinou a stejně tak ploidním stupněm ($\chi = 22,07$, DF = 6, P > 0,001; $\chi = 7,63$, DF = 2, P > 0,001).

Žlábkovitost přízemního listu



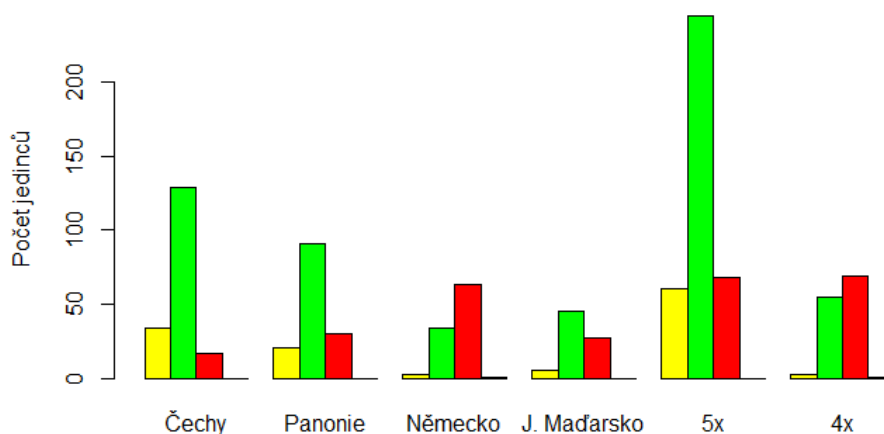
Obrázek 33: Grafické znázornění podílu jedinců se žlábkem na listu (bez žlábků, mírný žlábek, hluboký žlábek). Žlutě – bez žlábků, zeleně – s mírným žlábkem, červeně – s hlubokým žlábkem. Ze sloupcových diagramů je patrný obdobný pattern u všech skupin z datasetu, tj. výrazná převaha jedinců s mírným žlábkem na listu a podstatně méně jedinců bez žlábků a nejméně s hlubokým žlábkem. I přesto test dobré shody zamítá nulovou hypotézu o nezávislosti mezi žlábkovitostí přízemních listů a geografickou skupinou ($\chi = 38,75$, DF = 6, P < 0,001) a na hladině P ≤ 0,001 ale nezamítá nezávislost s ploidním stupněm ($\chi = 6,20$, DF = 2, P = 0,045).

Intenzita odění – dolní část lodyhy



Obrázek 34: Grafické znázornění podílu jedinců s určitým stupněm odění dolní části lodyhy [L (0%), TL (1-50%), TC (50-99%), CH (100%)]. Žlutě – L, zeleně – TL, červeně – TC. Z grafu je patrná převaha lysé (L) dolní části lodyhy u populací z Čech, severozápadní Panonie a jihovýchodního Maďarska, naopak převaha jedinců s roztroušenými chlupy (TL) a vyšší podíl hustě chlupaté (TC) spodní části lodyhy je charakteristická pro Německo. Výrazná převaha lysé (L) dolní části lodyhy u pentaploidů a převaha jedinců s roztroušenými chlupy (TL) v dolní části lodyhy u tetraploidů. Jedinec s oděním dolní části lodyhy klasifikovatelné do kategorie CH nebyl zachycen. Test dobré shody zamítá nulovou hypotézu o nezávislosti mezi stupněm intenzity odění a geografickou skupinou a stejně tak ploidním stupněm ($\chi = 197,46$, DF = 6, $P < 0,001$; $\chi = 178,85$, DF = 6, $P < 0,001$).

Intenzita odění – horní část lodyhy



Obrázek 35: Grafické znázornění podílu jedinců s určitým stupněm odění horní části lodyhy [L (0%), TL (1-50%), TC (50-99%), CH (100%)]. Žlutě – L, zeleně – TL, červeně – TC, modře – CH. Z grafu je patrná převaha jedinců s roztroušenými chlupy (TL) v horní části lodyhy u populací z Čech, severozápadní Panonie a jihovýchodního Maďarska, naopak převaha hustě chlupatých (TC) jedinců v horní části lodyhy je charakteristická pro Německo. Převaha rostlin s roztroušenými chlupy (TL) v horní části lodyhy u pentaploidů a těsná převaha hustě chlupaté (TC) horní části lodyhy nad roztroušenými chlupy (TL) je typická pro tetraploidy. Test dobré shody zamítá nulovou hypotézu o nezávislosti mezi stupněm odění horní části lodyhy a geografickou skupinou a stejně tak ploidním stupněm ($\chi = 105,09$, DF = 9, $P < 0,001$; $\chi = 69,70$, DF = 3, $P < 0,001$).

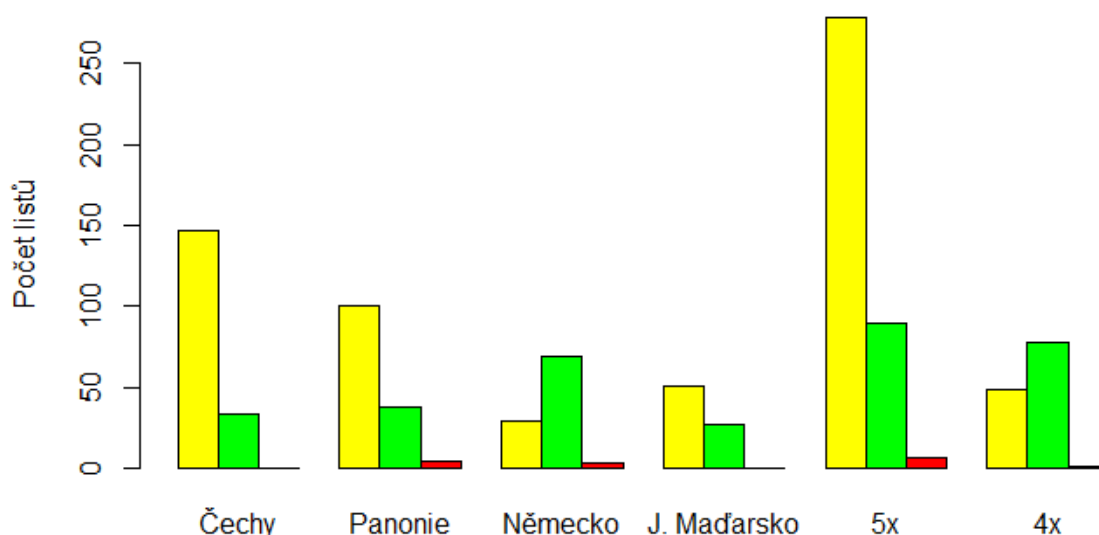
Intenzita odění – lodyžní listy na rubu

U většiny rostlin byly lodyžní listy na rubu lysé (L; 97,41 %), ojediněle se vyskytly rostliny s roztroušenými chlupy (TL) na rubu listů a to zejména v Německu, což dokládá test dobré shody, který zamítá nulovou hypotézu o nezávislosti geografických skupin ($\chi = 23,76$, DF = 1, P = 0,022). Na hladině $P \leq 0,001$ ale nezamítá nezávislost znaku ploidním stupni ($\chi = 5,26$, DF = 1, P = 0,022).

Intenzita odění – lodyžní listy na líci

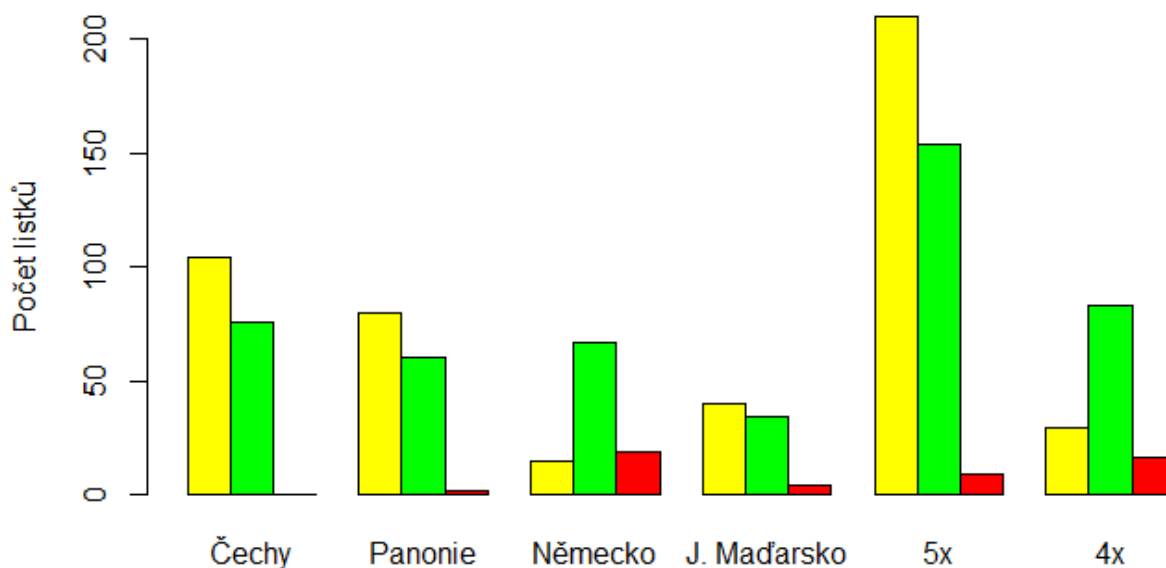
Opět v drtivé většině případů převažoval list na líci lysý (L; 97,21 %), v ojedinělých případech se vyskytovaly na líci roztroušené chlupy (TL). Test dobré shody nezamítá nulovou hypotézu o nezávislosti mezi tvarem vrcholu okvětního lístku a geografickou skupinou a stejně tak ploidním stupněm ($\chi = 16,26$, DF = 3, P > 0,001; $\chi = 4,17$, DF = 1, P > 0,001).

Intenzita odění – lodyžní listy na okraji



Obrázek 36: Grafické znázornění podílu jedinců s určitým stupněm odění na okraji lodyžního listu [L (0%), TL (1-50%), TC (50-99%), CH (100%)]. Žlutě – L, zeleně – TL, červeně – TC. Z grafu je patrná převaha jedinců s lysým okrajem lodyžních listů (L) u populací z Čech, severozápadní Panonie a jihovýchodního Maďarska, naopak převaha roztroušeně chlupatého okraje (TL) listu je charakteristická pro Německo. Pro jednotlivé ploidie je charakteristická převaha rostlin s lysým okrajem lodyžních listů TL u pentaploidů a převaha roztroušeně chlupatého (TL) okraje lodyžních listů u tetraploidů. Okraj lodyžního listu klasifikovaný do kategorie CH nebyl zachycen. Test dobré shody zamítá nulovou hypotézu o nezávislosti mezi intenzitou odění na okraji lodyžních listů a geografickou skupinou a stejně tak ploidním stupněm ($\chi = 87,23$, DF = 6, P < 0,001; $\chi = 58,65$, DF = 2, P < 0,001).

Intenzita odění – rub okvěti

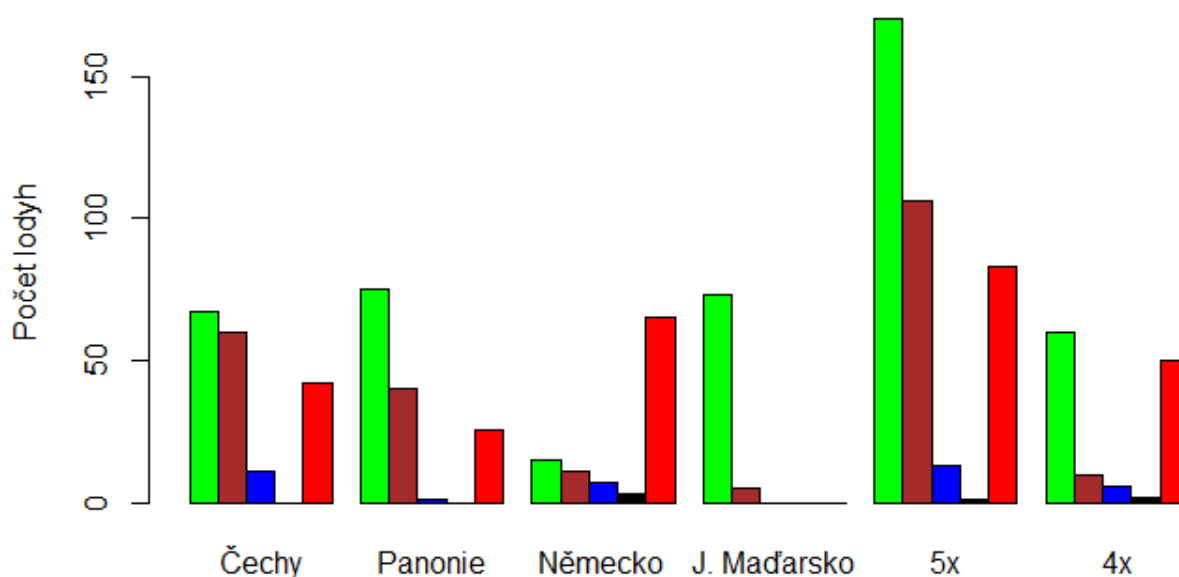


Obrázek 37: Grafické znázornění podílu jedinců s daným stupněm odění rubu okvěti [L (0%), TL (1-50%), TC (50-99%), CH (100%)]. Žlutě – L, zeleně – TL, červeně – TC. Z grafu je patrná převaha jedinců s lysým (L) rubem okvěti a významné zastoupení rostlin s roztroušenými chlupy na rubu okvěti u populací z Čech, Panonie a jižního Maďarska. Převaha roztroušeně chlupatého (TL) rubu okvěti je charakteristická a poměrně vyšší zastoupení hustě chlupatého (TC) rubu okvěti pro Německo. Pro jednotlivé ploidie je charakteristická převaha rostlin s lysým rubem okvěti (L) a roztroušenými chlupy (TL) na rubu okvěti u pentaploidů a výrazná převaha roztroušeně chlupatého (TL) rubu okvěti u tetraploidů. Rub okvěti klasifikovaný do kategorie CH nebyl zachycen. Test dobré shody zamítá nulovou hypotézu o nezávislosti mezi stupněm odění rubu okvěti a geografickou skupinou a stejně tak ploidním stupněm ($\chi = 90,12$, DF = 6, $P < 0,001$; $\chi = 52,89$, DF = 2, $P < 0,001$).

Intenzita odění – líc okvěti

Ve všech případech bylo okvěti na líci okvětních lístků lysé.

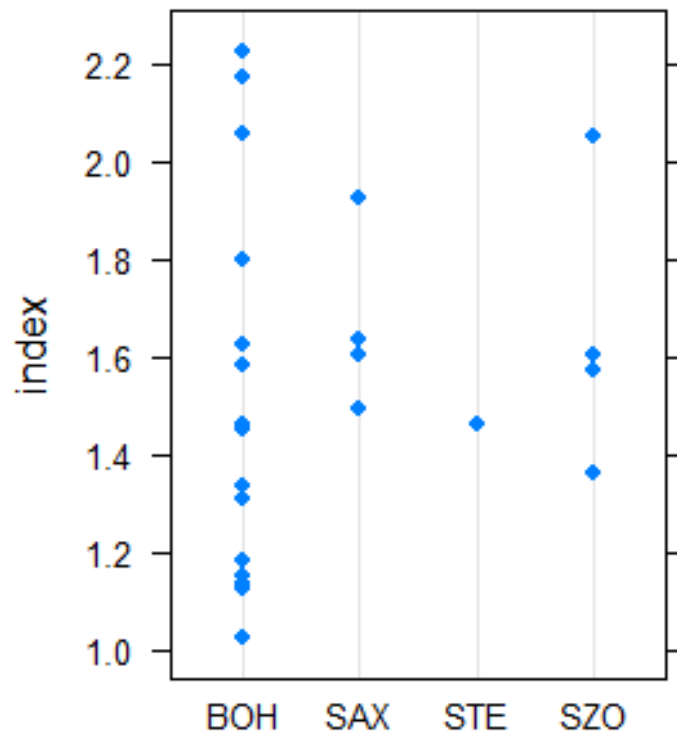
Barva lodyhy



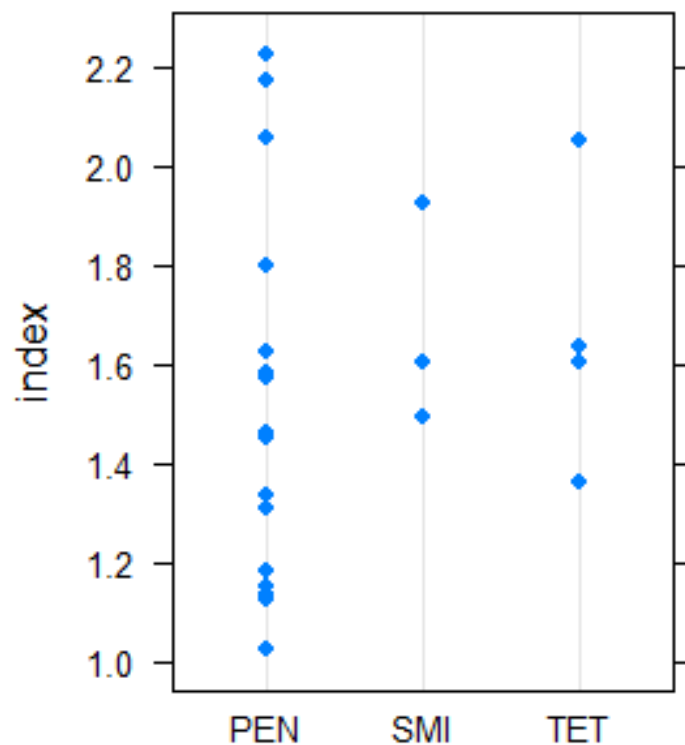
Obrázek 38: Grafické znázornění podílu lodyh zařazených dle svého zbarvení do některé z kategorií (typů): B (zelená bez červeného zbarvení), T (červeně tečkovaná), ZB (červená jen v horní části lodyhy), CB (červená na bázi), C (červená po většině plochy lodyhy). Zeleně – B, hnědě – T, modře – ZB, černě – CB, červeně – C. Pro oblast Čech a Panonie je charakteristická převaha zelených lodyh a významné zastoupení rostlin s tečkovanou a červenou lodyhou. V Německu silně převažují rostliny s červenou lodyhou a ostatní zbarvení jsou zastoupena minoritně. V jihovýchodním Maďarsku výrazně převažují zelené lodyhy a minoritně jsou zastoupeny lodyhy tečkované. Červené lodyhy nejsou v této oblasti zastoupeny. U pentaploidů i tetraploidů jsou nejvýznamněji zastoupeny zelené lodyhy následované červenými lodyhami. U pentaploidů jsou výrazně zastoupeni rovněž jedinci s tečkovanou lodyhou (převyšují počet rostlin s červenou lodyhou). Zbylé typy zbarvení jsou zastoupeny jen minoritně. Test dobré shody zamítá nulovou hypotézu o nezávislosti mezi podílem jednotlivých typů zbarvení lodyhy a geografickou skupinou a stejně tak ploidním stupněm ($\chi = 192,90$, $DF = 12$, $P < 0,001$; $\chi = 31,05$, $DF = 4$, $P < 0,001$).

Počet květů na lodyze

Pro jednotlivé populace byl stanoven počet květů na rostlinu v populaci (podle vzorce celkový počet květů v populaci/celkový počet rostlin). Takto byl získán index charakterizující každou jednotlivou populaci. Tyto indexy byly následně vyneseny do diagramů na obrázcích 39 a 40.



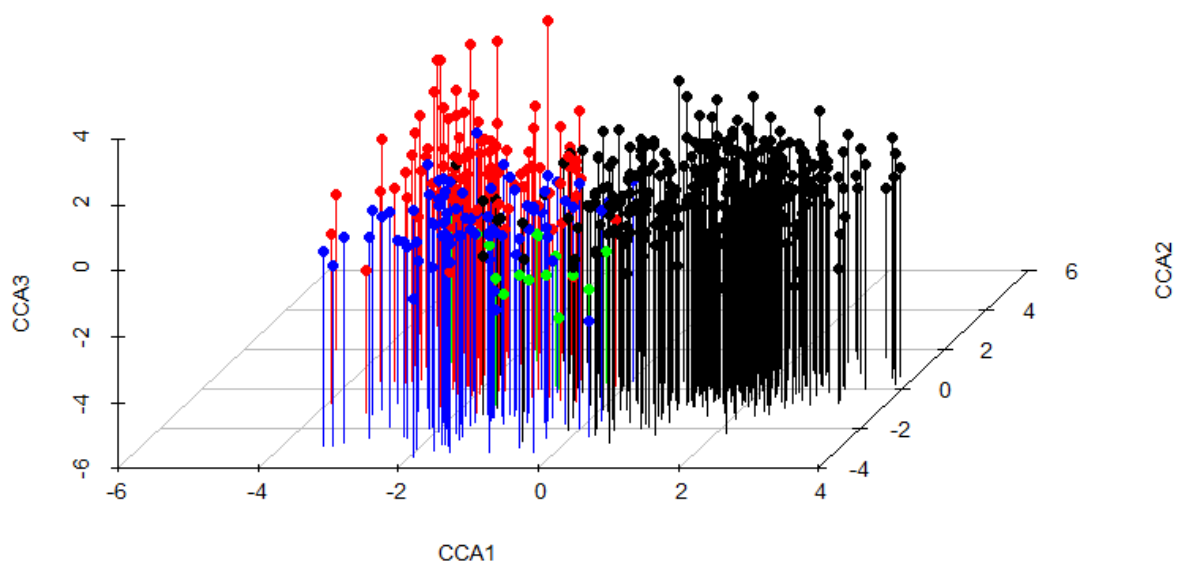
Obrázek 39: Diagram s vynesemím hodnot indexů počtu květů na rostlinu pro jednotlivé hodnocené populace podle taxonů udávaných v literatuře (BOH = *G. bohemica* subsp. *bohemica*, SAX = *G. bohemica* subsp. *saxatilis*, STE = *G. bohemica* var. *stenochlamydea*, SZO = *G. szovitsii*).



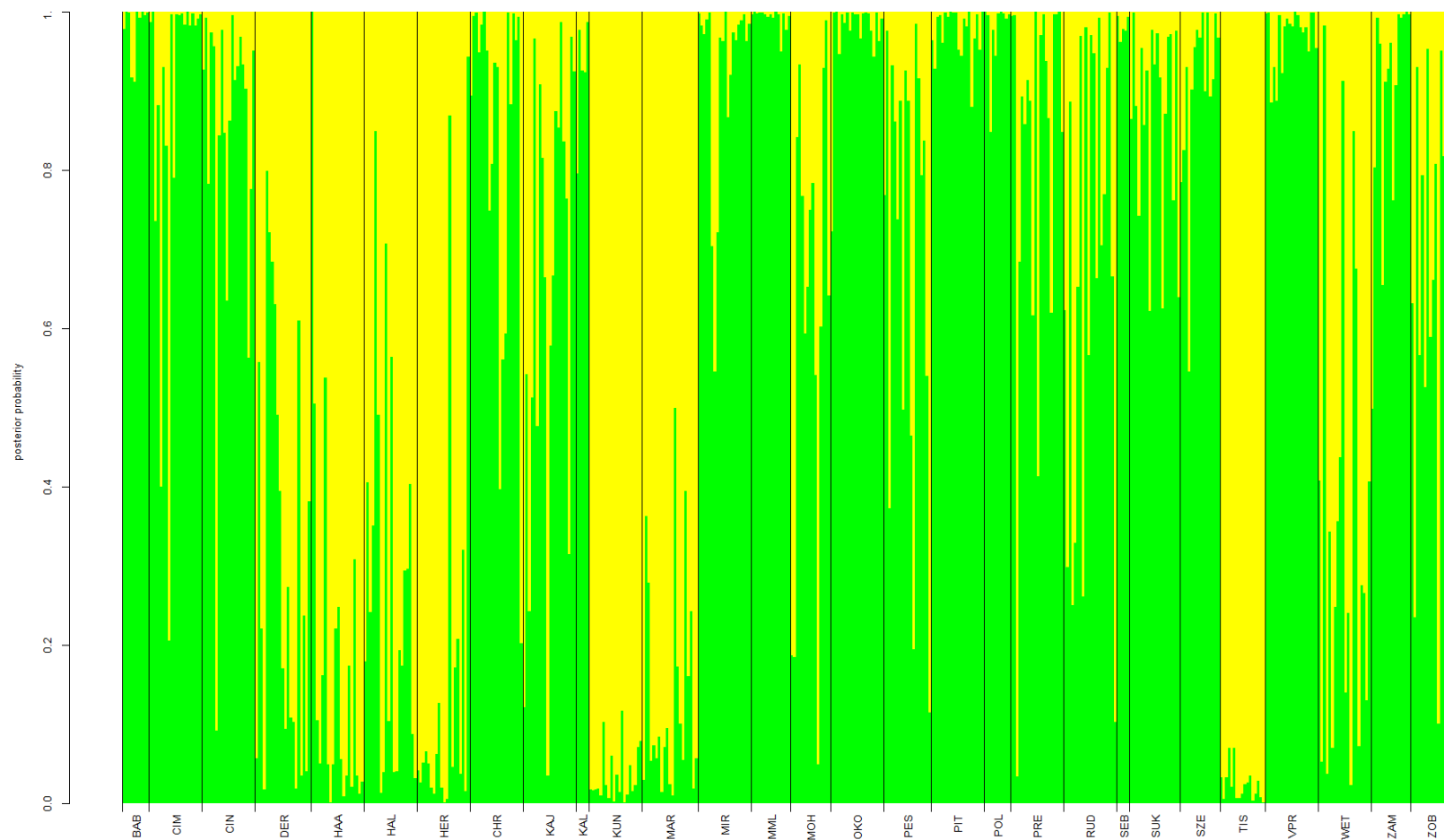
Obrázek 40: Diagram s vynesemím hodnot indexů počtu květů na rostlinu pro jednotlivé hodnocené populace podle ploidních stupňů v nich zastoupených (PEN = pentaploidní cytotyp, SMI = populace se zastoupením rostlin s tetraploidním i pentaploidním cytotypem, TET = tetraploidní cytotyp).

4.2.4 Kanonická diskriminační analýza (CDA)

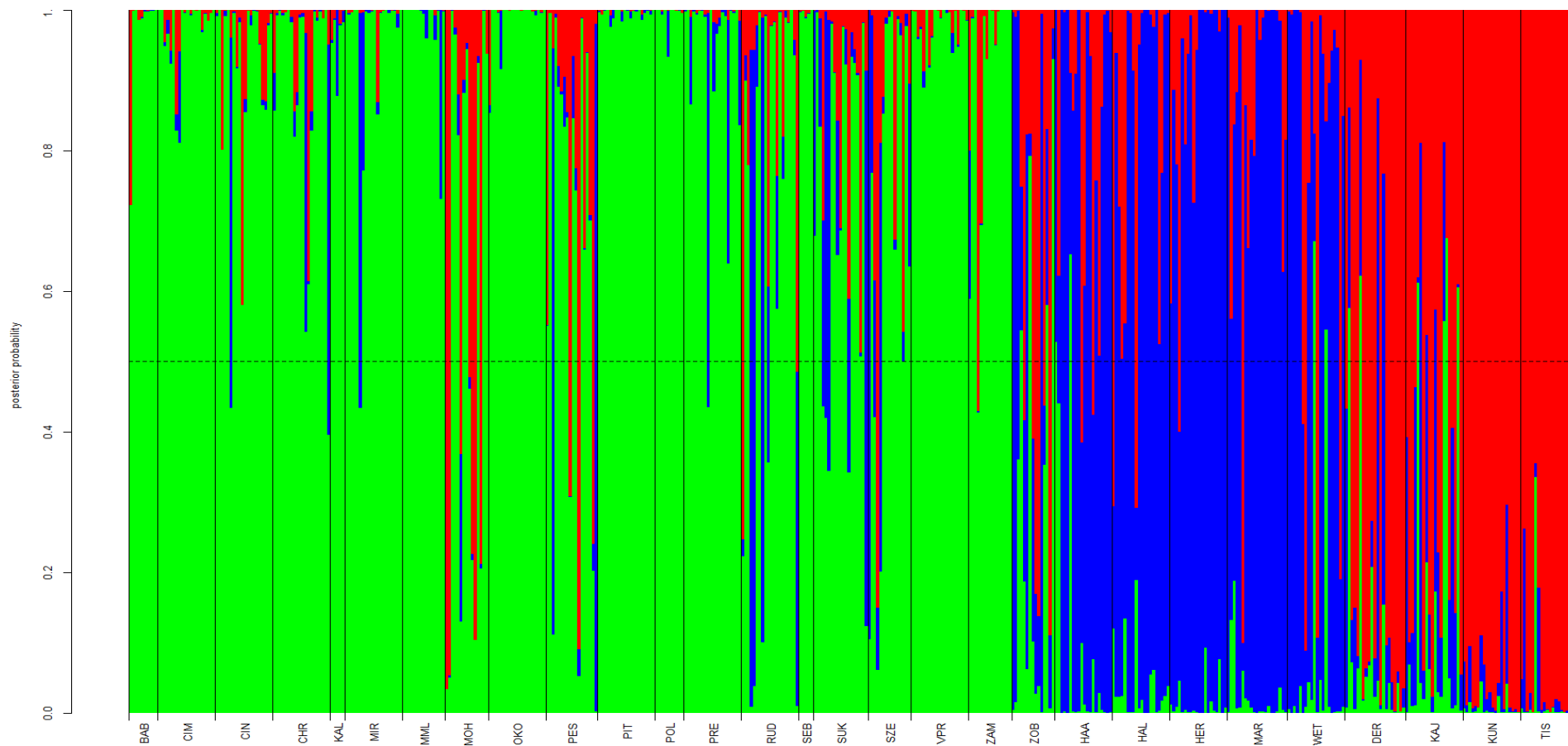
Pro vizualizaci možného rozlišení mezi jednotlivými udávanými taxony a mezi ploidními úrovněmi v datasetu byla zpracována kanonická diskriminační analýza (CDA). Jistou diferenciaci s ohledem na taxony ukazují diagramy na obrázcích 41 a 43. Problematické je postavení populací z lokalit Mohelenská hadcová step (MOH), Rudlické skalky (RUD), Peshidegkút (PES), Sukoró (SUK) a Pákozd (SZE) a případně Zobor (ZOB). Jedná se o populace z jižní Moravy a severozápadního Maďarska, klasifikované geograficky do severozápadní části Panonské oblasti. Naopak z hlediska ploidního stupně (obrázek 42) je analýza schopna klasifikovat správně s vysokou pravděpodobností všechny populace.



Obrázek 41: 3D zobrazení výsledků CDA pro testované (v literatuře uváděné) taxony (černé tečky – *G. bohémica* subsp. *bohémica* var. *bohémica*, zelené – populace ze Zoboru (ZOB) uváděná jako *G. bohémica* subsp. *bohémica* var. *stenochlamydea*, červené – *G. bohémica* subsp. *saxatilis*, modré – *G. szovitsii*).



Obrázek 42: Klasifikační diagram CDA pro kvantitativní znaky z jednotlivých rostlin podle populací (zkratky viz příloha 1) s cílem rozlišení ploidního stupně [zelená – pentaploidní cytotyp (5x), žlutá – tetraploidní cytotyp (4x)]. Na ose y je graficky znázorněna pravděpodobnost klasifikace jedince do daného cytotypu.



Obrázek 43: Klasifikační diagram CDA pro kvantitativní znaky z jednotlivých rostlin podle populací (zkratky viz příloha 1) s cílem rozlišení jednotlivých taxonů na úrovni poddruhu (zelená – *G. bohemica* subsp. *bohemica*, modrá – *G. bohemica* subsp. *saxatilis*, červená – *G. szovitsii*). Na ose y je graficky znázorněna pravděpodobnost klasifikace jedince do daného cytotypu.

4.3 Vyhodnocení viability pylových zrn

Výsledky z analýzy viability pylu metodou dle Peterson et al. (2010b) jsou uvedeny v tabulce 24 níže (analyzovány byly rostliny ze tří studovaných geografických oblastí, data zatím chybí k arele v jihovýchodním Maďarsku). Charakteristická je vysoká pylová viabilita u pentaploidů (v rozsahu 62,26 % až 89,85 %) v samostatných populacích. Tetraploidi v samostatných populacích dosahují podstatně nižší viability než pentaploidi (v rozsahu 13,31 % až 45,34 %). Ve smíšených populacích dosahují pentaploidi viability v rozsahu 16,32 % až 34,91 %, tetraploidi v rozsahu 13,58 % až 60,17 %.

Tabulka 24: Výsledky analýzy pylových zrn pro jednotlivé populace (SM = směrodatná odchylka).

Číslo lokality -rok	Populace (Lokalita)	Ploidie	Počet rostlin	Počet pylových zrn		Viabilita [%]± SM
				viabilní	neviabilní	
16-2015	Praha, Čimické údolí	5x	10	3045	570	84,23 ± 5,74
15-2015	Praha, Zámky	5x	5	581	107	84,45 ± 2,31
14-2015	Praha, Baba	5x	5	1800	366	83,10 ± 2,57
67-2015	Velké Žernoseky, PR Kalvárie	5x	5	842	133	86,36 ± 6,88
26-2015	Praha, Šeberák	5x	5	1016	186	84,53 ± 6,74
22-2015	Miroslav, Štěpánovský lom	5x	5	450	130	77,59 ± 7,95
71-2015	Luleč	5x	4	234	114	67,24 ± 12,85
69-2015	Nitra, Zobor	5x	5	940	275	77,37 ± 6,52
83-2016	Velké Přílepy	5x	10	5965	674	89,85 ± 2,42
82-2016	Podmoráň	5x	5	3034	467	86,66 ± 4,14
84-2016	Roztoky, Řivnáč	5x	5	4081	667	85,95 ± 2,89
85-2016	Okoř	5x	10	7899	1633	82,87 ± 3,72
27-2016	Pitkovická stráň	5x	7	4639	993	82,37 ± 5,70
75-2016	Bad Münster, Rotenfels	4x	4	229	636	26,47 ± 8,14
		5x	1	53	236	18,34
77-2016	Neu Bamberg, Haarberg	4x	4	654	433	60,17 ± 16,27
		5x	6	427	796	34,91 ± 11,30
80-2016	Herxheim am Berg	4x	10	1671	1990	45,64 ± 17,96

Tabulka 24 (pokračování): Výsledky analýzy pylových zrn pro jednotlivé populace (SM = směrodatná odchylka).

Číslo lokality -rok	Populace (Lokalita)	Ploidie	Počet rostlin	Počet pylových zrn		Viabilita [%]± SM
				viabilní	neviabilní	
18-2017	Znojmo, Cínová hora	5x	10	3398	714	82,64 ± 4,83
91-2017	Ivančice, Letkovická stráň	5x	5	1000	282	78,00 ± 6,07
113-2017	Unhošť, Markův mlýn	5x	10	4228	1339	75,95 ± 6,50
21-2017	Rudlické skalky	5x	10	2077	1259	62,26 ± 10,67
81-2017	Zadní Třebaň	5x	10	3161	1255	71,58 ± 4,38
96-2017	Wengelsdorf	4x	5	375	2442	13,31 ± 1,12
97-2017	Halle-Lünzberge	4x	4	118	751	13,58 ± 5,18
		5x	6	189	969	16,32 ± 7,76
99-2017	Wettin	4x	3	314	825	27,57 ± 15,83
		5x	7	921	3016	23,39 ± 10,55
95-2017	Klein Wangen, Steinklobe	4x	8	921	4922	15,76 ± 4,19

4.4 Herbářová revize

Výsledky herbářové revize jsou uvedeny v příloze 3 a řazeny dle fyto geografických okresů (Skalický 1988).

5. DISKUZE

5.1 Distribuce cytotypů *Gagea bohemica* agg. ve střední Evropě a jejich reprodukční souvislosti

Z území střední Evropy je znám počet chromozomů z celkem šesti lokalit (Dalejský profil a Pitkovická stráň u Prahy, Floriánek u Moravského Krumlova, Jur u Bratislavy, Nitra-Kalvárie, Kozárovce) a to $2n = 60$, což odpovídá pentaploidnímu cytotypu (Měsíček & Hrouda 1974, Hrouda 1989a,b). Ve starších pracích existovala představa velké cytotypové uniformity *G. bohemica* minimálně na území bývalého Československa (Hrouda 1989a,b). Byly to rovněž jediné údaje, které se vztahovaly na *Gagea bohemica* subsp. *bohemica*. Stejný počet chromozomů byl předpokládán pro *G. bohemica* subsp. *saxatilis* (Hrouda 1989a, 2011). K tomuto taxonu ovšem existují údaje o odlišné ploidii z Francie ($2n = 24$ a $2n = 36$) a dále Itálie a Španělska ($2n = 48$; Tison 1996, Peruzzi 2003, Peruzzi 2008b). Další údaj o pentaploidních rostlinách *G. bohemica* ($2n = 60$) pochází pouze z Velké Británie (Stanner Rock ve Walesu; Slater 1990). Ze zanesení známých výsledků, získaných klasickým počítáním chromozomů do mapy ale nelze udělat jednoznačný závěr o geografické distribuci výskytu jednotlivých ploidních stupňů (Peruzzi & Tison 2004, Peterson et al. 2010a, Horák 2015). Pentaploidi jsou sice rozšířeni na severním okraji areálu, v mediteránní oblasti ale nejví distribuce tetraploidů, triploidů a diploidů (známy z Izraele a Francie; dle Peruzzi 2003) jasný pattern.

S využitím průtokové cytometrie se podařilo velmi zpřesnit tento ne zcela jasný obraz o cytotypové uniformitě *G. bohemica* agg. ve střední Evropě, což je prezentováno v této práci. U uvedených výsledků je nutné poznamenat, že vychází z kalibrace provedené na základě známých údajů o počtech chromozomů z populací Pitkovická stráň a Kozárovce, kde je znám pentaploidní stupeň a jedná se téměř jistě o cytotypově uniformní populace. Vzorky populací z lokalit analyzovaných v české arele jednotně odpovídají pentaploidnímu cytotypu, tak jak to bylo uváděno a očekáváno (Hrouda 1989a, b, 2011). Dalším těžištěm výskytu tohoto cytotypu je oblast severozápadní Panonie, tj. jižní Morava, jihozápadní Slovensko, severovýchodní Rakousko a severozápadní Maďarsko. Detekce tetraploidního cytotypu na dvou (mikro)lokalitách na střední Moravě je naopak neočekávaným výsledkem, byť se jeví být v souladu s morfologií tetraploidních rostlin nalezených v jiných oblastech. Převaha tetraploidního cytotypu v jihovýchodním Maďarsku může korespondovat s údaji o výskytu tetraploidů na Balkánském poloostrově (Makedonie, Sopova 1984 cit. Peruzzi 2003).

Zajímavější však je detekce jedné, pravděpodobně zcela pentaploidní populace (Kujánujfálu) a jednoho pentaploidního jedince ve vzorku jinak tetraploidních rostlin z lokality Derekegyház, zejména v kontextu s relativní izolovaností od arely *G. bohemica* s. l. v severozápadním Maďarsku. V Německu se *G. bohemica* s. l. vyskytuje ve dvou izolovaných arelách (v Sasku-Anhaltsku a v Porýní) a v obou těchto arelách byly detekovány jen tetraploidní populace a populace se smíšeným výskytem tetraploidního a pentaploidního cytotypu. Je pozoruhodné, že v analyzovaných vzorcích populací z arely v Porýní jsou zastoupeni pentaploidi méně (1 z 5 jedinců z lokality Bad Münster, Rotenfels; 7 z 20 z lokality Neu Bamberg, Haarberg (HAA); 1 z 5 z lokality Wöllstein) než ve vzorcích ze Saska-Anhaltska (3 z 5 jedinců z lokality Brachwitz; 13 z 20 z lokality Wettin; 10 z 20 z lokality Halle-Lünzberge). Tento jev může odrážet reálně vyšší zastoupení pentaploidů v těchto populacích avšak stejně tak, může být důsledkem náhodných souvislostí (tzv. „biasů“) při odběru vzorků.

Ploidní stupeň se u *G. bohemica* s. l. často spojuje s přítomností nebo absencí tvorby semen (Hrouda 1989a,b, 2011, Jakab & Molnár 2011). U českých a slovenských, stejně jako u britské populace, nebyla zaznamenána v přírodních podmínkách tvorba semen (Němec 1923, Hrouda 1989b, 2011, Slater 1990). V kultivaci v botanické zahradě VŠP (nyní SPU) v Nitře se však podařilo vypěstovat 3 plodné rostliny s celkem 8 semeny (Řehořek 1989 cit. Hrouda 1989a). Podobně při kultivaci rostlin několika pentaploidních jedinců ze sz. Maďarska na PřF UPOL se podařilo získat celkem 65 semen ze 4 semeníků od 4 rostlin ze 3 lokalit (Sajkod, Sükoro, Tihany). Úspěšná tvorba semen na přírodních stanovištích byla zaznamenána u populací v jihovýchodním Maďarsku (Jakab & Molnár 2011). Na lokalitách tetraploidní *G. bohemica* s. l. v italské Kalábrii byla rovněž prokázána tvorba semen v přírodních podmínkách (Gargano et al. 2007). Naopak u populace tetraploidní *G. bohemica* subsp. *saxatilis* u Seničky na Hané tvorba semen prozatím pozorována nebyla (M. Hroneš, vlastní pozorování), což má významné důsledky pro ochranu velmi malého a zranitelného porostu.

Tím, proč se u pentaploidních jedinců nevytvářejí semena (tedy až na výše uvedené výjimky) se podrobně zabýval Němec (1923). V řadě opakování s rostlinami původem z Uhříněvsi, Kouřimi a Moravy se pokoušel o opylení, jak pylem z vlastní, tak odlišné populace. Pokoušel se rovněž odstraněním cibule před i po opylení omezit vliv cibule na tvorbu semen. Výsledek byl vždy negativní. Autor podrobně popisuje svá anatomická pozorování, kdy pylová láčka ve všech případech normálně prorůstá k embryu, a následně dojde k oplození. Zygota však dále degraduje (Němec pozoroval jen vaječnou buňku s několika scvrklými jádry). Autor

z uvedeného pozorování vyvozuje, že sterilita nemá příčinu v nedostatku opylovačů. Hojná tvorba pylu, a to viabilního, jak ukazuje tato práce výše, u ryze pentaploidních populací *G. bohemica* může souviset se snahou překlenout reprodukční nesnáze způsobené ploidním stupněm a s tím spojenými potížemi při meióze, případně vývoji vajíčka.

Úspěšná existence pentaploidních populací tedy závisí převážně na jejich dynamické schopnosti rozmnožovat se pomocí dceřinných cibulek, což je jedna ze zásadních reprodukčních strategií v rodu *Gagea* (Hrouda 2011, Pfeiffer et al. 2012, Schnittler et al. 2013, Grulich 2014). Životní strategie založená na vegetativním rozmnožování s převahou anortoploidních jedinců je charakteristická pro některé druhy v rodu *Gagea*, např. *G. spathacea* (výhradně nonaploid), *G. pratensis* (převažuje pentaploidní cytotyp). Ale lze se s ní setkat i v rámci jiných jednoděložných geofytů, např. *Lilium lancifolium* Thunb., kde převažují triploidi, nebo *Allium oleraceum* L., u něhož v ČR převažují pentaploidi (Duchoslav et al. 2010, Hrouda 2011, Chung et al. 2015, Zonneveld et al. 2015). Jednoznačný názor na vznik pentaploidů v jinak tetraploidních populacích a vzájemnou reprodukční interakci tetra- a pentaploidního cytotypu prozatím nelze zaujmout. Lze jen předpokládat užší návaznost tetraploidních populací v Německu a jihovýchodním Maďarsku na jižnější arely *G. bohemica* s. l., kde tetraploidi pravděpodobně dominují (Peruzzi 2003, 2008b).

5.2 Taxonomická klasifikace *G. bohemica* agg.

Taxony a jejich znaky (zejména ve vztahu ke *G. bohemica* subsp. *saxatilis*)

V současnosti existují dva zásadní názory na klasifikaci *G. bohemica* agg. První, prezentovaný nejlépe prací Peterson et al. (2010a), uznává jen široký polymorfní druh *G. bohemica* a dvě nejvýznamnější vnitrodruhové jednotky (*G. bohemica* subsp. *bohemica* a *G. bohemica* subsp. *saxatilis*) jen jako extrémní morfotypy „*bohemica*“ a „*saxatilis*“ v rámci variability druhu. Druhý, užívaný v některých starších pracech a v současnosti zejména ve střední Evropě (např. Richardson 1980, Hrouda 1989a, 2011, Jakab & Molnár 2011, Danihelka et al. 2012, Košťál et al. 2013), využívá klasifikace na úrovni poddruhů, případně drobných druhů nebo variet.

Nejvýraznější taxonomická diskuse se (nejen ve středoevropském prostoru) vždy vedla ohledně rozlišení *G. bohemica* subsp. *saxatilis* a *G. bohemica* subsp. *bohemica* (Koch 1834, Tison 1996, Peterson et al. 2004, Peterson et al. 2010a). Jeden z autorů popisu Koch (1834) dodatečně podává na základě porovnání s rostlinami z české arely velmi přesný rozbor znaků diagnostických pro *G. saxatilis* (*G. bohemica* subsp. *saxatilis*). Uvádí „*Gagea bohemica* (na

rozdíl od *G. saxatilis*) je 1) poněkud robustnější a květy má větší; 2) lodyha má jen málo vlnitých chlupů a okvětní lístky také na bázi většinou lysé; 3) okvětní lístky jsou směrem nahoru rozšířené a okrouhle uťaté; 4) semeník je delší, nahoře rozšířený, jeho okraje jsou vyvýšené, má jakoby naznačená křídla.“ Dále popisuje (v obrysu) obsrdčitý tvar semeníku a následně další květní části. Robustnost, potažmo výška rostliny, je znak použitý například Richardsonem (1980) k odlišení *G. saxatilis* i *G. szovitsii* od *G. bohemica* s. str., ale v poněkud jiném kontextu. Uvádí lodyhu do 2 cm výšky pro *G. bohemica* a do 10 cm oba pro zbylé taxony. Jakab & Molnár (2011) uvádějí lodyhu do 5 cm výšky u *G. bohemica* a 3-8 cm u *G. szovitsii*. S uvedenými velikostmi lze podle zde prezentovaných dat jen omezeně souhlasit. V prvé řadě nelze souhlasit s tím, že *G. bohemica* s. str. z Čech a případně severozápadní Panonie je nižší než oba zmiňované taxony. Bylo by vhodné situaci otočit a oddělit *G. szovitsii* a *G. saxatilis* na základě převažující výšky v intervalu 1-5 cm od *G. bohemica* s. str. s převažující výškou v intervalu 2-8 cm. Jak je ale hojně diskutováno, výška, případně robustnost rostliny závisí také silně na stanovištních podmínkách (Hrouda 1989, 2011, Jakab & Molnár 2011). Délka okvětního lístku je dalším stěžejním znakem užitým řadou autorů (např. Richardson 1980, John et al. 2004, Peterson et al. 2010). Podle dat prezentovaných v této práci by však z taxonomického hlediska bylo možné odlišit jen populace z jihovýchodního Maďarska, řazené ke *G. szovitsii*. Jistotu v tomto znaku nenaznačují ani publikace Johna et al. (2004) ve vztahu k německým rostlinám ani Jakaba & Molnára (2011) k jihomaďarským rostlinám. Hrouda (1989a,b, 2011) tento znak pro diferenciaci taxonů vůbec nepoužívá. Naopak jako taxonomicky významnější se jeví šířka okvětních lístků, potažmo jejich tvar. Na základě tohoto znaku je možno s vysokou statistickou signifikancí diskriminovat mezi uvedenými geografickými skupinami, případně i s nimi asociovanými taxony. Do jisté míry souvisí tento znak i s ploidním stupněm, ale přesto, zejména v kombinaci s tvarem vrcholu okvětního lístku potvrzuje výraznou taxonomickou váhu tvaru okvětních lístků v rámci *G. bohemica* agg. Délku (výšku) semeníku a jeho tvar považovali autoři původního popisu *G. saxatilis* za vůbec nejzávažnější znak (Mertens & Koch 1826). Délka semeníku výrazně koreponduje jak s geografickou příslušností populace, tak ploidním stupněm, přesto zejména v kombinaci s šířkou žebra semeníku (v podstatě polovina šířky semeníku), může ukazovat na taxonomické rozdílnosti. Významná je zejména blízkost českých a severozápadopanonských rostlin, a naopak výrazná vzájemná odlišnost německých a jihomaďarských populací ve znacích šířka žebra semeníku. Podobně mírné vyhloubení semeníku převažuje u českých a severozápadopanonských rostlin, kdežto u německých a jihovýchodomaďarských bývá semeník častěji nevyhloubený, ovšem s výrazně

větší dominancí u rostlin jihovýchodomaďarských (*G. szovitsii*). I přes evidentní váhu tohoto znaku, byl, vyjma autorů popisu *G. saxatilis*, užíván jen sporadicky (Richardson 1980, Hrouda 1989a). Konečně čtvrtým okruhem znaků je odění rostlin. Většina autorů, kteří se zabývali *G. bohemica* subsp. *saxatilis*, se shoduje v názoru, že se jedná o taxon s intenzivním oděním (např. Ascherson & Graebner 1907, John et al. 2004, Peterson et al. 2010, Hrouda 2011). Při přihlédnutí k prezentovaným výsledkům hodnocení intenzity odění na částech rostlin, které vykazovaly jakékoliv významnější rozdíly mezi studovanými skupinami (intenzita odění lodyhy v dolní části, v horní části, okraji lodyžních listů a rubu okvěti), lze jednoznačně detekovat nápadně častější výskyt intenzivnějšího odění ve všech hodnocených částech u německých rostlin (*G. bohemica* subsp. *saxatilis*). Tento trend koresponduje i s poznatky známými o obou (mikro)populacích na střední Moravě, které jsou charakteristické velmi intenzivním oděním lodyhy a rubu okvěti (vlastní pozorování). Pozoruhodné je spíše spořejší odění u rostlin z jižního Maďarska, které nikterak nevybočuje z údajů v literatuře (Jakab & Molnár 2011), která připouští velkou variabilitu v míře odění. V souvislosti s oděním lodyhy byla zmiňována i intenzita odění přízemních listů (Hrouda 1989a). Podle analyzovaných dat je ale distribuce nějakým způsobem ochlupených přízemních listů spíše náhodná a nevykazuje asociaci s žádnou studovanou taxonomickou, geografickou ani karyologickou jednotkou. Podobně jsou na tom znaky intenzita odění rubu a líce listu na lodyze. Ascherson & Graebner (1907) zmiňují jako rozlišovací znak mezi *G. bohemica* a *G. saxatilis* délku prašníku. Při porovnání rostlin z Německa a Čech by tento rozdíl dával smysl, ovšem při zahrnutí rostlin z Panonie a případně Maďarska se snižuje diferenciační váha tohoto znaku pro diskutované taxonomické pojetí *G. bohemica* subsp. *bohemica*, *G. bohemica* subsp. *saxatilis* a *G. szovitsii*. V tomto případě by se dalo uvažovat o silném spojení tohoto znaku s ploidním stupněm na straně jedné a geografickou polohou populací na straně druhé. U rostlin ze severozápadní Panonie by pak hodnoty délky prašníku, stojící uprostřed mezi převážně tetraploidními skupinami z jz. Maďarska a Německa a pentaploidy z Čech poukazovaly na ovlivnění těchto panonských pentaploidů nejpravděpodobněji východními tetraploidy (podobně intermediální hodnoty mají severozápadopanonské populace dále zvláště u znaků šířka okvětních lístků obou kruhů okvěti, délka semeníku a odění horní části lodyhy). Používání znaků délky a šířky prašníku silně kritizuje Pascher (1907), který poukazuje na možnou změnu tvaru v průběhu vývoje květu a vliv vnějších faktorů prostředí. Přesto jistým způsobem délka a šířka prašníku poukazují na specifické postavení rostlin nominálního poddruhu *G. bohemica* z Čech. Znaky délka a šířka nitky vyliší každý jednu geografickou skupinu, v prvním případě Německo, ve druhém Maďarsko. Tento pattern je zřejmě spíše

způsoben vlivem vnějších podmínek, pro potvrzení jeho taxonomického významu by bylo nutné podrobnější zkoumání na větším datasetu. Z hlediska běžné determinační praxe je však použití těchto dvou znaků obtížné hlavně vzhledem k tomu, že stejně jako některé další květní části (okvětní lístky, délka čnělky), tak i nitka dorůstá v průběhu kvetení. Znaky čnělky [délka, šířka měřená při bázi (dole) a na vrcholu (nahore)] odlišují výrazně vždy jednu nebo dvě geografické skupiny (délka čnělky Německo, šířka dole jihovýchodní Maďarsko, šířka nahore Čechy a jihovýchodní Maďarsko). Znaky čnělky jsou podobným způsobem variabilní v průběhu kvetení jako znaky nitky, dorůstání čnělky diskutuje Hrouda (1989a). Vzhled čnělky je navíc pravděpodobně významně ovlivněn ploidním stupněm konkrétní rostliny (viz diskuze dále). Délka lodyžního listu by mohla přispívat k diferenciaci rostlin z jv. Maďarska (*G. szovitsii*), jeho šířka spíše odlišuje jen rostliny z české arely. Nicméně délka lodyžního listu nebyla nikdy jako znak u žádného z taxonů zmiňována, na rozdíl od vzdálenosti prvních dvou lodyžních listů. Ty zmiňuje Hrouda (2011) jako více oddálené u *G. bohemica* subsp. *saxatilis*. Tento znak ale podle získaných dat pravděpodobně nemá žádný taxonomický význam. Stejný autor ještě zmiňuje pro stejný taxon jako typický hluboký žlábek přízemního listu. Tento znak ale opět nevykazuje žádné výrazné rozdíly mezi studovanými skupinami. U znaku barva lodyhy lze pravděpodobně předpokládat výraznější vliv stanoviště, popřípadě dané populace spíše než souvislost s taxonomickou příslušností. Počet květů na lodyze byl zmiňován jako charakteristický zejména pro *G. szovitsii* (Davlianidze 1979, Jakab & Molnár 2011). Tento znak podle diagramu na obrázku 39 nepoukazuje na žádnou výraznější taxonomickou diferenciaci. Spíše může souviset se sezónní proměnlivostí a úživností stanovišť (Hrouda 1989b, 2011).

Role ploidního stupně

Jak ukazuje většina obrázků v kapitole 4.2.3 (Morfologické znaky a statistické testy), nejvýznamnější vliv na hodnoty studovaných znaků měl ploidní stupeň rostlin. To se týká v různé míře všech studovaných znaků vyjma vzdálenosti prvních dvou lodyžních listů, délky nitky a žlábkovitosti přízemního listu. Ve zbarvení lodyhy jsou četnosti jednotlivých kategorií u tetraploidů i pentaploidů podobné, ale u pentaploidů je výrazné zastoupení červeně tečkovaného zbarvení lodyhy. Jak bylo již zmíněno dříve, tento znak spíše souvisí s prostředím a vlivem populace než s taxonem a ploidní úrovní. Velmi těsně vychází výsledek statistického testu mezi pentaploidy a tetraploidy u znaku šířka přízemního listu a délka čnělky, což může poukazovat nanejvýš na obecně známou zákonitost, kdy s rostoucí absolutní velikostí genomu (jádra) buňky roste i velikost buňky. Jak je patrné z obrázku 40, v počtu

květu na lodyze na jedince se nejeví evidentní rozdíl mezi populacemi tvořenými jen pentaploidy, jen tetraploidy a smíšenými populacemi obou ploidii.

Jako nejvýraznější znaky odlišující jednotlivé ploidní stupně se jeví výška rostliny, tvar a šířka okvětních lístků, délka prašníku, délka a zahloubení semeníku. Dle diagramu PCA na obrázku 5 se rostliny řazené k pentaploidnímu cytotypu výrazně shlukují do pomyslného pásu v levé části diagramu. Nápadný je pak jejich přesah mezi tetraploidní populace. Pozoruhodné je, že je tvořen výhradně pentaploidy ze severozápadní Panonie. Tento přesah může být způsoben, jak již bylo zmíněno možným kontaktem s tetraploidními populacemi a jejich vzájemným genovým tokem v evoluční historii severopanonských populací. CDA pro diskriminaci mezi jednotlivými ploidními je schopna jedince v populacích poměrně úspěšně klasifikovat do jednotlivých ploidních stupňů i u cytotypově smíšených populací. Poměrně citlivě reagují na příslušnost k jednotlivým ploidním stupňům i obě shlukovací analýzy (pentaploidní populaci Kujánufálu (KAJ), řazenou ke *G. szovitsii*, přiřazují do klastru s ostatními pentaploidy).

Je nanejvýš pozoruhodné, že konkrétně tvar a výška semeníku, případně tvar a šířka okvětních lístků byly zásadními znaky pro odlišení *G. bohemica* subsp. *saxatilis* (Mertens & Koch 1826, Koch 1834). Pro německé rostliny je rovněž charakteristické intenzivnější odění lodyhy a rubu okvětních lístků. Délka prašníku je znak přidaný později Aschersonem & Graebnerem (1907). Je ale nepochybné, že Mertens & Koch (1826) měli na mysli německé (převážně) tetraploidní populace. Navíc dále při užití geografického kritéria lze jen těžko souhlasit s údaji o výskytu *G. bohemica* subsp. *bohemica* (John et al. 2004, Peterson et al. 2004) na námi studovaných lokalitách v Německu, které se do značné míry kryjí s lokalitami studovanými těmito autory.

Role geografie

Při definici jednotlivých geografických skupin a vzhledem k převažujícímu ploidnímu stupni lze předpokládat bližší hodnoty u českých a severozápadopanonských populací a u německých a jihovýchomoravských. U řady znaků tomu tak ovšem není (např. délka okvětního lístku, šířka žebra semeníku, délka čnělky atd.). V tomto kontextu existuje řada názorů na osvětlení evoluční historie arelu *G. bohemica* ve střední Evropě. Hypotézu, vztahující se k německým rostlinám nastínil Peterson et al. (2004), kteří ve své studii uvažují dva migrační proudy do Německa a to konkrétně *G. bohemica* subsp. *bohemica* z Panonské nížiny a *G. bohemica* subsp. *saxatilis* z Iberského poloostrova. Vzhledem k výše uvedené

taxonomické diskusi a evidentním rozdílům německých a českých populací v některých znacích, např. výška rostliny, šířka a tvar okvětních lístků, délka a šířka prašníku, délka a šířka semeníku, lze spíše hypotetizovat, že německé populace představují výsledek jednoho migračního proudu jako celku. Podle uvedených znaků a diagramu PCA na obrázku 6, případně shlukovací analýzy na obrázku 12 představují německé rostliny spíše izolovanou západní enklávu.

Naopak rostliny z české arely představují znakové extrémy zejména v šířce okvětních lístků, délce a šířce prašníku, délce semeníku, délce a šířce lodyžního listu. To samozřejmě může souviset s jejich výhradně pentaploidním cytotypem, ale také s geografickou izolací a možnou reliktností těchto populací, jak uvádí Hrouda (1989b). Naopak rostliny ze severní Panonie jeví morfologickou afinitu k rostlinám z německé a jihovýchodomaďarské arely, jak je patrné na obrázku 6. V této souvislosti je možné nastínit hypotézu o historickém setkání izolované reliktní populace (které v současnosti odpovídají nejvíce rostliny z české arely) z posledního interglaciálu, která se po skončení würmského glaciálu dostala do kontaktu s nově přichozí migrační vlnou od jihovýchodu (jejíž pozůstatky představují populace v jihovýchodním Maďarsku) a následně došlo k introgresi nově přichozí linie do reliktní starší linie. Původní reliktní populace by se tedy nejlépe zachovaly v české arele, naopak rostliny s patrným vlivem introgrese je možno nalézt v severozápadní Panonii. S tím by korespondovaly výsledky mnohorozměrných metod, například klasifikační diagram CDA na obrázku 43 má problém s jednoznačným zařazením populací ze sz. Panonie, konkrétně Mohelno (MOH), Pesthidegkút (PES), Súkoró (SUK), Pákozd (SZE) a Zobor (ZOB). Populace na Zoboru u Nitry jsou v současnosti v literatuře uváděny jako *G. bohemica* subsp. *bohemica* var. *stenochlamydea*. Samotné odlišování některých populací jako var. *stenochlamydea* poukazuje na velkou variabilitu severozápadopanonských rostlin a tím i právě jejich možný vznik setkáním starších středoevropských populací a mladšího proudu od jihovýchodu. Z tohoto pohledu by pak tetraploidní populace v jihovýchodním Maďarsku (*G. szovitsii*) představovaly pozůstatky jihovýchodního migračního proudu bez genetického ovlivnění původnějšími středoevropskými populacemi. Tomuto scénáři odporuje vřazení pentaploidních panonských populací *G. bohemica* na lokalitách Súkoró (SUK) a Pákozd (SZE) mezi populace z německé arely, jak naznačují diagram PCA na obrázku 9 a klasifikační diagramy na obrázcích 11 a 12. Ovšem vzhledem k hypotetizované introgresi je možný konvergentní vývoj morfologických znaků u těchto populací. Rovněž je možné, že při získání ještě většího počtu měření z jihovýchodního Maďarska a dále z Rumunska dojde k přehodnocení postavení těchto populací v analýzách. Alternativně by bylo možno uvažovat, že české a

severozápadopanonské populace *G. bohémica* subsp. *bohémica* vznikly vzájemnou hybridizací dvou migračních vln, jedné od západu (z Německa) a druhé od jihovýchodu (z jihovýchodního Maďarska). V tom případě by populace české arely představovaly geograficky v důsledku izolovaný typ s výraznou heterozí a severozápadopanonské postupný přechod k fenotypu rostlin jihovýchodní migrační vlny (existující v jv. Maďarsku – *G. szovitsii*). Avšak migrace od západu přes český masiv je u xerothermních rostlin podstatně vzácnější jev, minimálně pro oblast jihovýchodní Moravy (Praebohemika), kde se nachází těžiště výskytu druhu na Moravě a přilehlé části Rakouska (Suza 1944, Němec et al. 2017).

Vztah německých a jihovýchodomaďarských rostlin v kontextu výše nastíněných hypotéz předpokládá jejich oddělení jako samostatných linií *G. bohémica* s. l., které migrovaly z geograficky odlišných glaciálních refugií druhu do střední Evropy. Jejich diferenciaci je patrná zvláště z diagramu PCA na obrázku 6 pro jedince, obrázku 9 pro populační průměry znaků a diagramu CDA obrázku 41. Existují ale znaky, které je sblížují (např. délka a šířka prašníku). U těchto znaků je ovšem patrná rovněž výrazná souvislost s ploidním stupněm rostlin. Přestože pro přesné zhodnocení těchto rostlin na taxonomické úrovni by bylo nutné mít ještě více dat z rozsáhlejší části areálu, již nyní je jasné, že udržitelnost *G. szovitsii* jako samostatného druhu není reálná. Pokud bychom ji chápali jako východní typ (vikarianta) v rámci *G. bohémica* agg. podobně jako Terracciano (1906), byla by vhodná klasifikace na úrovni poddruhu, což autor naznačuje.

5.3 Pylová viabilita

Výsledky analýzy viability pylu ukazují vysokou viabilitu pylu u pentaploidů (více než 60 %, ve většině případů kolem 80 %) a sníženou u tetraploidů (do 45 %) v populacích tvořených jen jedním cytotypem. V cytotypově smíšených populacích je nápadná snížená pylová viabilita u obou ploidií (vždy nižší než cca 60 %). Rostliny výhradně pentaploidního cytotypu jsou navíc geograficky lokalizovány do české a severovýchodopanonské arely (*G. bohémica* subsp. *bohémica*). Proto jejich výrazně vyšší pylovou viabilitu oproti německým, převážně tetraploidním rostlinám (*G. bohémica* subsp. *saxatilis*) je nutno považovat za důležitou taxonomickou indicii, zvláště přihlédneme-li k rovněž snížené pylové viabilitě pentaploidů ve smíšených populacích v německé arele. V tomto kontextu by bylo zajímavé zjistit pylovou viabilitu u rostlin z jihovýchodopanonské oblasti (převážně tetraploidní *G. szovitsii*), tj. zda jsou v tomto znaku bližší subsp. *saxatilis* z Německa nebo subsp. *bohémica* z Čech a severozápadní Panonie. Snížená viabilita pentaploidů v německých populacích velmi pravděpodobně poukazuje na nezávislý vznik pentaploidů v tetraploidních populacích.

Obdobných výsledků pro pentaploidní *G. bohemica* z Čech dosáhli Měsíček & Hrouda (1974) při barvení glycerolkarmínem u populace z Dalejského profilu u Prahy. Rozlišovali dvě velikosti barvitelných pylových zrn (narozdíl od této práce), tj. barvitelná velká zrna 22,8 %, barvitelná malá zrna 58,6 % a nebarvitelná a abortovaná pylová zrna 18,6 %. Pro další taxon v rodě *Gagea* se známou ploidní řadou – *G. pratensis* zjistili Měsíček & Hrouda (1974) vysokou viabilitu (64,2 % a 84,4 %) pro pentaploidy a ještě vyšší pro tetraploidy (84,4 %, 95,2 % a 90,8 %). Toto zjištění odpovídá situaci v německých populacích.

Výše uvedené výsledky a srovnání ukazují, že použitá metoda barvení je dobře využitelná u *Gagea bohemica* agg. v intencích možností dalších běžně používaných barvicích metod pro zjištění viability pylu, zejména Alexandrova barvení, ze kterého vychází (přehled metod podává např. Dafni & Firmage 2000 nebo Konečný 2007). Pravděpodobně nejrealnějším testem pylové viability je v tomto případě jejich vyklíčení na receptivní blizně (viz Dafni & Firmage 2000). Zde lze předpokládat podle sdělení Němce (1923) o velmi dobrém klíčení a prorůstání pylové láčky vysokou korelací s realitou.

5.4 Herbářová revize

Revize herbářových dokladů uvedená v příloze 3 této práce ve své podstatě rozšiřuje původní revizi provedenou Hroudou (1989b) o nové údaje, dokladované herbářovými sběry za posledních 28 let, pokud herbářové položky byly k těmto údajům zatřízeny v rámci fondů veřejných herbářů. Jedná se zejména o sběry v oblasti Kolínska (v původní revizi zastoupené jen jedním sběrem), některé sběry z oblasti jižní a jihozápadní Moravy i přímo hlavního města Prahy a jeho okolí. Tyto údaje neukazují na žádný rapidní nárůst areálu rozšíření druhu (vyjma řady nových lokalit na Kolínsku, kde byl druh přehlížen), což koresponduje s reliktním charakterem jeho výskytu (Hrouda 1989b). Většina lokalit druhu je v České republice soustředěna do oblasti termofytika s přesahem do některých přilehlých oblastí mezofytika.

Na tomto místě je vhodné diskutovat některé souvislosti provedené herbářové revize. Jedná se zejména o vyjasnění udávaného výskytu *G. bohemica* subsp. *saxatilis* na střední Moravě. V současnosti je výskyt tohoto poddruhu doložen herbářovou položkou (Fajt 1994, OL) z lokality u Seničky na Hané. Taxon se dále vyskytuje v Hlubokém žlebu u Náměště na Hané. Zde je nutno vyjasnit, že zatímco poddruh spolehlivě determinoval L. Hrouda z této lokality na historických položkách J. Otruby (BRNM, BRNU, OLM), sběr Laichmanna právě z údolí Křeb u Seničky (BRNU) přiřadil uvedený specialista k nominátnímu poddruhu (Hrouda

1989a). Tento údaj byl poté dále tradován (Dančák 2010). Na základě revize provedené v tomto případě D. Horákem, M. Hronešem a B. Trávníčkem byla položka jednoznačně přerevidována na *G. bohemica* subsp. *saxatilis*, což tedy dementuje údaje o výskytu *G. bohemica* subsp. *bohemica* na Olomoucku.

V souladu se starší revizí lze za mylné označit doklady od Jičina (Sitenský, PR) a Nového Města nad Metují (Novák, BRNU). Sporná je položka od Velatic na Brněnsku (Šmardová, BRNU), jedná se o jeden exemplář odpovídající *G. bohemica* subsp. *bohemica* vtroušený mezi sběr *Gagea villosa* (M. Bieb.) Duby. (což je autorkou deklarovaný sbíraný taxon). Exemplář *G. bohemica* se do materiálu mohl přimíchat až při pozdějším zpracování. Vzhledem k příhodným ekologickým podmínkám však nelze výskyt druhu na lokalitě zcela vyloučit, i když zde i v okolí po něm bylo opakovaně pátráno (Z. Musil, T. Vymyslický, ústní sdělení).

V současnosti se ovšem objevuje určitý nárůst nových lokalit *G. bohemica* v České republice, který je způsoben do jisté míry atraktivitou a zároveň ohrožeností a reliktností druhu, díky které se mu speciálně věnují někteří botanici v oblasti jeho výskytu. Jedná se zejména o skupinu „Gageing“ iniciovanou R. Němcem na jižní Moravě a přilehlé části Rakouska a M. Štefánka, který provádí mapování druhu ve středních Čechách. Řada těchto lokalit je dokladována jen záznamy v nálezové databázi AOPK (z portálu AOPK, URL: portal.nature.cz), také vzhledem k často omezené velikosti populací. I přes tuto výraznou mapovací aktivitu lze některé výskyty hodnotit jako zaniklé, a to jednak údaj od Provodína na Českolipsku a dále údaje z úplného centra Prahy (např. Belveder) a území města Brna. Přestože poslední sběr z PP Medlánecké kopce pochází z roku 2010 (herb. J. Zámečník), nepodařilo se ani mně (2016) ani kolegům ze skupiny „Gageing“ (T. Vymyslický, Z. Musil, J. Bureš) tuto lokalitu recentně ověřit. Ostatní brněnské údaje z Kraví hory a Žlutého kopce se vztahují k již zaniklým lokalitám, protože se dnes nachází ve většinou zastavěném či jinak hospodářsky využívaném území.

I přes výše zmíněné aktivity není možné v současnosti dohledat herbářové doklady k některým nově potvrzeným izolovaným lokalitám, konkrétně v PR Kalvárie u Velkých Žernosek a Lulče na Vyškovsku (v tomto případě pravděpodobně existuje sběr v PRC, ten však ještě není zatříděn; cf. Hrouda 1989b, 2011).

6. ZÁVĚR

Práce je věnována studiu okruhu *Gagea bohemica* na území střední Evropy, konkrétně Německa, České republiky, Rakouska, Slovenska a Maďarska. Mezi její cíle patřilo zmapování distribuce jednotlivých cytotypů (tetraploidního a pentaploidního) na uvedeném území spolu s jejich morfológickou variabilitou. Studium bylo doplněno analýzou viability pylových zrn u vybraných populací a zpracováním herbářové revize na základě dat z veřejných herbářových sbírek pro území České republiky.

Analýza ploidního stupně metodou průtokové cytometrie odhalila zastoupení tetraploidního cytotypu v obou německých arelech, v jihovýchodním Maďarsku a izolovaně na dvou lokalitách v České republice (střední Morava – Olomoucko). Rostliny pentaploidního cytotypu se vyskytovaly buď v samostatných populacích v České republice, Rakousku, Slovensku a severozápadním Maďarsku, výjimečně v jižním Maďarsku (1 populace) nebo v cytotypově smíšených populacích, a to zejména v Německu, výjimečně v jižním Maďarsku (1 populace).

S ploidním stupněm koreluje řada znaků zejména výška rostliny, tvar a šířka okvětních lístků, délka prašníku, délka a zahloubení semeníku. Tyto by bylo možné při vzájemné kombinaci použít pro determinaci ploidního stupně. Použitý dataset rovněž jeví výraznou strukturu vzhledem ke geografické distribuci analyzovaných populací. Tento vliv je patrný zejména při hodnocení populací ze severopanonské oblasti a české arely, přestože jsou řazeny ke stejnému poddruhu (*G. bohemica* subsp. *bohemica*). Při užití mnohorozměrných analýz (PCA, CDA) jsou patrné znakové trendy, které panonské rostliny vzdalují českým a přibližují jihomaďarským a německým (šířka okvětních lístků a délka prašníku, případně šířka listu na lodyze). Rovněž shlukovací analýzy a CDA naznačují určitou nesourodost této skupiny. Tento jev pravděpodobně poukazuje na reliktní charakter rostlin z české arely. Existenci znakových přechodů u rostlin ze severozápadní Panonie lze pak vysvětlit následnou introgrésí těchto starších populací v oblasti Panonie migrační vlnou z jihovýchodu, jejíž pozůstatky představují populace v jihovýchodním Maďarsku (označované jako *G. szovitsii*). Pravděpodobně samostatnou linii představují rostliny v obou německých arelech (označované jako *G. bohemica* subsp. *saxatilis*).

Hodnocení viability pylových zrn ukázalo vysokou viabilitu pro výhradně pentaploidní populace (v populačním průměru 62,26 % až 89,85 %), naopak sníženou pro populace tetraploidního cytotypu (v populačním průměru 13,31 % až 45,34 %). Ve smíšených

populacích obou cytotypů z Německa je pozoruhodná snížená viabilita u pentaploidů (v populačním průměru 16,32 % až 34,91 %) oproti tetraploidům (v populačním průměru 13,58 % až 60,17 %). To poukazuje na separátní postavení populací z Čech a severozápadní Panonie oproti německým a rovněž na pravděpodobný vznik pentaploidů v Německu přímo v jinak tetraploidních populacích. Rostliny z jihovýchodního Maďarska nebyly na pylovou viabilitu hodnoceny.

Provedená herbářová revize pro území České republiky doplnila starší herbářovou revizi L. Hroudy o novější údaje. Pravděpodobně nejvýraznější změnou je zamítnutí (byť i jen historického) výskytu *G. bohemica* subsp. *bohemica* na Olomoucku.

7. LITERATURA

Alexander M. P. (1969): Differential staining of aborted and nonaborted pollen. – *Stain Technol.* 44 (3): 117-122.

APG IV (2016): An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. – *Bot. J. Linnean Soc.* 181: 1-20.

Ascherson P. & Graebner P. (1907): *Gágea*. – In: Ascherson P., Graebner P., *Synopsis der Mitteleuropäischen Flora* 3: 74-93, Wilhelm Engelmann, Leipzig.

Bauer N., Meszáros A. & Galambos I. (2002): A *Gagea bohemica* (Zauschner) Schult. et Schult. fil. élőhelyválasztásának vizsgálata [Examination of habitat preference of *Gagea bohemica* (Zauschner) Schult. et Schult. fil.]. – *Kitaibelia* 7: 215-223.

Chung M. Y., López-Pujol J., Chung M. J., Kim K.-J., Park S. J. & Chung M. G. (2015): Polyploidy in *Lilium lancifolium*: Evidence of autotriploidy and no niche divergence between diploid and triploid cytotypes in their native ranges. – *Flora* 213: 57-58.

Dafni A. & Firmage D. (2000): Pollen viability and longevity: practical, ecological and evolutionary implications. – *Plant. Syst. Evol.* 222: 113-132.

Dančák M. (2010): *Gagea bohemica* subsp. *saxatilis* na Olomoucku – Ms., 1 p. [depon. in.: Katedra ekologie a životního prostředí PřF UPOL, Olomouc].

Danihelka J., Chrtek J. & Kaplan Z. (2012): Checklist of vascular plants of the Czech Republic. – *Preslia* 84: 647-811.

Davlianidze M. T. (1979): *Gagea* Salisb. – In: Fedorov (ed.) *Flora of Russia: The European part and bordering regions* 325-335, A. A. Balkema, Rotterdam.

Doležel J. & Bartoš J. (2005): Plant DNA Flow Cytometry and Estimation of Nuclear Genome Size. – *Ann. Bot.* 95: 99-110.

Doležel J., Greilhuber J. & Suda J. (2007): Estimation of nuclear DNA content in plants using flow cytometry. – *Nat. Protoc.* 2: 2233-2244.

Duchoslav M., Šafářová L. & Krahulec F. (2017): Complex distribution patterns, ecology and coexistence of ploidy levels of *Allium oleraceum* (Alliaceae) in the Czech Republic. – *Ann. Bot.* 105: 719-735.

- Gargano D., Peruzzi L., Caparelli K. F. & Cesca G. (2007): Preliminary observations on the reproductive strategies in five early-flowering species of *Gagea* Salisb. (*Liliaceae*). — *Boccone* 21: 349-358.
- Grulich V. (2014): *Gagea bohemica* (Zauschn.) Schult. et Schult. f. subsp. *bohemica* – křivatec český pravý/křivec český pravý – In: Botany.cz, URL: <http://botany.cz/cs/gagea-bohemica> (cit. 20.7.2017).
- Gruna B., Hrouda L., Vágenknecht V. & Čeřovský J. (1999): *Gagea bohemica*. – In: Čeřovský J., Feráková V., Maglocký Š. & Procházka F. (ed.), Červená kniha ohrožených a vzácných druhů rostlin a živočichů SR a ČR [Red list of endangered and rare plants and animals of Slovak and Czech Republic] 5: 159, Příroda, Bratislava.
- Horák D. (2015): Karyologická a morfologická variabilita okruhu *Gagea bohemica* ve východní části střední Evropy [Karyological and morphological variability of the *Gagea bohemica* group in the eastern part of Central Europe]. – Ms., 75 p. [bakal. práce (bachelor thesis); depon. in: Knihovna PřF UPOL, Olomouc].
- Horák D., Vymyslický T., Musil L. & Bureš J. (2017): *Gagea bohemica* subsp. *saxatilis* na lokalitách v České republice [*Gagea bohemica* subsp. *saxatilis* at its localities in the Czech republic]. – *Zprávy Čes. Bot. Společ.* 52 [submitted].
- Hroneš M. & Kobrlová L. (2016): Nová lokalita křivatece českého (*Gagea bohemica*) na Záhorské nížině (západní Slovensko) [A new locality of *Gagea bohemica* in the Záhorská nížina lowland (western Slovakia)] – *Acta Carp. Occ.* 7: 20-25.
- Hrouda L. (1989): Taxonomie a rozšíření *Gagea bohemica* na Slovensku [Taxonomy and distribution of *Gagea bohemica* in Slovakia]. – Mscr.
- Hrouda L. (1989b): Křivatec český pravý-*Gagea bohemica* J. A. et J. H. Schult. subsp. *bohemica* – In: Slavík et al., Vybrané ohrožené druhy květeny ČSR [Selected endangered species of the Czechoslovakian flora] 125-150, Academia, Praha.
- Hrouda L. (2011): *Gagea* Salisb. – křivatec. – In: Štěpánková J., Chrtek J. jun. & Kaplan Z. (ed.), Květena České republiky [Flora of the Czech Republic] 8: 403-418, Academia, Praha.
- Jakab G. & Molnár A. V. (2011): First record of *Gagea szovitsii* in Central Europe – *Biologia* 66: 433-438.

- John H., Peterson A. & Peterson J. (2004): Zum taxonomischen Rang zweier kritischer Sippen der Gattung *Gagea* in Mitteleuropa – Mitt. florist. Kart. Sachsen-Anhalt (Halle) 9: 15-26.
- Kerner A. (1878): Die Vegetations-Verhältnisse des mittleren und östlichen Ungarns und angrenzten Siebenbürgens – Österr. Bot. Z. 28: 125-130.
- Kim J. S., Hong J., Chase M. W., Fay M. F. & Kim J. (2013): Familiar relationships of the monocot order Liliales based on a molecular phylogenetic analysis using four plastid loci: matK, rbcL, atpB and atpF-H. – Bot. J. Linnean Soc. 172: 5-21.
- Király G. & Mesterházy A. (2009): A *Gagea bohemica* (Zauschn.) Schult. et Schult. f. előfordulása Északnyugat-Magyarországon [On the occurrence of *Gagea bohemica* (Zauschn.) Schult. et Schult. f. in NW Hungary]. – Flora Pannonica 6: 75-76.
- Kirschner J., Kirschnerová L. & Štěpánek J. (2007): Generally accepted plant names based on material from the Czech Republic and published in 1753-1820. – Preslia 79: 323-365.
- Koch K. (1849): *Gagea* Salisb. – In: Beiträge zu einer Flora des Orientes (Fortsetzung). – Linnaea 22: 226-231.
- Koch W. D. J. (1834): *Gagea saxatilis* und *bohemica* erweisen sich durch die Vergleichung an den lebenden Pflanzen als zwei verschiedene Arten: nebst einigen andern Beobachtungen über *Gagea*. – Flora (Regensb.) 17: 545-554.
- Konečný J. (2007): Pylová viabilita u středoevropských druhů rodu *Cirsium* a jejich kříženců [Pollen viability in Central European species of *Cirsium* and their hybrids]. – Ms. 58 p. [diplomová práce (master thesis); depon. in Knihovna PF MU, Brno].
- Košťál J., Eliáš P. jun., Vojteková H. & Dítě D. (2013): *Gagea bohemica* in Slovakia: 1. Taxonomy and distribution. – Hacquetia 12: 165-171.
- Koutecký P. (2015): MorphoTools: a set of R functions for morphometric analysis. - Plant Syst. Evol. 301: 1115-1121.
- Láng A. F. (1827): Illustratio plantarum herbarii florum ruthenicarum sistens rationem specierum novarum, minus cognitarum, aliarumve per centuriam primam distributarum. – Flora (Regensb.) 10: 33-94.

- Levichev I. G. & Jezniakowsky S. A. (2008): Historia Gagearum. – URL: <http://www.binran.ru/resources/current/gagearum/index-eng.html> (cit. 24.6.2017).
- Mertens C. F. & Koch W. D. J. (1826): *Ornithogalum* Gaertn. Milchstern (gewöhnliche Vogelmilch) – In: Mertens C. F. & Koch W. D., J. J. C. Röhlings Deutschlands Flora 2: 540-552, Friedrich Wilmans, Frankfurt am Main.
- Měsíček J. & Hrouda L. (1974): Chromosome numbers in Czechoslovak species of *Gagea* (*Liliaceae*). – Folia Geobot. Phytotaxon. 9: 359-368.
- Němec B. (1923): Zúrodnění u *Gagea bohemica*. [Fertilization of *Gagea bohemica*] – Věst. Král. Čes. Společ. Nauk, Cl. 2, 1923/14: 1-8.
- Němec R., Musil Z., Vymyslický T., Bureš J., Veselý P. (2017): Revize moravsko-rakouské arely křivatce českého (*Gagea bohemica* s. l.) [Revision of Moravian-Austrian arele of *Gagea bohemica* s. l.] – Thayensia [submitted].
- Peruzzi L. (2003): Contribution to the cytotaxonomical knowledge of *Gagea* Salisb. (*Liliaceae*) sect. *Foliatae* A. Terracc. and synthesis of karyological data. – Caryologia 56: 115-128.
- Peruzzi L. (2008): Hybridity as a main evolutionary force in the genus *Gagea* Salisb. (*Liliaceae*). – Plant Biosyst. 142: 179-184.
- Peruzzi L. (2008b): Contribution to the cytotaxonomical knowledge of the genus *Gagea* Salisb. (*Liliaceae*). III. New karyological data from the central Mediterranean area. – Caryologia 61: 92-106.
- Peruzzi L. (2011): Nomenclatural novelties at sectional level in *Gagea* (*Liliaceae*). – Atti Soc. tosc. Sci. nat., Mem., Serie B, 118: 23-24.
- Peruzzi L. (2012): Chromosome diversity and evolution in the genus *Gagea* (*Liliaceae*). – Bocconeia 24: 147-158.
- Peruzzi L. (2016): A new infrafamiliar taxonomic setting for *Liliaceae*, with a key to genera and tribes. – Plant Biosyst. 150: 1341-1347.
- Peruzzi L. & Tison J.-M. (2004): Verso una revisione biosistemica del genere *Gagea* Salisb. (*Liliaceae*) in Italy. Un nuovo tipo di approccio [First version of biosystematic revision of the genus *Gagea* Salisb. (*Liliaceae*) in Italy. A new approach.]. – Inform. Bot. Ital. 36: 470-475.

- Peruzzi L., Leitch I. J. & Caparelli K. F. (2009): Chromosome diversity and evolution in *Liliaceae*. – *Ann. Bot.* 103: 459-475.
- Peruzzi L., Peterson A., Tison J-M. & Harpke D. (2011): New light on phylogeny and taxonomy of the Eurasian *Gagea villosa*–*G. fragifera* complex (*Liliaceae*). *Nordic J. Bot.* 29: 722–733.
- Peruzzi L., Tison J.-M., Peterson A. & Peterson J. (2008): On the phylogenetic position and taxonomic value of *Gagea trinervia* (Viv.) Greuter and *Gagea* sect. *Anthericoides* A. Terracc. (*Liliaceae*). – *Taxon* 57: 1201-1214.
- Petersen G., Seberg O. & Davis J. I. (2013): Phylogeny of the *Liliales* (Monocotyledons) with special emphasis on data partition congruence and RNA editing. – *Cladistics* 29: 274-295.
- Peterson A., John H., Koch E. & Peterson J. (2004): A molecular phylogeny of the genus *Gagea* (*Liliaceae*) in Germany inferred from non-coding chloroplast and nuclear DNA sequences. – *Plant Syst. Evol.* 245: 145-162.
- Peterson A., Levichev I. G. & Peterson J. (2008): Systematics of *Gagea* and *Lloydia* (*Liliaceae*) and infrageneric classification of *Gagea* based on molecular and morphological data. – *Mol. Phylogenet. Evol.* 46: 446-465.
- Peterson A., Levichev I. G., Peterson J., Harpke D. & Schnittler M. (2011): New insights into the phylogeny and taxonomy of Chinese species of *Gagea* (*Liliaceae*) – speciation through hybridization. – *Org. Divers. Evol.* 11: 387-407.
- Peterson A., Harpke D., Levichev I. G., Beisenova S., Schnittler M. & Peterson J. (2016): Morphological and molecular investigations of *Gagea* (*Liliaceae*) in southeastern Kazakhstan with special reference to putative altitudinal hybrid zones. – *Plant Syst. Evol.* 302: 985-1007.
- Peterson A., Harpke D., Peruzzi L., Tison J-M., John H. & Peterson J. (2010a): *Gagea bohémica* (*Liliaceae*), a highly variable monotypic species within *Gagea* sect. *Didymobulbos*. – *Plant Biosyst.* 144: 308-322.
- Peterson L., Slovin J. P. & Chen C. (2010b): A simplified method for differential staining of aborted and non-aborted pollen grains. – *Int. J. Plant Biol.* 1:e13: 66-69.
- Pfeiffer T., Klahr A., Peterson A., Levichev I. G. & Schnittler M. (2012) No sex at all? Extremely low genetic diversity in *Gagea spathacea* (*Liliaceae*) across Europe. *Flora* 207: 372–378.

Pfeiffer T., Harter D., Formella N. & Schnittler M. (2013) Reproductive isolation vs. interbreeding between *Gagea lutea* (L.) Ker Gawl. and *G. pratensis* (Pers.) Dumort. (*Liliaceae*) and their putative hybrids in Mecklenburg-Western Pomerania (Germany). *Pl. Spec. Biol.* 28: 193–203.

R core team (2014): R: a language and environment for statistical computing. – The R foundation for statistical computing, Vienna. URL: <https://www.r-project.org>

Richardson, I. B. K. (1980): *Gagea* Salisb. – In Tutin I. G., Heywood, V. H. et al., *Flora Europaea* 5: 26-28, Cambridge University Press, Cambridge.

Rix E. M. & Woods R. G. (1981): *Gagea bohemica* (Zauscher) J. A. & J. H. Schultes in British Isles, and a general review of the *Gagea bohemica* species complex. – *Watsonia* 13: 265-270.

Salisbury R. A. (1806): On the characters of a distinct genus hitherto confounded with *Ornithogalum* and called *Gagea*; with some remarks on the importance of the inflorescence in distinguishing genera. – *Ann. Bot.* 2: 553-557.

Schnittler M., Pfeiffer T., Harter D. & Hamann A. (2009): Bulbils contra seeds: reproductive investment in two species of *Gagea* (*Liliaceae*). – *Plant Syst. Evol.* 279: 29–40.

Schnittler M., Peterson A., Peterson J., Beisenova S., Bersimbaev R. I. & Pfeiffer T. (2013): Minor differences with big consequences: reproductive patterns in the genus *Gagea* (*Liliaceae*). – *Flora* 208: 591–598.

Schultes J. A. & Schultes J. H. (1829): *Gagea* – In: Schultes J. A. & Schultes J. H., *Systema vegetabilium* 535-554, J. G. Cottae, Stuttgart.

Skalický V. (1988): Regionálně fytogeografické členění – In: Hejný S. & Slavík B. (ed.), *Květena České socialistické republiky [Flora of the Czech Socialist Republic]* 8: 403-418, Academia, Praha.

Slater F. M. (1990): *Gagea bohemica* (Zauschner) J. A. et J. H. Schultes (*G. saxatilis* Koch). – *J. Ecol.* 78: 535-546.

Stevens P. F. (2017): Angiosperm Phylogeny Website. Version 13, URL: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>.

Suza J. (1944): Co je Praebohemikum. – *Příroda* (Brno), 36: 147–155.

- Terraciano A. (1906): *Gagearum species florae orientalis*. – Bull. Herb. Boissier 2(4): 105-120.
- Thiers B. (2017): Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. – New York Botanical Garden's Virtual Herbarium.
URL: <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>.
- Tison J. M. (1996): Revision des *Gagea* du groupe *bohemica* en France [Revision of *Gagea bohemica* group in France]. – Monde Pl. 455: 11–17.
- Tison J-M., Peterson A., Harpke D., Peruzzi L. (2013): Reticulate evolution of the critical Mediterranean *Gagea* sect. *Didymobulbos* (*Liliaceae*), and its taxonomic implications. – Plant Syst. Evol. 299: 413–438.
- Uphof J. C. T.: A review of the genus *Gagea* Salisb. II – Plant Life 14: 151-161.
- Zarrei M., Zarre S., Wilkin P. & Rix M. (2007): Systematic revision of the genus *Gagea* Salisb. (*Liliaceae*) in Iran. – Bot. J. Linnean Soc. 154: 559-588.
- Zarrei M., Wilkin P., Fay M. F., Ingrouille M. J., Zarre S. & Chase M. W. (2009): Molecular systematics of *Gagea* and *Lloydia* (*Liliaceae*; *Liliales*): implications of analyses of nuclear ribosomal and plastid DNA sequences for infrageneric classification. – Ann. Bot. 104: 125-142.
- Zarrei M., Wilkin P., Ingrouille M. J. & Chase M. W. (2011): A revised infrageneric classification for *Gagea* Salisb. (*Tulipeae*; *Liliaceae*): insights from DNA sequence and morphological data. – Phytotaxa 15: 44-56.
- Zarrei M., Wilkin P., Ingrouille M. J., Leitch I. J., Buerki S., Fay M. F. & Chase M. W. (2012): Speciation and evolution in the *Gagea reticulata* species complex (*Tulipeae*; *Liliaceae*). – Molec. Phylogenet. Evol. 62: 624–639.
- Zauschner J. (1776): Charaktere des Ornithogali Bohemici und der Erucae tenuifoliae perennis, flore luteo, Johannis Bauhini. – Abhandlungen einer Privatgesellschaft in Böhmen, Prag 2: 119–127.
- Zonneveld B. J. M., te Linde B. & van den Berg L.-J. (2015): Genome sizes of 227 accessions of *Gagea* (*Liliaceae*) discriminate between the species from the Netherlands and reveal new ploidies in *Gagea*. – Springer Plus 4:395: 1-17.

Přílohy

Seznam příloh

- Příloha 1 Seznam lokalit použitých při studiu *Gagea bohemica* agg. ve střední Evropě
- Příloha 2 Přehled výsledků analýzy metodou průtokové cytometrie podle lokalit
- Příloha 3 Herbářová revize *Gagea bohemica* agg. v České republice
- Příloha 4 Fotografická příloha

Příloha 1

Seznam lokalit použitých při studiu *Gagea bohemica* agg. ve střední Evropě.

Vysvětlivky:

Zařazení populací k taxonům: BOH = *G. bohemica* subsp. *bohemica* var. *bohemica*, SAX = *G. bohemica* subsp. *saxatilis*, STE = *G. bohemica* subsp. *bohemica* var. *stenochlamydea*, SZO = *G. szovitsii*

Zařazení populací ke geografickým skupinám: CZE = Čechy, MAD = jižní Maďarsko, NEM = Německo, PAN = Panonie

Číslo lokality - rok	Písmenná zkratka	Název (země)	GPS souřadnice	Počet analyzovaných rostlin	Ploidie	Taxon	Geografická skupina	Morfometrika	Pyl
1-2013	HAR	Harka (Maďarsko)	47°38'44"N, 16°36'15"E	3	5x	BOH	PAN	NE	NE
2-2013	JO1	Jois (Rakousko)	47°57'36"N, 16°46'40"E	3	5x	BOH	PAN	NE	NE
3-2013	JO2	Jois (Rakousko)	47°57'14"N, 16°46'32"E	4	5x	BOH	PAN	NE	NE
4-2013	SZE	Pákozd (Maďarsko)	47°13'27"N, 18°31'57"E	15	5x	BOH	PAN	ANO	NE
5-2013	SUK	Sukoró (Maďarsko)	47°14'3"N, 18°36'1"E	19	5x	BOH	PAN	ANO	NE
7-2013	PES	Pesthidegkút (Maďarsko)	47°33'22"N, 18°58'35"E	18	5x	BOH	PAN	ANO	NE
10-2013	SAJ	Sajkod (Maďarsko)	46°54'42"N, 17°51'19"E	4	5x	BOH	PAN	NE	NE
11-2013	TIH	Tihany (Maďarsko)	46°54'59"N, 17°52'39"E	5	5x	BOH	PAN	NE	NE

15-2013	ZAM	Praha – Zámky (ČR)	50°8'39"N, 14°24'3"E	15	5x	BOH	CZE	ANO	ANO
16-2013	CIM	Praha – Čimické údolí (ČR)	50°8'32"N, 14°25'4"E	20	5x	BOH	CZE	ANO	ANO
23-2013	SEB	Praha – Šeberák (ČR)	50°0'39"N, 14°29'43"E	6	5x	BOH	CZE	ANO	ANO
27-2016	PIT	Praha – Pitkovická stráň (ČR)	50°1'27"N, 14°34'22"E	20	5x	BOH	CZE	ANO	ANO
28-2013	SEN	Senička na Hané (ČR)	49°37'N, 17°3'E	3	4x	SAX	-	NE	NE
50-2014	DER	Derekegyház (Maďarsko)	46°31'15"N, 20°18'36"E	20	4x 5x (1 x)	SZO	MAD	ANO	NE
51-2014	LAP	Szentes – Lapistó (Maďarsko)	46°37'11"N 20°20'4"E	5	4x	SZO	MAD	NE	NE
52-2014	KAJ	Kujánujfálu (Maďarsko)	46°44'8"N 20°22'10"E	20	5x	SZO	MAD	ANO	NE
53-2014	KUN	Kunszentmárton (Maďarsko)	46°51'14"N 20°19'07"E	20	4x	SZO	MAD	ANO	NE
55-2014	TIS	Tiszasas (Maďarsko)	46°49'52"N 20°05'30"E	20	4x	SZO	MAD	ANO	NE
57-2014	MOH	NPR Mohelenská hadcová step (ČR)	49°6'29"N, 16°11'7"E	15	5x	BOH	PAN	ANO	NE
17-2014	HOD	Hodonín-Pánov (ČR)	48°53'5"N, 17°8'12"E	4	5x	BOH	PAN	NE	NE
58-2014	ZAB	Žabonosy (ČR)	50°2'27"N, 15°1'30"E	3	5x	BOH	CZE	NE	NE
59-2014	KOZ	Kozárovce (Slovensko)	48°18'12"N, 18°31'49"E	5	5x	BOH	PAN	NE	NE

67-2015	KAL	Velké Žernoseky – PR Kalvárie (ČR)	50°32'45"N, 14°3'14"E	5	5x	BOH	CZE	ANO	ANO
69-2015	ZOB	Nitra - Zobor	50°32'45"N, 14°3'14"E	15	5x	STE	PAN	ANO	ANO
62-2015	VIN	Vinosady (Slovensko)	48°19'3"N, 17°17'3"E	5	5x	BOH	PAN	NE	NE
22-2015	MIR	Štěpánovský lom u Miroslavi (ČR)	48°57'29"N, 16°19'50"E	20	5x	BOH	PAN	ANO	ANO
71-2015	LUL	Luleč (ČR)	49°15'1"N, 16°54'50"E	5	5x	BOH	PAN	NE	ANO
14-2016	BAB	Praha, PP Baba (ČR)	50°7'6"N, 14°23'26"E	10	5x	BOH	CZE	ANO	ANO
73-2016	POB	Praha, PP Podbabské skály (ČR)	50°7'24"N, 14°23'40"E	5	5x	BOH	CZE	NE	NE
74-2016	CHR	Stráň u Chroustova (ČR)	50°3'56"N, 14°59'45"E	20	5x	BOH	CZE	ANO	NE
75-2016	ROT	Bad Münster, Rotenfels (Německo)	49°48'58"N, 7°50'17"E	11	4x	SAX	NEM	NE	ANO
					5x (1 x)				
76-2016	NBH	Neu Bamberg, Haarberg (Německo)	49°48'6"N, 7°55'53"E	10	4x	SAX	NEM	NE	NE
77-2016	HAA	Neu Bamberg, Haarberg (Německo)	49°48'0"N, 7°56'24"E	20	4x	SAX	NEM	ANO	ANO
					5x (7 x)				
78-2016	WOL	Wöllstein (Německo)	49°48'23"N, 7°56'33"E	5	4x	SAX	NEM	NE	NE
					5x (1 x)				
79-2016	MAR	Siefersheim, Martinsberg (Německo)	49°47'28"N, 7°57'50"E	22	4x	SAX	NEM	ANO	NE

80-2016	HER	Herxheim am Berg (Německo)	49°30'7"N, 8°10'13"E	20	4x	SAX	NEM	ANO	ANO
81-2017	POL	Hlásná Třebaň (ČR)	49°55'34"N, 14°12'7"E	15	5x	BOH	CZE	ANO	ANO
82-2016	POD	Podmoráň (ČR)	50°10'20"N, 14°20'56"E	10	5x	BOH	CZE	NE	ANO
83-2016	VPR	Velké Přílepy (ČR)	50°9'40"N, 14°18'48"E	20	5x	BOH	CZE	ANO	ANO
84-2016	RIV	Roztoky, Řivnáč (ČR)	50°9'58"N, 14°21'39"E	10	5x	BOH	CZE	NE	ANO
85-2016	OKO	Okoř (ČR)	50°9'44"N, 14°15'34"E	20	5x	BOH	CZE	ANO	ANO
86-2016	BIS	Biskoupky, Biskoupský kopec (ČR)	49°6'23"N, 16°15'25"E	10	5x	BOH	PAN	NE	NE
87-2016	NAM	Náměšť na Hané, Hluboký žleb (ČR)	49°35'N, 17°1'E	3	4x	SAX	-	NE	NE
88-2016	SEK	Sekule (Slovensko)	48°36'57"N, 17°0'7"E	5	5x	BOH	PAN	NE	NE
89-2016	PLE	Plenkovice (ČR)	48°55'16"N, 16°0'8"E	5	5x	BOH	PAN	NE	NE
90-2016	SEN	Senorady (ČR)	49°7'33"N, 16°14'25"E	7	5x	BOH	PAN	NE	NE
92-2016	MIK	Mikulovice (ČR)	48°56'27."N, 16°5'56"E	10	5x	BOH	PAN	NE	NE
100-2017	BRA	Brachwitz (Německo)	51°32'36"N, 11°51'44"E	5	5x	SAX	NEM	NE	NE
					4x (2 x)				
96-2017	WEN	Wengelsdorf (Německo)	51°16'11' N, 12°2'28"E	5	4x	SAX	NEM	NE	ANO
98-2017	OST	Ostrau (Německo)	51°36'10"N, 12°0'53"E	8	4x	SAX	NEM	NE	NE
99-2017	WET	Wettin (Německo)	51°34'21"N, 11°49'53"E	20	5x	SAX	NEM	ANO	ANO
					4x (7 x)				

95-2017	KWA	Klein Wangen, Steinklobe (Německo)	51°16'41"N, 11°30'47"E	10	4x	SAX	NEM	NE	ANO
97-2017	HAL	Halle-Lünzberge (Německo)	51°31'45"N, 11°53'24"E	20	4x	SAX	NEM	ANO	ANO
					5x (10 x)				
102-2017	PRE	Předboj (ČR)	50°13'31"N, 14°28'28"E	20	5x	BOH	CZE	ANO	NE
107-2017	GRA	Grafenberg (Rakousko)	48°38'25"N 15°51'13"E	5	5x	BOH	PAN	NE	NE
91-2017	LET	Ivančice, Letkovická stráň (ČR)	49°5'37"N, 16°20'41"E	5	5x	BOH	PAN	NE	ANO
106-2017	LIM	Limberg (Rakousko)	48°35'48"N 15°51'39"E	6	5x	BOH	PAN	NE	NE
112-2017	BEL	Liteň-Běleč (ČR)	49°54'43"N, 14°10'42"E	5	5x	BOH	CZE	NE	NE
18-2017	CIN	Znojmo, Cínová hora (ČR)	48°52'06"N, 16°00'45"E	20	5x	BOH	PAN	ANO	ANO
21-2017	RUD	PP Rudlické kopce (ČR)	48°57'22"N, 16°03'47"E	20	5x	BOH	PAN	ANO	ANO
113-2017	MML	Unhošť, Markův mlýn (ČR)	50°3'9"N, 14°6'31"E	15	5x	BOH	CZE	ANO	ANO

Příloha 2

Přehled výsledků analýzy metodou průtokové cytometrie podle lokalit

Hodnoty relativní fluorescence jsou přepočteny pro standard Pisum sativum 'Ctirad'.

Číslo lokality-rok	Název lokality (země)	Počet cytometrovaných rostlin	Ploidie	Průměrná relativní fluorescence (barvivo)	Směrodatná odchylka
1-2013	Harka (Maďarsko)	3	5x	1,88 (PI)	0,001
2-2013	Jois (Rakousko)	3	5x	1,90 (PI)	0,01
3-2013	Jois (Rakousko)	4	5x	1,93 (PI)	0,02
4-2013	Pákozd (Maďarsko)	4	5x	1,97 (PI)	0,05
5-2013	Sukoró	5	5x	2,03 (PI)	0,05
7-2013	Pesthidegkút (Maďarsko)	10	5x	1,92 (PI)	0,03
10-2013	Sajkod (Maďarsko)	4	5x	1,95 (PI)	0,02
11-2013	Tihany (Maďarsko)	5	5x	1,65 (DAPI)	0,008
15-2013	Praha – Zámky (ČR)	15	5x	1,94 (PI)	0,05
16-2013	Praha – Čimické údolí (ČR)	20	5x	1,97 (PI)	0,06
23-2013	Praha – Šeberák (ČR)	6	5x	1,88 (PI)	0,04
27-2013	Praha – Pitkovická stráž (ČR)	20	5x	1,64 (DAPI)	0,02
28-2013	Senička na Hané (ČR)	3	4x	1,63 (PI)	0,006
50-2014	Derekegyház (Maďarsko)	19	4x	1,56 (PI)	0,04
		1	5x	1,92 (PI)	
51-2014	Szentes, Lapistó (Maďarsko)	5	4x	1,56 (PI)	0,05
52-2014	Kujánujfálu (Maďarsko)	20	5x	1,94 (PI)	0,05
53-2014	Kunszentmárton (Maďarsko)	20	4x	1,62 (PI)	0,04
55-2014	Tiszasas (Maďarsko)	20	4x	1,60 (PI)	0,04
57-2014	Mohelenská hadcová step (ČR)	15	5x	1,96 (PI)	0,03

17-2014	Hodonín-Pánov (ČR)	4	5x	1,98 (PI)	0,06
58-2014	Žabonosy (ČR)	3	5x	1,93 (PI)	0,009
59-2014	Kozárovce (Slovensko)	5	5x	1,90 (PI)	0,07
67-2015	Velké Žernoseky, PR Kalvárie (ČR)	5	5x	1,92 (PI)	0,05
69-2015	Nitra – Zobor (Slovensko)	15	5x	1,64 (DAPI)	0,01
62-2015	Vinosady (Slovensko)	5	5x	1,84 (PI)	0,02
22-2015	Štěpánovský lom u Miroslavi (ČR)	20	5x	1,87 (PI)	0,04
71-2015	Luleč (ČR)	5	5x	1,89 (PI)	0,07
14-2016	Praha, PP Baba (ČR)	10	5x	1,60 (DAPI)	0,006
73-2016	Praha, PP Podbabské skály (ČR)	5	5x	1,62 (DAPI)	0,03
74-2016	Stráň u Chroustova (ČR)	20	5x	1,63 (DAPI)	0,02
75-2016	Bad Münster, Rotenfels (Německo)	9	4x	1,39 (DAPI)	0,02
		1	5x	1,65 (DAPI)	
76-2016	Neu Bamberg, Haarberg (Německo)	10	4x	1,39 (DAPI)	0,02
77-2016	Neu Bamberg, Haarberg (Německo)	13	4x	1,39 (DAPI)	0,01
		7	5x	1,70 (DAPI)	0,03
78-2016	Wöllstein (Německo)	4	4x	1,39 (DAPI)	0,01
		1	5x	1,69 (DAPI)	
79-2016	Siefersheim, Martinsberg (Německo)	22	4x	1,39 (DAPI)	0,01
80-2016	Herxheim am Berg (Německo)	20	4x	1,39 (DAPI)	0,006
81-2016	Hlásná Třebaň (ČR)	15	5x	1,65 (DAPI)	0,02
82-2016	Podmoráň (ČR)	10	5x	1,63 (DAPI)	0,007
83-2016	Velké Přílepy (ČR)	20	5x	1,71 (DAPI)	0,24
84-2016	Roztoky, Řivnác (ČR)	10	5x	1,62 (DAPI)	0,01
85-2016	Okoř (ČR)	20	5x	1,63 (DAPI)	0,007

86-2016	Biskoupky, Biskoupský kopec (ČR)	10	5x	1,63 (DAPI)	0,02
87-2016	Náměšť na Hané, Hluboký žleb (ČR)	3	4x	1,37 (DAPI)	0,03
88-2016	Sekule (Slovensko)	5	5x	1,64 (DAPI)	0,0006
89-2016	Plenkovice (ČR)	5	5x	1,62 (DAPI)	0,005
90-2016	Senorady (ČR)	7	5x	1,61 (DAPI)	0,002
92-2016	Mikulovice (ČR)	10	5x	1,65 (DAPI)	0,005
100-2017	Brachwitz (Německo)	3	5x	1,65 (DAPI)	0,006
		2	4x	1,38 (DAPI)	
96-2017	Wengelsdorf (Německo)	5	4x	1,39 (DAPI)	0,001
98-2017	Ostrau (Německo)	8	4x	1,39 (DAPI)	0,001
99-2017	Wettin (Německo)	13	5x	1,66 (DAPI)	0,01
		7	4x	1,39 (DAPI)	0,004
95-2017	Klein Wangen, Steinklobe (Německo)	10	4x	1,39 (DAPI)	0,004
97-2017	Halle-Lünzberge (Německo)	10	4x	1,37 (DAPI)	0,009
		10	5x	1,65 (DAPI)	0,01
102-2017	Předboj (ČR)	20	5x	1,65 (DAPI)	0,01
107-2017	Grafenberg (Rakousko)	5	5x	1,60 (DAPI)	0,02
91-2017	Ivančice, Letkovická stráň (ČR)	5	5x	1,62 (DAPI)	0,003
106-2017	Limberg (Rakousko)	6	5x	1,61 (DAPI)	0,001
112-2017	Liteň-Běleč (ČR)	5	5x	1,58 (DAPI)	
18-2017	PP Cínová hora (ČR)	20	5x	1,59 (DAPI)	0,002
21-2017	PP Rudlické kopce (ČR)	20	5x	1,62 (DAPI)	0,008
113-2017	Unhošť, Markův mlýn (ČR)	15	5x	1,66 (DAPI)	0,005
	Berislav district, Kostyrská gully (Ukrajina)	3 (52 semenáčků)	4x	1,34 (DAPI)	0,01

Příloha 3

Herbářová revize *Gagea bohemica* agg. v České republice

Zkratky herbářových sbírek dle Thiers (2017), s. coll. = u položky nebyl uveden sběratel, s. d. = u položky nebyl uveden rok sběru. V hranatých závorkách jsou v některých případech uvedeny české překlady, popř. místní upřesnění popisů lokalit ze sched. V uváděném přehledu nejsou uvedeny originální GPS ani dřívější prováděné revize.

Gagea bohemica subsp. *bohemica*

Termofytikum – České termofytikum

7b. Podřípská tabule: Vejčina u. Schlossgarten U. B. [stráž Vejčina u Dolních Beřkovic] (*Wessely Emma*, 1878, OP) – Horní Beřkovice, okraj boru sev. od kóty 230 /rozhraní lesa a Jourovy třešňovky, cca 1 km sv od Jeviněvse/ (*Šťastný E.*, 1947, LIT) – Hor. Beřkovice, okraj boru sev. od kóty 250 v Čarodole (*Šťastný E.*, 1947, LIT) – Říp, vých. úbočí (*Šťastný E.*, 1972, LIT) – Říp u Roudnice (*Kinský J.*, 1976, LIT) – Říp u Roudnice: skalnatá stráž nedaleko od "Mělnické vyhlídky" (*Kubát K.*, 1977, LIT) – Říp, v horní čtvrtině svahu pod skálou na svahu proti Ctiněvsi, široká travnatá plošina (*Kubát K.*, 1985, LIT) – Říp (*Šperling M.*, 1993, LIT) – Krabčice, Říp, skály na V svahu (*Nepraš K.*, 2008, LIT)

7c. Slánská tabule: Písčité návrší nad Hled'sebem u Veltrus (*Kabát J. E.*, 1886, PR) – Vyprahlé písčiny u Dušnických lesíků u Zlosejna [=Zlosyň] (*Homolka Josef*, 1903, PR, PRC) – Dušnické lesíky u Zlosejna (*Homolka Josef*, 1903, PRC) – Polabí: Písčiny u Dušnických lesíků u Zlosejna (*Homolka Josef*, 1904, BRNL, PRC)

7d. Bělohorská tabule: Budeč (*Žebera Karel*, 1927, PRC)

8. Český kras: Chuchle (*Čelakovský L.*, 1851, PR) – Kuchelbad [Praha, Chuchle] (*s. coll.*, 1853, PR) – Kuchelbad vom Abhang nordlich von der Kirche [Praha-Chuchle, svah severně od kostela sv. Jana Nepomuckého] (*Hora Paul*, 1879, PRC) – Po okraji stráně pod Chuchelským kostelíčkem (*Čelakovský L.*, 1881, PL) – Chuchle (Trapl S., 1920, PR) – Hlubotcheper Tal [Praha, Prokopské (Hlubočepské) údolí] (*s. coll.*, s. d., PR) – Na "Dívčích Hradech" nad Zlíchovem u Prahy (*Jahn Jaroslav*, 1886, MP) – Stráž na "Dívčích Hradech" nad Zlíchovem u Prahy (*Jahn Jaroslav*, 1886, BRNU) – Bor nad Hodkovičkami (*Košťál J.*, 1894, MP) – Borek nad Hodkovičkami u Prahy (*Tocl K.*, 1894, PR) – Hodkovičky (Tocl & Radba, 1901, PR) – Solopisky, bei Prag, Kuhweide [na kraví pastvině] (*Nikodem G.*, 1936,

PRC) – Malá Ohrada, skalnatá stráň nad potůčkem (*s. coll.*, 1942, PR) – Diabasové skály u Řeporyje (*Klika J.*, 1944, PR) – Řeporyje pr. Pragae, Bohemiae centr.; declivitas schistosa (in vicinitate saxi diabasici) in margine vici orient. [břidlicové svahy (v blízkosti diabasů) na východním okraji obce] (*Kotlaba F.*, 1973, PR) – Řeporyje, Mládkova ul. (*Šourková M.*, 1983, PRC) – Hlásná Třebaň, JZ konec hřbetu Poličko, 900 m S od nádraží Zadní Třebaň (*Kostková, Jana & Rydlo Jaroslav*, 1989, ROZ) – Zadní Třebaň: in clivo lapidibus abundante ad marginem pagi orientem [na skalnatém svahu na východním okraji obce] (*Marek Milan*, 2000, PR) – okr. Beroun: Běleč, soukromá diabasová skála ve vsi nad domem 300 m S od nádraží (*Rydlo Jaroslav*, 1997, ROZ)

9. Dolní Povltaví: Troja (*s. coll.*, 1920, PR) – Troja (*s. coll.*, 1922, PR) – Prope Troja ad Pragae (*Polák K.*, 1884, PRC) – Prag, Troja (*Liebaldt Erna*, 1912, PR) – Troja b. Prag (*Sterneck*, 1915, OLM, PRC) – Bohemia centr.: /urbs Praha/ Troja (*Sterneck J.*, 1918, PRC) – Stráně u Troje blíž Prahy (*Čelakovský L.*, 1886, PL) – Skalka za Trojí (*Pilát*, s. d., PR) – Prag: Auf felsigen Boden bei Troja [Praha, na skalnatých půdách u Tróje] (*Sterneck*, 1910, PRC) – Prag: Abhängen bei Troja [Praha, skalní výchozy u Tróje] (*Sterneck*, 1915, OSM, OP, PR, PRC) – Auf den felsigen Anhöhen bei Troja in der Umgebung von Prag [na skalnatých vyvýšeninách u Tróje v okolí Prahy] (*Velenovský*, 1886, BRNU, PR) – Troja, Na Skalce (*s. coll.*, 1883, PR) – Na skalce nad Trojou (*Velenovský*, 1887, PR) – buližníkové skalisko nad Trójí u Prahy (*Polák*, 1880, PR) – Troja u Prahy, buližníkové skalisko (*Polák*, 1886, PR) – na buližníkové skalce nad Trojou u Prahy (*Velenovský*, 1883, PRC) – na buližníkovém vršku nad Trojou (*Velenovský*, 1887, PRC) – Auf sonnigen Orten den Skalka bei Troja unweit von Prag [na výslunných místech Skalky u Tróje nedaleko Prahy] (*Velenovský*, 1885, PRC) – Troja, supra fl. Vltava, loco: Haltýře et Havránka (*Hlaváčková Jelena*, 1945, PRC) – in rupibus Velká Skála dictis apud opp. Bohnice [na skalách Velké skály u Bohnic], cca 300 m n. m. (*Dostál Josef*, 1925, PRC) – Praha..?.paloukovitá mez za Vavruškou nad Novou Trójou (*Klapálek František*, 1882, PR) – Podhoř[í] u Prahy (*s. coll.*, 1891, PR) – Praha: in nemorosis (*Robinia pseudacacia*) in valle Lísek prope Bohnice [v akátině v údolí Lísek (= Bohnické údolí) u Bohnic] (*Dostál, Josef*, 1930, PRC) – Okolí Prahy (Praha-sever), údolí zvané Lísek západně od obce Bohnice směrem k pravému břehu Vltavy, na travnatém místě na stráni s jižní expozicí (*Palek Ladislav*, 1954, MP) – in rupibus schistac. in valle Kostoprty prope opp. Bohnice (-Praha) [na břidlicových skalách v údolí Kostoprty u Bohnic], 220 m n. m. (*Dostál J.*, 1930, PRC) – peripheria bor. urbis Praha, pars Bohnice, in steppa in reservatio "CHPV Zámky" [severní okraj Prahy, část Bohnice, PP Zámky] (*Šída Otakar*, 1993, PRC) – in valle Drahaň apud opp. Bohnice, 250 m n. m. (*Dostál Josef*, 1929, PRC) – Skalky Drahaňské rokle

pod Chabry Dolními (*s. coll.*, 1951, PRC) – Prag (Smíchov; *Kalmus J.*, 1853, BRNU) – Motoly u Prahy (*Domin*, 1902, PRC) – blíže Motol u Prahy (*Velenovský J.*, 1879, PRC) – Trockene Anhöhen bei Motol (umg. v. Prag) [suché svahy u Motola u Prahy] (*Velenovský*, 1884, PRC) – Na poli a okolních vřesovitých návrších nad Motoly (směrem k Cibulce) u Prahy (*Velenovský*, 1879, PRC) – Cibulka bei Prag (*Roth A.*, 1846, PR) – Cibulka (*Židlický J.*, 1897, ROZ) – Laubwäldchen hinter den Cybulka [Praha, hájky listnáčů za Cibulkou] (*Opiz*, 1832, PR) – Belvedere bei Prag (*Karl*, 1844, PR) – Belvedere (*Barzal*, 1845, PR) – Prag (Belvedere; *Kalmus J.*, 1850, PRC) – Belvedere bei Prag (*Kalmus J.*, 1853, PR) – Belvedere bei Prag (*Reuss A.*, 1860, PR) – Podbaba (*s. coll.*, 1818, PRC) – Podbaba, Praga (*s. coll.*, s. d., PR) – in Podbaba prope Pragam (*s. coll.*, s. d., BRNU) – bei Podbaba (*s. coll.*, s. d., PRC) – Podbaba (*s. coll.*, 1875, PRC) – In dem Podbaba (*Opiz*, s. d., BRNM) – Podbaba nah Prag (*Opiz*, 1825, PR) – Podbaba (*Ortmann*, s. d., PRC) – Podbaba bei Prag (*Ruprecht*, s. d., PR) – Podbaba (*Krajina*, s. d., PRC) – Podbaba (*Tausch*, 1818, PR) – Podbaba b. Prag (*Lambl Vilém Dušan*, 1846, PR) – Podbaba bei Prag (*K. H.*, 1882, PRC) – Podbaba b. Prag (*Schiffner*, 1884, PRC) – Felsen der Podbaba (*s. coll.*, s. d., PRC) – in rupibus Podbaba prope Pragam (*s. coll.*, s. d., PRC) – In rupibus Podbaba ad Pragam (*Benesch*, s. d., PR) – Felsen der Podbaba (*Tausch*, s. d., PR) – Auf moosigten Steinen des Felsen Podbaba bei Prag [Na omechovatělých kamenech skal Podbaby u Prahy] (*s. coll.*, 1812, PR, PRC) – Felsen an der Moldau b. Podbaba (*Opiz*, 1814, PR) – Prag, Sonnige Triften bei der Kirchen-Ruine ober Podbaba [Praha, výslunné pastviny u zříceniny Podbaba] (*Freyn J.*, 1868, BRNM) – [Praha] nedaleko zříceniny Podbaba na okraji háje (*Mikeš Josef*, 1930, PRC) – in valle flum. Vltava in rupibus schistaceis apud ruinam Podbaba prope Praha [v údolí Vltavy na břidlicových skalách u zříceniny Podbaba u Prahy] (*Suza J.*, 1939, PRC) – Praha, Dejvice, vrch Baba, zarostlá skála nad bývalou železniční zastávkou Podbaba (*Hostička M.*, 1953, MP) – Praha: Podbaba-Šárka (*Opiz* 1836, BRNU) – Scharka (*Roth A.*, 1846, PR) – Schárkathal bei Prag [Šárecké údolí u Prahy] (*Sterneck J.*, 1881, PRC) – Šárka u Prahy (*Klásterský Antonín*, 1882, PR) – Šárka u Prahy (*Prokeš K.*, 1913, HR) – Šárka (*s. coll.*, 1920, PR) – Praha-Šárka (*Polívka J.*, s. d., PR) – Šárka u Prahy (*Prokeš K.*, 1932, BRNM) – Šárka (*Kajdoš V.*, 1938, NJM) – [Praha] Okolí Prahy, Šárka, buližník. Skály (*Medlinová M.*, 1943, PRC) – Šárka (*Ruda J.*, s. d., BRNU, PR, PRC) – Wild Scharka bei Prag [Divoká Šárka u Prahy] (*Schmeja Oswald*, 1930, OP) – Divoká Šárka, jižní svahy – Praha (*Smažík*, 1978, ROZ) – Divoká Šárka, náhorní plošina, Praha 6 (*Šrůtek Miroslav*, 1980, ROZ) – Okolí pražské: Travnatá stráň v Šárce (*Medlinová M.*, 1943, PRC) – Šárka u Prahy, na skalách při vchodu do údolí na pravém břehu potoka hojně (*Hadač Emil*, 1935, MP) – Prag, Scharka (Schipkapass) [= Zlatnice v Šáreckém

údolí] (*Liebaldt Erna*, 1912, PR) – Praha: na palouku na skále nad cestou v Divoké Šárce pod kotou 364 (*Šourek Josef*, 1944, PR) – Praha, Divoká Šárka, Šestákova skála (*Brabec*, 1993, PR) – Džbán v Šárce (*Polívka Jaroslav*, 1939, PR) – Praha: in rupibus lyditicis "Džbán" (*Suza J.*, 1935, BRNU) – Praha Liboc, skály v údolí Divoké Šárky (*Smažík J.*, 1980, ROZ) – in valle Šárka prope opp. Liboc-Praha, 280 m n. m. (*Cejp K.*, 1935, PRC) – Praha, Šárka - údolí, vrchol skály naproti Jenerálce (*Deyl Č.*, 1948, OLM) – Divoká Šárka (*Kajdoš V.*, 1937, NJM) – Liboc (*s. coll.*, 1920, PR) – Roztoky (*Rosický F. A.*, 1875, PRC) – Roztoky u Prahy (*Hlaváčková Jelena*, 1927, PRC) – Na kamenité mýtině v roztockém háji za myslivnou na vých. svahu, 260 m n. m. (*Schustler F.*, 1910, PR) – Háj nad Roztoky (*Kresl L.*, 1931, PRC) – Levý Hradec, vyprahlá stráň (*Mencl V.*, 1948, PL) – suchá stráň v sev. exp. pod Levým Hradcem u Roztok (*Skalický V.*, 1949, PRC) – Úholičky, horní část JV skalnatého svahu nad ústím potoka, 200 m SZ od železniční zastávky (*Rydlo Jaroslav*, 1987, ROZ) – Přemýšlení (Zdíby) u Prahy, u lesíka "holosmetka", u lomů, 270 m n. m. (*Milner z Milhauzu František*, 1944, PRC) – Praha: In rupium silitonis prope prag. Libčice [silikátové výchozy u Libčic nad Vltavou], cca 200-250 m n. m. (*Suza J.*, 1936, BRNU) – Máslovice, in rup. schistaceis ad flum. Vltava [Máslovice, na břidličné skále u Vltavy], 250 m n. m. (*Suza J.*, 1939, PRC) – Máslovice, PR Máslovická stráň, skály nad pravým břehem Vltavy, 1,1 km ZJZ od obce, 200 m n. m. (*Samková Věra*, 2009, HR) – Máslovice, PR Máslovická stráň, „Choč“ : na jihovýchodně orientované skalnaté stepi s výrazně rozvolněnou a nezapojenou vegetací svazu *Alyso-Festucion pallentis*, ca 582 m JJV od středu jezu na Vltavě a cca 1144 m ZJZ od středu obce Máslovice, 207 m n. m. (*Zámečník J. & Samková Věra*, 2009, herb. J. Zámečník) – Kralupy n. Vlt.: in rup. spilit. pr. pag. Dolany [na spilitu u obce Dolany], cca 240 m n. m. (*Suza J.*, 1939, PRC)

10a. Jenštejnská tabule: Brandýs nad Labem-Popovice, skalky u silnice do Hrušova 550 m VSV od vsi (*Rydlo Jaroslav*, 1990, ROZ) – Brandýs n. L., skalka při silnici mezi obcemi Brandýs n. L. a Popovice, na S straně Z cípu rybníku Hrušovák (*Rejzlová V.*, 1999, PRC) – in rupibus lyditicis collis Kuchyňka prope vicum Brázdím apud oppid. Brandýs n/Lab. [na buližnickových skalkách vrchu Kuchyňka u vesnice Brázdím u města Brandýs nad Labem] (*Jirásek Václav*, 1937, PRC) – Brázdím, vrch Kuchyňka (*Rydlo Jaroslav*, 1990, ROZ) – Hloupětín [Praha-Hloubětín] (*s. coll.*, s. d., PR) – Na travn. kopci u Ládví (*s. coll.*, s. d., PRC) – Kojetice (*s. coll.*, 1912, PR) – Zlonín (*s. coll.*, s. d., PR) – Kojetice u Prahy (*Petrbok J.*, 1908, ZMT) – Na buližnikov. skalkách u Kojetic (*Petrbok J.*, 1913, PRC) – buližnickové skalky u Kojetic (*Zlatník Alois*, 1922, BRNM) – in collibus lyditicis supra vicum Kojetice [na buližnickovém pahorku nad vesnicí Kojetice] (*Jirásek Václav*, 1937, PRC)

10b. Pražská kotlina: circa Prag (*Streinz W.*, s. d., BRNU) – b. Prag [u Prahy] (*Keil*, s. d., PR) – bei Prag (*Ramisch F. X.*, s. d., PR) – bei Prag (*Tausch*, s. d., PR) – b. Prag (*Barzal*, 1864, PR) – um Prag (*s. coll.*, s. d., PR; intermixt *Gagea pratensis*) – Ad Pragam (*Poech J.*, 1843, PRC) – Von Felsen bei Prag [skály u Prahy] (*s. coll.*, s. d., PRC) – V. Felsen u. Prag [skály nedaleko Prahy] (*Tausch* (Herbarium florae bohemicae), s. d., PR) – Z Čech od Prahy (*s. coll.*, s. d., OLM) – Prag (*s. coll.* (herbarium J. Peterstein), s. d., PR; intermixt *Gagea pusilla*) – Prag (*s. coll.*, 1853, BRNU) – aus Prag (*Corda*, s. d., BRNM) – Prag (*Patzelt*, s. d., BRNU) – Prag (*Plitzka*, s. d., PR) – Prag (*Richter*, s. d., PR) – Prag (*Wagner*, 1853, PR) – Berg Tabor bei Hrdlořez nächst Prag [vrch Tábor u Hrdlořez nedaleko Prahy] (*Reuss A.*, 1862, PR) – Praha: suché pastviny nad Hrdlořezy, konec voj. cvičiště (*Schustler F.*, 1916, PR) – Žižkov (*Nickerl*, 1862, PR) – Na židovských pecích za Žižkovem u Prahy (*Škorpil Hynek*, 1885, GM, PRC) – "Židovské pece" (*Šverák Petr*, 1881, PR) – Anhöhe bei der "Vápenka" hinter dem Žižka Berge [Praha, vyvýšeniny u Vápenky za Vítkovem] (*Knaf K.*, 1871, PR) – Žižkaberg bei Prag [Vítkov u Prahy] (*Nickerl O.*, 1862, PR) – Galgenberg b. Prag [Šibeniční vrch u Prahy] (*Schopf Adolf*, 1842, PR) – Prag, Richtplatz [popraviště = Šibeniční vrch] (*Nickerl*, 1864, PR) – Hinter Prag bei Nusle gegen der Schanzmauer zu unterhalb Karlshof [Za Prahou u Nuslí oproti Hladové zdi do pod Karlov] (*Knaf K.*, 1827, PR) – Libuš u Prahy (*Cipro Václav*, 1953, ROZ) – Praha-Libuš, PP V Hrobech, mezi krajem cesty a plůtkem přírodní památky těsně za západní hranicí chráněného území, cca 290 m n. m. (*Prančl Jan*, 2008, PRC) – Kunderatická stráň nad mlýnem (*Polák K.*, 1871, PR) – Na suché skalnaté stráni nad rybníkem v lese Kunratickém u Prahy (*Polák K.*, 1875, BRNM) – Praha-Kunratice, Kunratický les, skalky mezi ulicí ke Hrádku a Dolnomlýnským rybníkem, 270 m n. m. (*Ducháček M.*, 2005, PR) – Pitkovice a Benice u Uhříněvsi. Stráň u potoka. cca 250 m n. m. (*Hajný*, 1930, PRC) – Praha 10-Pitkovice, skalnato-travnatá stráň CHN "Pitkovická stráň" SZ obce (*Jaroš Vítězslav*, 1974, ROZ) – Okolí pražské: na jižních krátkotravých stráňkách okolí uhříněveského, na více místech (*Schustler & Šimr*, 1923, PR)

11a. Všetatské Polabí: in rupibus lyditicis supra vicum Veleň apud oppidum Brandýs n/Lab. [na buližníkové skalce nad obcí Veleň u města Brandýs nad Labem], cca 233 m n. m. (*Jirásek Václav*, 1937, PRC) – Mělník: pastviny na buližníkových hřbetech u Lobkovic (*Schustler F.*, 1914, PR)

11b. Poděbradské Polabí: Radim, PR Stráň u Chroustova, 1,3 km JZ od obce, skalnaté stráně, 230 m n. m. (Samková Věra, 2010, HR) – Radim u Kolína, PR Stráň u Chroustova, na skalnaté stepi s výrazně rozvolněnou a nezapojenou vegetací, přibližně 1446 m ZJZ od

budovy kostela Nejsvětějšího Vykupitele v Radimi, 221 m n. m. (*Zámečník Jaroslav*, 2010, herb. J. Zámečník) – Chroustov, S část rezervace Stráně u splavu (*Bartošová Martina, Rydlo Jan & Rydlo Jaroslav*, 2009, ROZ) – Vrbčany, skály na pravém břehu Výrovky 400 m V od nádraží (*Rydlo Jaroslav*, 1998, ROZ) – Vrbčany, skalky na pravém břehu Výrovky nad železniční tratí nad vsí, mezi drážními kilometry 6,4 a 6,3 (*Bartošová Martina, Rydlo Jan & Rydlo Jaroslav*, 2009, ROZ) – Plaňany, skalka 100 m JZ od železniční zastávky Plaňany-zastávka (*Rydlo Jaroslav*, 1998, ROZ) – Žabonosy, skála u S okraje vsi (*Rydlo Jaroslav*, 2000, ROZ) – Žabonosy, S břeh rybníka, V od železniční tratě (*Bartošová Martina, Rydlo Jan & Rydlo Jaroslav*, 2009, ROZ) – Žabonosy, S od rybníka Rozkoš, skalnaté stráně, 220 m n. m. (Samková Věra, 2010, HR) – Žabonosy: na osluněných a křovinami nezarostlých skalních výchozech v okolí železniční tratě, nad severozápadním okrajem rybníku Rozkoš, přibližně 152 m SV od budovy železniční zastávky Žabonosy, 220 m n. m. (*Zámečník Jaroslav*, 2010, herb. J. Zámečník) – Žabonosy, skála, kterou prochází železniční trať, na pravém břehu Bečvářky, 200 m SV od železniční zastávky (*Rydlo Jaroslav*, 1999, OLM) – Žabonosy, skála, kterou prochází železniční trať 200 m SV od nádraží (*Rydlo Jaroslav*, 1998, ROZ)

Termofytikum – Panonské termofytikum

16. Znojensko-brněnská pahorkatina: in locis petrosis, Brünn [Brno, skalnatá místa] (*Niessl G.*, 1868, PRC) – Na travnatých stráních u Brna (*Fleischer B.*, 1879, PR) – Brno-Královo Pole, rezervace Medlánecké kopce, západní svah pod vrcholem Střeleckého kopce (338), 330 m n. m. (*Tichý L.*, 2008, BRNU) – Brno-Královo Pole, PP Medlánecké kopce, "Palackého vrch": na okraji vyšlapané pěšiny na jihovýchodně exponovaném, rozvolněném teplomilném trávníku svazu *Koelerio-Phleion phleoidis*, přibližně 792 m JJZ od budovy zámku Medlanky, 335 m n. m. (*Zámečník J.*, 2010, herb. J. Zámečník) – Brünn, berg zwischen b. Kozí hora u. Medlanka [Brno, kopec mezi Kozí horou a Medlánkou] (*Wildt*, 1902, BRNM) – Ziegenberg bei Brünn [Kozí hora u Brna] (*Steidler Emerich*, 1898, BRNM) – Brno, Kozí hora u Medlánek (*Vizina K.*, 1912, BRNU) – In colle "Kozí hora" prope Brno (*Veselý F.*, 1923, BRNU) – Sonnige Hügel, selten, Kozí hora oberhalb Sebrowitz bei Brünn (*Teuber*, 1899, BRNM) – Brno: In graminosis inter pag. Komín et Bystrc [na trávnících mezi Komínem a Bystrcí], 280-300 m n. m. (*Suza J.*, 1930, BRNU) – Kuhberge bei Brünn [Kráví hora u Brna] (*s. coll.*, *s. d.*, BRNU) – Kraví hora u Brna (*Formánek Eduard*, 1878, BRNU) – In Kuhlberg monte ad Brunam [Kráví hora u Brna] (*Fleischer Bohumil*, 1879, BRNU) – Am Kuhberge (*Fiala*, 1879, BRNU) – Kuhberg u Brna (*Formánek Eduard*, 1881, PR) – "Kravská hora" u Brna (*Formánek Eduard*, 1886, BRNM) – Kraví hora u Brna (*Formánek Eduard*,

1887, BRNM) – Kuhberg bei Brünn (*Wildt*, 1899, BRNM) – Kuhberg bei Brünn [Kraví hora u Brna] (*Wildt*, 1923, BRNM) – Stráž Kraví hory k Žabovřeskám u Brna (*Staněk S.*, 1920, BRNM) – Brno, Kraví hora, droliny skal na travnaté (akátem zalesněné) stráni ke Komínu (*Staněk S.*, 1921, BRNU) – im grasigen, lichten Birkenhain des Kaiserwaldes und d. Kuhberge b. Brünn [v travnatém světlém březovém háji Císařského lesa (=Wilsonův les) a Kraví hory u Brna] (*Teuber*, 1899, BRNM) – Brünn, Mähren, Kühberg, Kaiserwald (*Thenius*, 1925, BRNU) – Gelber Berg, Brünn [Brno, Žlutý kopec] (*Theiner*, s. d., BRNM) – Staré hory u Mohelna (*Dvořák Rudolf*, 1922, BRNM) – V lese u Mohelna na výslunné stráni (Fiolka); (*Dvořák Rudolf*, 1933, ZMT) – Lhánice (12 km JJZ od Náměště nad Oslavou): PR Mohelnička, cca 700 m JZ od obce nad údolím potoka, horní skalnaté hrany s mělkou půdou, 350 m n. m. (*Dvořáčková Kamila*, 2002, MJ) – Lhánice, údolí Jihlavy, levobřežní údolní svah, údolí potoka Mohelnička, skalnaté stráně s J a JZ expozicí, 800 m JJZ středu obce, skalky na bázi levobřežního údolního svahu, 340 m n. m. (*Houzarová Hana*, 2013, ZMT) – Lhánice, údolí Jihlavy, lokalita na Babách, jižní kamenité a skalnaté svahy údolí řeky Jihlavy s ostrožnami, 1,4-1,6 km jv. středu obce, 300-350 m n. m. (*Houzarová Hana*, 2013, ZMT) – Lhánice, údolí Jihlavy, temeno levobřežního údolního svahu, PP Kozének, ploché návrší cca 1,3 km východně obce, 380 m n. m. (*Houzarová Hana*, 2013, ZMT) – Lhánice, údolí Jihlavy, temeno levobřežního údolního svahu, PP Kozének, ploché návrší cca 1,3 km východně obce, drobná terénní nerovnost (prohlubeň) v jižní části PP, 380 m n. m. (*Houzarová Hana*, 2013, ZMT) – Lhánice, údolí Jihlavy, temeno levobřežního údolního svahu, PP Kozének, ploché návrší cca 1,3 km východně obce, pastvina v okolí lomu, 380 m n. m. (*Houzarová Hana*, 2013, ZMT) – In valle fluv. Jihlavka pr. pag. Biskoupky, cca 250 m n. m. (*Suza J.*, 1939, PRC) – údolí Jihlavy, Biskoupky, údolní svah na záp. boku hřbetu zv. Skály (*Ondráčková Svatava*, 1984, ZMT) – Hadcové terasy u Jihlavky, Biskoupky (*Opravil Emanuel*, 1953, OP) – Biskoupky, travnatá plocha 1 km SZS obce na okraji lesa (*Grulich V.*, 1986, MMI) – Biskoupský kopec - okres Moravský Krumlov (*Jičínský F.*, 1923, ZMT) – Ivančice, Biskoupky, Biskoupský kopec (*Ondráčková Svatava*, 1965, ZMT) – Biskoupky, Biskoupský kopec, travnatý svah 1,7 km ZSZ obce (*Grulich V.*, 1986, MMI) – Biskoupky, údolí Jihlavy, granulitová skála nad levým břehem řeky, 1,3 km záp. obce, terásky nad hranou skalních stěn, 270 m n. m. (*Ondráčková S. & Houzarová H.*, 1989, ZMT) – Biskoupky na Moravě, údolí Jihlavy, levobřežní údolní svah cca 500 jihozápadně kaple v obci, 270 m n. m. (*Ondráčková S. & Houzarová H.*, 1989, ZMT) – Biskoupky na Moravě, údolí Jihlavy, levobřežní údolní svah s jz. expozicí nad cestou, lada jz. okraje obce, cca 400 m západojihozápadně kaple v obci, 240 m n. m. (*Běťák Jan*, 2012, ZMT) – Ivančice, louka jižně od zřícenin hradu

Templštiny, 350 m n. m. (Černocho F., 1939, BRNM) – In valle fl. Rokytná pr. p. Čermákovice et Horní Kounice (Suza J., 1932, BRNU) – Dolní Rokytná, Rešice, údolí Rokytné, skalnatý hřbet na hraně levobřežního údolního svahu proti Valovu mlýnu, cca 1,7 km JZ obce, 318 m n. m. (Houzarová Hana, 1995, ZMT) – in valle fluvii Rokytná pr. Tulešice [v údolí Rokytné u Tulešic] (Suza J., 1932, BRNU) – Moravský Krumlov, in pascuis/Ovinetum pr. Vý[é]myslice (Suza J., 1932, BRNU) – Ivančice (Suza J., 1921, BRNU) – "Pekárka" pr. Ivančice (Bílý J., 1906, BRNU) – Ivančice, slepencová drolina Letkovského kopce (nad posledními domy Letkovic směrem na Řeznovice); (Lotreková Zuzana, 2008, BRNM) – Ivančice, na permu (Podpěra J., 1908, BRNU) – Kocberg in Ivančic [Kocberky v Ivančicích] (Bílý, 1897, BRNU) – Dolní Kounice, Kamenný vrch a V stráních (Staněk, 1924, BRNU) – in valle fluminis Jihlavka prope Dolní Kounice [V údolí řeky Jihlavy u Dolních Kounic] (Suza J., 1932, BRNU) – Polanka Kromau in M. [Polanka u Moravského Krumlova] (Oborný A., 1868, PRC) – Rottigel bei Kromau [Rokytná u Moravského Krumlova] (Wildt, s. d., BRNM) – ad fl. Rokytná pr. p. Rokytná [u řeky Rokytné a u obce Rokytná] (Suza J., 1932, BRNU) – Morava, Rosická brána, Rokytná (s. coll., 1958, BRNL) – výslunné svahy vrchu "Tábor" u Rokytné, cca 338 m n. m. (Dvořák Josef, 1948, BRNM) – Moravský Krumlov, Tábor u Rokytné (Vězda A., 1950, BRNL) – Moravský Krumlov, in declivibus stepposis "Křížová hora" supra oppidum [na stepních svazích Křížové hory nad městem] (Skřivánek V., 1946, BRNM) – Moravský Krumlov: výslunná stráň poblíž Křížové hory, cca 300 m n. m. (Dvořák Josef, 1947, BRNM) – Moravský Krumlov, in saxis supra flum. Rokytná [na skalách nad Rokytnou] (Weber F., 1935, OLM) – Moravský Krumlov, sv. Floriánek (Vězda A., 1946, BRNL) – Floriánek u Mor. Krumlova (Novotný J., 1946, BRNM) – Moravský Krumlov, výslunné stráně u sv. Floriánka, cca 300 m n. m. (Dvořák J., 1947, BRNU) – S. Floriánek u Mor. Krumlova, cca 240 m n. m. (Novák Dušan, 1950, BRNM) – Moravský Krumlov, kamenitá stráň na severním svahu kopce pod Sv. Floriánkem, 280 m n. m. (Černocho F., 1950, BRNM) – Moravský Krumlov-Durdice, stráň nad silnicí asi 1,5 km ZJZ od nádraží, cca 260 m n. m. (Trávníček B. & Gruna B. 1990, OL) – M. Krumlov-Durdice, stráň nad silnicí 1,4 km JJZ od nádraží (Duchoslav Martin, 1990, OL) – k. ú. Vedrovice, okr. Znojmo, na skalkách s J-JJZ expozicí i v jejich okolí na svahu s porostem akátu, cca 650 m Z kostela v obci, u fotbalového hřiště, 255 m n. m. (Jordánová A., 1994, MZ) – Leskoun, východní svah kopce, cca 350 m n. m. (Horňanský J., 1948, BRNM) – kopec "Leskoun" východní svah (Horňanský J., 1962, BRNM) – Moravský Krumlov, in colle Leskoun in rup. graniticis et pr. pag. Bohutice et Vedrovice [na kopci Leskoun u Moravského Krumlova a Bohutic a Vedrovic] (Suza J., 1932, BRNU) – Moravský Krumlov, in colle Leskoun in declivu ad Bohutice [vrch

Leskoun, na svazích k Bohuticím] (*Suza J.*, 1923, BRNU) – Moravský Krumlov, in stepposis collis " Leskoun" ad p. Bohutice, 300 m n. m. (*Černocho F.*, 1952, BRNM) – Moravský Krumlov, ad pagus Bohutice [u obce Bohutice] (*Suza J.*, 1923, BRNU) – collis Sv. Michálek supra Bohutice (Mor. Krumlov); (*Weber Ferdinand*, 1925, PR) – Moravský Krumlov, collis Sv. Michálek ad pag. Bohutice (*Weber Ferdinand*, 1931, BRNM) – stepposis graminosis in collis Sv. Floriánek ad oppidum Moravský Krumlov (*Weber Ferdinand*, 1947, PR) – Moravský Krumlov: kopec Michálek u Bohutic (*Součková M. & Šmarda J.*, 1950, BRNM) – Bohutice, kopeček "Michálek" (*Horňanský J.*, 1950, BRNM) – Miroslav, stepní svahy na Sv. Michálku u Bohutic (*Weber Ferdinand*, 1951, BRNM) – Moravský Krumlov, in declivibus stepposis collis Sv. Michálek ad Bohutice (*Skřivánek V.*, 1952, BRNM) – Moravský Krumlov, in stepposis collis "Svatý Michálek" ad p. Bohutice, 270 m n. m. (*Černocho F.*, 1952, BRNM) – Moravský Krumlov, locis stepposis collis "Svatý Michálek" ad p. Bohutice, 270 m n. m. (*Černocho F.*, 1952, BRNM) – Moravský Krumlov, collis Sv. Michálek ad Bohutice (*Weber Ferdinand*, 1959, BRNM) – Bohutice, sv. Michálek, skalky 0,8 km J od obce (*Grulich V.*, 1986, MMI) – Bohutice, vrch Kameniště (278) jižně od vsi, místo zvané U Michálka, suchý trávník na temeni vrchu, 278 m n. m. (*Danihelka J.*, 2008, BRNU) – Wolframitz (Mah. Kromau) [Olbramovice, okres Moravský Krumlov] (*Wildt*, 1906, BRNM) – Morava jihozápadní, Džbánice, travnatý kopeček "Cinkulka" (*Horňanský J.*, 1945, BRNM, GM, PRC) – k. ú. Džbánice, okr. Znojmo, xerothermní travinobylinná vegetace na kopečku cca 650 m J kaple v obci, vršek kopce, 335 m n. m. (*Jordánová A.*, 1995, MZ) – Miroslav, 300 m n. m. (*Dvořák J.*, 1948, BRNM) – Miroslav, in decl. supra opp. [na svazích nad městem] (*Weber*, 1951, BRNM) – Miroslav, [Štěpánovský] lom, cca 270 m n. m. (*Trávníček B.*, 2013, OL) – Miroslav, na stepním kopci sv. Marka, kóta 301 (*Horňanský J.*, 1948, BRNM) – Mor. Krumlov: In colle stepposis inter Miroslav et Hostěradice [na stepním pahorku mezi Miroslaví a Hostěradicemi = vrch Paseka] (*Suza J.*, 1923, BRNU) – "U kapličky", k. ú. Hostěradice, okr. Znojmo, xerothermní stráň pod kaplí nad SV okrajem obce, expozice J, 240 m n. m. (*Jordánová A.*, 1989, MZ) – "U kapličky", k. ú. Hostěradice, okr. Znojmo, xerothermní stráň pod kaplí nad SV okrajem obce, v horní části západního svahu u malé zmoly, cca 10 m před akátovým lesíkem, 240 m n. m. (*Jordánová A.*, 1993, MZ) – Hostěradice, travnatý pahorek nad V okrajem obce (*Grulich V.*, 1985, MMI) – Vevčice; 660 m JZZ od kaple v obci (Vevčice, "Káně"), 285 m n. m. (*Němec Radomír*, 2014, MZ) – Znojmo-Kuchařovice, Tvořihráz (*Pospíšil Valentin*, 1960, BRNM) – Těšetice, Zmijiště 2,2 km ZSZ od obce, lesostepní svah nad vodní nádrží Těšetice, 260 m n. m. (*Bezunková K.*, 1993, BRNU) – Na výslunné stráni "Nad lomem" severně od obce Únanov, cca 332 m n. m. (*Pokorná D.*, 1971,

BRNU) – distr. Znojmo, na mezi asi 0,5 km západně od lesa Ruda, cca 300 m (*Pokorná D.*, 1972, BRNU) – "Únanovské kopečky", k. ú. Únanov, 1. kulatý stepní kopeček cca 1,35 km SV kostela v obci, jižní svah, v okolí lůmků pod vrškem kopce, 325 m n. m. (*Jordánová A.*, 1998, MZ) – Únanov, stepní pahorek v údolí 0,7 km V od obce (*Grulich V.*, 1986, MMI) – Tasovice, travnatý svah na L břehu 1,5 km Z od obce (proti chatám); (*Grulich V.*, 1985, MMI) – Znojmo, Tasovice nad Dyjí, V okraj dobývacího prostoru lomu (*Reiter Antonín*, 2005, MZ) – Na výslunné kamenité stráni na Steinbergu [PP Kamenná hora u Deflic] napravo od malého potoka na S od Derflic, cca 225 m n. m. (*Strnadová N.*, 1987, BRNU) – Znojmo, Derflice, PP Sřebovský kopec (*Bravencová Lýdie*, 2005, MZ) – Dyje, skalky na svahu 1 km JV od obce (nad L břehem řeky); (*Grulich V.*, 1985, MMI) – Dyje: skalnaté svahy /Milfroun/ nad l. bř. Dyje, 1,15 km JJV od kostela, 220 m n. m. (*Čáp Jaroslav*, 2006, BRNM) – Sexenberg bei Yseklee nächst Znaim [Sexenberg u Nesachleb u Znojma] (*Oborny*, 1880, PRC) – Znaim [Znojmo] (*Oborny*, 1871, BRNM, PRC) – Znaim in Mähren (*Oborny A.*, 1873, BRNM, PRC) – Znaim (*Oborny Adolf*, 1874, PRC) – Znaim (*Oborny A.*, 1888, BRNU, SUM) – Znaim (*Wieder S.*, 1934, PRC) – Znaim (*Wieder S.*, 1935, PRC) – Znojmo, na stráni u města (*Mencl V.*, 1951, PL) – Znojmo, skalní step (*Stehlíková Ivana*, 1998, BRNL) – [Znojmo] H. Leska (*Drlík V.*, 1951, MZ) – Znaim, Stadtwaldchen [Znojmo, městský lesík] (*Oborny A.*, 1910, BRNM, PRC) – Znaim, Stadtwaldchen (*Oborny A.*, 1919, PRC) – Im Granitztal bei Znaim in Mähren [V Gránickém údolí u Znojma na Moravě] (*Oborny A.*, 1911, PR) – Znaim: Granitztal (*Oborny*, 1912, OSM) – Granitztal bei Znaim (*Oborny A.*, 1912, BRNU, BRNM – Znaim i. M.: Mannsberg, Granitztal (*Oborny*, 1912, BRNU, GM, PR, PRC) – Znaim in Mahren, Mannsberg (*Oborny A.*, 1912, BRNU) – Pöltenberg bei Znaim [Znojmo-Hradiště] (*Oborny Adolf*, 1918, PRC) – Znojmo: Pöltenberg (*Suza Jindřich*, 1929, BRNU) – Znaim, Pöltenberg (*Laus H.*, 1937, OLM) – Znojmo, Hradiště, *Robinetum* (*Komárek J.*, 1949, MZ) – k. ú. Znojmo-Hradiště, výslunná kamenitá stráň s dubovým porostem nad bývalým lomem cca 950 m JZ kostela na Hradišti, levý břeh Dyje, J expozice, 280 m n. m. (*Jordánová A.*, 1994, MZ) – Felsen der westen Seite des Thaya tales beim Steinmühlhafen b. Znaim [skály na západní straně údolí Dyje u Kamenného mlýna u Znojma] (*Teuber*, 1915, BRNM) – Znaim, Rabenstein [Znojmo, skála Obří hlava] (*Oborny A.*, 1923, BRNU) – "Býčí skála", k. ú. Mašovice, okr. Znojmo, skalnatý útvar na levém břehu řeky Dyje, cca 2,5 km JV kostela, na skalním výstupku nad řekou, 250 m n. m. (*Šmerda J.*, 2000, MZ) – Znojmo, údolí Dyje nad městem (*Gruna B.*, 1991, OL) – okres Znojmo: údolí Dyje u Devíti mlýnů, 258 m n. m. (*Švestka František*, 1948, BRNU) – okres Znojmo, pravé pobřeží Dyje u Papírny, 257 m n. m. (*Švestka František*, 1949, BRNU) – okres Znojmo, údolí Dyje u Papírny, 258 m n. m.

(*Švestka František*, 1949, BRNU) – Pobřeží Dyje u papírny, poblíž Devíti mlýnů, okres Znojmo (*Švestka František*, 1950, BRNU) – okres Znojmo: údolí Dyje u Devíti mlýnů (*Švestka František*, 1951, BRNU) – Königstuhl [Královův stolec] u Znojma (*Dvořák Rudolf*, 1905, ZMT) – Königstuhl u Znojma (*Dvořák Rudolf*, 1915, BRNM) – Kuhberg (Südabhang, b. Znaim) [jižní obvody Kraví hory u Znojma] (*Teuber*, 1897, BRNM) – Znojmo - město; 850 m JJZ od kostela sv. Mikuláše, Kraví hora, 290 m n. m. (*Němec Radomír*, 2014, MZ) – Severozápadní svahy Alten Berg, N. Konice [= Konice, dřívější Německé Konice], Znojmo (*Kvapilík F.*, 1932, OLM) – Konice, Konický vrch nad JZ okrajem obce (*Grulich V.*, 1984, MMI) – Konice, skalní step na Suchém vrchu 2 km JV od obce (*Grulich V.*, 1983, MMI) – Znojmo, in declivibus stepposis inter Popice et Něm. Konice [na stepních svazích mezi Popicemi a Konicemi] (*Švestka František*, 1946, BRNM) – Poppitz bei Znaim [Popice u Znojma] (*Oborny A.*, 1908, PRC) – In collibus graminosis ad Poppitz prope Znaim [na stepních kopcích u Popic u Znojma] (*Oborny*, s. d., PRC) – NP Podyjí, Popice, lesní světlinka západně obce při okraji lesa (*Čáp Jaroslav*, 1993, BRNM) – Popitzer Hügel bei Znaim [Popický kopec u Znojma] (*Oborny*, 1909, MZ) – Popice, Popický vrch nad SSV okrajem obce (*Grulich V.*, 1984, MMI) – Popice, vřesovisko u kapličky 0,4 km JZ od obce (*Grulich V.*, 1984, MMI) – Popice, Popické vřesoviště - stráž u kapličky (*Ambrozek Libor*, 1986, MMI) – Step u Havraníků (*Švestka F.*, 1947, BRNU) – Havraníky, vřesovisko nad S okrajem obce (*Grulich V.*, 1984, MMI) – Havraníky, vřesovisko 1 km S obce (*Grulich V.*, 1984, MMI) – Havranické vřesoviště, jižní svah pod kótou 340 (*Ambrozek Libor*, 1986, MMI) – Skalky u Havraníků, 310 m n. m. (*Němec Radomír*, 2011, MZ) – Skalky u Havraníků, 300 m n. m. (*Němec Radomír*, 2012, MZ) – Havraníky, vřesovisko 0,4 km ZSZ obce (*Grulich V.*, 1984, MMI) – Havraníky, vrch skalka 0,5 km JV od obce (*Grulich V.*, 1984, MMI) – Stepní svah u Hnanic (*Švestka František*, 1946, BRNM) – stepní mez u Hnanic, 263 m n. m. (*Švestka František*, 1948, BRNU) – stepní mez u Hnanic, 262 m n. m. (*Švestka František*, 1949, BRNU) – Hnanice, vřesovisko 1,2 km S od obce (*Grulich V.*, 1984, MMI) – Hnanice, údolí Dyje, temeno pravobřežního údolního svahu, trať Staré vinice, PP Fladnitské [Fládnitzské] vřesoviště cca 1,0 km s. kostela Svatého Wolfganga v obci, 330 m n. m. (*Houzarová Hana*, 2012, ZMT) – Hnanice, údolí Dyje, temeno pravobřežního údolního svahu, řídký bor ve špici mezi cestami (parc. 5273/3) cca 1,8 km sz. kostela sv. Wolfganga v obci, 340 m n. m. (*Houzarová Hana*, 2012, ZMT) – Hnanice, údolí Dyje, temeno levobřežního údolního svahu, PP Horecký kopec, lada a bývalý sad cca 1,0 km jihozápadně kostela sv. Wolfganga v obci, 300 m n. m. (*Houzarová Hana*, 2012, ZMT) – Znojmo, in declivibus stepposis "Peklo" ad pagus Hnanice prope Šatov [na stepních svazích "Peklo" u vesnice Hnanice u Šatova]

(*Švestka František*, 1946, BRNM) – Znojmo, in stepposis saxumis "Peklo" ad pagus Hnanice prope Šatov (*Švestka František*, 1946, BRNM)

18a. Dyjsko-svratecký úval: Kuhberg [Brno, Kraví hora], hojně blíže střelnice nad potokem (*Bohuňovský K. F.*, 1879, BRNM) – Krhovice; SZ část obce, zatopený lom, Z okraj, 205 m n. m. (*Němec Radomír & Musil Zdeněk*, 2011, MZ)

18b. Dolnomoravský úval: Hodonín (*s. coll.*, 1912, PR) – Hodonín - Na Pánově; ca 4 km SSV od kostela sv. Vavřince, PP Pánov, 205 m n. m. (*Němec Radomír*, 2010, MZ)

Mezofytikum – Českomoravské mezofytikum

32. Křivoklátsko: in limite graminoso herbosoque una cum *Eryngium campestre* ad viam agrestem ca 500-700 m situ sept. a mola Markův mlýn in adjacentibus mer. opp. Unhošť (*Roubal A.*, 1970, PR)

41. Střední Povltaví: v Modřanské rokli (*František S. (=Soukup)*, 1905, PR) – Modřanská rokle (*Klika J.*, 1915, PRC) – Praha: na pastvinných stráních Modřanské rokle (*Schustler F.*, 1915, PR) – Modřanská rokle (*s. coll.*, 1920, PR) – Praha-Libuš, Modřanská rokle, v akátině na hraně rokle poblíž JV okraje skládky, cca 290 m n. m. (*Prančl Jan*, 2008, PRC) – Praha-Libuš, PP Modřanská rokle, xerothermní stráňka (vykácená akátina) na hraně rokle poblíž JV okraje bývalé skládky ca 350 m V od autobus. zastávky Observatoř Libuš, 290 m n. m. (*Prančl Jan*, 2011, PRC) – Závist u Prahy (*Petrbok J.*, 1901, PRC) – Umgebung von Prag: Zawist (*Sterneck J.*, 1912, PR, PRC) – Praha: In valle flum. Vltava pr. Jarov /Karovský důl/, cca 240 m n. m. (*Suza J.*, 1939, PRC)

51. Polomené hory: Mělník: meze u Štampachu (*Kučera Pavel*, 1893, PR)

64a. Průhonická plošina: Libuš, skalnatá lada západně od obce (*s. coll.*, 1940, PR) – Okolí Prahy (Praha-jih), Libuš, travnaté místo nad skalnatou strání s jižní expozicí (algonkické břidlice) po pravé straně Libušského potoka, asi 1 km západně od jižního konce obce Libuš, cca 250 m n. m. (*Palek Ladislav*, 1955, MP) – Praha-Libuš, PP Modřanská rokle, xerothermní stráňka (vykácená akátina) na hraně rokle cca 370 m JJV od autobus. zastávky Sídliště Libuš, 289 m n. m. (*Prančl Jan*, 2011, PRC) – Praha-Libuš, PP Modřanská rokle, xerothermní stráňka (vykácená akátina) na hraně rokle cca 330 m JZ-JJZ od autobus. zastávky Sídliště Libuš, 284 m n. m. (*Prančl Jan*, 2011, PRC) – Praha-Libuš, PP Modřanská rokle, xerothermní stráňka (vykácená akátina) na hraně rokle cca 400 m JZ od autobus. zastávky Sídliště Libuš, 287 m n. m. (*Prančl Jan*, 2011, PRC) – Felsige Abhängen im Kunraticem Wald bei Prag (*Polák K.*,

1875, BRNU) – Na vyprahlém břehu nad rybníkem v Kunraticích (*Polák K.*, 1871, PRC) – Kunratice, travnatý svah na Z břehu rybníka Šeberák (*Smrček K.*, 1992, BRNM) – periphēria mer.-orient. urbis Praha, pars Kunraticē, in decl. mer. supra ripam bor. piscinae Šeberák [jihovýchodní okraj Prahy, část Kunraticē, na jižním svahu nad severním břehem rybníka Šeberák] (*Šída Otakar*, 1993, PRC) – Praha-Kunraticē, pravý břeh rybníku Šeberák (*Tetera M.*, 1994, CHOM) – Praha-Kunraticē, rybník Šeberák, skalnatá stráž podél SSV břehu rybníka (*Ducháček M.*, 2005, PR) – Kunraticē, u Olšíňáku (*Nitka Josef*, 1958, PR) – Říčany: Nedvězí, na pastvinných svazích sm. k Radešovicím, přímo u vsi nad potokem (*Schustler F.*, 1915, PR)

53a. Českolipská kotlina: Minkenhan bei Habstein [Provodín u Doks] (*Ankert Heinrich*, s. d., LIT)

65. Kutnohorská pahorkatina: Kouřim (*Pačes J.*, s. d., PR) – Kouřim in Böhmen (*Jiruš B.*, 1863, BRNU, PR) – Kouřim, skály u lomu na pravém břehu potoka Vavřinec 500 m JZ od nádraží (*Rydlo Jaroslav*, 1998, ROZ) – Kouřim, skály na pravém břehu potoka Vavřinec 1 km J od nádraží (*Rydlo Jaroslav*, 1998, ROZ) – Kouřim, skály na pravém břehu potoka Vavřinec 1,2 km JJV od nádraží, pod rybníkem Strašík (*Rydlo Jaroslav*, 1998, ROZ) – Kouřim-Pášov (*Pačes J.*, 1927, MP) – Přebozy, skály na pravém břehu Bečvářky 500 m S od hráze rybníka ve vsi (*Rydlo Jaroslav*, 1999, OLM) – Bošice, skály na pravém svahu Bečvářky ve vsi (*Rydlo Jaroslav*, 1998, ROZ) – Bošice, skály ve vsi nad domy na pravém břehu Bečvářky (*Rydlo Jaroslav*, 1999, OLM) – okr. Kolín: Nová Ves III, skalky na pravém břehu rybníka Stojespal u hráze 600 m JJZ od vsi (*Rydlo Jaroslav*, 2001, ROZ) – Mlékovice, u hořejšáku (*s. coll.*, 1927, BRNL) – Mlékovice, skalky uprostřed pravého břehu rybníka Stojespal 0,5 km SV od vsi (*Rydlo Jaroslav*, 2001, ROZ) – U Zásruk v Čechách (*Dvořák Rudolf*, 1938, ZMT) – Doubravčany, skály nad rybníkem na levém břehu potoka Vavřinec u ZJZ okraje vsi (*Rydlo Jaroslav*, 2001, ROZ) – Vítězov, Z svah Bedřichova 0,75 km JV od vsi (*Rydlo Jaroslav*, 2001, ROZ) – Kolín, na okraji skalního masivu v akátině na severovýchodním břehu rybníku Peklo pod zahrádkářskou kolonií, přibližně 591 m JZ od věže staré vodárny na západním okraji Kolína, 221 m n. m. (*Zámečník J.*, 2002, herb. J. Zámečník) – Kolín, skály uprostřed pravého břehu rybníka Peklo na Z okraji města (*Rydlo Jaroslav*, 2001, ROZ) – Kolín, skalky na pravém břehu rybníka Peklo na Z okraji města (*Rydlo Jaroslav*, 2003, ROZ) – Kolín, na okraji skalního masivu v akátině na severovýchodním břehu rybníku Peklo pod zahrádkářskou kolonií, přibližně 591 m JZ od věže staré vodárny na západním okraji Kolína, 221 m n. m., (*Zámečník J.*, 2004, herb. J. Zámečník)

68. Moravské podhůří Vysočiny: Velké Pole u Náměště (*Suza J.*, 1933, ZMT) – Sedlec u Náměště nad Oslavou, údolí Oslavy, báze pravobřežního údolního svahu, skalka pod tratí Dubina cca 2,3 km VJV středu obce, 400 m S Vlčího kopce, 350 m n. m. (*Houzarová Hana*, 2013, ZMT) – Náměšť nad Oslavou, in valle fluv. Oslava apud Kraví hora [v údolí řeky Oslavy, poblíž Kraví hory], cca 230 m n. m. (*Suza J.*, 1930, BRNU) – Na travnatém svahu (levý břeh Oslavy) u Skřípiny (*Dvořák Rudolf*, 1920, ZMT) – Travnatá místa hřbetu pod Ketkovickým hradem (*Dvořák Rudolf*, 1920, ZMT) – Ad ruinam arcis Ketkovické hrady supra flumen Oslava [u zříceniny Ketkovického hradu nad řekou Oslavou] (*Suza J.*, 1923, BRNU) – Údolí Jihlavy [Oslavy] u Ketkovického hradu (*David L.*, 1945, OP) – Ketkovický hrad (*Mencl Edgar*, 1952, PRC) – Ketkovice, Ketkovský hrad, plošina na svahu nad Oslavou (*Grulich Vít*, 1977, MMI) – ad flumin Oslava prope molam Ketkovický mlýn (*Podpěra J.*, 1926, BRNU) – Ketkovice u Oslavan (na svahu v údolí Oslavy proti Ketkovskému mlýnu; *Šmarda F.*, 1945, BRNM) – Brno: údolí Říčky nad Ketkovským hradem (*Šmarda Jan*, 1951, BRNM) – Senorady, 11 km JJV od Náměště nad Oslavou, PR Údolí Oslavy a Chvojnice, suché pastviny a lada, cca 1 km S od kaple v obci, 360 m n. m. (*Čech Luděk*, 2001, MJ) – Na travnatém místě nad Kavčicemi u Senorad (okr. Náměšť nad Oslavou), 370 m n. m. (*Dvořák Rudolf*, 1933, ZMT) – Ad flum. Oslava pr. Senohradský mlýn, in rup. gneisaceis "Kavčice" [u řeky Oslavy u Senoradského mlýna na slepencové skále Kavčice], cca 400 m n. m. (*Suza J.*, 1933, BRNU) – Pastvistko na Velké skále u Senohrad (*Dvořák Rudolf*, 1922, BRNM) – Velká skála ad flum. Oslava pr. mol. Senohradský mlýn, cca 400 m n. m. (*Suza Jindřich*, 1931, BRNU) – Senorady, údolí Oslavy, pastvina na jižním úpatí Malé skály, cca 1,4 km s. obce, výchoz v horní části pastviny, 400 m n. m. (*Ondráčková Svatava & Houzarová Hana*, 1988, ZMT) – Senorady, údolí Oslavy, temeno pravobřežního údolního svahu, trať Malá Skála, cca 1,3 km S kaple v obci, výchoz v horní části pastviny, 401 m n. m. (*Houzarová Hana* 2016, ZMT) – supra flum. Oslava pr. molau Senohradský mlýn, cca 400 m n. m. (*Suza J.*, 1933, PRC) – Na žule u Oslavan (*Podpěra Josef*, 1905, BRNU) – Mohelno (*Oborný Adolf*, 1866, PRC) – Mohelno (*Dvořák Rudolf*, 1912, ZMT) – Na granulitech v údolí Jihlavy u Mohelna, 260-300 m n. m. (*Suza J.*, 1922, BRNM) – Na hadcové stepi u Mohelna, 370 m n. m. (*Dvořák Rudolf*, 1925, ZMT) – Třebíč: Mohelno, in declivibus substepposis supra Jihlavka fluvium, substratu granulitico, 380 m n. m. (*Nováček F.*, 1927, BRNM, GM, HR, MZ, OLM, OP, PR, PRC; Flora exsiccata reipublicae Bohemicae Slovenicae) – Hadcová step u Mohelna, 370 m n. m. (*Dvořák Rudolf*, 1936, ZMT) – Na mohelenské stepi hadcové, 370 m n. m. (*Dvořák Rudolf*, 1940, ZMT) – Ivančice, hadcová step u Mohelna – trávníky, 360 m n. m. (*Černoš F.*, 1950, BRNM) – Plato mohelské stepi, 375 m n. m. (*Novák Dušan*, 1950,

BRNM) – Mohelno, na hadcové stepi u Antoníčka, 380 m n. m. (*Dvořák Rudolf*, 1930, ZMT) – Mohelno, hadcová step, u Antoníčka, 380 m n. m. (*Ondráčková Svatava*, 1965, ZMT) – Na granulitu u Mohelenského mlýna u Mohelna (*Dvořák Rudolf*, 1935, ZMT) – Na granulitu pod Mohelenským mlýnem u Mohelna (*Dvořák Rudolf*, 1935, ZMT) – na granulitu naproti Dukovanskému mlýnu u Mohelna (*Dvořák Rudolf*, 1922, BRNM) – Mohelno, údolí Jihlavy, levobřežní údolní svah, na okraji lesa Doubravka, v amfiteátru, proti Hřebci, cca 2,5 km z obce, 400 m n. m. (*Houzarová Hana*, 2013, ZMT) – Slavětice, údolí Olešné, levobřežní údolní svah, ca 700 m pod obcí, 375 m n. m. (*Ondráčková Svatava*, 1994, ZMT) – Biskupice u Hrotovic, údolí Rokytne, levobřežní údolní svah, step nad skálou 400 m západně Újezdského mlýna, 1,7 km vsv. kostela Sv. Martina v obci, skalnatá step na temeni svahu, 390 m n. m. (*Běžák Jan & Houzarová Hana*, 2012, ZMT) – Rouchovany (*Suza J.*, 1932, BRNU) – Dolní Rokytne, Rouchovany, údolí Rouchovanky, levobřežní údolní svah pod tratí U Nových Dvorů nedaleko skládky na západním okraji obce, 1 km SZZ středu obce, 350 m n. m. (*Houzarová Hana*, 1994, ZMT) – Hrotovice, údolí Rouchovanky, levobřežní údolní svah jižně od statku Nové Dvory cca 2 km západoseverozápadně kostela ve středu obce Rouchovany, 360 m n. m. (*Houzarová Hana*, 2013, ZMT) – Dolní Rokytne, Rouchovany, údolí Rouchovanky, levobřežní údolní svah, jižně od smetiště cca 900 m Z náměstí ve středu obce, 345 m n. m. (*Houzarová Hana*, 1994, ZMT) – Dolní Rokytne, Rouchovany, údolí Rouchovanky, levobřežní údolní svah, pastvina pod novým kravínem cca 1,3 km Z náměstí ve středu obce, 345 m n. m. (*Houzarová Hana*, 1994, ZMT) – Rouchovany, údolí Rouchovanky, levobřežní údolní svah, ústí žlebu za novým kravínem cca 1,4 km zsz. (286°) kostela ve středu obce, 345 m n. m. (*Houzarová Hana*, 2013, ZMT) – Rouchovany, hadcová pastvina ca 1 km západně obce (*Gruna B.*, 1991, OL) – Rouchovany, 16 km JJZ od Náměště nad Oslavou, suchý trávník na okraji lesa nad levým břehem Rouchovanky, cca 1 km ZSZ kostela v obci, 342 m n. m. (*Čech Luděk*, 2003, ZMT) – Rouchovany, 16 km JJZ od Náměště nad Oslavou, skalnatá stráňka nad náhonem bývalého Roháčova mlýna, cca 650 m Z od kostela v obci, 345 m n. m. (*Čech Luděk*, 2003, ZMT) – Dolní Rokytne, Rouchovany, údolí Rouchovanky, horní část levobřežního údolního svahu 150 m JV východního okraje obce, 364 m n. m. (*Houzarová Hana*, 1994, ZMT) – údolí Rouchovanky, Rouchovany, skalnatý levobřežní údolní svah v obci, nad Piruchtovým mlýnem, 335 m n. m. (*Ondráčková Svatava*, 1982, ZMT) – Dolní Rokytne, Rouchovany, údolí Rouchovanky, levobřežní údolní svah východně nad Pibuchtovým mlýnem, cca 400 m JJV středu obce, 345 m n. m. (*Houzarová Hana*, 1994, ZMT) – Šemíkovice, 7 km JJV od Hrotovic, suchý trávník na skalnatém svahu nad levým břehem Rokytne, cca 1,6 km JV od kaple v obci, 340 m n. m. (*Čech Luděk*, 2005,

ZMT) – Šemíkovice, údolí Rokytné, temeno levobřežního údolního svahu, doubrava severně proti Novému mlýnu cca 1,5 km jižně (195°) kaple v obci, 400 m n. m. (*Běťák Jan & Houzarová Hana*, 2012, ZMT) – Vesnice Kordula u Rouchovan, rulové pastviště u silnice (*Horňanský J.*, 1945, BRNM, PRC) – Litovany, jihovýchodní prudké svahy na levém břehu Rokytné, 1,4 km JZ obce, 370-410 m n. m. (*Sutorý Karel*, 1995, BRNM) – Přešovice, jižní svah kóty Brdo (405 m) na levém břehu řeky Rokytné, 1 km JJV obce, 340-400 m n. m. (*Sutorý Karel*, 1995, BRNM) – Přešovice, údolí Rokytné, báze levobřežního údolního svahu, hřbet Brdo cca 1,4 km jihovýchodně kostela sv. Petra a Pavla v obci, k jihu orientované stráně s xerothermní vegetací, 360 m n. m. (*Houzarová Hana*, 2013, ZMT) – Přešovice, Kašparův mlýn na levém břehu řeky Rokytné, cca 1,5 km JZ obce, 360 m n. m. (*Sutorý Karel*, 1995, BRNM) – Tavíkovice, stráně na jižních svazích levého břehu řeky Rokytné, cca 1 km severně obce, cca 350 m n. m. (*Sutorý Karel*, 1995, BRNM) – Travnatý svah při soutoku Rokytné a Rouchovanky, 310 m n. m. (*Horňanský J.*, 1945, BRNM) – Moravský Krumlov - Jamolice (*Pospišil V.*, 1954, BRNM) – Jamolice, údolí Jihlavy, temeno pravobřežního údolního svahu, okolí kóty (391,1 m) Hájký cca 2,0 km zsz. (292°) kostela Nanebevzetí Panny Marie v obci, malá terénní deprese 132 m vsv. (73°) vysílače, 330 m n. m. (*Houzarová Hana*, 2015, ZMT) – Dolní Dubňany, na severozápadních svazích nad Dubňanským potokem, cca 1 km jihovýchodně obce, výslunné stráňky, 280-300 m n. m. (*Sutorý Karel*, 1994, BRNM) – Moravský Krumlov, in colle gneissaceo "Hradisko" supra rivum Křepický potok, inter p. Višňové et Mikulovice [na žulovém kopci Hradisko nad Křepickým potokem mezi obcí Višňové a Mikulovice], cca 330 m n. m. (*Suza J.*, 1932, BRNU) – Vevčice, skalnatý svah 0,7 km SSV od obce (*Grulich*, 1985, MMI) – Vevčice; ca 2 km SZ od kaple v obci, Vevčická stráň, 330 m n. m. (*Němec R., Žáková K. & Musil. Z.*, 2010, MZ) – Znojmo: in pascuis supra p. Němčičky [na pastvinách nad obcí Němčičky], cca 280-300 m n. m. (*Suza Jindřich*, 1932, BRNU) – in valle flumii Jevišovka pr. p. Plaveč in declivibus gneissaceis stepposis [v údolí Jevišovky u obce Plavče na stepních rulových svazích], 200-230 m n. m. (*Suza J.*, 1930, BRNU) – Plenkovice; skála na pravém břehu Plenkovického potoka, 305 m n. m. (*Němec, Valášek & Doskočilová*, 2011, MZ) – "Cínová hora", k. ú. Znojmo, travnatý pahorek nad starým lomem, u zahrádkářské kolonie, 345 m n. m. (*Jordánová A.*, 1996, MZ) – Citonice - suchý les nad Citonickým rybníkem (*Ambrozková I.*, 1987, PRC) – Lukov, Faltýskův mlýn, skály nad Dyjí 2.0 km j obce (*Grulich V.*, 1993, BRNU) – Znojmo, in valle fl. Dyje pr. pag. Hardek in rup. phylliticis et gneisaceis in ripa sinistra (Moraviae) et dentra (Austrie), cca 300-400 m n. m. (*Suza J.*, 1932, BRNU) – In valle fl. Dyje prope p. Bítov supra terram in prop. amphiboliticis, cca 350 m n. m. (*Suza J.*, 1932, BRNU)

Sporné a mylné doklady

14a. Bydžovská pánev: Jičín (*Sitenský F.*, s. d., PR)

15b. Hradecké Polabí: Nové Město nad Metují (*Novák Josef*, 1911, BRNU)

17b. Pavlovské kopce: Pavlovské kopce, Schafberk [pahorek Ovčín nad Horními Věstonicemi] (*Picbauer Richard*, 1922, BRNU)

20b. Hustopečská pahorkatina: Brno, u Velatic (*Šmardová H.*, 1957, BRNU)

Gagea bohemica subsp. *saxatilis*

Termofytikum – Panonské termofytikum

21a. Hanácká pahorkatina: Litovel: Křeb u Seničky, 290 m n. m. (*Laichmann Stanislav*, 1931, BRNU) – Senička - skalnatá hrana údolí nad potokem při J okraji obce, cca 280 m n. m. (*Fajt J.*, 1994, OL)

Mezofytikum – Českomoravské mezofytikum

71c. Drahanské podhůří: Hluboké [Terezké] údolí u Náměště záp. Olomouce (*Otruba Josef*, s. d., BRNU) – Stráň (Zabítý) Náměšť u Olomouce (*Otruba Josef*, 1908, OLM) – Olomouc, stráň "Zabítý" v Hlubokém žlebě u Náměště (*Otruba Josef*, 1922, OLM) – Hluboký žleb u Náměště na Hané (*Otruba Josef*, 1948, OLM) – Stráň "Zabítý" v Hlubokém žlebě u Náměště n/H. (*Otruba Josef*, 1949, OLM)

Příloha 4

Fotografická příloha



Obrázek 44: *Gagea bohémica* subsp. *bohémica* (střední Čechy, Okoř; rostliny pentaploidního cytotypu)

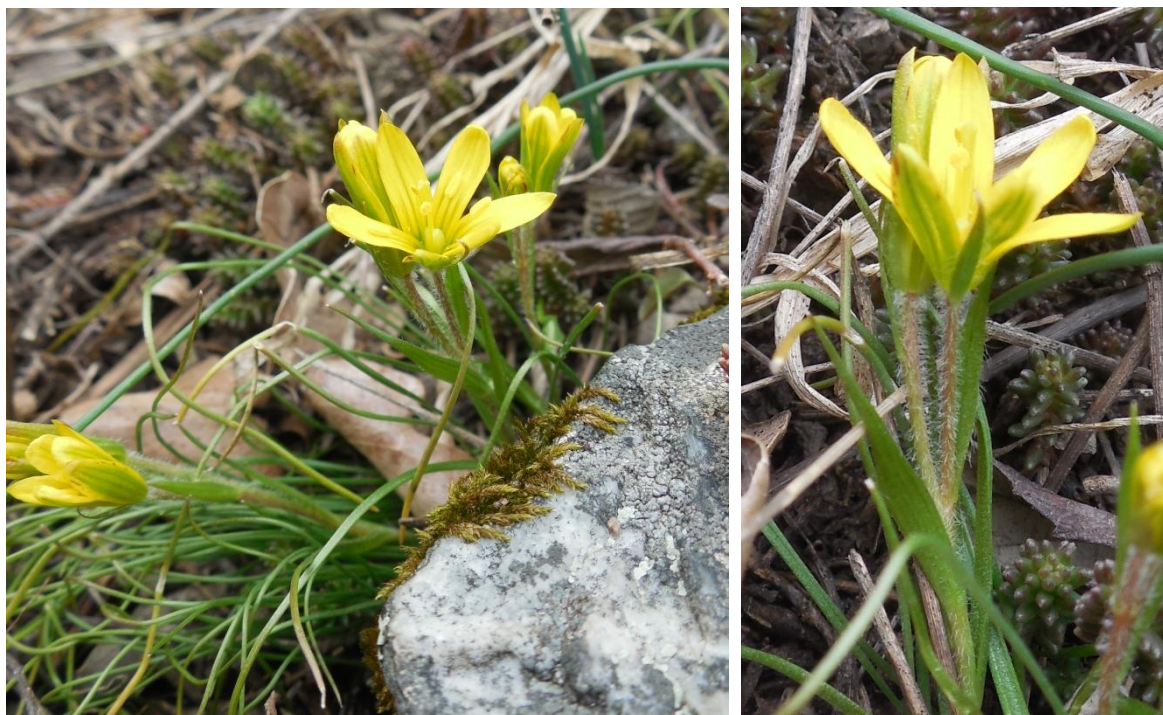


Obrázek 45: Charakteristický biotop *Gagea bohémica* subsp. *bohémica* (PR Stráň u Chroustova)



Obrázek 46: *Gagea bohemica* subsp. *bohémica* z PP Rudlické kopce (jižní Morava; rostliny pentaploidního cytotypu)

Obrázek 47: *Gagea bohemica* subsp. *bohémica* z lokality Tihany (severozápadní Maďarsko; rostliny pentaploidního cytotypu)



Obrázek 48 a 49 *Gagea bohemica* subsp. *bohémica* ze Zoboru u Nitry (populace pentaploidního cytotypu vylišovaná jako *G. bohemica* subsp. *bohémica* var. *stenochlamydea*)



Obrázek 50: *Gagea szovitsii* z lokality Derekegyház (jihovýchodní Maďarsko, tetraploidní cytotyp)



Obrázek 51: Biotop *Gagea szovitsii* v jihovýchodním Maďarsku

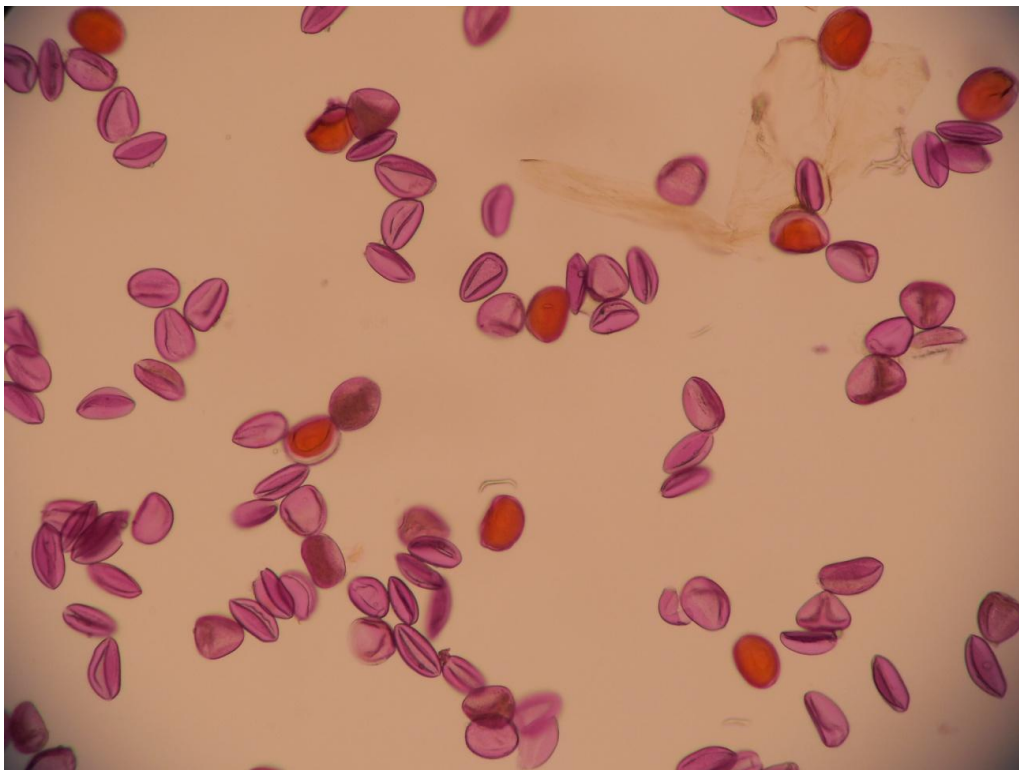


Obrázek 52: *Gagea bohemica* subsp. *saxatilis* u Neu Bamberg (Porýní-Falc; převažuje tetraploidní cytotyp)

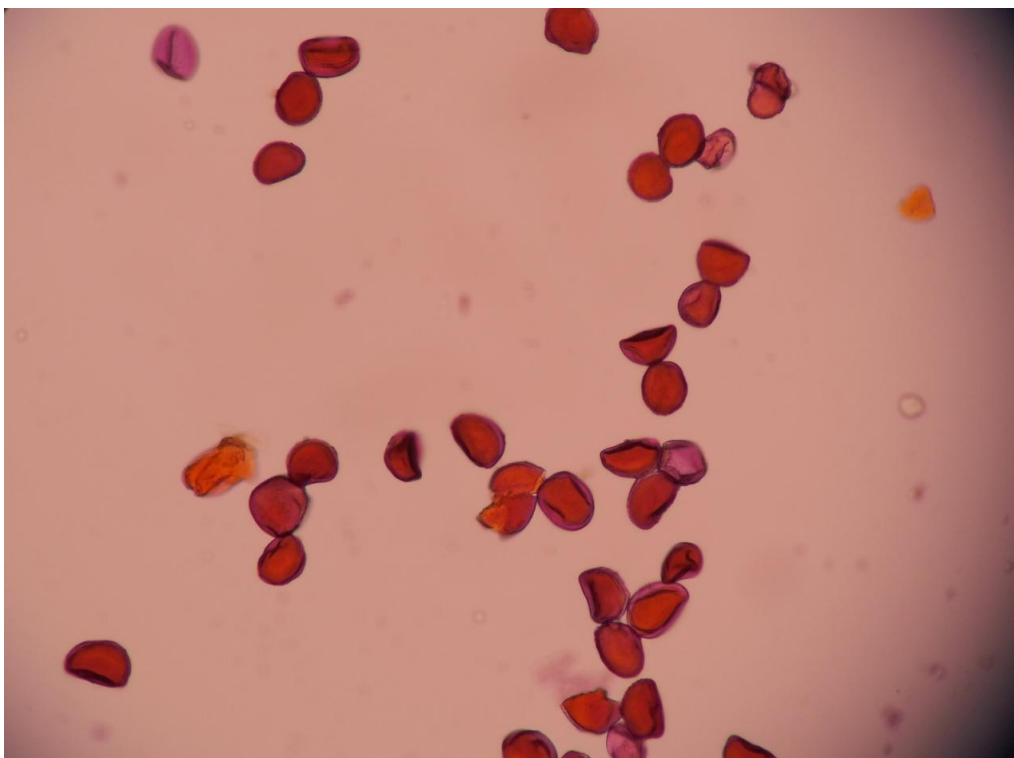
Obrázek 53: *Gagea bohemica* subsp. *saxatilis* u Klein Wangen (Sasko-Anhaltsko; tetraploidní cytotyp; foto B. Trávníček)



Obrázek 54: *Gagea bohemica* subsp. *saxatilis* u Seničky na Hané (tetraploidní cytotyp)



Obrázek 56: Barvená pylová zrna u tetraploidního jedince z lokality Klein Wangen (Sasko-Anhaltsko; fialově zbarvená pylová zrna jsou neviabilní, oranžově viabilní)



Obrázek 57: Barvená pylová zrna u pentaploidního jedince z lokality Letkovická stráň (jižní Morava; fialově zbarvená pylová zrna jsou neviabilní, oranžově viabilní)