

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
KATEDRA BOTANIKY



Přírodovědecká
fakulta

**Stanovištní nároky a fenologie zástupců okruhu
snědku rozkladitého (*Ornithogalum umbellatum* agg.)
v České republice**

Bakalářská práce

Autor: **Magdalena Prokešová**

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Biologie – Ekologie

Forma studia: Prezenční

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

Olomouc

2019

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Stanovištní nároky a fenologie zástupců okruhu snědku rozkladitého (*Ornithogalum umbellatum* agg.)“ vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Michala Hroneše, Ph.D. a s použitím uvedených literárních pramenů.

V Olomouci dne

.....

Magdalena Prokešová

Poděkování

Zde bych velice ráda poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce RNDr. Michalovi Hronešovi, Ph.D. za jeho odborné vedení, cenné rady a připomínky, pomoc při práci v terénu i v laboratoři, poskytnutí literatury, ale zejména za jeho nesmírnou trpělivost a podporu při vzniku této práce.

Děkuji své rodině, že mi byla oporou po celou dobu studia.

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Magdalena Prokešová

Název práce: Stanovištní nároky a fenologie zástupců okruhu snědku rozkladitého (*Ornithogalum umbellatum* agg.) v České republice

Typ práce: Bakalářská práce

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

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

Rok obhajoby: 2019

Abstrakt: Polyploidní komplex *Ornithogalum umbellatum* agg. je v České republice zastoupen třemi druhy: diploidním *O. kochii*, triploidním *O. angustifolium* a pentaploidním *O. umbellatum* s. str. Jednotlivé cytotypy jsou na první pohled poměrně těžko rozlišitelné, k determinaci je vhodné se zaměřit na tvar cibule, přítomnost pacibulek, celkový vzhled rostliny či vlastnosti stanoviště. V této práci byla testována hypotéza o rozdílné fenologii a stanovištních preferencích jednotlivých cytotypů. Na různých lokalitách po ČR byly sebrány vzorky půdy, rostlin a bylo provedeno fytoecologické snímkování. Analýzou půdy bylo zjištěno její pH a momentní vlhkost daného stanoviště. U odebraných rostlin byla stanovena jejich ploidie pomocí průtokové cytometrie a rostliny byly posléze využity pro common-garden experiment, který sloužil k dokumentaci fenologie jednotlivých cytotypů. Fytoecologické snímky byly využity k výpočtu průměrných Ellenbergových indikačních hodnot pro stanoviště. Nejširší ekologická valence (tj. vazba na různá stanoviště) byla zjištěna u diploidů. Nepřímou indikací z Ellenbergových hodnot byla zjištěna vazba triploidů na kyselá stanoviště, zatímco ostatní cytotypy se vyskytovaly na stanovištích s neutrálním až bazickým pH. Dále byly mezi uvedenými cytotypy zjištěny signifikantní rozdíly v jejich fenologii. Diploidi byli nejčasnější ve všech analyzovaných fenofázích, triploidi byli nejpozdnější v rašení listů a založení stvolu. Pentaploidi byli zcela proti očekávání nejpozdnější v rozvinutí prvního květu a vypylení prašníků prvního květu.

Klíčová slova: analýza půdy, fytoecologický snímek, *Ornithogalum angustifolium*, *Ornithogalum kochii*, *Ornithogalum umbellatum*, polyploidie

Počet stran: 33

Počet příloh: 3

Jazyk: Český

Bibliographical identification

Author's first name and surname: Magdalena Prokešová

Title: Habitat preferences and phenology of the Star-of-Bethlehem species complex (*Ornithogalum umbellatum*) in the Czech Republic

Type of thesis: Bachelor thesis

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

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

The year of presentation: 2019

Abstract: *Ornithogalum umbellatum* is a polyploid complex comprised of several ploidy levels. In the Czech Republic, it is represented by diploids (*O. kochii*), triploids (*O. angustifolium*) and pentaploids (*O. umbellatum*). All three cytotypes are morphologically very similar and they can be distinguished by morphology of their bulbs, presence of bulbils, general habit and possibly also by their ecology. In this thesis, the hypotheses about habitat preferences and phenology shifts in each ploidy level were tested. Plant material was collected in several localities in the Czech Republic. Soil samples and phytosociological relevés were also taken in each locality. Soil pH and relative water content was established by analysis of soil samples. Ploidy level of plants was detected using flow-cytometry. All collected plants were used in common-garden phenological experiment. Relevés were used for calculation of average Ellenberg indicator values for each stand. Diploids was found on the largest variety of habitats compared to polyploids. Triploids were found in acidic soils whereas diploids and pentaploids were found in soils with neutral to basic pH. Significant differences between cytotypes were detected also in phenology. Diploids entered first into all analysed phenophases whereas triploids were last in leaf and stem development and pentaploids were last in opening of the first flower and maturation of anthers of the first flower.

Keywords: *Ornithogalum angustifolium*, *Ornithogalum kochii*, *Ornithogalum umbellatum*, polyploidy, phytosociological relevé, soil sample analysis

Number of pages: 33

Number of appendices: 3

Language: Czech

OBSAH

1. ÚVOD	1
2. CÍLE PRÁCE	2
3. TEORETICKÁ ČÁST	3
3.1 Polyploidie	3
3.2 Ekologie polyploidních komplexů	5
3.3 Polyploidní komplex rodu <i>Ornithogalum</i> v ČR	9
4. MATERIÁL A METODIKA	12
4.1 Sběr materiálu	12
4.2 Ověření ploidní úrovně rostlin	13
4.3 Fenologický common-garden experiment	13
4.4 Zpracování půdních vzorků	14
4.5 Zpracování fytoecnologických snímků	14
4.6 Statistické zpracování dat	15
5. VÝSLEDKY	16
5.1 Vegetační vazba cytotypů	16
5.2 Stanovištní preference cytotypů – Ellenbergovy hodnoty	17
5.3 Stanovištní preference cytotypů – přímá indikace	20
5.4 Fenologie cytotypů	21
6. DISKUZE	23
6.1 Vegetační vazba cytotypů	23
6.2 Stanovištní preference cytotypů	24
6.3 Fenologie	26
7. ZÁVĚR	28
8. LITERATURA	29
PŘÍLOHA 1	34
PŘÍLOHA 2	41
PŘÍLOHA 3	42

1. ÚVOD

Polyploidizace je považována za jednu z hlavních hnacích sil evoluce mnoha organismů a v rostlinné říši umožnila vzestup semennosti a následně i dominanci krytosemenných rostlin (Levin 2002, Jiao et al. 2011, Weiss-Schneeweiss et al. 2013). Údajně všechny rostlinné druhy prošly během evoluce znásobením počtu chromozomů a většina navíc opakovaně (Wendel 2000, Weiss-Schneeweiss et al. 2013), tudíž u polyploidních komplexů rostlin lze pozorovat různé genetické i fenotypové vlastnosti, které následně ovlivňují jejich ekologické interakce, distribuci jednotlivých cytotypů, jejich diverzitu i dynamiku (Weiss-Schneeweiss et al. 2013, Kolář et al. 2017). Proto je v poslední době kladen důraz na studium těchto komplexů, čímž získáváme mnoho potřebných informací o mechanismech evoluce polyploidních druhů.

Dále je studium polyploidních komplexů důležité i pro pěstování rostlin. Zejména u zemědělských plodin je kladen důraz na vysoký výnos a jejich výhodné vlastnosti, jako je odolnost proti suchu nebo naopak přemokření, škůdcům aj. (Grant 1981, Briggs & Walters 2001).

Na druhou stranu se ovšem setkáváme s problémem složitosti těchto komplexů rostlin. Jednotlivé cytotypy jsou od sebe morfologicky jen výjimečně jasně rozeznatelné (Lewis 1967, Maceira et al. 1993, Manzaneda et al. 2012), což komplikuje jejich taxonomické pojetí, a tak je časté, že se literární údaje rozcházejí ve svých informacích. Dochází k záměnám taxonů a také se můžeme v různých zemích setkat s různým pojetím daného druhu. Jako příklad můžeme uvést komplex *Ornithogalum umbellatum* agg., kterým se zabývá tato bakalářská práce. V Česku bývá triploidní cytotyp tohoto komplexu nazýván *Ornithogalum angustifolium*, zatímco v ostatních zemích se setkáváme s označením *O. umbellatum* s. str. Naopak pentaploidní cytotyp, v Česku nazývaný druh *O. umbellatum* s. str., je mimo ČR nazýván *O. divergens*. Pro pochopení procesů a taxonomie tohoto polyploidního komplexu je proto třeba komplexní posouzení morfologie, ekologie a dalších vlastností jeho jednotlivých zástupců.

2. CÍLE PRÁCE

Tato bakalářská práce se zabývá stanovištními nároky a fenologií zástupců okruhu snědku rozkladitého (*Ornithogalum umbellatum* agg.).

Bakalářská práce by měla splnit následující cíle:

- a) Rešerše odborné literatury týkající se problematiky ekologie polyploidních komplexů.
- b) Testování hypotézy o posunu ekologické niky u vyšších ploidních stupňů *O. umbellatum* agg.
- c) Testování hypotézy o změně fenologie u vyšších ploidních stupňů *O. umbellatum* agg.

3. TEORETICKÁ ČÁST

3.1 Polyploidie

Polyploidii nazýváme stav, kdy jsou v jádře buňky přítomny více než dvě haploidní sady chromozomů. Tento jev je považován za velmi významný zejména v evoluci rostlinných druhů (Levin 2002). Ačkoliv u rostlin je polyploidie jevem běžným, u živočichů se vyskytuje vzácně (Ramsey & Schemske 1998, Briggs & Walters 2001). Prvotní studie předpokládaly, že 50 % krytosemenných rostlin prošlo během evoluce procesem polyploidizace, později se uvádí, že jich může být i 70 %, u kapradin se předpokládá až 95 % četnost polyploidizace (Grant 1981, Masterson 1994). Některé literární zdroje uvádí, že dokonce všechny doposud existující semenné rostliny prošly během evoluce alespoň jedním procesem polyploidizace (Wendel 2000, Jiao et al. 2011, Weiss-Schneeweiss et al. 2013, Soltis et al. 2014).

První výzkumy, vedoucí k objasnění problematiky polyploidních komplexů rostlin, probíhaly již na počátku 20. století, kdy z tohoto objevu následně vyplynulo mnoho dalších otázek, týkajících se zejména ekologie těchto komplexů (Ramsey & Ramsey 2014). Jelikož diploidní a polyploidní populace jsou často morfologicky jen těžko odlišitelné, představuje polyploidie značný problém hlavně pro taxonomy (Lewis 1967).

Ke vzniku polyploidních jedinců dochází různými způsoby, a tak rozlišujeme různé typy polyploidie. Prvním typem je autopolyploidie. K této dochází v důsledku narušení průběhu mitózy (např. chybný rozestup chromozomů) například vlivem tepelného šoku nebo chemické látky (např. kolchicin). Při správném průběhu mitózy by vznikly dvě buňky diploidní s normálními ($2n = 2A$) počty chromozomů. Narušením mitózy však místo dvou buněk vzniká jedna buňka diploidní, která ale obsahuje 4 haploidní sady chromozomů ($2n = 4A$). Jiným způsobem vzniku autopolyploidního jedince je splynutí neredukovaných gamet (Briggs & Walters 2001).

Dalším typem je allopolyploidie, ke které dochází při hybridizaci alespoň dvou příbuzných druhů. Tyto příbuzné druhy mají odlišné genomy (např. A, B), jejich kříženec může být sterilní, protože chromozomy rodičovských druhů se při meióze nemohou spárovat. Na tomto sterilním kříženci s genomem AB však může vzniknout vlivem teplotního šoku či chemické látky polyploidní větev (viz autopolyploidie).

Buňky této větve pak nesou sadu chromozomů AABB. Tato rostlina může následně během meiózy vytvořit malé, ale velmi významné množství neredukovaných samčích či samičích gamet AB, jejichž splynutím vzniká jedinec se zdvojeným počtem chromozomů ($2n = AABB$; Briggs & Walters 2001).

V případě zpětného křížení allopolyploidního jedince $2n = AABB$ s rodičovským druhem $2n = AA$ dochází ke vzniku triploidních jedinců $2n = AAB$, u nichž probíhá velmi nepravidelná meióza, která vede k jejich sterilitě. Tento jev, nazývaný triploidní blok, slouží jako reprodukčně izolační mechanismus mezi diploidy a polyploidy (Lewis 1967, Briggs & Walters 2001).

Zpětným křížením ($4x \times 2x$) také mohou vznikat životaschopní triploidní jedinci, kteří jsou schopni produkovat gamety. V případě, že dojde ke spojení neredukované gamety triploida a gamety diploida, vzniká jedinec tetraploidní. Tímto způsobem přes triploidní cytotyp dochází ke stabilizaci $4x$ jedinců ve smíšených populacích diploidů a tetraploidů. Tomuto jevu se říká triploidní most (Husband 2004, Kolář et al. 2017).

Polyploidizace umožňuje (v porovnání s pomalou speciací vlivem ekologické či zeměpisné izolace) rychlý vznik druhů, také nazývaný saltační speciace. Je to nejčastější způsob tohoto rychlého procesu speciace (Briggs & Walters 2001). Polyploidie poskytuje rostlinám možnost obsazení nových stanovišť díky adaptaci na odlišné podmínky než u diploidních rodičů, čímž je umožněno geografické šíření a také nové mezidruhovové interakce (Levin 1983, Ramsey & Schemske 1998).

Znásobení počtu chromozomových sad ovlivňuje mimo jiné způsob rozmnožování polyploidních rostlin. Velice důležitým se tak pro ně stává vegetativní rozmnožování, zatímco u diploidů převažuje rozmnožování generativní (Herben et al. 2017). Nové genové kombinace vzniklé díky polyploidizaci mají pro jejich nositele velký význam. Umožňují adaptaci na rozdílné faktory prostředí u diploidních a polyploidních druhů. Tak dochází k diferenciaci ekologických nároků různých cytotypů a je tak zamezeno jejich vzájemné konkurenci nebo křížení (Levin 2002, Weiss-Schneeweiss et al. 2013).

V dnešní době je problematika polyploidie také velmi důležitá v zemědělství, které využívá častého jevu, kdy vyšší cytotyp představuje rostlinu, v porovnání s diploidním jedincem, celkově většího vzrůstu s většími květy i plody. Mnoho běžně pěstovaných druhů obilnin, ovoce či zeleniny je polyploidních, jako příklady lze uvést různé odrůdy pšenice, jahod, brambor, kukuřice, rajčat aj. (Grant 1981, Briggs & Walters 2001).

3.2 Ekologie polyploidních komplexů

V předchozí kapitole bylo řečeno, že stupeň ploidie významně ovlivňuje vlastnosti rostlinného jedince. S vyšším ploidním stupněm obecně vzrůstá význam vegetativního rozmnožování a dále je vyšší ploidie často spojena se změnou ekologických vlastností. Rostliny s vyšším stupněm ploidie mohou osidlovat jinou ekologickou niku, případně mít širší ekologickou valenci než druhy diploidní.

Prvním příkladem může být různá ekologická adaptace u endemického severoamerického druhu řebříčku *Achillea millefolium* var. *borealis* (Bong.) Farw. z čeledi *Asteraceae*. Tento druh tvoří autopolyploidní komplex tetraploidních ($2n = 4x = 36$) a hexaploidních ($2n = 6x = 54$) populací. Mezi těmito dvěma cytotypy vzniká reprodukční bariéra díky neživotaschopným, sterilním pentaploidním hybridům ($2n = 5x = 45$). Oba cytotypy tvoří samostatné, různě adaptované populace, které se setkávají pouze na společné hranici, kde se mohou vyskytovat současně (Ramsey et al. 2008). Substrát v areálech tetraploidních populací obsahuje 12× více organického materiálu a 19× více štěrku než substrát v areálech populací hexaploidních (Ramsey 2011). Naopak hexaploidní populace se vyskytují na stanovištích se značně písčitém substrátem. Místa výskytu tetraploidních populací jsou obecně druhově bohatší než u hexaploidních populací. Oba cytotypy jsou spojeny s různými druhy typickými pro dané stanoviště podle typu substrátu, tzn. s hexaploidními rostlinami se společně vyskytují jiné psamofyty a s tetraploidními naopak luční druhy. Zde je tedy patrné, že každý cytotyp je adaptován na různé ekologické podmínky. Také fenologie obou cytotypů je rozdílná. U tetraploidních populací bylo zjištěno kvetení zhruba o 29 dní později než u hexaploidů (Ramsey 2011).

Příkladem polyploidního komplexu v rámci jednoděložných rostlin je válečka *Brachypodium distachyon* (L.) P. Beauv., z čeledi *Poaceae*. Je to druh široce rozšířený ve Středomoří, obývá širokou škálu stanovišť s různými klimatickými podmínkami, stanoviště bývají často ovlivněná člověkem (neobhospodařovaná pole, cesty aj.), xerofytní louky a okraje lesů (Opanowicz et al. 2008). Tento druh je znám v následujících ploidních stupních: diploidní ($2n = 2x = 10, 20$) a allotetraploidní ($2n = 4x = 30$), který vznikl křížením diploidů (Hasterok et al. 2004). Jednotlivé cytotypy od sebe nelze jednoznačně rozlišit podle morfologických znaků (Manzaneda et al. 2012). Studie Manzaneda et al. (2012), která probíhala na Pyrenejském poloostrově,

prokázala na tomto území přítomnost diploidních a tetraploidních populací. Bylo zjištěno, že jejich výskyt a rozšíření úzce souvisí s poměrem průměrných ročních srážek a teploty. Tyto hodnoty jsou však ovlivněny nadmořskou výškou, zeměpisnou délkou a zeměpisnou šířkou. Diploidní populace se vyskytovaly zejména na severu a východě Pyrenejského poloostrova, ve středních až vyšších nadmořských výškách a v pobřežních oblastech. Tetraploidní populace byly nalezeny naopak na jihu a západě poloostrova v nízkých až středních nadmořských výškách. Cytotypově homogenní populace byly zjištěny v 80 % případů, ve 20 % se jednalo o populace cytotypově smíšené. Smíšené populace $2x + 4x$ se nacházely poblíž Gibraltarského průlivu (dominují $2x$) a na jihovýchodě Pyrenejského poloostrova (v 7 z 10 populací dominují $4x$). Na základě tohoto rozložení je zřejmé, že každý cytotyp je adaptován na odlišné podmínky, zejména co se týká hospodaření s vodou. Tetraploidní jedinci jsou adaptováni na aridní podmínky, jsou schopni efektivněji využívat dostupnou vodu a také lépe snášejí stres v podobě sucha než jedinci diploidní (Manzaneda et al. 2012). Výsledky Manzaneda et al. (2012) však nebyly později potvrzeny pro populace v Izraeli (Bareither et al. 2017, Penner et al. 2019). Podle těchto dvou studií četnost polyploidů nekorelovala s ariditou prostředí. Dále se ukázalo, že polyploidi dominovali téměř na všech stanovištích, což potvrzuje výhodu vysokého genetického potenciálu polyploidů, kteří se mohou adaptovat na širokou škálu ekologických podmínek (Bareither et al. 2017). Penner et al. (2019) ukázali, že se vzrůstající ariditou stanovišť nekoreloval stupeň ploidie, ale fenologie rostlin. U pouštních rostlin rašila stébla později, ale naopak kvetení a senescence byly zaznamenány dříve než v oblastech vlhčích. Z tohoto zjištění je zřejmé, že adaptace *B. distachyon* na ariditu prostředí je zprostředkována spíše fenologií než ploidním stupněm. Změna fenologie by tak mohla být jistým únikovým mechanismem před stresem ze sucha (Penner et al. 2019).

Dalším polyploidním komplexem je trýzel *Erysimum mediohispanicum* Polatschek, který tvoří cytotypy od $2x$ do $12x$ a řadí se tak k jednomu z největších komplexů. Ve studii Muñoz-Pajares et al. (2018), která proběhla na Pyrenejském poloostrově, byla zkoumána geografická distribuce diploidních a autotetraploidních populací *E. mediohispanicum*. Bylo zjištěno, že rozšíření jednotlivých cytotypů se téměř nepřekrývá. Z celkového počtu jedinců, u kterých byl zjištěn ploidní stupeň, bylo zhruba 50 % diploidních a 50 % tetraploidních, přičemž homogenní $2x$ populace obývaly nejjižnější část areálu a $4x$ populace naopak střední a severní část. Byla zjištěna

pouze jedna cytotypově smíšená populace mezi těmito dvěma areály, avšak poměr $2x : 4x$ v ní byl značně nevyrovnaný. Obecně se $4x$ populace vyskytovaly v oblastech s větší četností srážek. Tetraploidní jedinci v porovnání s $2x$, dosahují vyššího vzrůstu, avšak mají tenčí lodyhu a větší květy. Mezi jednotlivými cytotypy se také výrazně liší šířka korunní trubky (Muñoz-Pajares et al. 2018).

U alpského druhu starčku *Senecio carniolicus* s. lat. bylo doposud zjištěno pět různých cytotypů ($2n = 2x, 4x, 5x, 6x, 7x$), avšak dominují především cytotypy $2x, 4x$ a $6x$ (Suda et al. 2007, Sonnleitner et al. 2016). Diploidní cytotyp tvoří dvě samostatné geograficky oddělené linie (západní a východní). Můžeme nalézt jak populace z hlediska ploidního stupně homogenní, tak heterogenní, které jsou tvořeny dvěma až třemi různými cytotypy. Populace východní $2x$ linie se vyskytují na nejchladnějších a zároveň nejosvětlenějších stanovištích s nejnižším podílem humusu a půdních živin, se stabilní vlhkostí substrátu. Naopak $6x$ populace obývají stanoviště nejteplejší a nejméně osvětlená, s nejvyšším podílem humusu a půdních živin, s velmi variabilní půdní vlhkostí a nejnižším provzdušením. Populace $4x$ a západní linie $2x$ se vyskytují na ekologicky přechodných stanovištích mezi stanovišti $6x$ a východních $2x$. Západní linie $2x$ nalezneme v prostředí s nejvyšší kontinentalitou a s tím související nízkou půdní vlhkostí v porovnání se stanovišti ostatních cytotypů. V cytotypově heterogenních populacích je ekologická nika jedince vždy ovlivněna koexistencí s jiným cytotypem. Optimum podmínek je zde posunuto podél shodného ekologického gradientu (stejným směrem) jako u populace homogenní tak, aby došlo k co nejvýhodnější diferenciaci nik u všech koexistujících cytotypů (Sonnleitner et al. 2016).

Srha *Dactylis glomerata* L. tvoří na severozápadě Pyrenejského poloostrova populace dvou cytotypů, diploidní a autotetraploidní. Oba cytotypy se vyskytují sympatricky a jsou vzájemně morfologicky neodlišitelné. Diploidní jedinci kvetou po celé léto, vyskytují se často v lesích s řídkým bylinným patrem, kde dominantní druh *Quercus robur* L. napomáhá k udržení půdní vlhkosti po celé suché léto. Kvetoucí tetraploidní jedince nalezneme již před počátkem léta na otevřených stanovištích s hustou bylinnou vegetací. V cytotypově smíšených populacích dochází k větší diferenciaci nik a také k posunu ve fenologii, čímž se redukuje možnost vzájemného křížení (Lumaret et al. 1987). Bylo zjištěno, že v případě izolovaných populací tvoří $2x$ i $4x$ populace zhruba stejné množství biomasy. V případě cytotypově smíšených populací převažuje biomasa jedinců tetraploidních. Naopak $2x$ jedinci tvoří ve smíšených populacích více semen, která jsou však přibližně o 60 % menší než semena

jedinců 4x. Dále diploidní jedinci v přítomnosti tetraploidů vykazují vyšší mortalitu a nižší schopnost reprodukce. Z tohoto je zřejmé, že 4x jsou kompetičně zdatnější a dokáží tak vyloučit 2x jedince (Maceira et al. 1993).

Geofyty obecně mají v porovnání s jinými formami rostlin výrazně větší genomy. Tento fakt je dáván do souvislosti s jejich časnou fenologií (rostliny časně jarní) a ostatními vlastnostmi (např. vazba geofytů na humidní prostředí). Velikost genomu ovlivňuje velikost buněk a stomat. Produkce velkých buněk je výhodná kvůli umožnění rychlého vývoje na sezónních stanovištích. Naopak velká, a tak méně efektivní stomata jsou důvodem větší citlivosti na suchu, a proto jsou geofyty nejčastěji omezeny na oblasti, které nejsou vystaveny vodnímu stresu v podobě sucha (Veselý et al. 2012).

Jako příklad polyploidního komplexu v rámci geofytů můžeme uvést evropský druh česneku *Allium oleraceum* L. z čeledi *Amaryllidaceae*. U tohoto komplexu není dodnes s jistotou určen způsob vzniku polyploidie. Jedná se o cibulkatý geofyt, rostoucí na rozmanitých stanovištích ovlivněných člověkem, u něhož jsou doposud zdokumentovány 4 ploidní stupně od 3x až po 6x ($2n = 24, 32, 40, 48$). V ČR se triploidní populace nevyskytují a diploidní populace tohoto druhu nejsou známy vůbec (Duchoslav et al. 2013). Rostliny tvoří vegetativní pacibulky v okolí hlavní cibule a také v květenství. *Allium oleraceum* tvoří kromě homogenních populací (77 %) také populace cytotypově smíšené (23 %). Nejčastěji se jedná o populace 5x + 6x (Duchoslav et al. 2010, Šafářová & Duchoslav 2010). Všechny 3 cytotypy v ČR mají výrazně se překrývající ekologické niky, největší rozdíly jsou však mezi 4x a 6x populacemi. Hexaploidní populace převažují na stanovištích ovlivněných lidskou činností (např. pole), tetraploidní rostliny je možné nalézt na přirozených stanovištích podél celého výškového gradientu a pentaploidní populace obývají teplejší mezické oblasti v nižších až středních polohách, kde jsou bazická stanoviště bohatá na minerály (Duchoslav et al. 2010).

Jak vyplývá z výše uvedených příkladů, polyploidie významně ovlivňuje ekologii jednotlivých cytotypů. Větší genom umožňuje polyploidním jedincům adaptaci na podmínky, které mohou být mimo ekologickou valenci jejich diploidních předků. Širší ekologická valence polyploidů pro ně představuje řadu výhod, například větší odolnost proti suchu, chladu či nedostatku živin aj. Polyploidie také značně ovlivňuje způsob rozmnožování rostlin, kdy nabývá na významu rozmnožování vegetativní, které

představuje pro polyploidy kompetiční výhodu proti rozmnožování pohlavnímu. V důsledku polyploidie také může docházet k různým posunům ve fenologii, což může společně s ekologickou diferenciací sloužit jako reprodukční bariéra, zabraňující křížení různých cytotypů (Levin 1983).

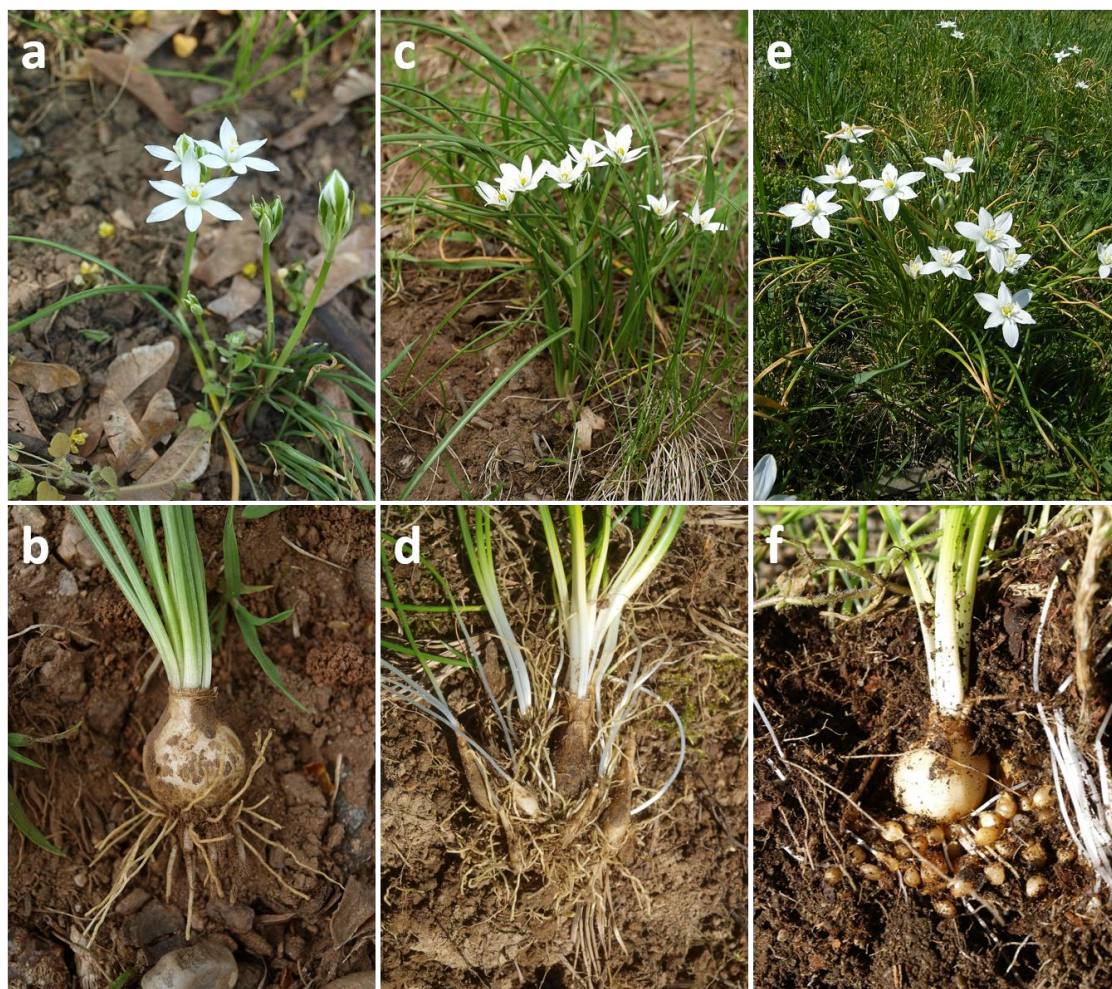
3.3 Polyploidní komplex rodu *Ornithogalum* v ČR

Rod *Ornithogalum* L. je v ČR tvořen třemi podrody, a to: *Ornithogalum* L., *Beryllis* (Salisb.) Baker (syn. *Loncomelos* Rafin.) a *Myogalum* (Link.) Peterman (syn. *Honorius* Gray; Hrouda 2010). Dále bude zmíněn pouze okruh *Ornithogalum umbellatum* agg., který patří do podrodu *Ornithogalum*.

Z okruhu *Ornithogalum umbellatum* agg. se v ČR vyskytují druhy *O. kochii* Parl., *O. angustifolium* Boreau a *O. umbellatum* L. (Hrouda 2010, Danihelka et al. 2012). Základní chromozomové číslo této skupiny je $x = 9$. Jedná se o vytrvalé geofyty, jejichž cibule je tvořena jednou generací šupin, které jsou zcela srostlé. V podpučí hlavní cibule se často vytvářejí pacibulky. Listy jsou čárkovité, v přízemní růžici, vyrůstají na podzim nebo na jaře, v jejich středu, na svrchní straně, je typický bílý pruh. Stvol bývá oblý a přímý. Květenstvím je chocholík, okvětní lístky jsou bílé se zeleným pruhem na rubu (Hrouda 2010).

V ČR hojný, roztroušeně se vyskytující druh, *O. kochii* (snědek Kochův; $2n = 2x = 18$) je z celého komplexu nejmenšího vzrůstu, dosahuje podle Hroudy (2010) 10–30 cm, podle Štolfové (2017) 18–25 cm. Je charakteristický vejčitým tvarem cibule, která je v porovnání s ostatními druhy nejmenší (obr. 1b; Hrouda 2010, Štolfová 2017). Čárkovité listy cibule dosahují vrcholu květenství nebo jsou kratší a obvykle vyrůstají v počtu 4–7 (Hrouda 2010). Štolfová (2017) však uvádí, že obvyklý počet listů je 4–11 a tyto listy většinou květenství přesahují, délka listů u všech zástupců komplexu by tedy mohla být ovlivněna stanovištními podmínkami. Květenstvím je chocholík složený z 5–15 (Hrouda 2010), případně 10–14 (Štolfová 2017) květů (obr. 1a). Listeny jsou většinou kratší než 1/2 květní stopky, čárkovitě kopinaté. U diploidních populací byly též pozorovány aneuploidní počty chromozomů $2n = 19, 21$. Diploidní rostliny společně s pentaploidními jsou fenologicky časnější než triploidí, kvetou obvykle v průběhu května až počátkem června (Hrouda 2010). Diploidní populace nalezneme vzácně na antropogenních stanovištích, naopak časté jsou na přirozených až

polopřirozených suchých výslunných místech (stráně, meze, suché louky, stepi, mírně zasolené trávníky, akátiny, doubravy aj.). Rostou na neutrálních až bazických půdách bohatých na živiny (Hrouda 2010). Na území Maďarska a Slovenska bylo nalezeno několik cytotypově smíšených populací diploidů s pentaploidy (Štolfová 2017).



Obrázek 1: Morfologie jednotlivých zástupců *O. umbellatum* agg. a, b) diploidní *O. kochii*; c, d) triploidní *O. angustifolium*; e, f) pentaploidní *O. umbellatum*. Foto M. Hroneš (a–d, f), B. Trávníček (e).

Druhým zástupcem skupiny je triploidní *O. angustifolium* (snědek chocholičnatý; $2n = 3x = 27$). Vyskytuje se hlavně v západní části Evropy, v Česku se vyskytuje roztroušeně po celém území především v Čechách, na Moravě jen vzácně, a to hlavně v severní části (Hrouda 2010, Hroneš in verb.). Rostlina je vysoká 15–30 cm (Hrouda 2010), Štolfová (2017) uvádí 25–28 cm. Cibule je nejdelší ze všech zástupců komplexu (Štolfová 2017), tvaru vejčitého až protáhle kulovitého (obr. 1d; Hrouda 2010). Pacibulky často tvoří okolo mateřské rostliny typický „trávníček“ úzkých listů

kratších než stvol (Hrouda 2010, Štolfová 2017). Stvol bývá statnější a listy širší než u 2x jedinců (Hrouda 2010). Listy mateřské cibule jsou tvořeny v počtu 5–8 a jejich délka je pravděpodobně ovlivněna podmínkami prostředí (Štolfová 2017). Hrouda (2010) uvádí, že květenstvím je chocholík s 6–12 květy, avšak Štolfová (2017) udává nižší počet květů, a to 5–7 (obr. 1c). Čárkovitě kopinaté listeny dosahují maximálně do 1/2 délky květní stopky. *O. angustifolium* je druh ze skupiny *O. umbellatum* agg. s nejpozdnější fenologií, měl by kvést přibližně o 14 dní později než *O. kochii* a *O. umbellatum*. Triploidní populace rostou obvykle na loukách, mezích, v příkopech, parcích a zahradách, pouze vzácně se vyskytují ve světlých lesích. Substrát bývá vlhký, hlinitý, na živiny bohatý, slabě zásaditý až kyselý (Hrouda 2010).

Posledním zástupcem této skupiny v ČR je nejčastěji pentaploidní druh *O. umbellatum* (snědek rozkladitý; $2n = 5x = 45$), který je v ČR považován za vyhynulý, avšak nedávno byl na několika lokalitách nalezen (Hrouda 2010, Štolfová 2015). Z našeho území byl zjištěn také hexaploidní cytotyp $2n = 6x = 54$ (Hroneš in verb.). Těžiště jeho výskytu je v jihovýchodní Evropě (Hrouda 2010). Pentaploidi velmi vzácně tvoří cytotypově smíšené populace s diploidy, zjištěné na území Maďarska a Slovenska (Štolfová 2017). Výška rostliny je 25–28 cm (Štolfová 2017), Hrouda (2010) uvádí 15–30 cm. Mateřská cibule je širší než delší, často kulovitá, s množstvím malých pacibulek (obr. 1f; Hrouda 2010). Podle Hroudy (2010) by pacibulky neměly tvořit vlastní listy, ale Štolfová (2017) přítomnost těchto listů pozorovala (obr. 1f). Listy mateřské cibule vyrůstají v počtu 6–9 (Štolfová 2017). Jsou čárkovité a poměrně široké (Hrouda 2010), jejich délka je ovlivněna podmínkami prostředí (Štolfová 2017). Květenstvím je chocholík s 8–12 květy (obr. 1e; Štolfová 2017). Čárkovitě kopinaté listeny mohou dosahovat 1/2 až 2/3 délky květní stopky (Hrouda 2010). Pentaploidní rostliny jsou spolu s diploidními fenologicky časně, kvetou v průběhu května až počátkem června. Tento druh se vyskytuje hlavně ve vlhčích příkopech podél komunikací, lze ho nalézt také v lučních porostech a lužních lesích (Hrouda 2010).

4. MATERIÁL A METODIKA

4.1 Sběr materiálu

Před samotným odběrem rostlinných a půdních vzorků v průběhu měsíce dubna a května roku 2018 proběhlo na každé lokalitě fytoecologické snímkování. To bylo prováděno na vymezené ploše 4×4 metry na lučních lokalitách (celkem 12 snímků) a 20×20 metrů v lesních porostech (celkem 4 snímky; Příloha 1–3). Změny rozměrů výzkumných ploch bylo nutné provést v případech, kdy stav terénu nedovoloval zachovat určené délky jednotlivých stran plochy (lokalita VEL). Po vymezení plochy, zapsání GPS souřadnic, určení sklonu a orientace, byla stanovena celková pokryvnost (v %) jednotlivých pater porostu. Zvlášť bylo posuzováno patro stromové (E3), keřové (E2), bylinné (E1) a mechové (E0). Následně proběhl podrobný soupis všech rostlinných druhů stromového, keřového a bylinného patra. Mechorosty zapisovány nebyly. Ke každému druhu byla podle devítistupňové Braun-Blanquetovy stupnice (Westhoff & van der Maarel 1978) přiřazena hodnota odpovídající pokryvnosti daného druhu.

Sběr rostlinného materiálu pro fenologický experiment probíhal ve stejný čas a na stejné lokalitě jako fytoecologické snímkování. Na vybraných 17 lokalitách bylo celkem sebráno 187 rostlinných jedinců, tzn. na každé lokalitě 11 jedinců, kteří byli roztrženi do sáčků, aby se zamezilo smíchání rostlinných vzorků z různých lokalit. Každé lokalitě byla přiřazena třípísmenná zkratka pro snadnější identifikaci. Všechny sebrané rostliny byly tentýž den ve skleníku katedry botaniky PřF UPOL zasazeny do samostatných plastových květináčů o rozměrech 10×10×11,5 cm do substrátu o složení: 4 díly výsevniho substrátu, 2 díly písku, 1 díl perlitu. Mateřská cibule byla zbavena pacibulek a zasazena zhruba do poloviny hloubky květináče. Takto připravené rostliny byly následně využity v common-garden experimentu na experimentálním pozemku katedry botaniky a jedna rostlina z každé populace byla ponechána v kultivaci pro pozdější ověření ploidie.

Na každé lokalitě byly zároveň odebrány půdní vzorky pro další analýzu. Z různých částí plochy, na které proběhl sběr rostlinných jedinců a snímkování, bylo lopatkou odebráno několik vzorků substrátu, které byly smíchány dohromady a uloženy do igelitového pytlíku. Tímto způsobem bylo na každé lokalitě odebráno celkově

přibližně 300 gramů substrátu. Z každé lokality byl tedy získán jeden vzorek, označený shodnou zkratkou, jako vzorky rostlin náležící k dané lokalitě.

4.2 Ověření ploidní úrovně rostlin

DNA-ploidní úroveň rostlin z kultivace byla ověřena průtokovou cytometrií metodou vnitřního standardu podle postupu Doležel et al. 2007 upraveného pro rod *Ornithogalum* (Píchalová 2015). Jako standardy, u nichž je známý obsah DNA, byly použity listy žita (*Secale cereale* L. 'Daňkovské'; 2C = 16,19 pg) a listy bobu (*Vicia faba* L. 'Inovec'; 2C = 26,9 pg).

Ze zdravého kořene s viditelnou kořenovou špičkou byla odstříhnuta alespoň 3 cm dlouhá část. Kořen byl do dalšího zpracování umístěn do plastové kyvety s destilovanou vodou.

Dále bylo nutné připravit vzorek pro analýzu na průtokovém cytometru. Kořeny byly očištěny od zbytků substrátu v destilované vodě. Po odstranění kořenové špičky byl kořen umístěn do Petriho misky společně se stejným množstvím standardu. Následovalo nasekání a homogenizace čistou žiletkou v 1000 µl pufru LB01 s přísadkou 10 g PVP (polyvinylpyrrolidon). Vzniklý homogenát byl napipetován přes nylonový filtr do 2,5 ml kyvety a k němu bylo přidáno 500 µl pufru a 50 µl fluorochromu DAPI (4,6-diamin-2-fenylindol). Směs byla promíchána a ponechána několik minut ve tmě.

Takto připravený vzorek byl analyzován na průtokovém cytometru ML Cyflow (Partec GmbH, Münster) s UV diodou Partec jako zdrojem excitační energie. Ve většině případů bylo změřeno 3000 jader.

DNA-ploidní stupeň rostlin byl určen z grafického výstupu analýzy v programu FloMax 2.9 (QA GmbH, Münster).

4.3 Fenologický common-garden experiment

Sledování fenologie rostlinných jedinců z různých lokalit proběhlo na základě common-garden experimentu, který byl uskutečněn na pozemku katedry botaniky PřF UPOL. Experiment byl započat 1. července 2018, tudíž je tento den pokládán za nultý den experimentu.

Označené rostliny (zkratkou dle lokality a pořadovým číslem) byly dne 1. července přemístěny ze skleníku na výzkumný pozemek katedry botaniky PřF UPOL, kde kvůli dlouhotrvajícímu suchu byla jednou týdně nutná závlaha.

Během tohoto experimentu bylo nutné pečlivě dokumentovat vývoj jednotlivých fenologických fází rostlin. Konkrétně se jednalo o tyto: rašení listů, rašení stvolu, rozvinutí prvního květu, vypylení posledního prašníku prvního květu. U každé rostliny bylo zapsáno datum nástupu dané fenologické fáze. Pro další zpracování bylo datum převedeno pořadový den od počátku experimentu.

4.4 Zpracování půdních vzorků

Získané půdní vzorky byly ihned po přivezení z terénu zváženy na vahách v laboratoři katedry botaniky PřF UPOL. Následně bylo nutné je přesypat do papírových sáčků kvůli možnosti vysušení v sušárně herbária. Po úplném vysušení (48 hodin) byly vzorky opět zváženy. Tento způsob umožnil zjistit podíl vody v půdních vzorcích, což bylo dále využito pro výpočet momentní vlhkosti půdy (v %).

Veškeré získané vzorky substrátu musely být po dvojitým vážení pečlivě přesety přes síto s oky o průměru 1 mm, aby došlo k odstranění organických a jiných nečistot, které by mohly významně ovlivnit analýzu hodnoty pH a také další hodnoty získané analyzováním vzorků substrátu v budoucnu.

U půdních vzorků bylo dále stanoveno pH. Do plastových uzavíratelných nádob byly nasypány 3 g substrátu společně s 50 ml destilované vody. Před samotným měřením pH bylo nutné provést kalibraci pH-metru 70+ DHS (XS Instruments) podle návodu výrobce. Po 15 minutovém protřepávání směsi na třepačce bylo provedeno měření pH pomocí pH-metru u každého vzorku substrátu. Elektroda byla ponořena do směsi, po krátké chvíli došlo k ustálení zobrazené hodnoty pH, která byla zaznamenána. Mezi každými dvěma měřeními musela být elektroda propláchnuta destilovanou vodou kvůli možnému zkreslení hodnot pH různých vzorků.

4.5 Zpracování fytoocenologických snímků

Fytoocenologické snímky získané při terénním výzkumu byly přepsány do vytvořené databáze v počítačovém programu Turboveg for Windows 2.110 (Hennekens

& Schaminée 2001). Tímto způsobem bylo v programu vytvořeno 17 fytoocenologických snímků a k těmto bylo dále přidáno dalších 27 snímků z habilitační práce doc. RNDr. Lubomíra Hroudy, CSc. (Hrouda 1980). Vznikla databáze celkem 44 fytoocenologických snímků z území České a Slovenské republiky. Poté byly snímky převedeny do programu Juice 7.0 (Tichý 2002), kde k nim byla v expertním systému pomocí formálních definic (Kočí et al. 2003) přiřazena vegetační jednotka (asociace). Z jednotlivých snímků také byly vypočítány průměrné Ellenbergovy indikační hodnoty.

4.6 Statistické zpracování dat

Všechny získané údaje byly zapsány do programu Microsoft Excel a následně zpracovány ve statistickém programu NCSS 9 (Hintze 2013). Zde byly podrobeny jednocestné analýze variance (ANOVA; v případě normálního rozložení dat parametrická ANOVA, v opačném případě neparametrický Kruskal-Wallisův test). Naměřená data o stanovištních podmínkách byla hodnocena pomocí Kruskal-Wallisova testu, data o nástupu jednotlivých fenofází parametrickou ANOVou. V případě signifikantního výsledku analýzy variance bylo provedeno mnohonásobné porovnávání pomocí Tukey-Kramerova testu na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. V tomtéž programu byly také vytvořeny grafy.

5. VÝSLEDKY

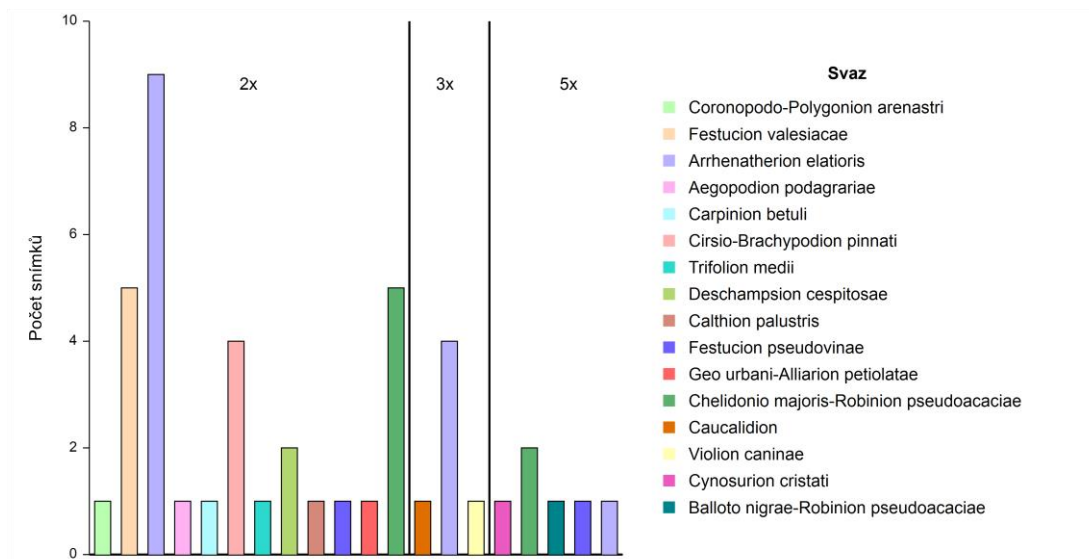
5.1 Vegetační vazba cytotypů

Celkem bylo vytvořeno 44 fytoocenologických snímků (Příloha 1–3), z nichž 27 bylo převzato z habilitační práce doc. RNDr. Lubomíra Hroudy, CSc. (Hrouda 1980). Pro diploidní cytotyp bylo zpracováno 32 snímků, pro triploidní 6 a pro pentaploidní 6 snímků.

Diploidní cytotyp (*Ornithogalum kochii*) se nejčastěji vyskytoval v mezofilních ovsíkových a kostřavových loukách svazu *Arrhenatherion elatioris*, především v asociacích eutrofních a suchých ovsíkových luk. Častý byl také v úzkolistých suchých trávnicích svazu *Festucion valesiaca*, zejména v asociacích úzkolistých suchých trávníků s kostřavou žlábkatou a ostřicí nízkou a dále ve stepních pastvinách s kostřavou walliskou a kavylem vláskovitým. Méně častý byl výskyt diploidů v mezofilních akátinách s nitrofilními druhy svazu *Chelidonio majoris-Robinion pseudoacaciae*, hlavně v asociaci mezofilních akátin s dominantními nitrofyty a také v subkontinentálních širokolistých suchých trávnicích svazu *Cirsio-Brachypodion pinnati*, zejména v širokolistých válečkových trávnicích teplých oblastí. Vzácně byl tento cytotyp nalezen také ve svazech *Deschampsion caespitosae*, *Coronopodo-Polygonion arenastris*, *Aegopodion podagariae*, *Carpinion betuli*, *Trifolion medii*, *Calthion palustris*, *Festucion pseudovinae* a *Geourbanii-Alliarion petiolatae* (obr. 2).

Triploidní cytotyp (*O. angustifolium*) byl nejčastěji nalezen na mezofilních ovsíkových a kostřavových loukách svazu *Arrhenatherion elatioris* v asociaci eutrofních ovsíkových luk. Vzácně se vyskytoval ve svazech *Caucalidion* a *Violion caninae* (obr. 2).

Pentaploidní cytotyp (*O. umbellatum* s. str.) rostl nejčastěji v mezofilních akátinách s nitrofilními druhy svazu *Chelidonio majoris-Robinion pseudoacaciae* v asociaci mezofilních akátin s dominantními nitrofyty (obr. 2).



Obrázek 2: Vazba jednotlivých cytotypů (2x = *O. kochii*, 3x = *O. angustifolium*, 5x = *O. umbellatum*) na vegetační svazy.

5.2 Stanovištní preference cytotypů – Ellenbergovy hodnoty

Pomocí Ellenbergových indikačních hodnot odečtených z analyzovaných fytoocenologických snímků byly nepřímo stanoveny stanovištní preference jednotlivých cytotypů.

Diploidi se vyskytují především na stanovištích světlejších, mírně teplejších a sušších. Obvyklá jsou stanoviště se středně úživnými půdami s neutrální půdní reakcí. Stanoviště bývají z hlediska kontinentality suboceánická (tab. 2).

Stanoviště triploidního cytotypu bývají světlejší, mírně teplejší, sušší, se středně úživnými půdami podobně jako u diploidů. Naopak oproti diploidům bývají stanoviště triploidů suboceánická až oceánická s mírně kyselou půdní reakcí (tab. 2).

Stanoviště pentaploidů je podobně jako u diploidů i triploidů světlejší a mírně teplejší. Substrát bývá na živiny bohatší, neutrální, čerstvě vlhký. Stanoviště bývají z hlediska kontinentality suboceánická (tab. 2).

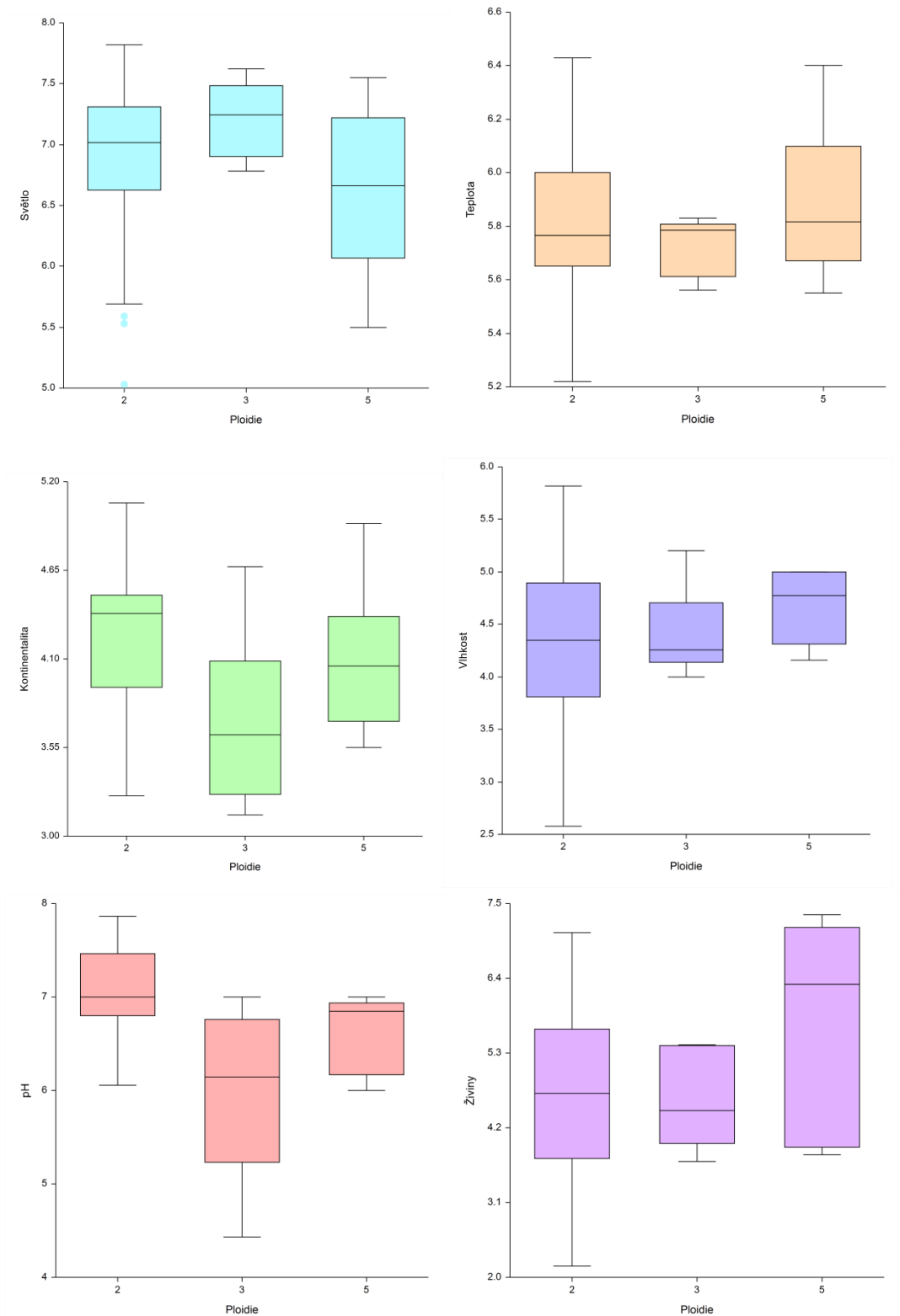
Stanoviště jednotlivých cytotypů se významně neliší ve většině studovaných parametrů. Jedinou výjimkou je signifikantně nižší pH na stanovištích triploidních populací v porovnání se stanovišti diploidů (tab. 1).

Tabulka 1: Výsledky jednocestné analýzy variance pro jednotlivé Ellenbergovy indikační hodnoty (χ^2 – hodnota testu, p – statistická významnost).

Ellenberg. hodnoty	χ^2	p
Světlo	2,318	0,314
Teplota	0,818	0,664
Kontinentalita	5,297	0,071
Vlhkost	1,525	0,467
pH	10,862	0,004
Živiny	3,475	0,176

Tabulka 2: Ellenbergovy indikační hodnoty pro druhy *O. kochii* (2x), *O. angustifolium* (3x) a *O. umbellatum* (5x); \pm SD – směrodatná odchylka.

Ellenberg. hodnoty	Průměr			\pm SD			Medián			Minimum			Maximum		
	2x	3x	5x	2x	3x	5x	2x	3x	5x	2x	3x	5x	2x	3x	5x
Světlo	6,8	7,2	6,6	7,7	0,3	0,7	7,0	7,2	6,7	5,0	6,8	5,5	7,8	7,6	7,6
Teplota	5,8	5,7	5,9	0,3	0,1	0,3	5,8	5,8	5,8	5,2	5,6	5,6	6,4	5,8	6,4
Kontinentalita	4,3	3,7	4,1	0,4	0,6	0,5	4,4	3,6	4,1	3,3	3,1	3,6	5,1	4,7	4,9
Vlhkost	4,3	4,4	4,7	0,8	0,4	0,3	4,3	4,3	4,8	2,6	4,0	4,2	5,8	5,2	5,0
pH	7,0	6,0	6,6	0,5	0,9	0,4	7,0	6,1	6,8	6,1	4,4	6,0	7,9	7,0	7,0
Živiny	4,7	4,6	5,8	1,3	0,7	1,6	4,7	4,5	6,3	2,2	3,7	3,8	7,1	5,4	7,3



Obrázek 3: Krabičkové diagramy pro jednotlivé Ellenbergovy indikační hodnoty.

5.3 Stanovištní preference cytotypů – přímá indikace

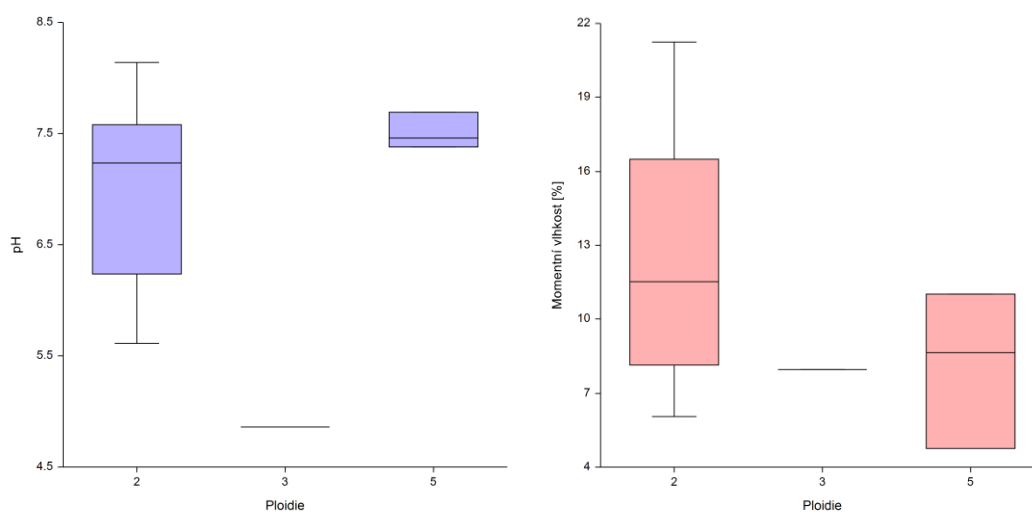
Pomocí získaných hodnot pH a momentní vlhkosti půdy byly přímo stanoveny stanovištní preference jednotlivých cytotypů. Diploidi se vyskytovali především na stanovištích se středními hodnotami pH s nízkou, avšak nejvíce variabilní půdní vlhkostí, jediná analyzovaná triploidní populace byla nalezena na stanovišti s kyselým pH a nižší půdní vlhkostí a pentaploidi se vyskytovali hlavně na stanovištích se středními hodnotami pH a nižší půdní vlhkostí než u diploidů (tab. 4). Stanoviště jednotlivých cytotypů se však na základě těchto hodnot významně neliší (tab. 3).

Tabulka 3: Výsledky jednocestné analýzy variance pro pH a momentní půdní vlhkost (χ^2 – hodnota testu, p – statistická významnost).

	χ^2	p
pH	3,346	0,1876
Vlhkost	2,327	0,3124

Tabulka 4: Hodnoty pH a momentní vlhkosti půdy pro druhy *O. kochii* (2x), *O. angustifolium* (3x) a *O. umbellatum* (5x); \pm SD – směrodatná odchylka.

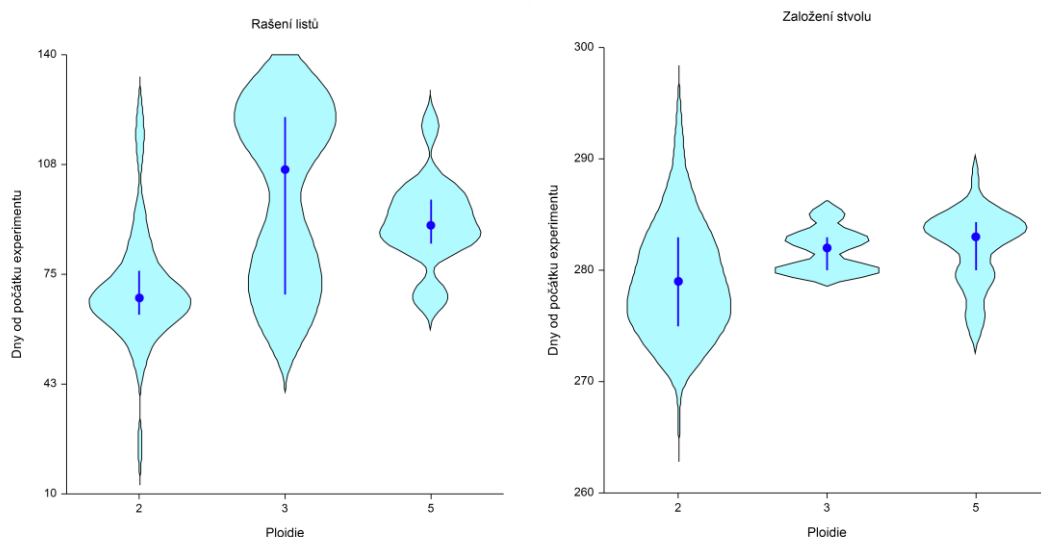
	Průměr			\pm SD			Medián			Minimum			Maximum		
	2x	3x	5x	2x	3x	5x	2x	3x	5x	2x	3x	5x	2x	3x	5x
pH	6,96	4,86	7,51	0,79	-	0,16	7,24	4,86	7,46	5,61	4,86	7,38	8,14	4,86	7,69
vlhkost	12,50	7,97	8,14	5,13	-	3,18	11,54	7,97	8,66	6,05	7,97	4,74	21,26	7,97	11,03



Obrázek 4: Krabičkové diagramy pro pH a momentní vlhkost půdy jednotlivých cytotypů.

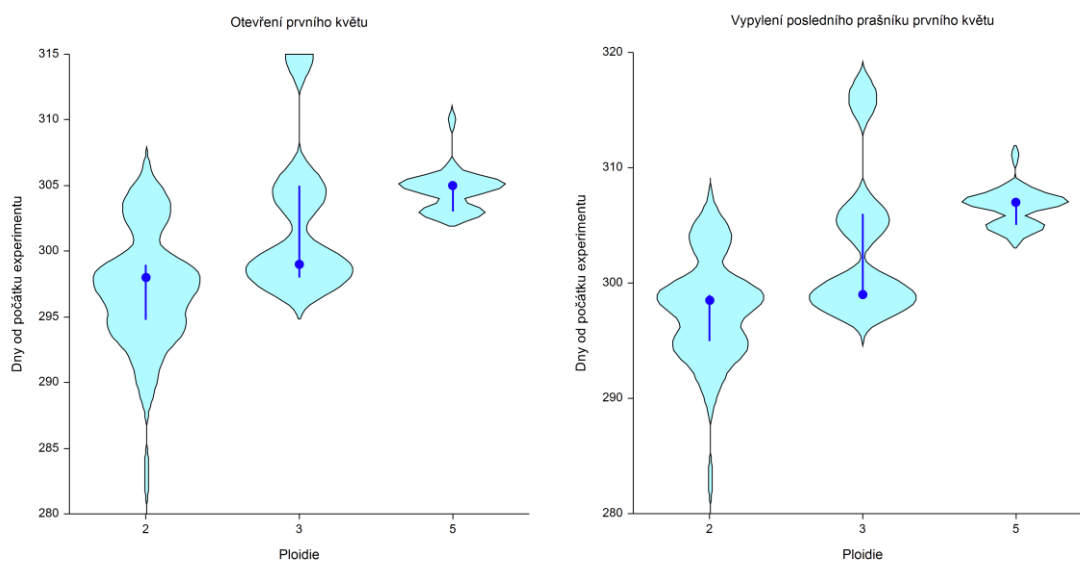
5.4 Fenologie cytotypů

Pomocí common-garden experimentu jsme získali data o nástupu jednotlivých fenofází. Na základě mnohonásobného Tukey-Kramerova porovnávání bylo zjištěno, že doba rašení listů se mezi jednotlivými cytotypy významně liší ($F = 27,13$; $p < 0,01$). Doba rašení listů diploidů se významně liší od triploidů a pentaploidů. Doba rašení listů triploidů se liší od diploidů a doba rašení listů pentaploidů se liší od diploidů (obr. 5). Dále byly Tukey-Kramerovým mnohonásobným porovnáváním zjištěny významné rozdíly v době založení stvolu ($F = 6,67$; $p = 0,002$). Doba založení stvolu se významně liší mezi diploidy a pentaploidy (obr. 5).



Obrázek 5: Grafy typu „violin plot“ pro nástup jednotlivých fenofází studovaných cytotypů. Tmavě modrý bod uprostřed grafu znázorňuje medián, tmavě modrá čára rozpětí 25.–75. kvartilu.

Signifikantní rozdíly byly také zaznamenány v době rozvinutí prvního květu ($F = 41,85$; $p < 0,01$), doba nástupu této fenofáze u triploidů a pentaploidů se liší od diploidů a počátek kvetení diploidů se liší od triploidů a pentaploidů (obr. 6). Stejný výsledek byl zjištěn i u fenofáze vypylení posledního prašníku prvního květu ($F = 55,08$; $p < 0,01$).



Obrázek 6: Grafy typu „violin plot“ pro nástup jednotlivých fenofází studovaných cytotypů. Tmavě modrý bod uprostřed grafu znázorňuje medián, tmavě modrá čára rozpětí 25.–75. kvartilu.

6. DISKUZE

Vyšší ploidní stupeň rostlin je obecně spojován se změnou jejich ekologických vlastností. Rostliny s vyšší ploidíi obvykle osidlují odlišnou ekologickou niku nebo mají dokonce širší ekologickou valenci než jejich diploidní předci (Levin 1983, Ramsey & Schemske 1998, Levin 2002, Weiss-Schneeweiss et al. 2013). Na základě tohoto očekávání byly určeny a porovnány ekologické preference jednotlivých cytotypů.

6.1 Vegetační vazba cytotypů

Analýzou 44 fytoecologických snímků bylo zjištěno, že diploidní populace mají dvě vegetační optima. Nejčastěji se vyskytovaly v mezofilních ovsíkových a kostřavových loukách svazu *Arrhenatherion elatioris* a také v úzkolistých suchých trávnicích svazu *Festucion valesiaceae*. Tento cytotyp byl dále poměrně častý také v mezofilních akátinách s nitrofilními druhy svazu *Chelidonio majoris-Robinion pseudoacaciae* a v subkontinentálních širokolistých trávnicích svazu *Cirsio-Brachypodion pinnati*. Nejčastější přítomnost diploidního cytotypu ve společenstvech těchto svazů potvrzuje Hrouda (2010). Také Herrmann (2002) uvádí nejčastější výskyt diploidů v suchých trávnicích třídy *Festuco-Brometea* a na loukách a mezofilních pastvinách třídy *Molinio-Arrhenatheretea*.

Triploidní cytotyp, podobně jako diploidní, byl nejčastěji nalezen na mezofilních ovsíkových a kostřavových loukách svazu *Arrhenatherion elatioris*, což souhlasí s údaji v literatuře (Hrouda 2010). Podle Hroudy (2010) je vázán především na nelesní stanoviště, jen vzácně se vyskytuje ve světlých lesích a často se vyskytuje synantropně. Vzhledem k poměrně malému množství snímků pro populace tohoto cytotypu lze však výsledky považovat pouze za předběžné.

Populace v ČR údajně vyhynulého pentaploidního cytotypu (Hrouda 2010, Grulich 2012) byly nalezeny v městském trávníku podél komunikace v Olomouci, což odpovídá údaji o typu stanoviště tohoto cytotypu od Hroudy (2010), dále byl tento cytotyp nalezen v mezofilních akátinách svazu *Chelidonio majoris-Robinion pseudoacaciae* na jižní Moravě. Zřetelná je vazba tohoto cytotypu na člověkem ovlivněná stanoviště. Výskyt na podobných stanovištích na Iberském poloostrově uvádí

Martínez-Azorín et al. (2010). Jeho šíření na disturbovaná stanoviště je pravděpodobně umožněno hlavně prostřednictvím většího množství pacibulek, které se od mateřské rostliny šíří zejména zemědělskou činností, úpravou městských trávníků atd. (Martínez-Azorín et al. 2010).

6.2 Stanovištní preference cytotypů

Analýzou získané hodnoty pH půdních vzorků ukázaly, že diploidní cytotyp se vyskytuje především na stanovištích se středními hodnotami pH (od mírně kyselých po mírně zásadité), s tím souhlasí i výsledek nepřímé indikace pomocí Ellenbergových hodnot. Herrmann (2002) uvádí, že diploidy nalezneme na stanovištích s mírně kyselou půdní reakcí, naopak podle Hroudě (2010) je půdní pH na stanovištích diploidů neutrální až zásadité.

Přímou metodou bylo zjištěno nejširší rozpětí hodnot momentní půdní vlhkosti stanovišť diploidů ze všech tří cytotypů. Nepřímá metoda indikace ukázala, že diploidi rostou hlavně na sušších stanovištích. Podle Herrmann (2002) jsou stanoviště diploidů vlhčí především na podzim, v zimě a začátkem jara, naopak koncem jara a v létě jsou tato stanoviště vysušená. Hrouda (2010) uvádí pro diploidy stanoviště suchá, která mohou být na jaře přeplovovaná (zejména aluviální louky).

Nepřímou indikací bylo zjištěno, že diploidy nalezneme na stanovištích světlejších, což odpovídá údajům v literatuře (Herrmann 2002, Hrouda 2010). Herrmann (2002) navíc uvádí, že tento cytotyp je schopen růst jak na slunných, tak na stinných stanovištích. Je pravdou, že v případě výskytu diploidů v lesích (akátiny, dubohabřiny), jsou tato stanoviště začátkem jara osvětlená, ale s nástupem olistění stromů se stávají zastíněnými.

Z hlediska teploty jsou stanoviště diploidů mírně teplejší, nepřímá indikace také ukázala na suboceánický typ. Dále bylo nepřímo zjištěno, že substrát diploidů je středně úživný. Hrouda (2010) uvádí, že stanoviště diploidů bývají na živiny bohatá, zatímco podle Herrmanna (2002) může být substrát stanovišť diploidů na živiny chudý až bohatý.

Některé rozcházející se údaje v různých literárních zdrojích mohou být způsobené právě širokou ekologickou valencí diploidního cytotypu. Prokázaná nejširší ekologická valence u diploidů je v rozporu s tvrzením, že větší genom a nové genové

kombinace umožňují polyploidům širší ekologickou valenci (Levin 2002, Weiss-Schneeweiss et al. 2013).

Analýzou půdních vzorků odebraných na stanovišti triploidní populace bylo zjištěno nízké pH, které značí vazbu triploidů na kyselá stanoviště, zatímco Hrouda (2010) uvádí pro triploidy stanoviště slabě kyselá až slabě zásaditá. Nepřímou indikací byla zjištěna také slabě kyselá půdní reakce. Dále byla analyzována momentní vlhkost půdního vzorku, která byla nižší než u vzorků ze stanovišť diploidů, ale srovnatelná se stanovišti pentaploidů. Tento výsledek však může být náhodný z důvodu analýzy pouze jednoho dostupného půdního vzorku ze stanoviště triploidní populace. Hrouda (2010) uvádí pro triploidní populace čerstvě vlhká stanoviště, zatímco nepřímá indikace ukazuje spíše na stanoviště sušší. Výsledky pro triploidní populace však mohou být ovlivněny také malým počtem analyzovaného fytoecologického materiálu. Triploidy nalezneme vzácně na lesních stanovištích, tudíž jsou pro ně typická světlejší stanoviště (Hrouda 2010) a s tímto údajem také souhlasí výsledek provedené nepřímé indikace. Podle Hroudy (2010) nalezneme triploidní populace spíše ve středních nadmořských výškách než v teplých nížinách. Nepřímou indikací bylo zjištěno, že nejčastější výskyt triploidů je na mírně teplejších stanovištích, podobně jako u diploidů. Z hlediska kontinentality byla zjištěna oceánická až suboceánická stanoviště. Dále nepřímá indikace prokázala středně úživné půdy na stanovištích triploidů, ačkoliv podle Hroudy (2010) bývají tato stanoviště na živiny bohatá.

Pentaploidní populace se vyskytovaly na stanovištích se středními hodnotami pH substrátu, podobně jako diploidi a stejný výsledek byl zjištěn také nepřímou indikací. Momentní půdní vlhkost těchto stanovišť byla podle výsledků přímé indikace nižší než u diploidů, srovnatelná se stanovištěm triploidů. Nepřímá indikace však prokázala půdní vlhkost vyšší než u ostatních cytotypů a s tímto také souhlasí údaje od Hroudy (2010). Nepřímo byla zjištěna stanoviště světlejší, zatímco Hrouda (2010) uvádí pro pentaploidní populace jak luční, tak lesní stanoviště, která mohou být považována s nástupem olistění stromů za stinná. Dále bylo nepřímou indikací zjištěno, že stanoviště pentaploidů jsou podobně jako diploidů i triploidů mírně teplejší a podobně jako u diploidů suboceánická. Pentaploidi rostou na půdách na živiny nejbohatších ze všech tří cytotypů.

Výsledky analýzy půdního pH získané přímou i nepřímou indikací se shodují. Nepřímou indikací byl zjištěn signifikantní rozdíl v pH substrátů jednotlivých cytotypů. Je zde patrná vazba diploidních a pentaploidních populací na stanoviště se středními

hodnotami pH, jediný triploidní cytotyp vykazuje jistou vazbu na kyselá stanoviště. Výsledky týkající se vlhkosti stanoviště získané oběma přístupy se však zcela neshodují. Nepřímo byla zjištěna vazba diploidů a triploidů na stanoviště sušší, a naopak vazba pentaploidů na stanoviště čerstvě vlhká. Přímá indikace však prokázala u diploidů nejširší rozpětí hodnot momentní půdní vlhkosti stanovišť, a naopak vazbu triploidů a pentaploidů na stanoviště sušší. Tento nepoměr mohl být způsobený dlouhotrvajícím extrémním suchem v době odběru půdních vzorků, tudíž i na stanovištích pentaploidů mohlo být větší sucho, než se dalo očekávat. Také relativně nízká hodnota momentní půdní vlhkosti na stanovišti triploidů může být pouze náhodná, jelikož jsme pro analýzu měli dostupný pouze jeden půdní vzorek. Výsledky získané nepřímou indikací týkající se osvětlení a teploty stanoviště jsou pro všechny tři cytotypy stejné.

Bohužel k vyšším ploidním stupňům nejsou prozatím dostupné potřebné údaje pro srovnání zjištěných výsledků týkajících se vlastností stanovišť jednotlivých ploidii. Také zjištěná signifikantní vazba triploidní populace na kyselé půdy by měla být v budoucnu dále testována, jelikož do naší přímé analýzy byla zahrnuta pouze jedna triploidní populace.

6.3 Fenologie

Fenologie jednotlivých cytotypů byla ověřena na základě common-garden experimentu. Fenologie byla testována na 110 jedincích z 11 populací diploidního, 10 jedincích z 1 populace triploidního a 30 jedincích z 3 populací pentaploidního cytotypu. Byly zjištěny jisté rozdíly v době nástupu jednotlivých fenofází u studovaných cytotypů. Podle literárních údajů byl očekáván nejčasnější nástup všech fenofází u pentaploidního cytotypu, tedy *O. umbellatum* s. str. a nejpozdější u triploidního *O. angustifolium*. Diploidní cytotyp (*O. kochii*) by měl být svou fenologií zhruba mezi oběma polyploidními cytotypy (Hroudá 2010).

Rašení listů bylo nejdříve pozorováno u diploidů, kdy vrchol nástupu této fenofáze byl v první polovině září (\pm 65. den experimentu). Také Herrmann (2002) uvádí u diploidů přítomnost listů od měsíce září do května, avšak náš výsledek se neshoduje s údaji od Hroudá (2010), který považuje diploidy za druhý nejčasnější cytotyp. Následovalo rašení listů u pentaploidů, kteří jsou považováni Hroudou (2010)

za nejčasnější cytotyp. Vrchol této fáze byl zaznamenán na konci září (± 90 . den experimentu). U triploidního cytotypu byly zaznamenány dva vrcholy nástupu této fenofáze. První v polovině září (± 70 . den experimentu) a druhý na začátku listopadu (± 125 . den experimentu). Tyto dva vrcholy jsou s nejvyšší pravděpodobností způsobeny tím, že pro experiment byla dostupná pouze jedna triploidní populace.

Založení stvolu započalo nejdříve u diploidů, a to začátkem dubna (± 277 . den experimentu). Opět tedy nelze souhlasit s nejčasnější fenologií pentaploidů (Hrouda 2010). Herrmann (2002) uvádí, že stvolý jsou u diploidů zakládány již od druhé poloviny března. U triploidů a pentaploidů byly zakládány stvolý spíše od poloviny dubna (± 283 . den experimentu). U triploidů byl opět problém s nedostatkem získaných dat, takže výsledek lze považovat za předběžný.

Rozvinutí prvního květu bylo možné nejdříve pozorovat poslední týden v dubnu u diploidů (± 297 . den experimentu), následovalo první vykvetení triploidů na přelomu dubna a května (± 303 . den experimentu) a jako poslední bylo zaznamenáno kvetení pentaploidů začátkem května (± 305 . den experimentu). Herrmann (2002) uvádí kvetení diploidů v dubnu až květnu, výjimečně počátkem června, ale zejména v 1. polovině května. Nejpozdější kvetení pentaploidů je zcela proti očekávání, a tento výsledek odporuje informacím od Hroudy (2010), podle něhož jsou pentaploidi ve všech fenofázích nejčasnější.

Geofyty obecně mají velký genom a tím pádem velké buňky včetně stomat. Velké buňky jsou důvodem rychlejšího růstu rostlin, ale na druhou stranu může docházet k jejich pomalejšímu dělení. Stomata jsou méně efektivní, jelikož dochází k jejich pomalému uzavírání, čímž může docházet ke ztrátám vody (Veselý et al. 2012). Je tedy možné, že pentaploidní jedinci v sušším období ztrácí více vody, a tak se vyvíjí pomaleji a mohou být tedy fenologicky opoždění oproti nižším ploidním stupňům. Bylo by vhodné se tomuto problému dále věnovat.

Poslední analyzovanou fenofází, bylo vypylení posledního prašníku prvního květu. Nejprve byla tato fenofáze zaznamenána u diploidů (± 298 . den experimentu), následně u triploidů (± 303 . den experimentu) a nakonec u pentaploidů (± 307 . den experimentu). Opět nelze souhlasit s nejčasnější fenologií pentaploidů (Hrouda 2010). U pentaploidů byla také zjištěna nejdelší prodleva mezi rozvinutím prvního květu a jeho vypylením, což může být způsobeno právě velikostí prašníků těchto rostlin.

7. ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce byla rešerše dostupné literatury o polyploidních komplexech a ověření hypotézy o posunu ekologické niky polyploidních jedinců z komplexu *Ornithogalum umbellatum* agg. Dále byla studována fenologie tohoto komplexu.

Bylo předpokládáno, že polyploidní jedinci *O. angustifolium* a *O. umbellatum* budou vykazovat širší ekologickou valenci než jejich diploidní předek *O. kochii*, jak vyplývá z literárních pramenů (Levin 1983, Ramsey & Schemske 1998, Levin 2002, Weiss-Schneeweiss et al. 2013). Porovnáním stanovištních preferencí jednotlivých cytotypů však bylo zjištěno, že polyploidní komplex *Ornithogalum umbellatum* tomuto předpokladu neodpovídá. Dvě zjištěná vegetační optima, mezofilní ovsíkové a kostřavové louky a suché úzkolisté trávníky, ukazují na schopnost diploidů růst jak v mezofilnějších, tak v suchých podmínkách. Dále byla zjištěna možná vazba triploidních jedinců na kyselý substrát, avšak tento výsledek by bylo dobré dále prověřit na větším vzorku.

Z proběhlého common-garden experimentu byla získána data o nástupu jednotlivých fenofází všech tří cytotypů. V literatuře je udáván pentaploidní cytotyp, jako fenologicky nejčasnější, triploidní jako nejpozdější a diploidní je zhruba mezi oběma polyploidními cytotypy. (Hrouda 2010). Námi získané výsledky se s těmito údaji neshodují. Diploidi byli nejčasnějším cytotypem ve všech analyzovaných fenofázích. Triploidi byli nejpozdější ve fenofázích rašení listů a založení stvolu. Oproti očekávání bylo zjištěno, že rozvinutí prvního květu a jeho vypylení u pentaploidů započalo nejpozději ze všech tří cytotypů, což je zcela v rozporu s údaji od Hroudy (2010) a tento výsledek by měl být v budoucnu více objasněn.

Celý komplex *O. umbellatum* agg. však vyžaduje další studium. V ideálním případě by bylo vhodné přidat k získaným výsledkům další údaje o polyploidních populacích, jak jejich ekologické valenci, tak fenologii, aby bylo dosaženo přesnějších poznatků. Jelikož doposud není mnoho dostupné literatury týkající se ekologie a fenologie polyploidních cytotypů studovaného komplexu, je problém se srovnáním našich výsledků s údaji jiných autorů. Zajímavým poznatkem je také letos nově objevený heptaploidní cytotyp z tohoto komplexu v jižních Čechách, který by bylo vhodné také zařadit mezi studované rostliny.

8. LITERATURA

- BAREITHER N., SCHEFFEL A. & METZ J. (2017): Distribution of polyploid plants in the common annual *Brachypodium distachyon* (s.l.) in Israel is not linearly correlated with aridity. – *Israel Journal of Plant Sciences* 64: 83–92.
- BRIGGS D. & WALTERS S. M. (2001): *Proměnlivost a evoluce rostlin*. – Univerzita Palackého, Olomouc.
- DANIHELKA J., CHRTEK J. jr. & KAPLAN Z. (2012): Checklist of vascular plants of the Czech Republic. – *Preslia* 84: 647–811.
- DOLEŽEL J., GREILHUBER J. & SUDA J. (2007): Estimation of nuclear DNA content in plants using flow cytometry. – *Nature Protocols* 2: 2233–2244.
- DUCHOSLAV M., ŠAFÁŘOVÁ L. & JANDOVÁ M. (2013): Role of adaptive and non-adaptive mechanisms forming complex patterns of genome size variation in six cytotypes of polyploid *Allium oleraceum* (Amaryllidaceae) on a continental scale. – *Annals of Botany* 111: 419–431.
- DUCHOSLAV M., ŠAFÁŘOVÁ L. & KRAHULEC F. (2010): Complex distribution patterns, ecology and coexistence of ploidy levels of *Allium oleraceum* (Alliaceae) in the Czech Republic. – *Annals of Botany* 105: 719–735.
- GRANT V. (1981): *Plant speciation*. – Columbia University Press, New York.
- GRULICH V. (2012): Red List of vascular plants of the Czech Republic: 3rd edition. – *Preslia* 84: 631–645.
- HASTEROK R., DRAPER J. & JENKINS G. (2004): Laying the cytotoxic foundations of a new model grass, *Brachypodium distachyon* (L.) Beauv. – *Chromosome Research* 12: 397–403.
- HENNEKENS S. M. & SCHAMINÉE J. H. (2001): TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. – *Journal of Vegetation Science* 12: 589–591.
- HERBEN T., SUDA J. & KLIMEŠOVÁ J. (2017): Polyploid species rely on vegetative reproduction more than diploids: a re-examination of the old hypothesis. – *Annals of Botany* 120: 341–349.
- HERRMANN N. (2002): Biological Flora of Central Europe: „*Ornithogalum angustifolium*” nom. prov., syn. pp *O. orthophyllum* ssp. *kochii* = *O. kochii* Parl., *O. gussonei* Ten. – *Flora* 197: 409–428.

- HINTZE J. (2013). NCSS 9. NCSS, LLC. Kaysville, Utah, USA. www.ncss.com.
- HROUDA L. (1980): Studium rodu *Ornithogalum* L. s. l. v Československu. – Habilitační práce [depon. in Kat. Bot. PřF UK, Praha].
- HROUDA L. (2010): *Ornithogalum* L. – In: ŠTĚPÁNKOVÁ J., CHRTEK J. jr. & KAPLAN Z. (eds), *Květena České republiky 8*, Academia, Praha, 600–613.
- HUSBAND B. C. (2004): The role of triploid hybrids in the evolutionary dynamics of mixed-ploidy populations. – *Biological Journal of the Linnean Society* 82: 537–546.
- JIAO Y., WICKETT N. J., AYYAMPALAYAM S., CHANDERBALI A. S., LANDHERR L., RALPH P. E., TOMSHO L. P., HU Y., LIANG H., SOLTIS P. S., SOLTIS D. E., CLIFFTON S. W., SCHLARBAUM S. E., SCHUSTER S. C., MA H., LEEBENS-MACK J. & de PAMPHILIS C. W. (2011): Ancestral polyploidy in seed plants and angiosperms. – *Nature* 473: 97–100.
- KOČÍ M., CHYTRÝ M. & TICHÝ L. (2003): Formalized reproduction of an expert-based phytosociological classification: a case study of subalpine tall-forb vegetation. – *Journal of Vegetation Science* 14: 601–610.
- KOLÁŘ F., ČERTNER M., SUDA J., SCHÖNSWETTER P. & HUSBAND B. C. (2017): Mixed-ploidy species: progress and opportunities in polyploid research. – *Trends in Plant Science* 22: 1041–1055.
- LEVIN D. A. (1983): Polyploidy and novelty in flowering plants. – *The American Naturalist* 122: 1–25.
- LEVIN D. A. (2002): *The role of chromosomal change in plant evolution*. – Oxford University Press, Oxford.
- LEWIS H. (1967): The taxonomic significance of autopolyploidy. – *Taxon* 16: 267–271.
- LUMARET R., GUILLERM J.-L., DELAY J., AIT LHAJ LOUTFI A., IZCO J. & JAY M. (1987): Polyploidy and habitat differentiation in *Dactylis glomerata* L. from Galicia (Spain). – *Oecologia* 73: 436–446.
- MACEIRA N. O., JACQUARD P. & LUMARET R. (1993): Competition between diploid and derivative autotetraploid *Dactylis glomerata* L. from Galicia. Implications for the establishment of novel polyploid populations. – *New Phytologist* 124: 321–328.
- MANZANEDA A. J., REY P. J., BASTIDA J. M., WEISS-LEHMAN C., RASKIN E. & MITCHELL-OLDS T. (2012): Environmental aridity is associated with

- cytotype segregation and polyploidy occurrence in *Brachypodium distachyon* (Poaceae). – *New Phytologist* 193: 797–805.
- MARTÍNEZ-AZORÍN M., CRESPO M. B. & JUAN A. (2010): Taxonomic revision of *Ornithogalum* subg. *Ornithogalum* (Hyacinthaceae) in the Iberian Peninsula and the Balearic Islands. – *Plant Systematics and Evolution* 289: 181–211.
- MASTERSON J. (1994): Stomatal size in fossil plants: evidence for polyploidy in majority of angiosperms. – *Science* 264: 421–424.
- MUÑOZ-PAJARES A. J., PERFECTTI F., LOUREIRO J., ABDELAZIZ M., BIELLA P., CASTRO M., CASTRO S. & GÓMEZ J. M. (2018): Niche differences may explain the geographic distribution of cytotypes in *Erysimum mediohispanicum*. – *Plant Biology* 20: 139–147.
- OPANOWICZ M., VAIN P., DRAPER J., PARKER D. & DOONAN J. H. (2008): *Brachypodium distachyon*: making hay with a wildgrass. – *Trends in Plant Science* 13: 172–177.
- PENNER S., DROR B., AVIEZER I., BAR-LEV Y., SALMAN-MINKOV A., MANDÁKOVÁ T., ŠMARDA P., MAYROSE I. & SAPIR Y.: Phenology and polyploidy in annual *Brachypodium* species (Poaceae) along the aridity gradient in Israel. – *Journal of Systematics and Evolution* (in press).
- PÍCHALOVÁ B. (2015): Hybridizace v rodu *Ornithogalum* L. (Hyacinthaceae) v Panonské nížině. – Bakalářská práce [depon. in Katedra Botanika, PřF UP, Olomouc].
- RAMSEY J. (2011): Polyploidy and ecological adaptation in wild yarrow. – *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108: 7096–7101.
- RAMSEY J. & RAMSEY T. S. (2014): Ecological studies of polyploidy in the 100 years following its discovery. – *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 369: 20130352.
- RAMSEY J., ROBERTSON A. & HUSBAND B. C. (2008): Rapid adaptive divergence in New World *Achillea*, an autopolyploid complex of ecological races. – *Evolution* 62: 639–653.
- RAMSEY J. & SCHEMSKE D. W. (1998): Pathways, mechanisms, and rates of polyploid formation in flowering plants. – *Annual Review of Ecology and Systematics* 29: 467–501.
- SOLTIS D. E., SEGOVIA-SALCEDO M. C., JORDON-THADEN I., MAJURE L., MILES N. M., MAVRODIEV E. V., MEI W., CORTEZ M. B., SOLTIS P. S. & GITZENDANNER M. A. (2014): Are polyploids really evolutionary dead-ends

- (again)? A critical reappraisal of Mayrose et al. (2011). – *New Phytologist* 202: 1105–1117.
- SOLTIS D. & SOLTIS P. S. (1999): Polyploidy: recurrent formation and genome evolution. – *Trends in Ecology & Evolution* 14: 348–352.
- SONNLEITNER M. , HÜLBER K., FLATSCHER R., ESCOBAR GARCÍA P., WINKLER M., SUDA J., SCHÖNSWETTER P. & SCHNEEWEISS G. M. (2016): Ecological differentiation of diploid and polyploid cytotypes of *Senecio carniolicus* sensu lato (Asteraceae) is stronger in areas of sympatry. – *Annals of Botany* 117: 269–276.
- SUDA J., WEISS-SCHNEEWEISS H., TRIBSCH A., SCHNEEWEISS G. M., TRÁVNÍČEK P. & SCHÖNSWETTER P. (2007): Complex distribution patterns of di-, tetra-, and hexaploid cytotypes in the European high mountain plant *Senecio carniolicus* (Asteraceae). – *American Journal of Botany* 94: 1391–1401.
- ŠAFÁŘOVÁ L. & DUCHOSLAV M. (2010): Cytotype distribution in mixed populations of polyploid *Allium oleraceum* measured at a microgeographic scale. – *Preslia* 82: 107–126.
- ŠTOLFOVÁ K. (2015): Cytologická a morfologická variabilita zástupců okruhu snědku rozkladitého (*Ornithogalum umbellatum* agg.) v České republice. – Bakalářská práce [depon. in Katedra Botanika, PřF UP, Olomouc].
- ŠTOLFOVÁ K. (2017): Cytogeografie a morfologie okruhu snědku rozkladitého (*Ornithogalum umbellatum* agg.) ve východní části střední Evropy. – Diplomová práce [depon. in Katedra Botanika, PřF UP, Olomouc].
- TICHÝ L. (2002): JUICE, software for vegetation classification. – *Journal of Vegetation Science* 13: 451–453.
- VESELÝ P., BUREŠ P., ŠMARDA P. & PAVLÍČEK T. (2011): Genome size and DNA base composition of geophytes: the mirror of phenology and ecology? – *Annals of Botany* 109: 65–75.
- WEISS-SCHNEEWEISS H. EMADZADE K., JANG T.-S. & SCHNEEWEISS G. M. (2013): Evolutionary consequences, constraints and potential of polyploidy in plants. – *Cytogenetic and Genome Research* 140: 137–150.
- WENDEL J. F. (2000): Genome evolution in polyploids. – In: DOYLE J. J. & GAUT B. S. (eds), *Plant molecular evolution*, Springer, Dordrecht, 225–249.

WESTHOFF V. & van der MAAREL E. (1978): The Braun-Blanquet Approach. – In:
WHITTAKER R. H. (ed.), *Classification of plant communities*, W. Junk, Hague,
289–399.

Druh	Patro	Číslo snímku														
		1	3	4	5	6	9	11	12	13	14	15	16	17		
<i>Plantago lanceolata</i>	E1	.	.	+	r	2	
<i>Stellaria pallida</i>	E1	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica arvensis</i>	E1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vicia cracca</i>	E1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vicia tetrasperma</i>	E1	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Achillea collina</i>	E1	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Agrimonia eupatoria</i>	E1	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alopecurus pratensis</i>	E1	.	r	.	r	+	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Arabis hirsuta</i>	E1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arrhenatherum elatius</i>	E1	.	+	2	2	1	+	.	.	+	2	3	2	2		
<i>Avenula pubescens</i>	E1	.	1	+	.	.	.	.	.	.	3	3	2	.
<i>Betonica officinalis</i>	E1	.	+	.	1	1	.	.	.	.	.	3	3	.
<i>Bromus erectus</i>	E1	.	2	.	.	.	.	.	.	1	.	3	2	.
<i>Centaurea scabiosa</i>	E1	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Cerastium arvense</i>	E1	.	+	.	+	.	.	.	.	.	2	2	.	.
<i>Cornus sanguinea</i>	E1	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Crataegus sp.</i>	E1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dianthus carthusianorum</i>	E1	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eryngium campestre</i>	E1	.	+	.	.	.	3	+	.	2	.	.	.	.
<i>Euphorbia cyparissias</i>	E1	.	+	+	.	.	.	+	.	2	.	.	.	.
<i>Festuca rupicola</i>	E1	.	2	.	4	1	.	.	.	4	3	2	2	.		
<i>Fragaria moschata</i>	E1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.
<i>Galium verum</i>	E1	.	+	.	+	.	2	.	.	.	3	1	+	.		
<i>Ligustrum vulgare</i>	E1	.	1	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Medicago falcata</i>	E1	.	1	.	.	.	+	2	.	+	2	.	2	.		
<i>Peucedanum alsaticum</i>	E1	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Poa angustifolia</i>	E1	.	2	2	2	2	.	1	.	2	2	.	3	.		
<i>Prunella vulgaris</i>	E1	.	r	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Rosa canina agg.</i>	E1	.	r	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Salvia pratensis</i>	E1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	2	2	1	+
<i>Syringa vulgaris</i>	E1	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica chamaedrys</i>	E1	.	+	2	2	+	.	.	.	.	+	+	+	1
<i>Veronica prostrata</i>	E1	.	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Viola hirta</i>	E1	.	+	.	.	+	.	.	2	.	1	1	2	.		
<i>Viola odorata</i>	E1	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potentilla arenaria</i>	E1	.	1	.	.	.	+	2	.	.	.	.	.	.
<i>Ajuga genevensis</i>	E1	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	E1	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	3
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	E1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Betula pendula</i>	E1	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex humilis</i>	E1	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Euonymus europaea</i>	E1	.	.	+	.	+	.	.	.	.	r	.	.	.
<i>Festuca ovina</i>	E1	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fragaria viridis</i>	E1	.	.	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium aparine</i>	E1	.	.	+	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Geum urbanum</i>	E1	.	.	r	.	+	.	.	2	.	.	r	.	.		

Druh	Patro	Číslo snímku												
		1	3	4	5	6	9	11	12	13	14	15	16	17
<i>Hieracium</i> sp.	E1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Luzula campestris</i>	E1	.	.	+	2	.	.	r	.	.	.	.	.	2
<i>Lychnis viscaria</i>	E1	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Medicago lupulina</i>	E1	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Myosotis ramosissima</i>	E1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potentilla argentea</i>	E1	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Prunus avium</i>	E1	.	.	r	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Saxifraga granulata</i>	E1	.	.	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Silene nutans</i>	E1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Silene vulgaris</i>	E1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thymus vulgaris</i>	E1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium alpestre</i>	E1	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium arvense</i>	E1	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium dubium</i>	E1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	r	.	2
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	E1	.	.	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Avenula pratensis</i>	E1	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	3
<i>Carex pallescens</i>	E1	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex praecox</i>	E1	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Centaurea jacea</i>	E1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	2	.	2
<i>Filipendula vulgaris</i>	E1	.	.	.	2	+	.	.	.	.	.	4	3	.
<i>Galium boreale</i>	E1	.	.	.	r	2	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Holcus lanatus</i>	E1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Knautia arvensis</i>	E1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1	2	2
<i>Lotus corniculatus</i>	E1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Myosotis arvensis</i>	E1	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pimpinella saxifraga</i>	E1	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	+	.	.
<i>Polygala vulgaris</i>	E1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus</i> sp.	E1	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus bulbosus</i>	E1	.	.	.	2	r	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rumex acetosa</i>	E1	.	.	.	2	+	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Trifolium pratense</i>	E1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	3
<i>Aegopodium podagraria</i>	E1	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Allium oleraceum</i>	E1	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anemone nemorosa</i>	E1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arctium tomentosum</i>	E1	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Corydalis cava</i>	E1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fallopia dumetorum</i>	E1	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca arundinacea</i>	E1	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Geranium pratense</i>	E1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1	+	1
<i>Saponaria officinalis</i>	E1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stellaria media</i>	E1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica sublobata</i>	E1	.	.	.	.	+	.	.	.	r	.	.	.	.
<i>Bistorta officinalis</i>	E1	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ballota nigra</i>	E1	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.
<i>Berteroa incana</i>	E1	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.
<i>Poa bulbosa</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.

Druh	Patro	Číslo snímku													
		1	3	4	5	6	9	11	12	13	14	15	16	17	
<i>Anthriscus sylvestris</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Glechoma hederacea</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.
<i>Poa nemoralis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
<i>Acinos arvensis</i>	E1	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Allium flavum</i>	E1	.	.	.	.	.	+	r	.	.	.	.	.	.
<i>Allium senescens</i> subsp. <i>montanum</i>	E1	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.
<i>Astragalus austriacus</i>	E1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bromus hordeaceus</i>	E1	.	.	.	.	.	2	.	.	+	.	.	.	.
<i>Bupleurum falcatum</i>	E1	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Camelina microcarpa</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carduus acanthoides</i>	E1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Centaurea stoebe</i>	E1	.	.	.	.	.	1	+	.	1	.	.	.	.
<i>Cerastium pumilum</i>	E1	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Echium vulgare</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Erodium cicutarium</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	1	.	.	.	.
<i>Falcaria vulgaris</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca valesiaca</i>	E1	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gagea pusilla</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium echioides</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Koeleria macrantha</i>	E1	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lamium amplexicaule</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.
<i>Lepidium campestre</i>	E1	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.
<i>Medicago minima</i>	E1	.	.	.	.	.	r	.	.	2	.	.	.	.
<i>Myosotis stricta</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Reseda lutea</i>	E1	.	.	.	.	.	r	.	.	r	.	.	.	.
<i>Senecio vulgaris</i>	E1	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.
<i>Seseli osseum</i>	E1	.	.	.	.	.	r	+	.	.	.	.	.	.
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Erythrosperma</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thlaspi perfoliatum</i>	E1	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica praecox</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.
<i>Viola arvensis</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thesium arvense</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Muscari comosum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.
<i>Alyssum montanum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Anthyllis vulneraria</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Asperula cynanchica</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.
<i>Aster linosyris</i>	E1	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
<i>Dianthus pontederiae</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Dorycnium herbaceum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.
<i>Festuca pallens</i>	E1	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
<i>Galium glaucum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
<i>Globularia bisnagarica</i>	E1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Koeleria pyramidata</i> agg.	E1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Muscari tenuiflorum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus illyricus</i>	E1	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.

Druh	Patro	Číslo snímku												
		1	3	4	5	6	9	11	12	13	14	15	16	17
<i>Rhus</i> sp.	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Sanguisorba minor</i>	E1	.	.	.	.	.	.	2	.	.	1	.	.	.
<i>Scabiosa ochroleuca</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	r	2	.	.	.
<i>Sedum album</i>	E1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Stachys recta</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	3	.	.	2	.
<i>Stipa pulcherrima</i>	E1	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.
<i>Teucrium chamaedrys</i>	E1	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
<i>Verbascum chaixii</i>	E1	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.
<i>Thymus glabrescens</i>	E1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Acer campestre</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Acer platanoides</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
<i>Angelica sylvestris</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	r	r	.
<i>Campanula trachelium</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Crataegus laevigata</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
<i>Fragaria vesca</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Fraxinus excelsior</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Galium odoratum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
<i>Geranium robertianum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Hedera helix</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
<i>Lamium maculatum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Lonicera caprifolium</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.
<i>Melica uniflora</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.
<i>Mercurialis perennis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
<i>Polygonatum odoratum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Primula veris</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	4	3	.
<i>Pulmonaria officinalis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Tanacetum corymbosum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	2	.
<i>Viola mirabilis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.
<i>Achillea setacea</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Carex supina</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Hesperis tristis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.
<i>Verbascum phoeniceum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.
<i>Briza media</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	2
<i>Cardaria draba</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Carex tomentosa</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	3	.
<i>Euphorbia esula</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	2	.
<i>Festuca rubra</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	4
<i>Geranium pyrenaicum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Leontodon autumnalis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.
<i>Leucanthemum ircutianum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Onobrychis viciifolia</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.
<i>Ononis spinosa</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Pimpinella major</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Potentilla heptaphylla</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.
<i>Ranunculus polyanthemos</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	+	2	.

Druh	Patro	Číslo snímku												
		1	3	4	5	6	9	11	12	13	14	15	16	17
<i>Scorzonera cana</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Securigera varia</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	.	.
<i>Thesium dollineri</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.
<i>Viola rupestris</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Acer pseudoplatanus</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.
<i>Aster amellus</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Carex michelii</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.
<i>Chamaecytisus ratisbonensis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.
<i>Colchicum autumnale</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	3	2
<i>Genista tinctoria</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.
<i>Hypericum maculatum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.
<i>Prunella grandiflora</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Prunus cerasifera</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	r	.
<i>Ranunculus acris</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	4
<i>Salvia verticillata</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.
<i>Thalictrum minus</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	.
<i>Trifolium montanum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.
<i>Veronica austriaca</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	.
<i>Centaurea triumfettii</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.
<i>Melampyrum arvense</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.
<i>Ajuga reptans</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Carex leporina</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Clinopodium vulgare</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Equisetum arvense</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Leucanthemum vulgare</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Potentilla alba</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r
<i>Stellaria graminea</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Trisetum flavescens</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2

1. Olomouc, Čechovy sady (CEC), 219 m n. m., 49°35'33.7"N, 17°14'41.4"E, 26. 4. 2018 M. Prokešová & M. Hroneš, sklon 0°, orientace –, velikost snímku 4×4 m, pokryvnost E3 0 %, pokryvnost E2 0 %, pokryvnost E1 80 %, pokryvnost E0 0 %.
3. Kosířské vinohrady (KSV), 298 m n. m., 49°31'47.7"N, 17°05'04.1"E, 27. 4. 2018 M. Prokešová & M. Hroneš, sklon 0°, orientace –, velikost snímku 4×4 m, pokryvnost E3 0 %, pokryvnost E2 0 %, pokryvnost E1 65 %, pokryvnost E0 60 %.
4. Malý Kosíř (MLK), 304 m n. m., 49°33'18.1"N, 17°53'08"E, 27. 4. 2018 M. Prokešová & M. Hroneš, sklon 3°, orientace V, velikost snímku 4×4 m, pokryvnost E3 0 %, pokryvnost E2 0 %, pokryvnost E1 70 %, pokryvnost E0 5 %.
5. Hradec Králové, Malšovice (ORL), 232 m n. m., 50°12'46.6"N, 15°52'47.4"E, 2. 5. 2018 M. Hroneš, sklon 0°, orientace –, velikost snímku 4×4 m, pokryvnost E3 0 %, pokryvnost E2 0 %, pokryvnost E1 70 %, pokryvnost E0 10 %.

6. Hradec Králové, Malšovice, protipovodňová hráz Orlice (HRM), 224 m n. m., 50°12'35.8"N, 15°51'29.6"E, 2. 5. 2018 M. Hroneš, sklon 30°, orientace J, velikost snímku 4×4 m, pokryvnost E3 0 %, pokryvnost E2 0 %, pokryvnost E1 50 %, pokryvnost E0 0 %.
9. Miroslav, Miroslavské kopce (MIK), 295 m n. m., 48°56'28.3"N, 16°18'54.4"E, 4. 5. 2018 M. Prokešová & M. Hroneš, sklon 3°, orientace JV, velikost snímku 4×4 m, pokryvnost E3 0 %, pokryvnost E2 0 %, pokryvnost E1 60 %, pokryvnost E0 50 %.
11. Mikulov, Svatý kopeček u Mikulova (KOP), 343 m n. m., 48°48'25.6"N, 16°39'00.9"E, 4. 5. 2018 M. Prokešová & M. Hroneš, sklon 5°, orientace JV, velikost snímku 4×4 m, pokryvnost E3 0 %, pokryvnost E2 0 %, pokryvnost E1 60 %, pokryvnost E0 50 %.
12. Mikulov, les na SV svahu (MIS), 337 m n. m., 48°48'32.5"N, 16°39'10.1"E, 4. 5. 2018 M. Prokešová & M. Hroneš, sklon 10°, orientace SV, velikost snímku 20×20 m, pokryvnost E3 65 %, pokryvnost E2 60 %, pokryvnost E1 50 %, pokryvnost E0 10 %.
13. Tvarožná, Santon (TVA), 303 m n. m., 49°11'17.8"N, 16°45'48.8"E, 11. 5. 2018 M. Prokešová & M. Hroneš, sklon 2°, orientace S, velikost snímku 4×4 m, pokryvnost E3 0 %, pokryvnost E2 0 %, pokryvnost E1 80 %, pokryvnost E0 40 %.
14. Tvarožná, výslunná stráň na S okraji obce (TVR), 270 m n. m., 49°11'17.9"N, 16°46'00.5"E, 11. 5. 2018 M. Prokešová & M. Hroneš, sklon 2°, orientace Z, velikost snímku 4×4 m, pokryvnost E3 0 %, pokryvnost E2 0 %, pokryvnost E1 70 %, pokryvnost E0 20 %.
15. Komořany, stepní stráň u Komořan, (KOM1), 280 m n. m., 49°11'49.5"N, 16°55'30.4"E, 11. 5. 2018 M. Prokešová & M. Hroneš, sklon 10°, orientace Z, velikost snímku 4×4 m, pokryvnost E3 0 %, pokryvnost E2 0 %, pokryvnost E1 95 %, pokryvnost E0 10 %.
16. Komořany, stepní stráň u Komořan, (KOM2), 285 m n. m., 49°11'50.9"N, 16°55'32.9"E, 11. 5. 2018 M. Prokešová & M. Hroneš, sklon 0°, orientace –, velikost snímku 4×4 m, pokryvnost E3 0 %, pokryvnost E2 0 %, pokryvnost E1 80 %, pokryvnost E0 5 %.
17. Náměšť na Hané, Terezké údolí, (TER), 260 m n. m., 49°35'49.2"N, 17°02'28.7"E, 11. 5. 2018 M. Prokešová & M. Hroneš, sklon 0°, orientace –, velikost snímku 4×4 m, pokryvnost E3 0 %, pokryvnost E2 0 %, pokryvnost E1 95 %, pokryvnost E0 1 %.

PŘÍLOHA 2

Fytocenologický snímek pořízený na stanovišti triploidních rostlin.

7. Hradec Králové, Plácky, břeh Labe (PLA), 232 m n. m., 50°13'47.2"N, 15°49'24.6"E,
2. 5. 2018 M. Hroneš, sklon 15°, orientace JV, velikost snímku 4×4 m, pokryvnost
E3 0 %, pokryvnost E2 0 %, pokryvnost E1 80 %, pokryvnost E0 0 %.

E1: *Alopecurus pratensis*: 2; *Arrhenatherum elatius*: 3; *Ballota nigra*: +; *Berteroa
incana*: r; *Festuca pratensis*: 3; *Ficaria verna* subsp. *verna*: +; *Galium album*: 1;
Lamium purpureum: r; *Medicago sativa*: +; *Ornithogalum umbellatum* agg.: +; *Poa
angustifolia*: 3; *Poa bulbosa*: 2; *Polygonum aviculare* agg.: +; *Rosa canina* agg.: r;
Rumex acetosa: 2; *Silene vulgaris*: +; *Stellaria media*: +; *Veronica arvensis*: +;
Veronica sublobata: +.

PŘÍLOHA 3

Fytocenologické snímky pořízené na stanovištích pentaploidních rostlin.

Druh	Patro	Číslo snímku		
		2	8	10
<i>Robinia pseudacacia</i>	E3	.	4	3
<i>Pinus sylvestris</i>	E3	.	.	2
<i>Quercus petraea</i>	E3	.	.	3
<i>Ailanthus altissima</i>	E2	.	r	.
<i>Euonymus europaea</i>	E2	.	+	+
<i>Robinia pseudacacia</i>	E2	.	2	.
<i>Fraxinus excelsior</i>	E2	.	.	+
<i>Ligustrum vulgare</i>	E2	.	.	+
<i>Prunus sp.</i>	E2	.	.	2
<i>Ribes rubrum</i>	E2	.	.	+
<i>Dactylis glomerata</i>	E1	1	.	2
<i>Ornithogalum umbellatum</i> agg.	E1	+	+	+
<i>Poa pratensis</i>	E1	4	.	+
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Taraxacum</i>	E1	2	.	+
<i>Trifolium repens</i>	E1	3	.	.
<i>Ficaria verna</i> subsp. <i>verna</i>	E1	.	3	.
<i>Achillea millefolium</i>	E1	+	.	.
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	E1	+	.	.
<i>Bellis perennis</i>	E1	r	.	.
<i>Campanula rapunculoides</i>	E1	2	.	.
<i>Cerastium glomeratum</i>	E1	r	.	.
<i>Cerastium glutinosum</i>	E1	1	.	.
<i>Cerastium holosteoides</i>	E1	1	.	.
<i>Cirsium arvense</i>	E1	+	.	.
<i>Convolvulus arvensis</i>	E1	r	.	.
<i>Crepis biennis</i>	E1	1	.	.
<i>Erigeron annuus</i>	E1	r	.	.
<i>Galium album</i>	E1	r	.	.
<i>Holosteum umbellatum</i>	E1	+	.	.
<i>Lathyrus pratensis</i>	E1	+	.	.
<i>Muscari armeniacum</i>	E1	r	.	.
<i>Narcissus sp.</i>	E1	r	.	.
<i>Plantago lanceolata</i>	E1	2	.	.
<i>Poa annua</i>	E1	2	.	.
<i>Stellaria pallida</i>	E1	1	.	.
<i>Veronica arvensis</i>	E1	1	.	.
<i>Veronica persica</i>	E1	+	.	.
<i>Vicia cracca</i>	E1	2	.	.
<i>Vicia sativa</i>	E1	2	.	.

Druh	Patro	Číslo snímku		
		2	8	10
<i>Vicia tetrasperma</i>	E1	+	.	.
<i>Arrhenatherum elatius</i>	E1	.	1	2
<i>Rosa canina</i> agg.	E1	.	.	+
<i>Viola odorata</i>	E1	.	1	r
<i>Galium aparine</i>	E1	.	3	+
<i>Geum urbanum</i>	E1	.	2	+
<i>Arctium tomentosum</i>	E1	.	r	.
<i>Stellaria media</i>	E1	.	2	.
<i>Veronica sublobata</i>	E1	.	2	1
<i>Ballota nigra</i>	E1	.	2	2
<i>Lamium purpureum</i>	E1	.	1	+
<i>Anthriscus sylvestris</i>	E1	.	1	.
<i>Bromus sterilis</i>	E1	.	3	4
<i>Carex muricata</i>	E1	.	r	.
<i>Chelidonium majus</i>	E1	.	3	2
<i>Glechoma hederacea</i>	E1	.	+	.
<i>Lysimachia nummularia</i>	E1	.	+	.
<i>Poa nemoralis</i>	E1	.	r	.
<i>Poa remota</i>	E1	.	1	.
<i>Prunus spinosa</i>	E1	.	r	.
<i>Urtica dioica</i>	E1	.	3	.
<i>Alliaria petiolata</i>	E1	.	.	2
<i>Anthriscus cerefolium</i>	E1	.	.	+
<i>Aristolochia clematidis</i>	E1	.	.	1
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	E1	.	.	+
<i>Calamagrostis epigejos</i>	E1	.	.	3
<i>Humulus lupulus</i>	E1	.	.	+
<i>Muscari comosum</i>	E1	.	.	1
<i>Prunus</i> sp.	E1	.	.	+
<i>Sambucus nigra</i>	E1	.	.	+
<i>Valerianella locusta</i>	E1	.	.	+

2. Olomouc, Velkomoravská (VEL), 213 m n. m., 49°34'56.3"N, 17°14'51.3"E, 26. 4. 2018 M. Prokešová & M. Hroneš, sklon 0°, orientace –, velikost snímku 6×2 m, pokryvnost E3 0 %, pokryvnost E2 0 %, pokryvnost E1 95 %, pokryvnost E0 10 %.
8. Miroslav, akátina u Štěpánovického lomu (MIR), 234 m n. m., 48°57'14.5"N, 16°20'14.7"E, 4. 5. 2018 M. Prokešová & M. Hroneš, sklon 0°, orientace –, velikost snímku 20×20 m, pokryvnost E3 70 %, pokryvnost E2 50 %, pokryvnost E1 90 %, pokryvnost E0 50 %.
10. Novosedly (NOV), 186 m n. m., 48°51'03.4"N, 16°30'28.2"E, 4. 5. 2018 M. Prokešová & M. Hroneš, sklon 0°, orientace –, velikost snímku 20×20 m, pokryvnost E3 70 %, pokryvnost E2 20 %, pokryvnost E1 70 %, pokryvnost E0 20 %.