

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
KATEDRA BOTANIKY



**CYTOLOGICKÁ A MORFOLOGICKÁ VARIABILITA ZÁSTUPCŮ
OKRUHU SNĚDKU ROZKLADITÉHO (*ORNITHOGALUM
UMBELLATUM* AGG.) V ČESKÉ REPUBLICE**

Bakalářská práce

Klára Štolfová

Vedoucí práce

Mgr. Michal Hroneš

OLMOUC

2015

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Klára Štolfová

Název práce: Cytologická a morfologická variabilita 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: Mgr. Michal Hroneš

Rok obhajoby práce: 2015

Abstrakt: Ve střední Evropě do komplexu *Ornithogalum umbellatum* agg. patří druhy *Ornithogalum kochii* PARL., *Ornithogalum angustifolium* BOREAU a *Ornithogalum umbellatum* L., z nichž poslední je považován za vyhynulý druh na našem území. Tento agregát představuje vysoce variabilní polyploidní komplex s několika publikovanými ploidními úrovněmi. Tato práce se zaměřila na analýzu ploidie vzorků tohoto okruhu z východní části střední Evropy pomocí cytologických a morfometrických metod. Metodou průtokové cytometrie bylo objeveno pět ploidních cytotypů. Diploidní cytotyp *O. kochii* byl zaznamenán v severním Maďarsku a na jižním Slovensku, triploidní cytotyp *O. angustifolium* byl nalezen na území České republiky na severovýchodě Čech. Poslední taxon *O. umbellatum* byl objeven jako pentaploidní, hexaploidní a dokonce oktoploidní cytotyp. Všechny tři cytotypy *O. umbellatum* byly nalezeny na území Maďarska jak v cytotypově smíšených, tak i nesmíšených populacích. Morfologicky byly studovány taxony *O. umbellatum* a *O. angustifolium*. Oba taxony se významně lišily ve 12 z 20 studovaných kvantitativních morfologických znacích.

Klíčová slova: *Ornithogalum kochii*, *Ornithogalum angustifolium*, *Hyacinthaceae*, polyploidie, průtoková cytometrie, morfometrika

Počet stran: 69

Počet příloh: 3

Jazyk: Český

Bibliographical identification

Author's first name and surname: Klára Štolfová

Title: Cytological and morphological variability of the Star-of-Bethlehem species complex (*Ornithogalum umbellatum* agg.) in the Czech Republic (Central Europe)

Type of thesis: Bachelor

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

Supervisor: Mgr. Michal Hroneš

The year of presentation: 2015

Abstract: *Ornithogalum umbellatum* species complex represents cytologically highly variable group with several published ploidy levels. Three taxa from this complex occurring in the Central Europe: *Ornithogalum kochii* PARL., *Ornithogalum angustifolium* BOREAU and *Ornithogalum umbellatum* L., with latter species considered as extinct in the Czech Republic. This thesis aims to describe cytological and morphological variability of this complex in the eastern part of the Central Europe using standard morphometric methods and flow-cytometry. Five cytotypes were discovered during the work. Diploid *O. kochii* was found in the northern Hungary and southern Slovakia, triploid *O. angustifolium* was discovered in the north eastern Bohemia (Czech Republic). Populations of the last taxon *O. umbellatum* were resolved as pentaploid, hexaploid and even octoploid. All three cytotypes of this taxon occurred in Hungary, in both cytotype mixed or unmixed populations. Classical morphometric methods were used to study morphological variability in *O. umbellatum* and *O. angustifolium*. These two taxa significantly differ in 12 of 20 studied quantitative morphological traits.

Keywords: *Ornithogalum kochii*, *Ornithogalum angustifolium*, *Hyacinthaceae*, polyploidy, morphometrics, flow-cytometry

Number of pages: 69

Number of appendices: 3

Language: Czech

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně s použitím literatury a uvedla jsem všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

V Olomouci dne 6.8.2015

Klára Štolfová

OBSAH

SEZNAM TABULEK	7
SEZNAM OBRÁZKŮ	8
PODĚKOVÁNÍ.....	9
1. ÚVOD	10
2. OBECNÁ ČÁST	11
2.1. Čeleď Hyacinthaceae.....	11
2.1.1. Obecná morfologická charakteristika	11
2.1.2. Rozšíření ve světě	11
2.1.3. Postavení v systému.....	11
2.1.4. Podčeleď Ornithogaloideae	12
2.2. Charakteristika rodu <i>Ornithogalum</i>	14
2.2.1. Infragenerické členění rodu <i>Ornithogalum</i> a rozšíření	14
2.2.2. Obecná morfologická charakteristika	15
2.2.3. Význam.....	15
2.3. Charakteristika <i>Ornithogalum umbellatum</i> agg. ve střední Evropě.....	16
2.3.1. Obecná morfologická charakteristika	16
2.3.2. Polyploidie, aneuploidie a diverzita počtu chromozomů	16
2.3.3. Způsob rozmnožování	18
2.3.4. Rozšíření ve světě	19
2.3.5. Přehled studovaných taxonů	20
2.3.5.1. <i>Ornithogalum umbellatum</i> L. – snědek rozkladitý	20
2.3.5.2. <i>Ornithogalum kochii</i> PARL. – snědek Kochův.....	23
2.3.5.3. <i>Ornithogalum angustifolium</i> BOREAU – snědek chocholičnatý	26
2.3.6. Tabulky hlavních morfologických znaků	29
3. CÍLE PRÁCE	30

4. MATERIÁL A METODIKA	31
4.1. Sběr vzorků	31
4.2. Morfometrická analýza	32
4.3. Stanovení DNA ploidní úrovně	33
4.3.1. Charakteristika průtokové cytometrie	34
4.3.2. Vlastní měření na průtokovém cytometru	34
5. VÝSLEDKY	35
5.1. Stanovení DNA ploidní úrovně	35
5.2. Morfologická variabilita studovaných taxonů	38
5.2.1. Tabulka měřených kvalitativních znaků	38
5.2.2. Tabulka měřených kvantitativních znaků	39
5.2.3. Dvouvýběrový t-test	40
5.2.4. Výsledky statistických testů znázorněné krabičkovými diagramy	41
6. DISKUZE	44
6.1. Zastoupení a rozšíření cytotypů <i>Ornithogalum umbellatum</i> agg. ve střední Evropě	44
6.2. Morfologická variabilita <i>Ornithogalum umbellatum</i> agg. ve střední Evropě	46
7. ZÁVĚR	49
8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	50
PŘÍLOHA Č. 1 : SEZNAM LOKALIT	55
PŘÍLOHA Č. 2: PŘEHLED HLAVNÍCH MORFOLOGICKÝCH ZNAKŮ	58
PŘÍLOHA Č. 3: VÝSLEDKY MORFOMETRICKÉHO MĚŘENÍ	67

SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1: Počty studovaných rostlin v flow-cytometrické a morfometrické analýze podle lokalit a taxonů.....	31
Tabulka č. 2: Seznam znaků měřených na rostlině a použité jednotky	32
Tabulka č. 3: Přehled taxonů a hodnot relativní fluorescence.....	37
Tabulka č. 4: Přehled měřených kvalitativních znaků.....	38
Tabulka č. 5: Přehled měřených kvantitativních znaků.....	39
Tabulka č. 6: Výsledky dvouvýběrového t-testu	40

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: <i>Ornithogalum kochii</i> ($2n = 18$) – diploid	17
Obrázek č. 2: <i>Ornithogalum kochii</i> ($2n = 19$) – aneuploidie	18
Obrázek č. 3: <i>Ornithogalum umbellatum</i> L. – Květenství a lodyha s cibulí.....	20
Obrázek č. 4: <i>Ornithogalum kochii</i> PARL. – Plod, květ a příčný průřez semeníkem.	23
Obrázek č. 5: <i>Ornithogalum kochii</i> PARL. – Květenství a lodyha s cibulí	23
Obrázek č. 6: <i>Ornithogalum angustifolium</i> BOREAU-Plod, květ, příčný průřez semeníkem	26
Obrázek č. 7: <i>Ornithogalum angustifolium</i> BOREAU – Květenství a lodyha s cibulí	26
Obrázek č. 8: Vyznačení výskytu měřených ploidních populací	35
Obrázek č. 9: Příklady výstupů z měření na průtokovém cytometru.	36
Obrázek č. 10: Variabilita délky cibule a délky vedlejší cibule rostlin jednotlivých ploidních úrovní.	41
Obrázek č. 11: Variabilita délky a šířky listu rostlin jednotlivých ploidních úrovní.	41
Obrázek č. 12: Variabilita délky lodyhy a délky květní stopky rostlin jednotlivých ploidních úrovní	42
Obrázek č. 13: Variabilita šířky vnějšího okvětí a šířky lemu rostlin jednotlivých ploidních úrovní.	42
Obrázek č. 14: Variabilita délky a šířky vnitřního okvětí rostlin jednotlivých ploidních úrovní.	43
Obrázek č. 15: Variabilita šířky tyčinky na bázi a na vrcholu rostlin jednotlivých ploidních úrovní.	43

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala především vedoucímu mé bakalářské práce Mgr. Michalovi Hronešovi za poskytnutí studijní literatury, pomoc při práci v laboratoři, spolupráci při sběru vzorků, odborné konzultace a motivující vedení při tvorbě této práce. Ráda bych ještě poděkovala za jeho čas, věcné připomínky a cenné rady, které mi věnoval.

Velké díky patří prof. Aleši Lebedovi za přístup do laboratoře průtokové cytometrie na Katedře botaniky Univerzity Palackého v Olomouci včetně použití laboratorního vybavení a veškerých chemikálií. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat všem sběratelům snědků, bez kterých by tato práce nemohla vzniknout.

1. ÚVOD

Tato práce se zabývá polyploidním komplexem snědku rozkladitého v České republice, který je řazen do čeledi Hyacinthaceae.

Ve střední Evropě do komplexu *Ornithogalum umbellatum* agg. patří druhy *Ornithogalum kochii* PARL., *Ornithogalum angustifolium* BOREAU a *Ornithogalum umbellatum* L., z nichž poslední je považován za vyhynulý druh na našem území.

Rod snědek (*Ornithogalum* L.) je velice zajímavý výskytem polyploidie či hybridizace. U zástupců rodu můžeme také pozorovat přítomnost jak pohlavního, tak i nepohlavního rozmnožování. Tyto velice rozšířené fenomény u snědků přináší celou řadu taxonomických problémů, které způsobují, že řada floristů taxony chybně determinuje či se jejich určování zcela vyhýbá. Předkládaná bakalářská práce má za úkol zmapovat cytologickou variabilitu těchto druhů na území střední Evropy a stanovit rozsah morfologické variability těchto druhů za pomoci morfometriky a metody průtokové cytometrie.

2. OBECNÁ ČÁST

2.1. Čeleď Hyacinthaceae

2.1.1. Obecná morfologická charakteristika

Do čeledi Hyacinthaceae jsou řazeny byliny s cibulemi s kontraktilními kořeny. Cibule mají volné či částečně srostlé šupiny. Listy, vyrůstající v přízemní růžici ve zkrácené šroubovici, jsou přisedlé, obvykle čárkovité nebo páskovité a ploché. Květenství je hrozen nebo také chocholík. Květní stopky vyrůstají v paždí listenů. Květy jsou oboupohlavné, pravidelné, trojčetné. Okvětní lístky se vyskytují v počtu šesti, jsou volné až téměř zcela srostlé. Tyčinek je také šest. Nitky jsou volné často rozšířené, nebo přirostlé k okvětní trubce. Prašníky jsou introrzní. Gyneceum je synkarpní, srostlé ze tří plodolistů, v místě srůstu s nektárii. Semeník je svrchní. Čnělka je jedna a plod je tobolka se třemi pouzdry, pukající třemi švy, v každém pouzdře se dvěma či více semeny, vzácně některá pouzdra bez semen. Semena s endospermem, osemení je obvykle černé, řidčeji hnědé, zárodek přímý (Hrouda 2011).

2.1.2. Rozšíření ve světě

Čeleď Hyacinthaceae je relativně velká, řadí se k ní přibližně 40 rodů s 700 – 900 druhy, které jsou rozšířeny především v Evropě, Africe a jihozápadní Asii a s jedním malým rodem *Oziroë* RAF. v Jižní Americe (Martínez-Azorín et al. 2011, Pinter et al. 2013).

2.1.3. Postavení v systému

Čeleď Hyacinthaceae byla dříve řazena do čeledi Liliaceae s. l., patřící do podčeledi Lilioideae a tribu Scilleae, ale poté začala být odlišována na základě morfologie, anatomie, embryologie a také na základě anatomie semen (Lynch et al. 2006).

Dle nového moderního systému APG (Angiosperm Phylogeny Group) se nazývá tato čeleď Hyacinthaceae. Nejnovější taxonomický systém APG III byl publikován v roce 2009 skupinou vědců zvanou Angiosperm Phylogeny Group a je založený na molekulárně biologických metodách, na rozdíl od starších systémů, které byly založeny především na morfologii rostlin. Nový systém APG III je v podstatě aktualizací systému APG II z roku 2003 a systému APG z roku 1998 (APG III 2009).

Podle tohoto moderního systému jsou Hyacinthaceae řazeny do řádu Aspargales, spolu

s jinými významnými čeleděmi, jako jsou Alliaceae, Amaryllidaceae, Agavaceae, Asparagaceae a Anthericaceae (Lynch et al. 2006). Čeď lze dále dělit na čtyři monofyletické podčeledi Hyacinthoideae, Oziroëoideae, Ornithogaloideae a Urgineoideae (Martínez-Azorín et al. 2011, Pinter et al. 2013). Případně může být čeď Hyacinthaceae považována za podčeď Scilloideae z čeledi Asparagaceae (APG III 2009), dále se dělicí na triby Hyacintheae, Ornithogaleae, Oziroëeae a Urgineae. Tato verze je také využívána a lze ji nalézt např. na Angiosperm Phylogeny Website (Stevens 2001). Vzhledem k tomu, že Hyacinthaceae je monofyletická skupina v rámci Asparagaceae s.l. jsou v závislosti na taxonomickém přístupu v současné době paralelně užívány oba výše uvedené přístupy (Chase et al. 2009, Martínez-Azorín et al. 2011).

Podčeď Oziroëoideae je rozšířena v Jižní Americe (Stedje 2001). Nejznámější rod *Oziroë* je také znám pod synonymem *Fortunatia* J.F. MACBR. Vyskytuje se v Jižní Americe a je rozšířen od Peru a Chile, Bolívie, Paraguaye a až po sever Argentiny. Jedná se o vytrvalé cibulkovité geofyty. Některé druhy z rodu *Oziroë* byly původně zařazeny do rodu *Scilla* L., *Allium* L. nebo *Ornithogalum* L. (Guaglianone & Arroyo-Leuenberger 2002).

Podčeď Urgineoideae zahrnuje celkem 12 rodů. Např. v rodu *Drimia* JACQ. ex WILLD. (syn. *Urginea* STEINH), který je rozšířený hlavně v Africe a na Madagaskaru, je rozlišováno přibližně 100 druhů. Z velké části jsou to listnaté geofyty s kožovitými, podlouhlými až eliptickými listy (Stedje 2001).

Podčeď Hyacinthoideae lze rozdělit do tří tribů Massonieae, Pseudoprosperae a Hyacintheae (Pinter et al. 2013) s 38 rody (Stedje 2001). První africký tribus Massonieae s 10 rody a přibližně 104 druhy je rozšířen v Africe a jižní Asii, druhou skupinou je jihoafrický tribus Pseudoprosperae a poslední třetí tribus Hyacintheae je rozšířen v Evropě a Asii (Goldblatt et al. 2012).

Poslední podčeď je Ornithogaloideae, které je věnována celá kapitola 2.1.4.

2.1.4. Podčeď Ornithogaloideae

Již od dob Linného se vedly velké spory týkající se definice rodů a přiřazení druhů do jednotlivých rodů v celé čeledi Hyacinthaceae (Martínez-Azorín et al. 2011). V posledních desetiletích se začalo řešit i toto poněkud kontroverzní téma taxonomie na úrovni rodů i v této podčeďi. Teprve nedávno bylo navrženo několik nových taxonomických systémů, založených výhradně na sekvencích plastidové DNA (Yilmaz 2014). I přes použití moderních metod však nebyla taxonomie této podčeďi stále uspokojivě vyřešena, protože výsledky

jednotlivých studií byly velice protichůdné. Někteří autoři zahrnuli všechny dříve rozlišované rody pouze do jednoho široce definovaného rodu *Ornithogalum* s 250 – 300 druhy (Manning et al. 2004), zatímco jiní autoři rozlišují mnoho rodů (Pfosser & Speta 1999, Martínez-Azorín 2011).

Například Speta ve studii podčeledi Ornithogaloideae uznává 13 rodů: *Stellarioides* MEDIK., *Coilonox* RAF., *Albuca* L., *Pseudogaltonia* KUNTZE, *Dipcadi* MEDIK., *Galtonia* DECNE., *Zahariadia* SPETA, *Melomphis* RAF., *Cathissa* SALISB., *Eliokarmos* RAF., *Loncomelos* RAF., *Honorius* GRAY a *Ornithogalum* (Pfosser & Speta 1999, Yilmaz 2014).

Nedávné studie Wetschnig et al. (2007) a Manning et al. (2009) výrazně vyjasnily fylogenetické vztahy v rámci Ornithogaloideae. V posledním příspěvku Manning et al. (2009) uvedli, že tato podčeleď je rozdělena do tří tribů Dipcadiaceae, Albuaceae a Ornithogaleae. Ty se dále dělí na rody *Pseudogaltonia*, *Dipcadi*, *Albuca* a *Ornithogalum*. Rody *Albuca* a *Ornithogalum*, v širším pojetí, jsou velmi variabilní a z morfologického hlediska obtížně charakterizovatelné. Oba rody byly však rozděleny do mnoha podrodů, sekcí a sérií. Rozšířené jsou po celé Evropě, jihozápadní Asii a Africe.

Ve studii Martínez-Azorín et al. (2011) na základě fylogenetických analýz uvádí 19 monofyletických rodů: *Albuca*, *Avonsera* (SPETA) J.C. MANNING & GOLDBLATT, *Battandiera* MAIRE, *Cathissa*, *Coilonox*, *Dipcadi*, *Eliokarmos*, *Elsiea* F.M. LEIGHT, *Ethesia* RAF., *Galtonia*, *Honorius*, *Loncomelos*, *Melomphis*, *Neopatersonia* SCHÖNLAND, *Nicipe* RAF., *Ornithogalum*, *Pseudogaltonia*, *Stellarioides* a *Trimelopter* RAF. Tato klasifikace je sestavena na základě molekulárních, ale i morfologických znaků, jako je barva a přítomnost proužku na okvětních lístcích, tvar tobolky, morfologie semen a uspořádání tobolky (Martínez-Azorín 2011, Yilmaz 2014). Zástupci podčeledi Ornithogaloideae jsou rozšířeni zejména v Evropě, jihozápadní Asii a Africe. Podčeleď zahrnuje asi 280 druhů (Martínez-Azorín et al. 2011).

2.2. Charakteristika rodu *Ornithogalum*

2.2.1. Infragenerické členění rodu *Ornithogalum* a rozšíření

Podle molekulárních a morfologických studií patří rod *Ornithogalum* do čeledi Hyacinthaceae a řádu Aspargales. Podle Bakera (1872) je rod *Ornithogalum* s.l. v mediteránní oblasti zastoupen pěti dobře odlišnými vývojovými větvemi, které byly vnímány jako podrody nebo jako samostatné rody. Mezi tyto rody patří *Locomelos*, *Cathissa*, *Melomphis*, *Honorius* a *Ornithogalum* s. str. (Hrouda 1980).

Koncem 20. století v našich květenách byl zmíněný rod rozdělován do více podrodů s různými vývojovými centry (Dostál 1989). Zahariadi (1980) rozdělil rod *Ornithogalum* do pěti podrodů (Rat et al. 2014). V díle Flora Europaea je rod dělen do 17 podrodů, např. *Cathissa*, *Leptotesta*, *Oreogalum*, *Anosmium*, *Hypogaeum*, *Amphibolum*, *Amphigalum*, *Ornithogalum*, *Caruelia*, *Cathissa*, *Beryllis* a další na základě květů a reprodukčních vlastností (Zahariadi 1980, Öztürk et al. 2014).

V roce 2011 Martínez-Azorín et al. (2011) provedli fylogenetickou studii podčeledi Ornithogaloideae na základě jaderné a chloroplastové DNA a ukázali, že *Ornithogalum* s.str. je monofyletický rod v rámci čeledi Hyacinthaceae. Autoři studie však zastávají úzké taxonomické pojetí *Ornithogalum* s.str. a vyčleňují *Loncomelos* a *Honorius*, jako samotné rody (Martínez-Azorín et al. 2011, Rat et al. 2014) a dále dělí rod *Ornithogalum* do čtyř podrodů *Avonsera*, *Galtonia*, *Aspasia* a *Ornithogalum*. Podrody *Avonsera*, *Galtonia* a *Aspasia* jsou poměrně podobné, co se týče morfologie, zatímco *Ornithogalum* je velice různorodý podrod (Martínez-Azorín et al. 2011). V současné době je přijímáno spíše širší pojetí rodu *Ornithogalum* s. l. s několika podrody, z nich subgen *Beryllis* se vyskytuje jak v jižní Africe, tak ve Středozeří, ostatní podrody vyskytující se u nás mají vývojové centrum ve východním Středozeří (Hrouda 2011).

V závislosti na taxonomickém pojetí zahrnuje rod *Ornithogalum* buď okolo 50 druhů, které jsou rozšířené ze Středozeří až do západního Afganistánu. Největší centrum diverzity je ve východním Středozeří (Herrmann 2002). V širším pojetí je zaznamenáno 200 – 300 druhů, vyskytujících se kromě Evropy a západní Asie, také v jižní Africe a v Severní Americe (Obermeyer 1978, Müller-Doblies & Müller-Doblies 1996, Luria et al. 2002, Öztürk et al. 2014). Nicméně, stanovení přesného počtu druhů rodu *Ornithogalum* je stále složitá a poněkud kontroverzní záležitost.

2.2.2. Obecná morfologická charakteristika

Cibule je vejčitého tvaru, obnovována každý rok nebo postupně v průběhu 2 – 4 let, se soustřednými šupinami, volnými nebo srostlými v jedné řadě (Zahariadi 1980). Listy jsou jednoduché s bílým nebo bez bílého pruhu (Zahariadi 1980), složené v přízemní růžici, čárkovité, vyrůstající na podzim nebo na jaře. Stvoly jsou přímé a oblé (Hrouda 2011). Listy mohou být lysé nebo i pýřité (Dostál 1989). Květy tvoří buď prodloužený hrozen, nebo řidčeji chocholík (Hrouda 2011). Listeny jsou vyvinuty, obvykle jsou kratší než květní stopky. Okvětní lístky vyrůstající v počtu šesti ve dvou kruzích, jsou volné nejčastěji bílé, řidčeji zelenavé nebo žluté, často na rubu se zeleným až stříbrným pruhem, všechny stejné nebo vnější o málo, ale zřetelně širší a delší (Hrouda 2011). Tyčinek je šest. Nitka je jednoduchá nebo trojzubá a semena obvykle kulovitá nebo hranatá, nebo také zploštělá (Zahariadi 1980), černé barvy (Dostál 1989).

2.2.3. Význam

Mnoho zástupců rodu *Ornithogalum* obsahuje alkaloidy včetně kolchicinu a srdečních glykosidů. Z tohoto důvodu jsou cibule těchto druhů jedovaté (Hrouda 2011).

Ve střední Evropě jsou někteří zástupci rodu také pěstováni jako impozantní okrasné rostliny především díky svým bílým květům, mají také obchodní význam v květinářství jako řezané rostliny. Používají se i jako léčivé rostliny (Yilmaz 2014). Naopak v Severní Americe jsou některé snědky považovány za plevel (Andrić et al. 2015)

Další druhy jako *O. pyrenaicum* L., *O. narbonense* L. a *O. sigmoidea* FREYN. & SINT. mají potenciální hospodářský význam, neboť jsou konzumovány jako zelenina v Turecku (Yilmaz 2014) a někteří další zástupci tohoto rodu slouží jako potrava pro zvířata (Andrić et al. 2015).

2.3. Charakteristika *Ornithogalum umbellatum* agg. ve střední Evropě

2.3.1. Obecná morfologická charakteristika

Cibule je tvořena jednou generací částečně nebo téměř zcela volných šupin. Listy vyrůstají většinou na podzim, jsou nazelenalé, na svrchní straně s bílým stříbrným pruhem. Květenství je chocholík, méně často široký hrozen, nanejvýš dvakrát delší než široký. Celé květenství je kryto dvěma nejspodnějšími zvětšenými listeny. Květní stopky jsou delší než květy. Okvětní lístky jsou hvězdovitě rozestálé, vnější poněkud delší. Žilnatina je souběžná s hojnými postranními žilkami, překrytými na rubu širokým zeleným pruhem neprosvítajícím na vnitřní straně lístku. Nitka je obvykle k vrcholu se zužující, na vrcholu bez postranních zoubků. Semeník a tobolek jsou šestilaločné až křídlatě šestižebné, s více či méně tupými žebry (Hrouda 2011). Klíčení je epigeické (Zahariadi 1980). Semena jsou kulovitá, za zralosti na povrchu s výraznou alveolární skulpturou (Hrouda 2011). Podrobnější morfologie bude více rozebrána u každého taxonu v kapitole 3.3.5.

2.3.2 Polyploidie, aneuploidie a diverzita počtu chromozomů

Od svého objevu v roce 1907 je polyploidie považována za důležitý jev v evoluci cévnatých rostlin (Wood et al. 2009). Předpokládá se, že nastala až u 70 % druhů krytosemenných rostlin a u kapradin dokonce až u 95 % druhů (Leitch & Bennett 1997, Wood et al. 2009). Polyploidie poskytuje rostlinám větší variabilitu genů a alel oproti diploidii, což jim umožňuje rychlejší přizpůsobení vnějšímu prostředí a okolním podmínkám (Tvrzníková 2013) a je považována za jednu z hlavních hnacích sil evoluce v rostlinné říši (Suda 2009).

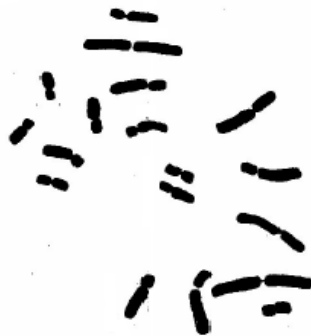
Polyploidie je stav, kdy se jaderný genom skládá z více než dvou chromozomových sad (Marcussen et al. 2011), pokud jsou přítomny tři sady chromozomů, mluvíme o triploidii, jestliže čtyři o tetraploidii atd. (Suda 2009). Z hlediska původu chromozomových sad rozlišujeme dva druhy polyploidie: 1) autopolyploidii, kdy dochází k násobení chromozomových sad u jednoho druhu a 2) allopolyploidii, kdy dochází k znásobení počtu chromozomových sad, ale ty pochází od dvou a více druhů (v jejich evoluci tedy hraje nezbytnou úlohu mezidruhová hybridizace: Leitch & Bennett 1997, Suda 2009, Tvrzníková 2013). Autopolyploidii reprezentují druhy, jako jsou srha říznačka, vojtěška, jetel luční, višň, lilek brambor a další. Do druhé skupiny můžeme zařadit např. konopice, kosatce, jahodník, banánovník, kávovník, ječmen a další. Mezi polyploidní druhy také můžeme zahrnout čtveřici

nejrozšířenějších hospodářských plodin, tedy pšenici, kukuřici, rýži a sóju (Matyášek et al. 2003, Suda 2009). Po splynutí genetického materiálu, který musí pocházet minimálně ze dvou různých rodičovských druhů (Suda 2009), dojde ke vzniku nového polyploida. Takto nově vzniklý hybridní genom je velice nestabilní a obvykle tedy dochází k rychlé genomové reorganizaci (Otto 2007) pravděpodobně v důsledku vzniku nových mezigenomových interakcí. Tato reorganizace zahrnuje jak genetické, tak i epigenetické procesy (Matyášek et al. 2003). Zdvojení počtu chromozomů se projevuje prakticky na všech úrovních biologické organizace. Buňky polyploidních rostlin mají celkově větší velikost než buňky stejného typu u jejich diploidních příbuzných. Následně i celé rostliny jsou větší a robustnější. Zmnožení počtu chromozomů vede ke zpomalení ontogenetického vývoje, dochází k pozdějšímu kvetení a změnám v reprodukci, jako jsou větší podpora samoopylení či častější apomixie. Polyploidní osídlují širší rozpětí ekologických podmínek a jsou zdatnější vůči různým patogenům (Suda 2009).

Jak už bylo zmíněno, u zástupců rodu *Ornithogalum* je polyploidie poměrně častým jevem. Tento rod nemá jen jednoduché polyploidní řady, ale vyskytuje se zde mnoho dalších cytologických problémů, mezi které patří výskyt anortoploidních populací, dysplodie způsobena ztrátou jednoho či více párů chromozomů, polysomie, častý výskyt B-chromozomů nebo teritoriální diference v karyotypu se stejným počtem chromozomů (Hrouda 1980). Druhy z okruhu snědku rozkladitého mají základní chromozomové číslo $x = 9$ (Herrmann 2002). Pro celou skupinu je často autory uváděna celá řada chromozomových počtů od $2n = 18$ (obr. 1) až po $2n = 72$ (Guervin 1994). Jejich přehled pro druhy *O. umbellatum*, *O. kochii* a *O. angustifolium* je uveden v příloze č. 2.

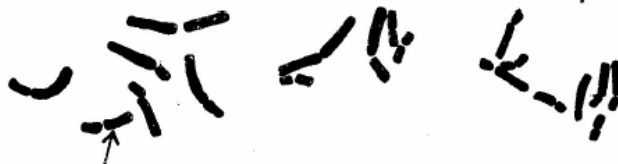
Ve volné přírodě byly nalezeny diploidní ($2n = 18$), triploidní ($2n = 27$) a pentaploidní ($2n = 45$) populace komplexu *Ornithogalum umbellatum* agg. Z kultury jsou známy také tetraploidní ($2n = 36$), hexaploidní ($2n = 54$) a oktoploidní ($2n = 72$) jedinci (Gadella 1970).

Obrázek č. 1: *Ornithogalum kochii* ($2n = 18$) – diploid (Hrouda 1980)



Polysomie, tedy aneuploidní stav, kdy je v karyotypu přítomen jeden či více nepárových chromozomů, byla také zjištěna, ale není už tak častá. Vůbec nebyla zjištěna u triploidních rostlin, v malé míře pak u některých diploidních ($2n = 19, 21$; obr. 2), tetraploidních ($2n = 37, 38$) a pentaploidních populací ($2n = 47$). Aneuploidní počty jsou obvykle způsobeny zmnožením nejkratších chromozomů, někdy se však též vyskytují jednotlivé delší chromozomy, jež nelze homologizovat s žádným párem. Avšak aneuploidní počet chromozomů nikterak neovlivňuje fenotyp rostliny, což bylo prokázáno i při pěstování v pokusné zahradě. Aneuploidní rostliny byly při tomto pokusu morfologicky shodné se zbytkem populace (Hrouda 1980).

Obrázek č. 2: *Ornithogalum kochii* ($2n = 19$) – aneuploidie (Hrouda 1980)



Chromozomové počty taxonu *Ornithogalum umbellatum* byly definovány více autory variabilně. Pro tento taxon v širším pojetí je udávána polyploidní série s počty chromozomů $2n = 18, 27, 36, 45, 54, 72, 90, 108$ (Raamsdonk 1986). Podle současné taxonomické koncepce se tento taxon ve střední Evropě nachází jako pentaploid či hexaploid s chromozomovým číslem $2n = 45, 54$ (Hrouda 1980), další uváděné počty jsou převážně chybné a náleží dalším taxonům. *Ornithogalum kochii* je diploidní a má počet chromozomů $2n = 18$, vzácně byly u diploidních populací pozorovány i aneuploidní počty $2n = 19, 21$ (Dostál 1989, Herrmann 2002, Hrouda 2011). *Ornithogalum angustifolium* je triploidní s počtem chromozomů $2n = 27$ (Dostál 1989, Hrouda, 2011).

2.3.3. Způsob rozmnožování

U druhů komplexu *Ornithogalum umbellatum* agg. se vyvinulo několik způsobů rozmnožování, jež lze rozdělit podle vzrůstající ploidie. Druhy diploidní, např. *Ornithogalum kochii* ($2n = 18$), se rozmnožují pohlavně pomocí semen. Druhy polyploidní tj. *Ornithogalum umbellatum* L. ($2n = 45, 54$), *Ornithogalum angustifolium* ($2n = 27$), se naopak rozmnožují převážně nepohlavně pomocí vedlejších cibulek a semena tvoří jen vzácně či vůbec (Raamsdonk 1986). Druhy s rostoucím ploidním stupněm mají vyvinuté intenzivní rozmnožování cibulkami, které jim umožňuje neomezené trvání populace bez ohledu na míru

tvorby semen. Zajímavé je, že u triploidních populací je vegetativní rozmnožování oproti populacím hexaploidním vyvinuto jen v menší míře. To je pravděpodobně dáno tím, že stupeň vegetativního rozmnožování je přímo úměrný tvorbě semen, u hexaploidů se jich tvoří mnoho o méně (zhruba 20% oproti triploidům), což je zřejmě podmíněno meiotickými poruchami na tomto vyšším stupni ploidie (Hrouda 1980).

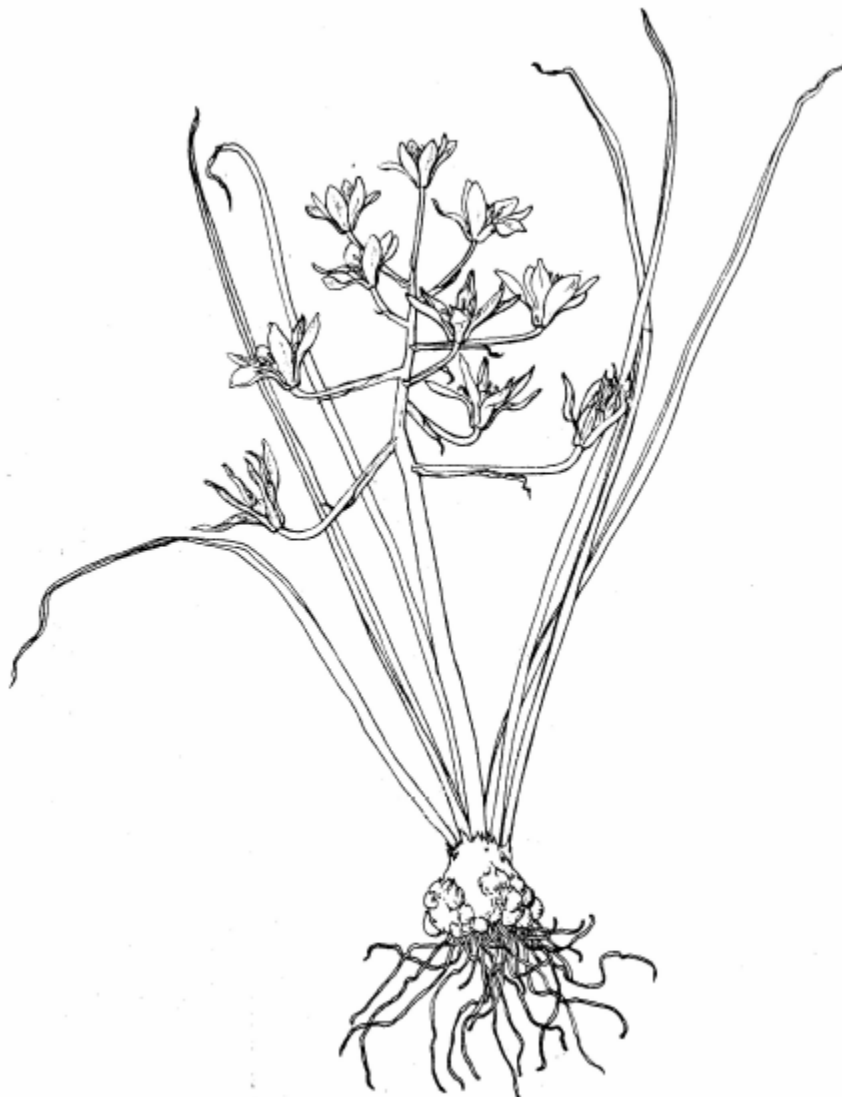
2.3.4. Rozšíření ve světě

Taxony na diploidní úrovni, kterých je v Evropě zjevně více, jsou vázány převážně na středozevní oblast a mají pravděpodobně menší areály – z nich do střední Evropy zasahuje pouze *Ornithogalum kochii*. Dva taxony vyšších ploidí jako jsou pentaploidi a hexaploidi se značným zastoupením vegetativního rozmnožování pomocí vedlejších cibulek a naopak sníženou produkcí semen, se vyskytují zejména v širším Středozeví. Triploidní a tetraploidní typy jsou zastoupené převážně v západní Evropě (Hrouda 2011).

2.3.5. Přehled studovaných taxonů

2.3.5.1. *Ornithogalum umbellatum* L. – snědek rozkladitý

Ornithogalum umbellatum L.



Obrázek č. 3: *Ornithogalum umbellatum* L. – Květenství a lodyha s cibulí (Hrouda 1980)

Synonyma: *Ornithogalum divergens* BOREAU (Zahariadi 1980, Dostál 1989, Hrouda 1980).

Popis: Jsou to vytrvalé, lysé byliny 15 – 40 cm vysoké. Cibule je téměř kulovitěho tvaru, jelikož je obvykle širší než dlouhá. Obaly cibule jsou šedé až tmavohnědé. Délka cibule je 15 – 30 mm a šířka 15 – 35 mm. Šupiny jsou navzájem srostlé, pouze svrchní šupina někdy

téměř volná. V dolní polovině uvnitř obalů cibule se nachází 15 – 60 téměř kulovitých bezobalných cibulek netvořící listy, které jsou několik let v latentní formě (Raamsdonk 1986, Hrouda 2011). Listy, vyskytující se v počtu 5 – 8, jsou čárkovité, žlábkovité, zelené, 20 – 30 cm dlouhé, 3 – 6 mm široké. Listy dosahují vrcholu květenství nebo jsou o něco delší, na svrchní straně s úzkým bílým stříbrným pruhem (Dostál 1989, Hrouda 2011). Řapík listu má 5 – 11 cm (Zahariadi 1980). Stvol bez květenství má velikost 10 – 25 cm (Dostál 1989, Hrouda 2011). Květenství je chocholík složený z 6 – 20 květů. Dolní květní stopky jsou 40 – 80 mm dlouhé, delší než horní, rovnovážně odstálé (Zahariadi 1980, Raamsdonk 1986, Dostál 1989, Hrouda 2011). Listeny, dorůstající 1/2 - 2/3 květních stopek, jsou čárkovitě kopinaté až kopinaté. Jejich délka je 20 – 45 mm a šířka 3 – 5 mm, na vrcholu jsou špičaté a na bázi objímající květní stopku. Při rozkvětu jsou listeny celé zelené, za plného květu pak blanité pouze se zelenou souběžnou žilnatinou od vrcholu poté začínají zasychat (Raamsdonk 1986, Dostál 1989, Hrouda 2011). Okvětní lístky jsou hvězdovitě rozestálé, alespoň po rozkvětu se při bázi překrývají. Barva je mléčně bílá, na rubu se zeleným stříbrným pruhem. Vnější okvětní lístky jsou eliptické až úzce obvejčité, na vrcholu tupé s krátkou nasazenou špičkou až v dolním čtvrtině k bázi zúžené, 14 – 22 mm dlouhé a 5,5 – 7,5 mm široké. Zelený pruh na rubu zabírá 1/2 – 2/3 šířky lístku, bílý lem na okraji je obvykle širší než 1 mm. Vnitřní okvětní lístky jsou kratší, podlouhlé až úzce kosníkovité. Délka vnitřních okvětních lístků je 12 – 18 mm a šířka je 5 – 7 mm. Na vrcholu jsou tupé s krátkou nasazenou špičkou. Zelený pruh na rubu je ukončený 1 – 2 mm pod vrcholem (Raamsdonk 1986, Dostál 1989, Hrouda 2011). Nitky tyčinek jsou čárkovitě kopinaté, 6,5 – 9,0 mm dlouhé. Vnější nitky tyčinek jsou užší, k vrcholu od poloviny zúžené. Vnitřní nitky jsou až v horní třetině k vrcholu zúžené. Prašníky jsou 3,5 – 5,0 mm dlouhé (Hrouda 2011). Semeník je válcovitý, elipsoidní až obvejcovitý, zelený, 4 – 6 mm dlouhý, na vrcholu výrazně vyhloubený, k bázi obvykle zúžený, na příčném řezu se šesti výraznými, ostrými, pravidelně uspořádanými žebry. Čnělka je 2,5 – 4 mm dlouhá, kratší než semeník (Zahariadi 1980, Dostál 1989, Hrouda 2011). Tobolky jsou obvejcovité až široce obvejcovité, až ostře hranatého tvaru, na vrcholu výrazně vyhloubené. Délka je 9 – 20 mm. Se šesti křídlatými až 3 mm vysokými žebry, pravidelně uspořádanými nebo po dvou jen mírně sblíženými, s 1 – 10 semeny (Dostál 1989, Hrouda 2011). Semena jsou téměř kulovitého tvaru. Průměr semena je 2,2 – 3,0 mm, jsou černá, na povrchu s pravidelnými šestibokými alveolami (Hrouda 2011). Typické pro *Ornithogalum umbellatum* je klíčení epigeické (Raamsdonk 1986).

Počet chromozomů: $2n = 42$, 45 (Dostál 1989), $2n = 45$ (Hrouda 2011)

Ekologie a cenologie: Ve střední Evropě *O. umbellatum* se nachází na stanovištích, jako jsou

parky, sady, pole a vinice. Výskyt *O. umbellatum* může být také ovlivněn použitím herbicidů na polích (nalezen byl i v kukuřičných polích; Raamsdonk 1986). Na Slovensku se vyskytuje zejména ve vlhčích depresích podél komunikací, zasahuje však i do lučních prostorů a lužních lesů. Cenologická vazba z našeho území není známá, na Slovensku roste v lesních společenstvech podsvazu *Ulmenion*, stanoviště podél komunikace lze jen obtížně fytoocenologicky charakterizovat. (Dostál 1989, Hrouda 2011).

Fenologie: Fenologicky nejčasnější druh komplexu *Ornithogalum umbellatum* agg (Hrouda 2011), kvetoucí v březnu a dubnu (Formánek 1887).

Rozšíření v České republice: V České republice je výskyt doložen pouze z minulosti ze dvou lokalit na jižní Moravě, ze Znojma z roku 1884 a poté z Mušova z roku 1974. Výskyt na těchto lokalitách nebyl později ověřen. Lokalita Mušov byla zaplavena Novomlýnskými přehradními nádržemi. Na jižní Moravě druh pravděpodobně dosahoval své severní hranice výskytu ve střední Evropě a navazoval na lokality na jižním Slovensku. Dnes je to vyhynulý druh flóry České republiky (Hrouda 2011).

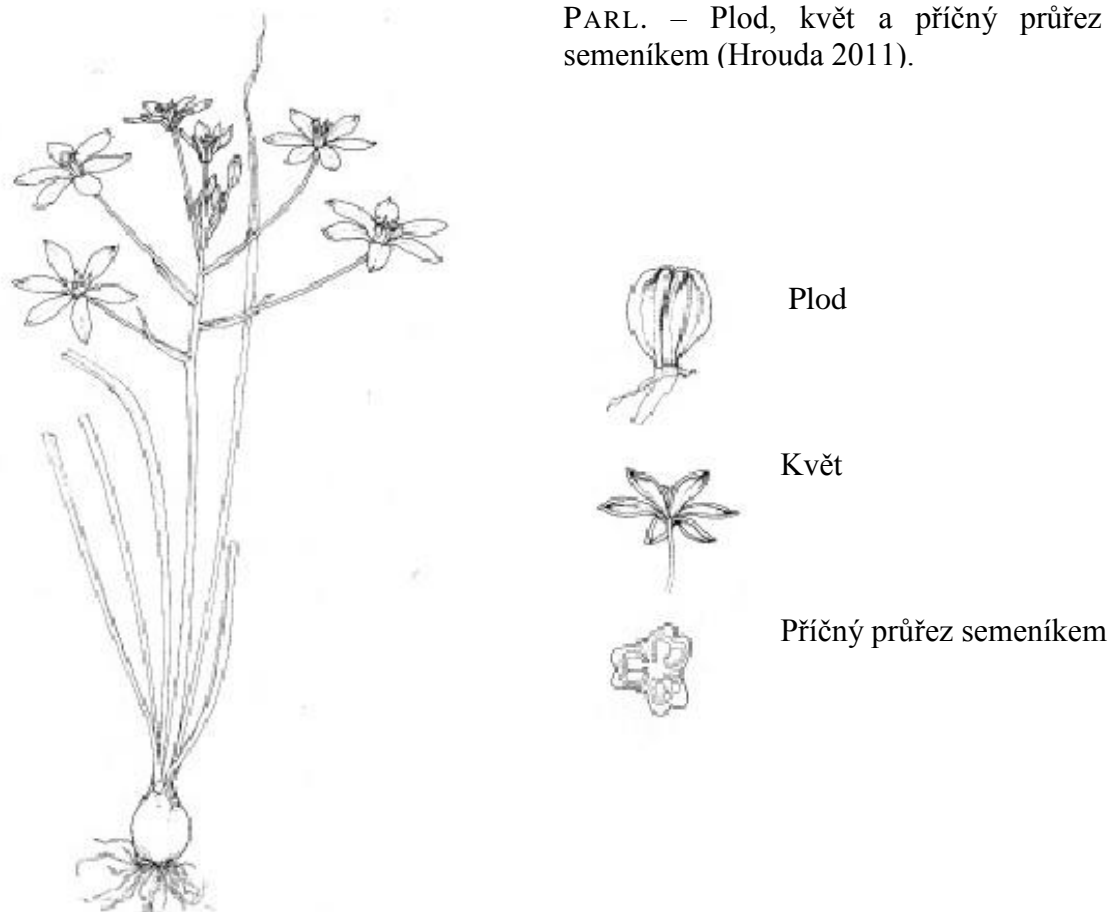
Rozšíření ve světě: Tento druh je rozšířen v evropském Středozeří od Portugalska po Balkánský poloostrov, a dále v Malé Asii, Libanonu a Izraeli. Na sever zasahuje souvisle do panonské oblasti severního Maďarska a na jižní Slovensko, kde je patrně stále hojný. Pravděpodobně se vyskytuje i ve Francii. Dále je tento druh zavlečen do atlantské oblasti Evropy a to Belgie, Nizozemska a jižní Anglie (Raamsdonk 1986, Hrouda 2011). Také byl zavlečen do severní Afriky a Severní Ameriky (Andrić et al. 2015). Patrně chybí v Rusku a Polsku (Raamsdonk 1986).

Taxonomie: *Ornithogalum divergens* BOREAU byl popsán Boreauem v roce 1847 z několika lokalit v okolí řeky Loiry, nacházející se v severozápadní Francii. Zhruba ze stejných míst, které jsou považovány za typovou lokalitu pro *Ornithogalum umbellatum* (Stearn 1983, Martínez-Azorín et al. 2009). Jméno *Ornithogalum divergens* je obvykle aplikováno na hexaploidní rostliny ($2n = 54$) komplexu *Ornithogalum umbellatum* agg., s širokým chocholičnatým květenstvím, mírně kratšími květními stopkami a s krátkými listeny do poloviny květních stopek. Cibule produkuje mnoho malých cibulek 5 – 8 mm kulovitěho tvaru (Martínez-Azorín et al. 2009).

2.3.5.2. *Ornithogalum kochii* PARL. – snědek Kochův

Ornithogalum kochii PARL.

Obrázek č. 4: *Ornithogalum kochii* PARL. – Plod, květ a příčný průřez semeníkem (Hrouda 2011).



Obrázek č. 5: *Ornithogalum kochii* PARL. – Květenství a lodyha s cibulí (Hrouda 2011)

Synonyma: *Ornithogalum tenuifolium* GUSS. – snědek tenkolistý (Hansgirg 1881, Formánek 1887), *Ornithogalum orthophyllum* subsp. *kochii* PARL. – snědek kochův (Zahariadi 1980, Dostál 1989), *Ornithogalum ruthenicum* (Hrouda 1980).

Popis: Tento druh zastupují vytrvalé, lysé byliny, vysoké 7 - 40 cm (Hrouda 1980). Cibule je vejčitého, nebo podlouhle vejčitého tvaru, nahoře zúžená, vzácně skoro kulovitá, 12 – 30 mm dlouhá a 10 – 285 mm široká, s popelavě šedými až tmavohnědými obaly. Šupiny jsou navzájem srostlé, vedlejší cibulky chybí nebo jen velmi vzácně se vytvářející (Formánek 1887, Herrmann 2002, Hrouda 2011). Listy vyskytující se v počtu 4 – 8 (Hrouda 2011),

někdy až v 15 (Zahariadi 1980) jsou čárkovité, zelené, žlábkovité a naspodu s vyniklými žebry, 15 – 25 cm dlouhé, poměrně široké (2 – 4 mm), obvykle dosahující vrcholu květenství nebo kratší, na svrchní straně s úzkým bílým stříbrným pruhem (Hrouda 2011). Stvol je bez květenství 7 – 15 cm dlouhý (Hrouda 2011) a 2 – 4 mm silný (Hrouda 1980). Květenství je chocholík s 5 – 15 květy (Hrouda 2011), někdy až složený z 25 květů (Zahariadi 1980). Dolní květní stopky jsou 25 – 70 mm dlouhé, delší než horní květní stopky, za květu i za plodu šikmo vzhůru odstálé (Formánek 1887, Zahariadi 1980, Hrouda 2011). Listeny jsou obvykle kratší než 1/2 květní stopky, čárkovitě kopinaté až kopinaté, světle zelené se zřetelnou tmavší souběžnou žilnatinou, 1-4 cm dlouhé, 2,5 – 5,0 mm široké na vrcholu ostře špičaté, na bázi květní stopku téměř objímající, při odkvětu jsou blanité (Hrouda 1980, Dostál 1989, Hrouda 2011). Okvětní lístky jsou hvězdovitě rozložené, při bázi rozestálé nebo se vzájemně dotýkající, mléčně bílé, se zeleným stříbrným pruhem patrným jen na rubu. Vnější lístky jsou obkopinaté až podlouhlé, od 1/2 k bázi znenáhla zúžené, 1 – 1,5 cm dlouhé a 4,0 – 6,0 mm široké, na vrcholu široce zaokrouhlené a s velmi krátkou nasazenou špičkou, zelený pruh na rubu zabírající 2/3 – 4/5 šířky lístku a procházející až k vrcholu, bílý lem na okraji obvykle užší než 1 mm. Vnitřní lístky jsou kratší, úzce kosníkovité nebo podlouhlé, 9 – 14 mm dlouhé, 3,5 – 5,5 mm široké, na vrcholu tupé, úzce kopinatý zelený pruh na rubu ukončený těsně pod vrcholem (Formánek 1887, Zahariadi 1980, Dostál 1989, Hrouda 2011). Nitky tyčinek jsou čárkovitě kopinaté až kopinaté. Délka je 6 – 8 mm. Od 1/3 – 2/3 směrem k vrcholu se zužující. Prašníky jsou 2,5 – 3,5 mm dlouhé. Semeník protáhle válcovitý, 4 – 6 mm dlouhý, na vrcholu mělce vyhloubený, k bázi obvykle nezúžený, zelený, na příčném řezu se šesti většinou zaokrouhleně tupými žebry, obvykle po dvou sblíženými, takže semeník často téměř tříboký. Čnělka je 1,8 – 2,8 mm dlouhá, kratší než semeník (Hrouda 2011). Tobolka je vzpřímená, široce obvejčitá, na vrcholu mírně vyhloubená, na bázi zúžená, 8 – 15 mm dlouhá, se šesti výraznými, obvykle po dvou sblíženými žebry, nanejvýš 2 mm vysokými, s 15 – 40 semeny (Formánek 1887, Zahariadi 1980, Dostál 1989, Hrouda 2011). Semena jsou přibližně kulovitá, 1,7 – 2,1 mm v průměru, černá, na povrchu s pravidelnými šestiboce alveolární (Hrouda 1980, Hrouda 2011).

Počet chromozomů: $2n = 18$, vzácně byly u diploidních populací pozorovány i aneuploidní počty $2n = 19, 21$. (Dostál 1989, Herrmann 2002, Hrouda 2011).

Ekologie a cenologie: Diploidní taxony se v jižní Evropě principiálně nachází v oblastech středních a vysokých hor (Herrmann 2002). Výjimkou jsou populace taxonu *O. kochii*, které se vyskytují na suchých výslunných stanovištích v nižších polohách, zejména na stráních, mezích, suchých loukách a pastvinách, stepích na hlubších půdách, písčinách, mírně

zasolených trávnících, v křovinách, světlých lesích (akátiny, doubravy) a vzácně i na antropogenních stanovištních. Roste na eutrofních půdách, neutrálních až zásaditých, suchých, ale i na jaře přeplovovaných. Vyskytuje se jak na lehkých, dobře provzdušněných písčitých půdách, tak na kompaktních půdách s převažující jílovitou složkou. Fytocenologicky nevyhraněný druh nejčastěji se vyskytuje ve společenstvech svazů *Arrhenatherion elatioris* jako diagnostický druh, často však mylně označovaný jako *Ornithogalum umbellatum*. Dále se vyskytuje ve společenstvech svazů *Bromion erecti*, řídkěji *Festucion valesiaca*, *Festucion pseudovinae*, případně i *Plantagini-Festucion ovinae*. V lesích se vyskytuje častěji ve společenstvech svazů *Chelidonio-Robinion* a *Quercion pubescenti-petraeae* (Hrouda 2011).

Fenologie: Kvete duben – květen (Hansgirg 1881, Hrouda 1980).

Rozšíření v České republice: Druh vyskytující se dosti hojně až hojně v teplých nížinách a pahorkatinách na jižní a střední Moravě, v severozápadních a středních Čechách a v Polabí. Ve středních polohách mezofytika jen místy roztroušeně navazuje na výskyt v teplých oblastech, především v severočeských pahorkatinách, v Podorlíčí, moravském předhůří Českomoravské vrchoviny, v Moravské bráně a Hostýnských vrších, izolovaně se vyskytuje na Rokycansku. Zcela chybí v západních Čechách, také v celé jižní polovině Čech a na Českomoravské vrchovině, i na severní Moravě a ve vyšších polohách východomoravských pahorkatin (Podpěra 1911, Herrmann 2002, Hrouda 2011).

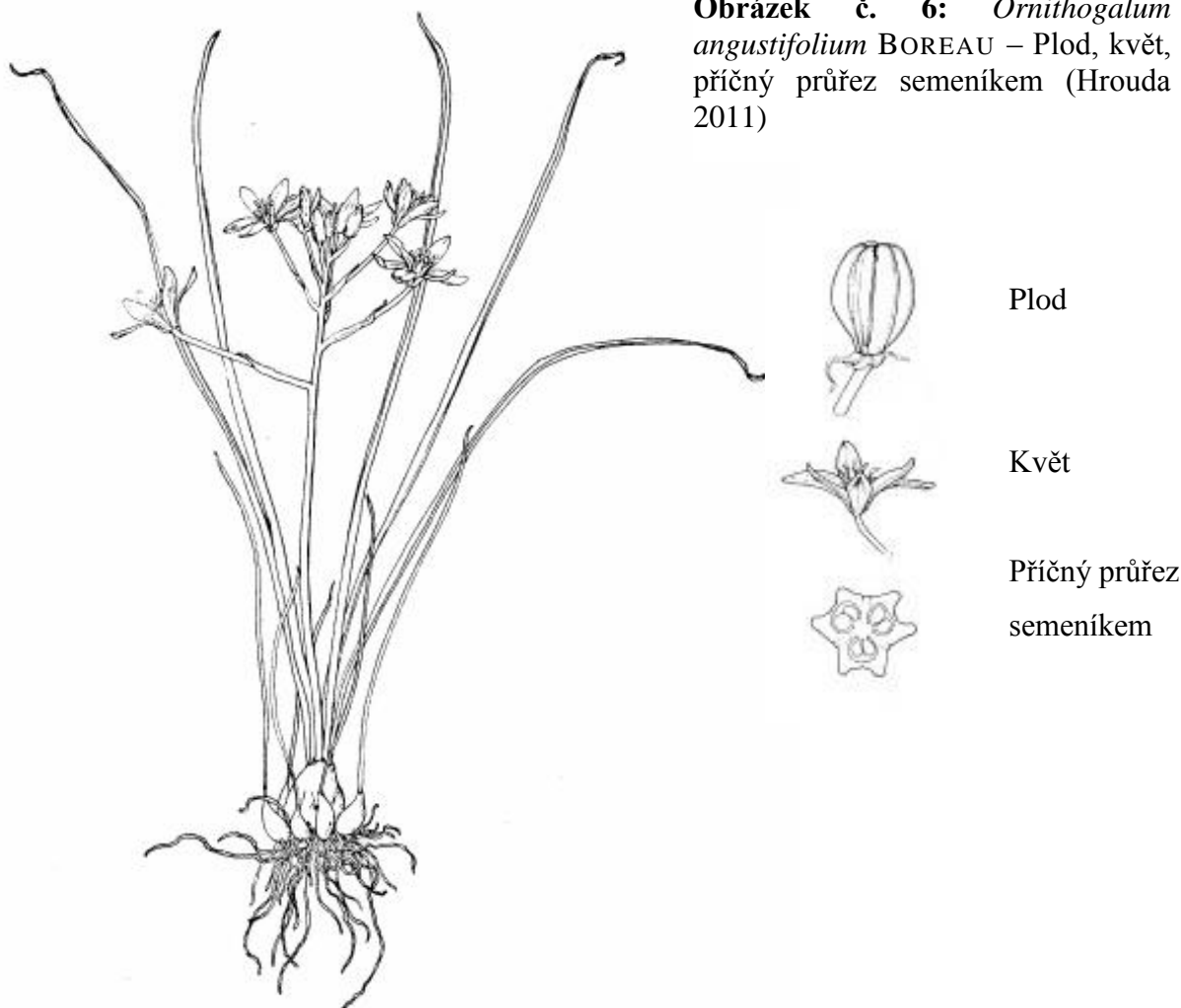
Rozšíření ve světě: Areál tohoto druhu není vzhledem k taxonomické problematice zcela jasný, s jistotou se dá zcela říci, že se druh vyskytuje v severní Itálii, v panonské části střední Evropy, odkud proniká Podunajím až do okolí Pasova v Bavorsku a přes Moravu do České kotliny. Izolované jsou lokality na jihu Bádenska-Württemberska, v okolí Halle a v jižním Polsku (okolí Opole a Kielce), na jihu je znám ze severního Srbska, Rumunska a Bulharska. Hranice je však nejasná (Herrmann 2002, Hrouda 2011).

Taxonomie: Tento druh byl u nás postupně označován jmény *Ornithogalum tenuifolium* GUSS., *Ornithogalum gussonei* TEN., popřípadě *Ornithogalum orthophyllum* TEN. Tenoreho jména se však vztahují k čistě mediteránním taxonům s malými areály a odlišnou stavbou cibulí a náplň Gussoneho taxonu *Ornithogalum tenuifolium* je nejasná, jeho použití však znemožňuje existence staršího jména stejného znění, vztahujícího se ke zcela jinému taxonu. (*Ornithogalum tenuifolium* GUSS. je tak tzv. pozdějším homonymem; Hrouda 2011).

2.3.5.3. *Ornithogalum angustifolium* BOREAU – snědek chocholičnatý

Ornithogalum angustifolium BOREAU

Obrázek č. 6: *Ornithogalum angustifolium* BOREAU – Plod, květ, příčný průřez semeníkem (Hrouda 2011)



Obrázek č. 7: *Ornithogalum angustifolium* BOREAU - Květenství a lodyha s cibulí (Hrouda 1980)

Synonyma: *Ornithogalum umbellatum* L. - snědek chocholíkátý či snědek chocholičnatý (Formánek 1887, Čelakovský 1897, Šourek 1970, Zahariadi 1980, Hrouda 1980, Dostál 1989, Martínez-Azorín et al. 2009).

Popis: Vyrvalé byliny, vysoké 15 – 30 cm (Hrouda 1980). Cibule jsou vejcovitého až kulovitěho tvaru, obvykle delší než široké, 15 – 30 mm dlouhé, 12 – 25 mm široké, s popelavě šedými až tmavohnědými blanitými obaly, šupiny navzájem srostlé, jen vnější šupina někdy téměř volná. Uvnitř i vně obalů cibule s 5 – 15 protáhle vejcovitými cibulkami (Raamsdonk 1986, Dostál 1989, Hrouda 2011). Listy jsou čárkovité, zelené, žlábkovité, jen na svrchní straně s úzkým bílým stříbrným pruhem (Formánek 1887, Zahariadi 1980, Dostál

1989, Hrouda 2011). Listy mateřské cibule v počtu 4 – 7 (Hrouda 2011), někdy složené až 6 – 9 (Zahariadi 1980, Dostál 1989), jsou 15 – 25 cm dlouhé a 2 – 5 mm široké (Zahariadi 1980, Hrouda 2011), někdy až 2 – 8 mm široké (Dostál 1989), dosahující vrcholu květenství nebo jsou o něco delší. Zatímco listy vyrůstající z vedlejších cibulek jsou užší, 10 – 15 cm dlouhé, 1,5 – 2,5 mm široké a kratší než květenství (Hrouda 2011). Stvol má délku 10 – 20 cm (Hrouda 2011). Květenství je chocholík, složený s 6 – 12 (Hrouda 2011), někdy až 8 – 20 květů (Dostál 1989). Dolní květní jsou 25 – 60 mm dlouhé, jsou delší než horní, za květu mírně šikmo vzhůru odstálé (Hrouda 2011). Listeny jsou čárkovitě kopinaté, až kopinaté, 20 – 35 mm a 2,5 – 4,5 mm široké, na vrcholu ostře špičaté, květní stopku jsou na bázi objímající, při rozkvětu celé zelené, zatímco za plného květu již blanité, pouze se zelenou souběžnou žilnatinou, od vrcholu zasychající (Raamsdonk 1986, Dostál 1989, Hrouda 2011). Okvětní lístky jsou mléčně bílé, na rubu se zeleným stříbrným pruhem, hvězdovitě rozložené, kopinaté až obkopinaté, po rozkvětu se při bázi překrývající nebo vzácněji jen dotýkající (Formánek 1887, Hrouda 2011). Vnější okvětní lístky jsou podlouhlého tvaru až, od báze znenáhla rozšířené, 12 – 21 mm dlouhé (Hrouda 2011), někdy až 15 – 22 mm (Zahariadi 1980) a 5 – 7 mm široké (Hrouda 2011). Na vrcholu jsou tupé a s krátkou špičkou, zelený pruh na rubu zabírající 1/2 - 2/3 šířky lístku, bílý lem na okraji obvykle širší než 1mm (Hrouda 2011). Vnitřní okvětní lístky jsou podlouhlé až úzce kosníkovité, přibližně o 1mm kratší než vnější, 11 – 17 mm dlouhé, 4 – 6 mm široké, kopinatý zelený pruh na rubu ukončený 0,5 – 1,0 mm pod vrcholem (Hrouda 2011). Nitky tyčinek jsou čárkovitě kopinaté, 6 – 8 mm dlouhé, v horní třetině k vrcholu zúžené, prašníky jsou 3 – 4 mm dlouhé (Hrouda 2011). Semeník je obvejcovitý. válcovitý až elipsoidní, 4,0 – 5,5 dlouhý, na vrcholu mírně vyhloubený, k bázi obvykle zúžený, zelený, na příčném řezu se 6 výraznými, oblými žebry, pravidelně uspořádanými nebo po dvou sblíženými. Čnělka je 2,0 – 2,7 mm dlouhá (Hrouda 2011), někdy až 3 mm, nitkovitá (Dostál 1989), kratší než semeník (Hrouda 2011). Plod je tobolka elipsoidní až široce obvejcovité, na vrcholu jen mírně vyhloubené, 8 – 14 mm dlouhé, se šesti 2 mm vysokými žebry, rovnoměrně rozloženými nebo častěji po dvou sblíženými, s 5 – 10 semeny (Zahariadi 1980, Hrouda 2011). Semena jsou černá kulovitá, velikost 1,8 – 2,2 mm, na povrchu s pravidelnými šestibokými alveolami (Hrouda 2011).

Počet chromozomů: $2n = 27$ triploidní (Hrouda 1980, Dostál 1989, Hrouda 2011).

Ekologie a cenologie: Taxon *Ornithogalum angustifolium* se vyskytuje na stanovištích, mezi které patří: louky, meze, příkopy, okraje komunikací, parky, zahrady, synantropní stanoviště v intravilánu obcí. Vzácně se vyskytuje i ve světlých lesích; z minulosti je znám zejména jako archeofytní plevel polních kultur a vinic, z těchto stanovišť však už vymizel. *O. angustifolium*

ve srovnání s *O. kochii* je mezofilnější druh, rostoucí na hlubších, čerstvě vlhkých, hlinitých, živinami bohatých (často však nevápnitých), slabě kyselých až slabě zásaditých půdách. Znám zejména ze společenstev svazu *Arrhenatherion*, popř. vlhčích variant svazu *Bromion erecti* či naopak ze suchých pastvin svazu *Violion caninae*; synantropní stanoviště lze zařadit do svazu *Fumario-Euphorbion*, na nich se však vyskytuje mnohem častěji v západní Evropě (Hrouda 2011). Patří mezi druh, který je ohrožený (Dostál 1989).

Fenologie: *Ornithogalum angustifolium* je fenologicky nejpozdější druh skupiny *Ornithogalum umbellatum* agg., rozkvétá o 10 – 14 dnů později než *Ornithogalum kochii* a *Ornithogalum umbellatum* (Hrouda 2011). Kvete od dubna do května (Formánek 1887).

Rozšíření v České republice: *Ornithogalum angustifolium* se vyskytuje řídko až roztroušeně na většině území České republiky a jeho rozšíření není doposud dokonale známé (Dostál 1989). Nachází se častěji ve středních polohách než v teplých nížinách. Nevyskytuje se v západních Čechách, Českomoravské vrchovině, severní i východní Moravě. (Hrouda 2011).

Rozšíření ve světě: Hranice areálu jsou nejasné, s jistotou jde o druh se subatlanským rozšířením s centrem areálu od Francie po Českou republiku a západní Polsko, odtud zasahuje do severního Španělska, jižní Anglie, Dánska a pravděpodobně i na ostrovy Öland a Gotland. Údaje ze severní části Britského souostroví a z pevninské Skandinávie se pravděpodobně týkají pouze pěstovaných rostlin. Druh se ve větší části areálu rozšířil jako archeofyt polních kultur. Zavlečen do USA, Egypta a i jinam (Hrouda 2011).

2.3.6. Tabulky hlavních morfologických znaků

V tabulkách v příloze č. 2 jsou zahrnuty nejdůležitější morfologické znaky pro druhy *Ornithogalum umbellatum*, *Ornithogalum kochii* a *Ornithogalum angustifolium*. Pro tyto druhy je rozřazena tabulka do třech sloupců, kde lze vyčíst a porovnat důležité znaky k určení jednotlivých druhů, jelikož jejich morfologie je velice podobná a komplexní. V tabulkách je uvedeno taxonomické pojetí podle více autorů, které ilustruje jistou variabilitu znaků.

Nomenklatorické problémy s tím vzniklé jsou řešeny u jednotlivých druhů. Jedním z tradovaných a v podstatě spolehlivých diakritických znaků mezi druhy okruhu *Ornithogalum umbellatum* agg. je uspořádání žebber tobolky: pravidelně uspořádaná nebo po dvou sblížená. Tento znak závisí na počtu a velikosti semen, která se v tobolce vytvářejí u diploidních populací (*Ornithogalum kochii*) se téměř ze všech vajíček vytvářejí semena, takže pouzdra tobolky jsou plná a semena napínají stěnu tobolky tak, že se žebra dvou sousedních pouzder navzájem sblíží. Se stoupající ploidií (u druhů *Ornithogalum angustifolium*, *Ornithogalum umbellatum*) se vytváří v pouzdrech tobolky čím dál méně semen (nebo jsou některá pouzdra dokonce za plodu prázdná), takže stěny tobolky nejsou semeny napínány a žebra zůstávají pravidelně uspořádaná (Hrouda 2011). Mnoho speciálních znaků lze pozorovat na květech a cibulích (Zahariadi 1980). K dalším běžně používaným determinačním znakům patří přítomnost vedlejších cibulek a přítomnost zeleného proužku na okvěti.

3. CÍLE PRÁCE

Tato bakalářská práce se zabývá především morfologickou a cytologickou problematikou komplexu *Ornithogalum umbellatum* agg. na území střední Evropy. Výsledky této práce budou použity k dalšímu výzkumu a v navazující práci diplomové.

Hlavní cíle práce jsou:

- 1) Zhotovení literární rešerše problematiky polyploidního komplexu *Ornithogalum umbellatum*.
- 2) Studium rozšíření a zastoupení jednotlivých ploidních stupňů metodou průtokové cytometrie na území střední Evropy.
- 3) Testování, výběr vhodných morfologických znaků a stanovení morfologické variability taxonů tohoto komplexu.

4. MATERIÁL A METODIKA

4.1. Sběr vzorků

Sběr rostlinného materiálu pro morfometrickou a cytologickou analýzu probíhal v letech 2013 až 2015 na území České republiky, Maďarska a Slovenska. Celkem bylo analyzováno 92 jedinců. Každý jedinec byl odebírán do samostatného označeného mikrotenového sáčku, aby nedošlo ke smíchání rostlin. Většina rostlin byla poté uložena ve skleníku katedry botaniky PřF UP v Olomouci. Rostliny pro morfometrickou analýzu byly sbírány v době kvetení, tj. zhruba od dubna do konce května. Tyto rostliny byly v terénu ihned změřeny morfometricky a z cibulí byly odebrány do zkumavky s destilovanou vodou kořeny pro následující flow-cytometrickou analýzu.

Tabulka č. 1: Počty studovaných rostlin v flow-cytometrické a morfometrické analýze podle lokalit a taxonů

Lokalita	Cytologická analýza				Morfometrická analýza			
	U ¹	K ²	A ³	Celkem	U	K	A	Celkem
HU, Arpás	3	0	0	3	0	0	0	0
HU, Győr - Segitőház	0	5	0	5	0	0	0	0
HU, Egyed	2	0	0	2	0	0	0	0
HU, Hövej	2	0	0	2	0	0	0	0
HU, Budapešť	4	0	0	4	0	0	0	0
HU, Balatonfüred	6	0	0	6	0	0	0	0
HU, Zalaegerszeg	5	0	0	5	0	0	0	0
HU, Vasegerszeg	7	0	0	7	0	0	0	0
HU, Répcelak	7	0	0	7	0	0	0	0
HU, Csapod	0	2	0	2	0	0	0	0
HU, Fertőd	0	3	0	3	0	0	0	0
SK, Kozárovce	3	0	0	3	0	0	0	0
HU, Marcali	3	1	0	4	0	0	0	0
HU, Balatonszentgyörgy	0	5	0	5	0	0	0	0
HU, Nick	0	1	0	1	0	0	0	0
HU, Csíkvánd	0	1	0	1	0	0	0	0
HU, Győr	1	0	0	1	0	0	0	0
HU, Kemenesszentpéter	1	0	0	1	0	0	0	0

Tabulka č. 1 :Pokračování

SK, Nitra	0	10	0	10	0	0	0	0
HU, Kóspallag	3	0	0	3	3	0	0	3
HU, Letkés	4	0	0	4	4	0	0	4
CZ, Černilov	0	0	6	6	0	0	6	6
HU, Pilisszentiván	5	0	0	5	5	0	0	5
HU, Fenyőfő	0	1	0	1	0	0	0	0
HU, Varkeszo	1	0	0	1	0	0	0	0
	58	29	6	93	12	0	6	18

¹U – *Ornithogalum umbellatum*

²K – *Ornithogalum kochii*

³A – *Ornithogalum angustifolium*

4.2. Morfometrická analýza

Analýza morfologických znaků *Ornithogalum umbellatum* agg. byla provedena na 4 populacích, celkem bylo změřeno 18 jedinců. Na každé rostlině bylo měřeno 25 znaků. Měření vegetativních a generativních znaků uvedených v tabulce č. 2 bylo prováděno na živých rostlinách již v terénu pomocí papírového metru a digitálního posuvného měřítka. Získané údaje byly zapisovány do připravených tabulek. Měření generativních znaků bylo prováděno na 4 květech, jestliže se na rostlině nacházely. Rozdíly v rozpětí variability jednotlivých znaků mezi taxony byly statisticky testovány v programu NCSS 9 (Hintze 2013) a posléze graficky vyjádřeny pomocí krabičkových diagramů v programu MS Excel.

Tabulka č. 2: Seznam znaků měřených na rostlině a použité jednotky

Znak	Jednotka/Označení
Délka cibule	mm
Šířka cibule	mm
Šupiny (srostlé/volné)	S/V
S – srostlé, V – volné	
Přítomnost vedlejší cibule	0/1
0 – ne, 1 – ano	

Tabulka č. 2: Pokračování

Listy vedlejší cibule	0/1
0 – ne, 1 – ano	
Délka vedlejší cibule	mm
Šířka vedlejší cibule	mm
Počet listů	-
Délka listu	cm
Šířka listu	cm
List přesahující květenství	0/1
0 – ne, 1 - ano	
Délka lodyhy	cm
Tvar květenství	0/1
0 – okolík, 1 - hrozen	
Počet květů	-
Délka květní stopky	mm
Délka listenu	mm
Délka vnějšího okvěti	mm
Šířka vnějšího okvěti	mm
Délka vnitřního okvěti	mm
Šířka vnitřního okvěti	mm
Šířka lemu	mm
Délka tyčinky	mm
Šířka tyčinky na bázi	mm
Šířka tyčinky na vrcholu	mm
Délka semeníku	mm

4.3. Stanovení DNA ploidní úrovně

Pro stanovení DNA ploidní úrovně byl odebrán vzorek zdravého kořene od každé analyzované rostliny. Odebrané analyzované vzorky byly uloženy po jednom do plastové kyvety s destilovanou vodou a následně ihned změřeny na průtokovém cytometru (rostliny v kultivaci). Kořeny rostlin odebraných v terénu byly v plastových kyvetách do doby měření uchovány v ledničce.

4.3.1. Charakteristika průtokové cytometrie

Průtoková cytometrie (FCM) patří mezi moderní metody používané v současnosti v základním a aplikovaném výzkumu mnoha biologických oborů. Aplikace této metody je velice široká, může být použita např. na stanovení obsahu jaderné DNA, určení ploidy, analýzu buněčného cyklu, studium genové exprese, počítání a určení typu krevních buněk atd. Název průtokové cytometrie dobře odráží dvě základní charakteristiky metody, veškerá měření se uskutečňují v pohybu a bývají zaznamenávány vybrané optické vlastnosti jednotlivých částic, z nichž nejčastější bývá zaznamenávána intenzita fluorescence jaderné DNA (Suda 2005).

4.3.2. Vlastní měření na průtokovém cytometru

Samotné měření bylo provedeno pomocí průtokového cytometru metodou vnitřního standardu se známým obsahem DNA (Doležel et al. 2007). Jako standardy se známým obsahem DNA byly použity listy žita (*Secale cereale* L. 2C = 16,19 pg Doležel et al. 2007) a listy bobu (*Vicia faba* L. 2C = 26,90 pg Doležel et al. 2007).

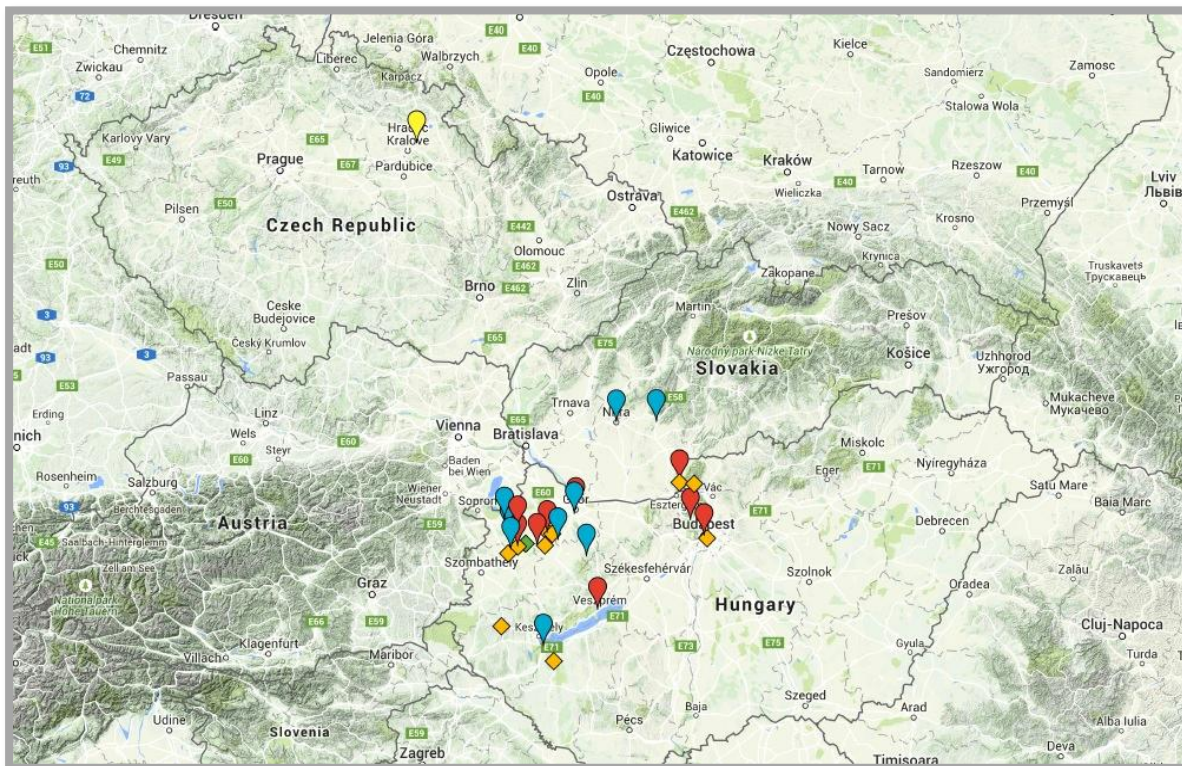
Očištěná část kořene (přibližně 1 cm) byla společně s přibližně stejným množstvím standardu nasekána a homogenizována ostrou žiletkou v Petriho misce s 1 ml pufru LB01 o pH = 7,8. Složení pufru bylo následující 15mM Tris, 2mM Na₂EDTA, 0,5mM spermin tetrahydrochlorid, 80mM KCl, 20mM NaCl, 0,1% (v/v) Triton X-100, 15mM β-merkaptopetanol (Doležel et al. 2007) s přídavkem PVP (polyvinylpyrrolidon). Vzniklý homogenát byl přefiltrován přes nylonový filtr do kyvety. Poté bylo do homogenátu napipetováno 50 μl fluorochromu propidium jodid (PI), který se váže interkalárně na řetězec DNA (Doležel et al. 2007).

Vzorek byl analyzován v průtokovém cytometru BD Accuri C6 (BD Biosciences, San Jose, s laserem BD AccuriTM C6 Blue Laser (20mW) emitujícím světlo vlnové délky 488 nm, Partec PAS). Hladina ploidy byla stanovena na lineární stupnici grafického výstupu jako poměr vzdálenosti mezi G1 vrcholem standardu a vzorku. U každého vzorku bylo změřeno 3000 jader, v případě nízké koncentrace jader v připraveném vzorku bylo zaznamenáváno jen 2000 jader.

5. VÝSLEDKY

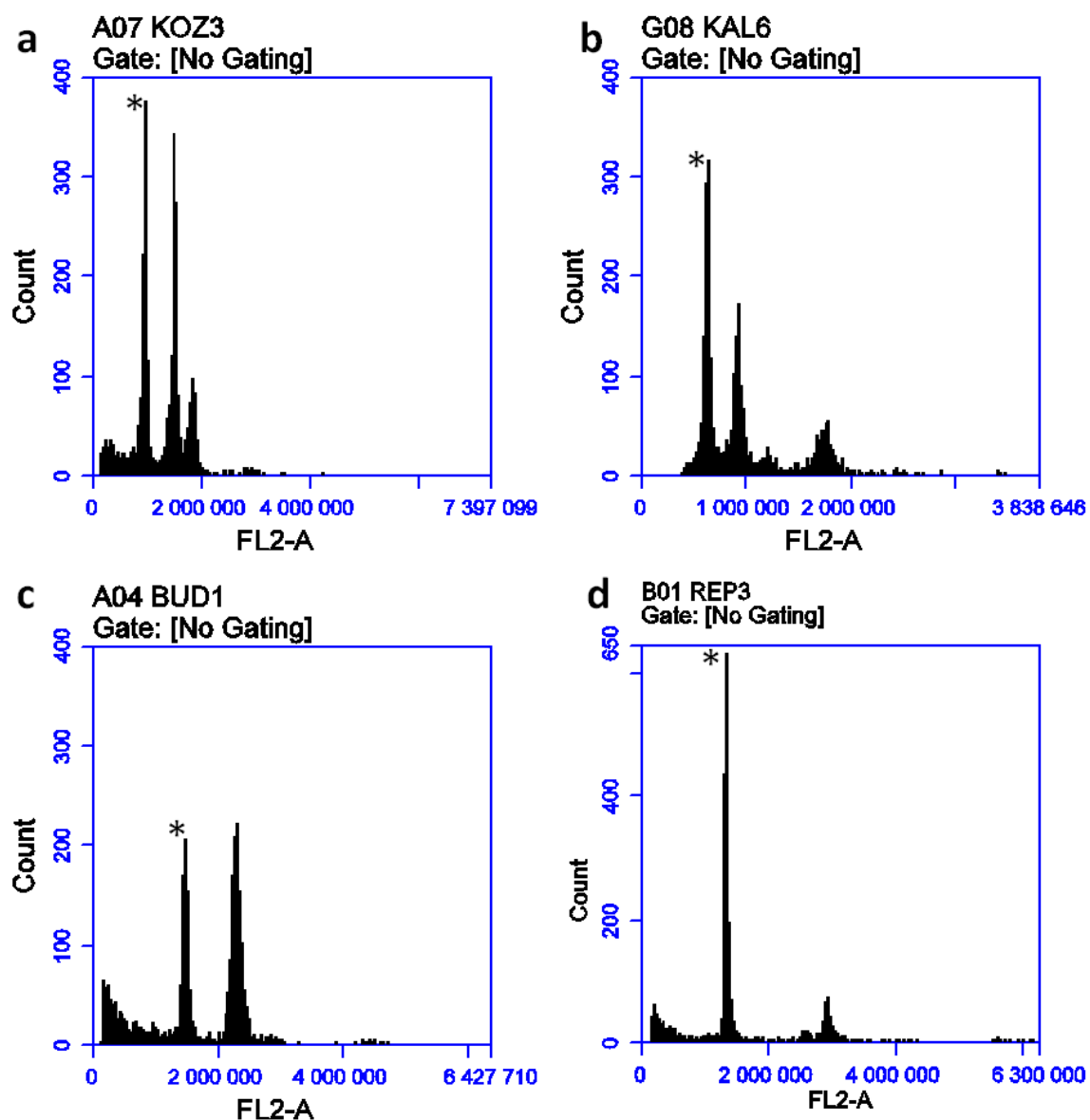
5.1. Stanovení DNA ploidní úrovně

Metodou průtokové cytometrie bylo změřeno 26 populací o 93 jedincích, z toho bylo 58 rostlin analyzováno přiřazeno k druhu *Ornithogalum umbellatum*, 29 rostlin k druhu *Ornithogalum kochii* a 6 k *Ornithogalum angustifolium*. Nalezeno bylo pět ploidních úrovní a to diploidní (2x), triploidní (3x), pentaploidní (5x) a hexaploidní (6x) a poslední oktaploidní (8x). Diploidní populace ($2n = 2x = 18$) patří k druhu *Ornithogalum kochii* byly zjištěny na území Slovenska a Maďarska (Obr. č. 8). Triploidní populace ($2n = 3x = 27$) *Ornithogalum angustifolium* byly nalezeny v severní části České republiky (Obr. č. 8). Populace *Ornithogalum umbellatum* byly nalezeny jako pentaploidní ($2n = 5x = 45$), hexaploidní ($2n = 6x = 54$) a dokonce jako oktaploidní ($2n = 8x = 72$). U posledního jmenovaného druhu, byly na území Maďarska také nalezeny cytotypově smíšené populace (Obr. č. 8). Přehled lokalit, které byly analyzovány pomocí průtokové cytometrie se nachází v příloze č. 1. a také jsou uvedené na obrázku č. 8. V tabulce č. 3 je uvedený přehled taxonů a hodnot relativní fluorescence, které byly stanoveny pomocí flow-cytometrie se standardy *Vicia* a *Secale*.



Obrázek č. 8: Vyznačení výskytu měřených ploidních populací (Zdroj: Google maps)

- 2x diploidní populace
- ◆ 5x pentaploidní populace
- ◆ 8x oktaploidní populace
- 3x triploidní populace
- 6x hexaploidní populace



Obrázek č. 9: Příklady výstupů z měření na průtokovém cytometru.

Na ose x je lineární škála, ukazující relativní fluorescenci jader, pomocí které byla stanovena ploidní úroveň. Na ose y je počet analyzovaných částic. Symbolem hvězdičky (*) jsou označeny píky vnitřních standardů u a) c) d) byl použit standard *Vicia*, b) *Secale*.

Na obrázku a) diploidní *O. kochii* z lokality Kozárovce, b) triploidní *O. angustifolium* lokality Černilov, c) hexaploidní *O. umbellatum* z lokality Budapešť a d) oktaploidní taxon *O. umbellatum* ze smíšené populace z lokality Répcelak.

Tabulka č. 3: Přehled taxonů a hodnot relativní fluorescence

Populace	Taxon	Ploidie	Relativní fluorescence - standard <i>Vicia</i>	Relativní fluorescence - standard <i>Secale</i>
ARP	<i>O. umbellatum</i>	5	1,440677	2,261863
GSE	<i>O. kochii</i>	2	0,639664	1,004273
EGY	<i>O. umbellatum</i>	5	1,564290	2,455942
EGY	<i>O. umbellatum</i>	6	1,565429	2,457720
HOV	<i>O. umbellatum</i>	6	1,724504	2,707470
BUD	<i>O. umbellatum</i>	5	1,301189	2,042870
BUD	<i>O. umbellatum</i>	6	1,572918	2,469480
BAL	<i>O. umbellatum</i>	6	1,568733	2,462911
ZAL	<i>O. umbellatum</i>	5	1,395817	2,191433
VAS	<i>O. umbellatum</i>	5	1,375236	2,159121
REP	<i>O. umbellatum</i>	5	1,394122	2,188771
REP	<i>O. umbellatum</i>	6	1,542451	2,421647
REP	<i>O. umbellatum</i>	8	2,217777	3,481911
CSA	<i>O. kochii</i>	2	0,631705	0,991776
FER	<i>O. kochii</i>	2	0,647961	1,017299
ILC	<i>O. umbellatum</i>	5	1,745663	2,740698
KOZ	<i>O. kochii</i>	2	0,618025	0,970299
MAR	<i>O. umbellatum</i>	5	1,435601	2,253893
BSG	<i>O. kochii</i>	2	0,651153	1,022311
NIC	<i>O. kochii</i>	2	0,676921	1,062765
CSI	<i>O. kochii</i>	2	0,633643	0,994820
GYO	<i>O. umbellatum</i>	5	1,329172	2,086800
KEM	<i>O. umbellatum</i>	6	1,750522	2,677203
FEN	<i>O. kochii</i>	2	0,684116	1,074062
VAR	<i>O. umbellatum</i>	5	1,453648	2,282222
ZOB	<i>O. kochii</i>	2	0,671568	1,054361
PIL	<i>O. umbellatum</i>	6	2,513208	2,632694
KOS	<i>O. umbellatum</i>	5	1,324976	2,080213
LET	<i>O. umbellatum</i>	5	1,318964	2,070774
LET	<i>O. umbellatum</i>	6	1,720284	2,700847
KAL	<i>O. angustifolium</i>	3	0,977865	1,535248

5.2. Morfologická variabilita studovaných taxonů

Morfometrická analýza byla provedena na 18 rostlinách, 12 jedincích *Ornithogalum umbellatum* a 6 jedincích *Ornithogalum angustifolium*. Pro *Ornithogalum kochii* se v sezóně 2015 nepodařilo populaci s dostatečným počtem kvetoucích jedinců změřit, proto není tento taxon v práci po morfologické stránce hodnocen.

5.2.1. Tabulka měřených kvalitativních znaků

V tabulce č. 4 je uvedený přehled variability kvalitativních znaků u analyzovaných taxonů *Ornithogalum umbellatum* a *Ornithogalum angustifolium*.

Mezi zkoumané kvalitativní znaky byly zařazeny: šupiny na cibuli, zdali jsou srostlé (S) či volné (V), dále přítomnost vedlejší cibulek a listů vedlejší cibule zapisované jako 1 – ano, 0 – ne, poté zdali listy přesahují květenství 1 – ano, 0 – ne a poslední znak je tvar květenství 1 – hrozen, 0 – okolík.

Pro každý taxon jsou pro přítomnost daného znaku uvedené výsledky vyjádřené v procentech (%).

Tabulka č. 4: Přehled měřených kvalitativních znaků

	<i>Ornithogalum umbellatum</i>				<i>Ornithogalum angustifolium</i>				
	1 (S)	0 (V)	Celkem	%	1 (S)	0 (V)	Celkem	%	
1	Šupiny volné/srostlé	12	0	12	100	6	0	6	100
2	Přítomnost vedlejší cibulek	10	2	12	83	4	2	6	67
3	Listy vedlejší cibule	10	2	12	83	2	4	6	33
4	Listy přesahující květenství	6	6	12	50	0	6	6	0
5	Tvar květenství	0	12	12	100	0	6	6	100

5.2.2. Tabulka měřených kvantitativních znaků

V tabulce č. 5 je uvedena variabilita měřených kvantitativních znaků pro oba analyzované taxony. Pro každý taxon je uvedený průměr (μ), směrodatná odchylka (SD), maximální hodnota (max) a minimální hodnota (min) daného měřeného znaku.

Tabulka č. 5: Přehled měřených kvantitativních znaků

		<i>Ornithogalum unbellatum</i>				<i>Ornithogalum angustifolium</i>			
		μ	SD	min	max	μ	SD	min	max
1	Délka cibule	23,56	4,57	18,67	35,81	29,60	3,410	25,65	35,22
2	Šířka cibule	16,49	2,33	11,44	19,91	15,71	0,750	14,42	16,55
3	Délka vedlejší cibule	8,440	4,17	4,700	16,22	16,23	2,910	12,92	20,89
4	Šířka vedlejší cibule	5,900	1,44	4,410	8,970	5,700	0,890	4,770	7,190
5	Počet listů	4,170	1,21	3,000	7,000	4,330	0,940	3,000	6,000
6	Délka listu	23,61	5,44	16,20	32,00	33,15	5,490	29,00	45,20
7	Šířka listu	2,710	1,11	1,340	5,190	3,860	0,820	2,810	5,150
8	Délka lodyhy	16,60	5,46	9,000	26,10	28,20	6,670	20,06	41,60
9	Počet květů	5,920	2,90	3,000	11,00	6,330	0,470	6,000	7,000
10	Délka květní stopky	34,35	11,1	12,32	53,90	44,93	10,79	25,91	63,60
11	Délka listenu	19,75	5,55	9,480	32,50	15,14	3,470	9,490	23,21
12	Délka vnějšího okvěti	16,89	3,95	11,01	23,70	17,92	1,730	14,72	20,90
13	Šířka vnějšího okvěti	4,730	1,13	1,960	6,920	5,580	0,440	4,850	6,240
14	Délka vnitřního okvěti	14,91	3,85	10,08	22,80	16,85	1,940	13,39	20,31
15	Šířka vnitřního okvěti	3,820	0,95	2,130	5,820	5,110	0,660	3,940	6,530
16	Šířka lemu	1,440	0,47	0,480	2,410	1,190	0,200	0,870	1,650
17	Délka tyčinky	7,500	1,22	4,710	9,470	7,640	0,650	6,370	8,750
18	Šířka tyčinky na bázi	1,470	0,35	0,290	2,220	1,750	0,370	0,940	2,870
19	Šířka tyčinky na vrcholu	0,560	0,24	0,110	1,060	1,120	0,310	0,490	1,650
20	Délka semeníku	2,720	0,55	1,610	3,960	2,810	0,380	2,150	3,630

5.2.3. Dvouvýběrový t-test

Pro znaky uvedené v tabulce č. 2 byl proveden dvouvýběrový t-test v programu NCSS 9 (Hintze 2013), který průměry znaků mezi jednotlivými taxony.

Dvouvýběrový t-test nám prokázal signifikantní rozdíly mezi jednotlivými taxony *O. umbellatum* a *O. angustifolium* u 12 měřených znaků z 20. Výsledky dvouvýběrového t-testu jsou uvedeny v tabulce č. 6. Variabilita těchto znaků byla poté znázorněna pomocí krabičkových diagramů na obrázcích č. 10-15.

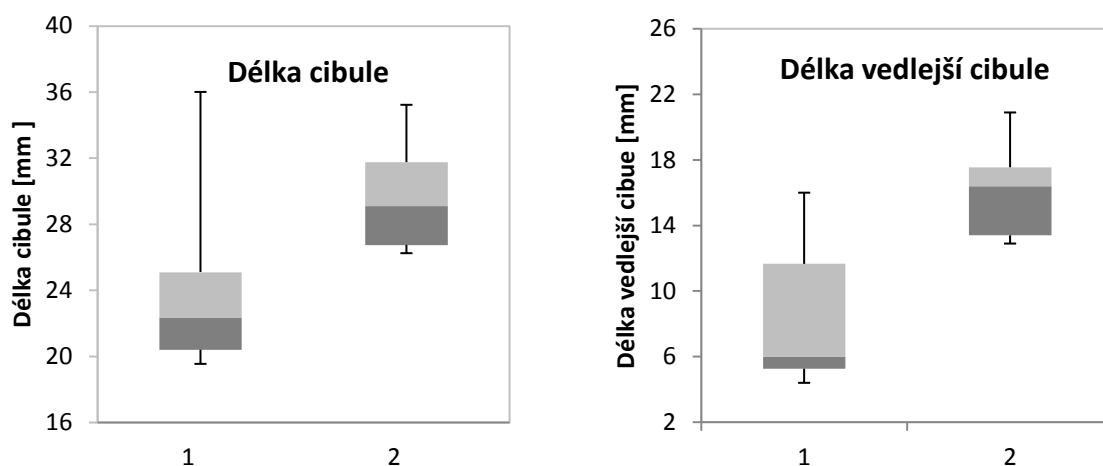
Tabulka č. 6: Výsledky dvouvýběrového t-testu

T – výsledky statistického testu, signifikantní výsledky jsou označeny tučně.

	Znak	T	p
1	Délka cibule	2,6880	0,01581
2	Šířka cibule	-0,7533	0,46219
3	Délka vedlejší cibule	3,4305	0,00498
4	Šířka vedlejší cibule	-0,2647	0,79573
5	Počet listů	0,2780	0,78456
6	Délka listu	3,2977	0,00454
7	Šířka listu	2,1201	0,04998
8	Délka lodyhy	3,7104	0,00190
9	Počet květů	0,3296	0,74594
10	Délka květní stopky	3,6371	0,00056
11	Délka listenu	-0,8404	0,40393
12	Délka vnějšího okvěti	1,1694	0,24672
13	Šířka vnějšího okvěti	3,3951	0,00120
14	Délka vnitřního okvěti	2,2321	0,02923
15	Šířka vnitřního okvěti	5,7440	0,00000
16	Šířka lemu	-2,3321	0,02296
17	Délka tyčinky	0,4997	0,61907
18	Šířka tyčinky na bázi	2,9364	0,00465
19	Šířka tyčinky na vrcholu	7,9685	0,00000
20	Délka semeníku	0,6830	0,49712

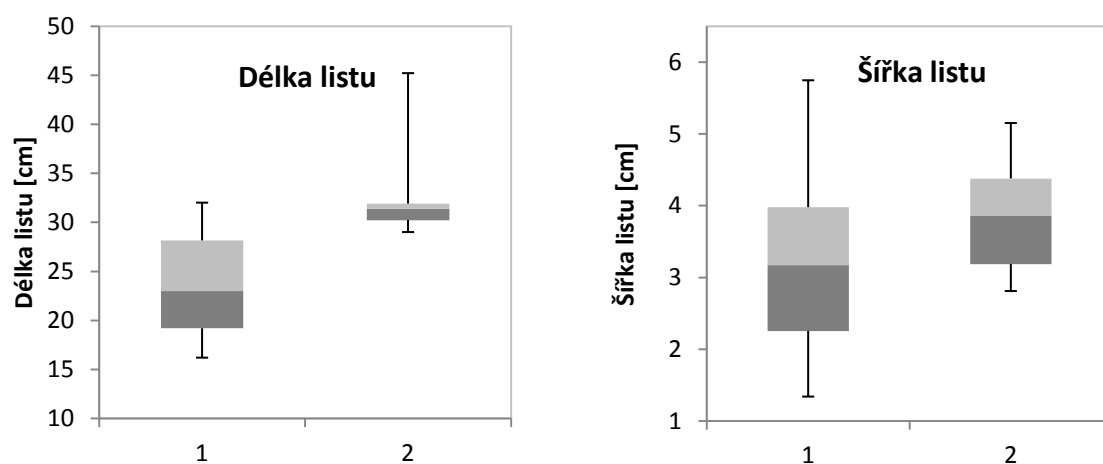
5.2.4. Výsledky statistických testů znázorněné krabičkovými diagramy

Obrázek č. 10: Variabilita délky cibule a délky vedlejší cibule rostlin jednotlivých ploidních úrovní.



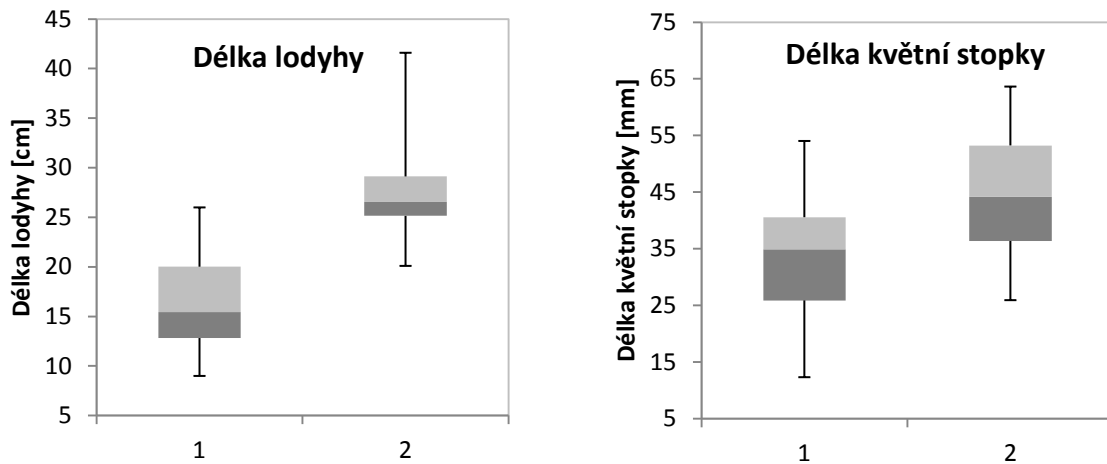
Tělo krabičkového diagramu znázorňuje rozpětí variability délky cibule a délky vedlejší cibule, čára uvnitř těla odpovídá hodnotě mediánu. Čísla na ose x označují jednotlivé taxony: 1 – *Ornithogalum umbellatum* = pentaploidní a hexaploidní, 2 – *Ornithogalum angustifolium* = triploidní.

Obrázek č. 11: Variabilita délky a šířky listu rostlin jednotlivých ploidních úrovní.



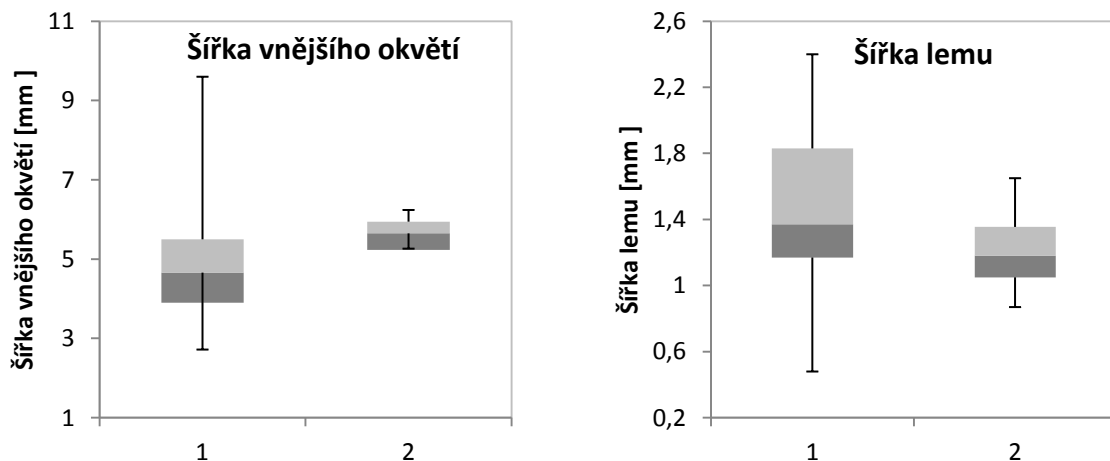
Tělo krabičkového diagramu znázorňuje rozpětí variability délky a šířky listu, čára uvnitř těla odpovídá hodnotě mediánu. Čísla na ose x označují jednotlivé taxony: 1 – *Ornithogalum umbellatum* = pentaploidní a hexaploidní, 2 – *Ornithogalum angustifolium* = triploidní.

Obrázek č. 12: Variabilita délky lodyhy a délky květní stopky rostlin jednotlivých ploidních úrovní



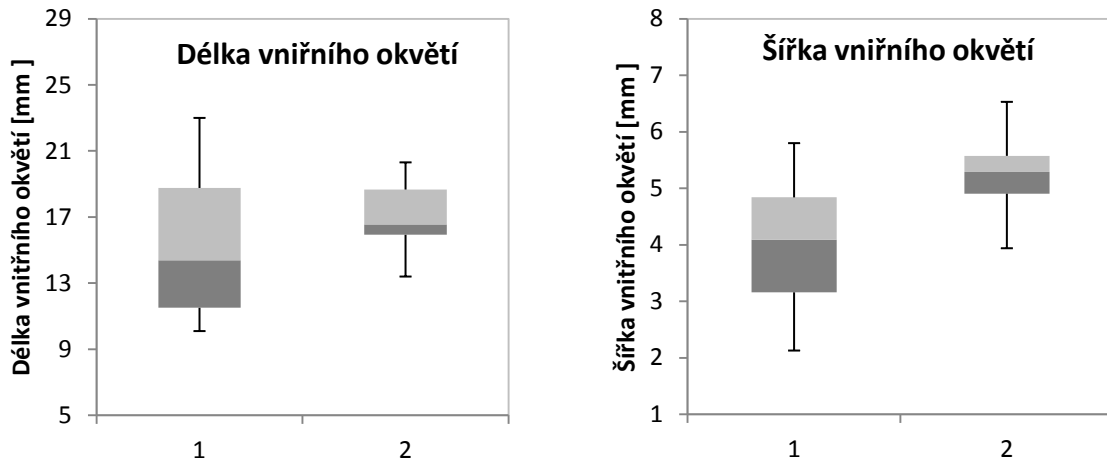
Tělo krabičkového diagramu znázorňuje rozpětí variability délky lodyhy a délky květní stopky, čára uvnitř těla odpovídá hodnotě mediánu. Čísla na ose x označují jednotlivé taxony: 1 – *Ornithogalum umbellatum* = pentaploidní a hexaploidní, 2 – *Ornithogalum angustifolium* = triploidní.

Obrázek č. 13: Variabilita šířky vnějšího okvěti a šířky lemu rostlin jednotlivých ploidních úrovní.



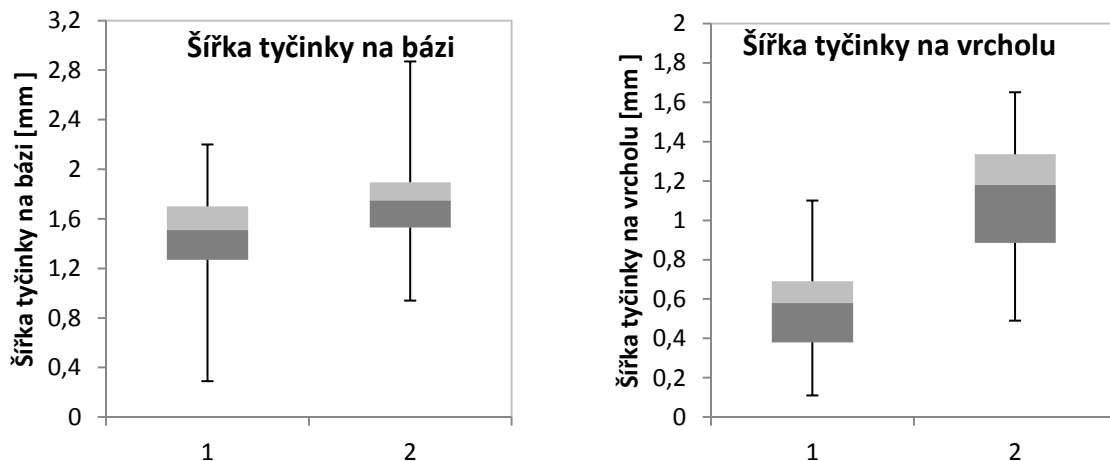
Tělo krabičkového diagramu znázorňuje rozpětí variability šířky vnějšího okvěti a šířky lemu, čára uvnitř těla odpovídá hodnotě mediánu. Čísla na ose x označují jednotlivé taxony: 1 – *Ornithogalum umbellatum* = pentaploidní a hexaploidní, 2 – *Ornithogalum angustifolium* = triploidní.

Obrázek č. 14: Variabilita délky a šířky vnitřního okvěti rostlin jednotlivých ploidních úrovní.



Tělo krabičkového diagramu znázorňuje rozpětí variability délky a šířky vnitřního okvěti, čára uvnitř těla odpovídá hodnotě mediánu. Čísla na ose x označují jednotlivé taxony: 1 – *Ornithogalum umbellatum* = pentaploidní a hexaploidní, 2 – *Ornithogalum angustifolium* = triploidní.

Obrázek č. 15: Variabilita šířky tyčinky na bázi a na vrcholu rostlin jednotlivých ploidních úrovní.



Tělo krabičkového diagramu znázorňuje rozpětí variability šířky tyčinky na bázi a na vrcholu, čára uvnitř těla odpovídá hodnotě mediánu. Čísla na ose x označují jednotlivé taxony: 1 – *Ornithogalum umbellatum* = pentaploidní a hexaploidní, 2 – *Ornithogalum angustifolium* = triploidní.

6. DISKUZE

6.1. Zastoupení a rozšíření cytotypů *Ornithogalum umbellatum* agg. ve střední Evropě

Metodou průtokové cytometrie bylo v této práci studováno celkem 26 populací z okruhu snědku rozkladitého (*Ornithogalum umbellatum*) ve střední Evropě. Analyzované rostliny taxonů zahrnutých do studie mají velikost jaderného genomu, který překvapivě odpovídá celkem pěti zjištěných ploidních úrovní, které by měly patrně náležet diploidnímu (2x), triploidnímu (3x), pentaploidnímu (5x), hexaploidnímu (6x) a oktoploidnímu (8x) cytotypu.

Diploidní populace ($2n = 18$) byly zjištěny na území Maďarska v okolí měst Győr, Csapod, Fertőd, Balatonszentgyöry, Nick, Csíkvánd a Fenyőfő a na území Slovenska v okolí měst Nitra a Kozárovce (obr. č. 8). U tohoto cytotypu nebyly nalezeny populace smíšené. Z pravidla byly nalezeny na suchých, výslunných stanovištích jako jsou stráně, meze, louky, pastviny, křoviny a světlé lesy, což souhlasí s údaji v literatuře (Hrouda 2011). Tento cytotyp pravděpodobně odpovídá taxonu *Ornithogalum kochii*. Rozšířením tyto populace zasahují do České republiky na území jižní a střední Moravy, do severozápadních a středních Čech a Polabí (Hrouda 1980, Herrmann 2002, Hrouda 2011), kde se nám bohužel v letošní sezóně nepodařily změřit, i když se u nás vyskytují poměrně hojně. Dále z literárních zdrojů víme že, zasahují do jižního Polska a do východního Rakouska, dále se nachází v severní Itálii, severním Srbsku, Rumunsku a Bulharsku (Herrmann 2002).

Triploidní ($2n = 27$) úroveň byla zjištěna pouze na jedné lokalitě u obce Černilov (obr. č. 8.) na území České republiky. Lokalita nebyla smíšená, nacházely se zde pouze triploidní jedinci. Tato ploidie patrně odpovídá druhu *Ornithogalum angustifolium*. Typické stanoviště pro tento taxon jsou vlhké, hlinité, živinami bohaté biotopy (Hrouda 2011), kde se i tato populace nacházela. Byla zjištěna na vlhké louce u rybníka na okraji lesa. Taxon se vyskytuje v České republice roztroušeně s převážnou většinou lokalit v Čechách v povodí Labe (Hrouda 2011). Dále tato ploidní úroveň zasahuje na území Německa v údolí Labe, západního Polska, jižní Francie, severního Španělska, jižní Anglie a na území Dánska (Raamsdonk 1986). Na území Maďarska nebyl tento taxon zjištěn a ani v literárních zdrojích není uváděno, že by se tento taxon na území Maďarska nacházel.

Pentaploidní ($2n = 45$) byli zaznamenáni na území Maďarska na lokalitách Arpás, Egyed, Budapešť, Zalaegerszeg, Vasergerszeg, Répcelek, Marcali, Győr, Várkesző, Kóspalag a Letkés (obr. č. 8). Tento cytotyp patrně odpovídá taxonu *Ornithogalum umbellatum*.

Další pravděpodobně hexaploidní ($2n = 54$) cytotyp byl nalezen v Maďarsku v okolí měst Egyed, Hövej, Budapešť, Balatonfüred, Répcelak, Kemenesszentpéter, Pilisszentiván a Létkes (obr. č. 8). Tato ploidie podle všeho také odpovídá taxonu *Ornithogalum umbellatum*. Rozšíření je velice podobné taxonu pentaploidnímu cytotypu, oba cytotypy se často nacházely ve smíšených populacích. Pentaploidi a hexaploidi jsou z několika zdrojů známí z jižního Slovenska, kde jsou taktéž poměrně hojní (Raamsdonk 1986, Hrouda 2011). Zřejmě se vyskytují i ve Francii, zasahují do atlanské oblasti Evropy a to Belgie, Nizozemska a jižní Anglie. Pravděpodobně chybí v Polsku a u nás v České republice (Hrouda 2011).

K nejzajímavějším nalezeným populacím patří smíšená populace v lokalitě Répcelak na území Maďarska (obr. č. 8), kde byl zjištěn pentaploidní, hexaploidní a i dokonce oktoploidní ($2n = 72$) cytotyp. Patrně se také jedná o druh *Ornithogalum umbellatum*. Tento oktoploidní cytotyp je v literatuře uváděn jen vzácně (Czapik 1968, Raamsdonk & Henriga 1987), obvykle pro jiný taxon např. *Ornithogalum refractum* ($2n = 54,72$) či *Ornithogalum gussonei* ($2n = 72, 90$; Raamsdonk 1986). Pravděpodobně se tak jedná o první údaj o výskytu tohoto cytotypu ve střední Evropě.

Populace (smíšené i nesmíšené) taxonu *Ornithogalum umbellatum* se nacházely především v městských trávnících, podél silnic, městských parcích atd. Stanoviště polyploidních taxonů jsou zpravidla více variabilní (Suda 2009) a proto jsou pro tento taxon v několika literárních zdrojích uváděné i další stanoviště, jako jsou louky, parky, sady, pole vinice, vlhčí lokality podél komunikací, lužní lesy, luční porosty a jiné (Hrouda 1980, Raamsdonk 1986, Dostál 1989, Hrouda 2011).

6.2. Morfologická variabilita *Ornithogalum umbellatum* agg. ve střední Evropě

Morfometrická analýza byla provedena na 18 rostlinách, 12 jedinců *Ornithogalum umbellatum* (tj. pentaploidní i hexaploidní cytotyp) a 6 jedinců *Ornithogalum angustifolium* (tj. triploidní cytotyp). *Ornithogalum kochii* (tj. diploidní cytotyp) se nám bohužel nepovedlo analyzovat, neboť v průběhu sezóny nebyla nalezena dostatečně bohatá populace.

Mezi studovanými populacemi *Ornithogalum umbellatum* (tj. pentaploidní i hexaploidní cytotyp) a *Ornithogalum angustifolium* (tj. triploidní cytotyp) byly zjištěny signifikantní rozdíly z větší poloviny testovaných znaků a to u 12 znaků z 20. Signifikantní rozdíly nebyly prokázány u znaků na cibuli a to u šířky hlavní cibule a šířky vedlejší cibule. Dále u počtu listů a květů, poté u délky listenu, vnějšího okvětí, délky tyčinky a semeníku. Tyto testované znaky nevykazovali výraznou variabilitu v rámci studia morfologické variability těchto dvou taxonů.

Délka cibule se pohybovala u taxonu pentaploidního a hexaploidního *O. umbellatum* v rozmezí 19 – 36 mm, zatímco u taxonu triploidního *O. angustifolium* mezi 26 – 36 mm. U taxonu *Ornithogalum umbellatum* se vedlejší cibule nacházely u 83 % rostlin v rozpětí 4 - 16 mm a listy vedlejší cibule se nacházely u 83 % jedinců, zatímco u taxonu *O. angustifolium* se vedlejší cibule vyskytovaly u 67 % jedinců v rozmezí 13 – 21 mm a listy vedlejší cibule se nacházely u 33 % měřených rostlin. Z těchto hodnot lze patrně říci, že *O. angustifolium* má relativně větší mateřskou cibuli s vedlejšími cibulkami, které mají pravděpodobně větší rozměr a listy z vedlejší cibule vyrůstají jen občas, zatímco taxon *O. umbellatum* má mateřskou cibuli menší s malými vedlejšími cibulkami a listy z vedlejších cibulí vyrůstají poměrně často. Tato zjištění jsou poněkud v rozporu s tvrzeními v literárních zdrojích, kde se uvádí, že u taxonu *Ornithogalum umbellatum* se nachází mateřská cibule s 15 – 60 téměř kulovitými bezobalnými cibulkami netvořícími listy (Raamsdonk 1986, Hrouda 2011), zatímco *O. angustifolium* je taxon s mateřskou cibulí o rozměru 14 – 38 mm s většími vedlejšími cibulemi vždy tvořícími vedlejší listy (Raamsdonk 1986, Herrmann 2002, Hrouda 2011). Šupiny na cibuli byly vždy navzájem srostlé u obou taxonů.

Rozpětí hodnot délky lodyhy populací *O. umbellatum* se pohyboval v rozmezí 9 – 26 cm, u populace *O. angustifolium* se pohybovala mezi hodnoty 20 – 42 cm. Signifikantní rozdíl však může být důsledkem malého počtu jedinců, neboť rostliny jsou ve své výšce poměrně variabilní i v rámci populace, na což bylo poukázáno již dříve (Herrmann 2002). Tento znak tedy patrně nemá žádnou taxonomickou hodnotu. Zpravidla je také uváděno, že

taxony se vzrůstající ploidií jsou větší, robustnější, jelikož dochází ke zvětšování buněk (Suda 2009). Tomu však výsledky našeho měření odporují, jelikož hodnoty délky lodyhy taxonu *O. umbellatum* odpovídající pentaploidní i hexaploidní úrovni, jsou menší a taxon *O. angustifolium* s triploidní úrovní má hodnoty poměrně větší.

Délka listu u taxonu *Ornithogalum umbellatum* se pohybovala v rozmezí 16 – 32 cm a taxonu *Ornithogalum angustifolium* nabýval hodnot v rozmezí 29 – 45 cm. Šířka listu se pohybovala u *O. umbellatum* mezi hodnoty 1,3 – 5,2 mm, *O. angustifolium* v rozmezí 2,8 – 5,2 mm. Z literárních zdrojů je udávána hodnota délky listu pro *Ornithogalum umbellatum* 20 – 30 cm a šířky listu 3 – 6 mm a pro *Ornithogalum angustifolium* je hodnota délky listu 15 – 25 cm a šířky listu 2 – 5 mm (Herrmann 2002, Hrouda 2011). Tyto znaky jsou často ovlivněny okolními podmínkami a také záleží na lokalitě, kde se nachází, např. jedinci na vlhké lokalitě jsou větší, silnější, mají větší silnější listy a květy. Na lokalitách suchých, s mělkou vrstvou půdy jsou jedinci poměrně menší, jedinec je gracilní, s úzkými listy a menšími květy (Herrmann 2002).

Generativní znaky byly studovány na 4 květech každého jedince, tyto hodnoty byly poté zprůměrované. Hroznovité květenství jak u taxonu *O. umbellatum*, tak i *O. angustifolium* se vyskytoval vždy okolík. Rozpětí hodnot délky květní stopky se pohybuje u taxonu *Ornithogalum umbellatum* v rozmezí 12 – 54 mm, u taxonu *Ornithogalum angustifolium* mezi 26 – 64 mm. V literárních zdrojích jsou uváděné hodnoty pro taxon *O. umbellatum* jen pro dolní květní stopky v rozmezí 40 – 80 mm (Hrouda 2011) a pro taxon *O. angustifolium* jsou tyto hodnoty uváděné v rozmezí 25 – 60 mm (Hrouda 2011). Pro srovnání jsou v příloze č. 3 uvedené výsledky morfometrického měření, kde lze pro srovnání nalézt hodnoty délky květní stopky 1, kdy tyto čísla odpovídají nejdolnější květní stopce. Pro taxon *O. umbellatum* výsledky nejdolnější květní stopce odpovídají hodnotě okolo 50 mm a pro druhý taxon *O. angustifolium* okolo 60 mm. V tomhle ohledu se výsledky shodují s publikací Hroudy (2011).

Signifikantní rozdíly byly nalezeny i na okvěti. Rozpětí hodnota šířky vnějších okvětních lístků se pohybuje u taxonu *O. umbellatum* v rozmezí 2,0 – 9,6 mm a taxon *O. angustifolium* nabýval hodnot v rozmezí 6 – 8 mm. Hrouda (1980, 2011) uvádí, že *O. umbellatum* má šířku vnějšího okvěti (5) – 5,5 – 7,5 mm a 5 – 7 mm je uvedeno pro taxon *O. angustifolium*. Dá se říci, že tyto výsledky se více méně shodují.

Šířka bílého lemu na rubu okvětního lístku, byla měřena jako vzdálenost od okraje okvětního lístku po začátek středového zeleného pruhu. U taxonu *O. umbellatum* je průměrná hodnota 1,44 mm a u taxonu *O. angustifolium* je 1,75 mm. V publikaci je uváděno pro oba taxony, že bílý lem by měl být širší než 1 mm (Hrouda 2011). Patrně uvedené výsledky toto

tvrzení potvrzují. Z hodnot testovaného znaku je tedy zcela zřejmé, že taxon *O. umbellatum* má lem o něco širší oproti taxonu *O. angustifolium*. Což je v rozporu s tvrzeními Hroudy z roku 1980, který uvádí, že by měly být bílé lemy přibližně stejné. Tento znak spíše srovnává s diploidními populacemi *Ornithogalum kochii*, kde konstatuje, že šířka lemu *O. umbellatum* a *O. angustifolium* by měla být pravděpodobně širší než u cytotypu diploidního (Hrouda 1980), což se nám bohužel prozatím nepodařilo zjistit. Proto tento znak patrně nemá žádnou taxonomickou hodnotu a k determinaci těchto dvou taxonů ho nelze použít.

Průměrná hodnota délky a šířky vnitřních okvětních lístků u taxonu *O. umbellatum* je 15 mm a 3,8 mm. Taxon *O. angustifolium* se pohyboval v rozmezí 17 mm a 5 mm. Z literárních zdrojů víme, že hodnota délky a šířky vnitřních okvětních lístků taxonu *O. umbellatum* by měla odpovídat hodnotě 12 – 18 mm a 5 – 7 mm a *O. angustifolium* 11 – 17 mm a 4 – 6 mm (Hrouda 1980).

Poslední znak, pro nějž byl výsledek srovnání signifikantní, byl znak na tyčince - šířka tyčinky na bázi a na vrcholu. Šířka tyčinky na bázi *O. umbellatum* byla stanovena v průměru 1,47 mm a pro taxon *O. angustifolium* 1,75 mm. Na vrcholu u *O. umbellatum* 0,6 mm a u *O. angustifolium* 1,1 mm. Zpravidla je v literárních zdrojích uváděno, že tyčinky jsou k vrcholu zúžené (Hrouda 2011). Tyto testované hodnoty tomuto tvrzení odpovídají.

Předběžná morfologická studie tedy ukázala, že mezi studovanými taxony *Ornithogalum umbellatum* a *Ornithogalum angustifolium* jsou poměrně morfologicky variabilní u znaků délka cibule, délka vedlejší cibule, délka lodyhy, délka a šířka listu. Zjištěné hodnoty těchto znaků se ve většině případů odlišovaly od hodnot uvedených v literárních zdrojích. Tato morfologická variabilita mohla být způsobena typem stanoviště a okolními podmínkami, kde se testovaný taxon nacházel (Herrmann 2002). Naopak u generativních znaků tyto hodnoty byly variabilní poměrně méně a s hodnotami literárních zdrojů vždy souhlasily. V některých případech, kdy byl prokázán statisticky signifikantní rozdíl u studovaných znaků, nebylo přesto možné říci, že by se některý taxon svou celkovou variabilitou výrazně odlišoval. V těchto případech byl signifikantní výsledek způsoben velkým rozdílem mezi nejnižší a nejvyšší naměřenou hodnotou daného znaku. Na tyto testované znaky, u nichž byl výsledek signifikantní, je proto třeba nahlížet opatrně.

7. ZÁVĚR

Tato bakalářská práce pojednávala o cytologické a morfologické variabilitě okruhu snědku rozkladitého (*Ornithogalum umbellatum*) v České republice, ve východní části střední Evropy. Prvním cílem práce bylo shromáždění literárních údajů týkajících se cytologické a morfologické variability taxonů tohoto komplexu. Dalším úkolem bylo zmapovat rozšíření jednotlivých ploidních stupňů metodou průtokové cytometrie a posledním cílem bylo stanovení morfologické variability taxonů tohoto komplexu.

V rámci studovaného komplexu byla potvrzena velká cytologická variabilita, kdy bylo zjištěno pět ploidních úrovní, které pravděpodobně odpovídají diploidnímu, triploidnímu, pentaploidnímu, hexaploidnímu a oktaploidnímu cytotypu. Taxony *Ornithogalum kochii* (tj. diploidní cytotyp) jsou velmi rozšířené, byl zaznamenán v severním Maďarsku a na jižním Slovensku, literární údaje uvádějí jeho výskyt v České republice. Dále *Ornithogalum angustifolium* (tj. triploidní cytotyp) byl nalezen na území České republiky na severovýchodě Čech. Poslední taxon *Ornithogalum umbellatum* byl objeven jako pentaploidní, hexaploidní a oktaploidní cytotyp. Všechny tři cytotypy byly nalezeny na území Maďarska jak v cytotypově smíšených, tak i nesmíšených populacích. Pravděpodobně se tak jedná o první údaj o výskytu oktaploidního cytotypu ve střední Evropě. Taxon *Ornithogalum umbellatum* nebyl v České republice nalezen a pravděpodobně se stále může považovat za vyhynulý druh České republiky.

Morfologicky byly studovány taxony *O. umbellatum* a *O. angustifolium*. Oba taxony se významně lišily ve 12 z 20 studovaných kvantitativních morfologických znacích. Jejich vegetativní znaky byly poměrně morfologicky variabilní, zatímco generativní byly velice podobné. Tyto výsledky jsou možná poněkud zkreslené, jelikož bylo změřeno pouze 18 jedinců ze 4 různých lokalit.

V diplomové práci bude potřeba zahrnout do studie větší počet populací a zaměřit se především na území České republiky a Slovenska.

8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Andrić A., Kočiš Tubić N., Rat M. & Vidaković O. D. (2015): Diversity and genetic structure of *Ornithogalum* L. (Hyacinthaceae) populations as revealed by RAPD-PCR markers.- Genetika 47: 275-288.

APG III (2009): The Angiosperm Phylogeny Group, An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. - Botanical Journal of the Linnean Society 161: 105-121.

Baker J. G. (1872): Revision of the Genera and Species of Scilleæ and Chlorogaleæ. - Journal of the Linnean Society of London, Botany 13 267-292.

Czapik R. (1968): Chromosome numbers of *Ornithogalum umbellatum* L. from three localities in England. - Watsonia 6: 345-349.

Čelakovský L. (1897): Analytická květena Čech, Moravy a Rakouského Slezska, 3. vyd. - Praha, 456 s.

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

Dostál J. (1989): Nová květena ČSSR 2. - Academia, Praha, 1563 s.

Formánek E. (1887): Květena Moravy a rakouského Slezska, 1. vyd. - Mor. akc. knihtiskárny, Brno, 864 s.

Gadella Th. W. J. (1970): Enige aantekeningen betreffende *Ornithogalum umbellatum* L. - Gorteria 5: 18-19.

Goldblatt P., Manning J. C. & Forest F. (2012): A review of chromosome cytology in Hyacinthaceae subfamilies Urgineoideae and Hyacinthoideae (tribes Hyacintheae, Massonieae, Pseudoprosperae) in sub-Saharan Africa. - South African Journal of Botany 83:134-144.

Guaglianone E. R. & Arroyo-Leuenberger S. (2002): The South American genus *Oziroë* (Hyacinthaceae-Oziroëoideae). - *Darwiniana* 40: 61-76.

Guervin C., le Coq C., Esclapez M. & Moret J. (1994): Intra-individual variations of chromosomes and DNA content in meristems of adventitious roots of *Ornithogalum umbellatum* L.. - *Caryologia: International, Journal of Cytology, Cytosystematics and Cytogenetics* 47: 315-323.

Hansgirg A. (1881): Květena okolí Hradce Králové. - Hradec Králové, 112s.

Herrmann N. (2002): Biological Flora of Central Europe: „*Ornithogalum angustifolium*“ nom. prov., Syn. p.p. *O. orthophyllum* ssp. *kochii* = *O. kochii* Parl., *O. gussonei* Ten.). - *Flora* 197: 409–428.

Hintze J. (2013): NCSS 9. – NCSS, LLC. Kaysville, Utah, USA, URL: [http:// www.ncss.com](http://www.ncss.com).

Hrouda L. (1980): Studium rodu *Ornithogalum* L. s. l. v Československu. – PřF UK, Praha, 347 s.

Hrouda L. (2011): *Ornithogalum* L. – In.: Štěpánková J., Chrtek J. & Kaplan Z. (eds), Květena České republiky 8, Academia, Praha, 712 s.

Chase M. W., Reveal J. L. & Fay M. F. (2009): A subfamilial classification for the expanded asparagalean families Amaryllidaceae, Asparagaceae and Xanthorrhoeaceae. - *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 132-136.

Leitch I. J. & Bennett M. D. (1997): Polyploidy in angiosperms. - *Trends in Plant Science* 2: 470-476.

Luria G., Watad A. A., Cohen-Zhedek Y. & Borochoy A. (2002). Growth and flowering of *Ornithogalum dubium*. - *Acta Horticulturae* 570: 113-119.

Lynch A. H., Rudall P. J. & Cutler D. F. (2006): Leaf anatomy and systematics of Hyacinthaceae. - *Kew Bulletin* 61: 145-159.

Manning J. C., Goldblatt P. & Fay M. F. (2004): A revised generic synopsis of Hyacinthaceae in sub-saharan africa, based on molecular evidence, including new combinations and the new tribe Pseudoprosperae. - *Edinburgh journal of botany* 60: 533-568.

Manning J. C., Forest F., Devey D. S., Fay M. F. & Goldblatt P (2009): A molecular phylogeny and a revised classification of Ornithogaloideae (Hyacinthaceae) based on an analysis of four plastid DNA regions. - *Taxon* 58: 77-107.

Marcussen T., Jakobsen K. S., Danihelka J., Ballard H. E., Blaxland K., Brysting A. K. & Oxelman B. (2011): Inferring species networks from gene trees in high-polyploid North American and Hawaiian Violets (*Viola*, Violaceae). - *Systematic Biology* 61: 107-126.

Martínez-Azorín M., Crespo B. M., Juan A. & Fay F. M. (2011): Molecular phylogenetics of subfamily Ornithogaloideae (Hyacinthaceae) based on nuclear and plastid DNA regions, including a new taxonomic arrangement. - *Annals of Botany* 107: 1-37.

Martínez-Azorín M., Crespo B. M. & Juan A. (2009): Nomenclature and taxonomy of *Ornithogalum divergens* Boreau (Hyacinthaceae) and related taxa of the polyploid complex of *Ornithogalum umbellatum* L. - *Candollea* 64: 163-169.

Matyášek R., Skalická K. & Kovařík A. (2003): Způsoby detekce polymorfismu homologních DNA a jejich využití při studiu změn ve struktuře rodičovských genomů u modelových allotetraploidních druhů rodu *Nicotiana* a *Tragopogon*. - *Biologické listy* 68: 207-211.

Müller-Doblies U. & Müller-Doblies D. (1996): Revisionula incompleta Ornithogalorum Austro-Africanorum (Hyacinthaceae). - *Feddes Repertorium* 107: 361-548.

Obermeyer A. A. (1978): *Ornithogalum*: a revision of the southern African species. - *Bothalia* 12: 323-376.

Otto S. P. (2007): The Evolutionary Consequences of Polyploidy. - *Cell* 131: 452-462.

Öztürk D., Koyuncu O., Yaylacı K. Ö., Özgişi K., Sezer O. & Tokur S. (2014): Comparative anatomical studies on twelve *Ornithogalum* (Asparagaceae) species (eleven nonendemic, one endemic) belonging to subgen. *Ornithogalum* and subgen. *Beryllis*, growing naturally in Eskişehir (Central Anatolia-Turkey). - Journal of Scientific Research and Reviews 3: 40-49.

Pfossner M. & Speta F. (1999): Phylogenetics of Hyacinthaceae Based on Plastid DNA Sequences. - Annals of the Missouri Botanical Garden 86: 852-875.

Pinter M., Brudermann A., Crespo M. B., Deutsch G., Martínez-Azorín M., Müller-Doblies U., Müller-Doblies D., Pfossner M. & Wetsching W. (2013): *Massonia citrina* (Hyacinthaceae, Hyacinthoideae) - a new species from the Western Cape Province (South Africa). - Phytotaxa 112: 50-56.

Podpěra J. (1911): Květena Hané: základy zeměpisného rozšíření rostlinstva na Horním úvalu moravském. - Brno 355 s.

Raamsdonk L. W. D. van (1986): Biosystematic studies on the *umbellatum-angustifolium* complex of the genus *Ornithogalum* (Liliaceae). II. Genome characterization and evolution. - Nordic Journal of Botany 6: 525-544.

Raamsdonk L. W. D. van & Heringa J. (1987): Biosystematic studies on the *umbellatum-angustifolium* complex in the genus *Ornithogalum* (Liliaceae). III. Morphological analysis. - Nordic Journal of Botany 7: 631-637.

Rat M., Jovanović Ž., Stanisavljević N., Radak B., Bokić B., Radović S. & Anačkov G. (2014): A simple and efficient DNA isolation method for *Ornithogalum* L. species (Hyacinthaceae, Asparagales). - Botanica Serbica 38: 185-189.

Stearn W. T. (1983): The Linnaean species of *Ornithogalum* (Liliaceae). - Annales Musei Goulandris 6: 139-170.

Stedje B. (2001): The Generic delimitation within Hyacinthaceae. A comment on works by F.Speta. - Bothalia 31: 192-195..

Stevens P. F. (2001): Angiosperm Phylogeny Website. Version 12, July 2012 [and more or less continuously updated since]. - URL <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>.

Suda J. (2005): Co se skrývá za rostlinnou průtokovou cytometrií. - *Živa* (2005)1: 46-48.

Suda J. (2009): Darwinova „odporná záhada“ po 130 letech aneb souvisí polyploidie s rozmanitostí krytosemenných rostlin? - *Živa* 2009(5): 204-208.

Šourek J. (1970): Květena Krkonoš, 1. vyd. - Academia, Praha 451s.

Tomeček J. & Chytrá M. (1996): Teplomilná květena jižní Moravy. - SVAN, Brno, 146 s.

Tvrzníková E. (2014): Polyploidie v evoluci rostlin a její důsledky. - Bakalářská práce, Masarykova Univerzita, Přírodovědecká fakulta, Brno.

Wetschnig W, Knirsch W, Ali S. S. & Pfosser M. (2007): Systematic position of three little known and frequently misplaced species of Hyacinthaceae from Madagascar. - *Phyton (Horn)* 47: 321-337.

Wood T. E., Takebayashi N., Barker M. S., Mayrose I., Greenspoon P. B. & Reiseberg L. H. (2009): The frequency of polyploid speciation in vascular plants. - *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 116: 13875–13879.

Yilmaz G. (2014): Seed micromorphology of *Ornithogalum refractum* and *Ornithogalum fimbriatum* (Hyacinthaceae) from Turkey. - *Biological Diversity and Conservation* 7: 110-114.

Zahariadi C. (1980) *Ornithogalum*. - In: Tutin T. G., Heywood V. H., Burges N. A., Valentine D. H., Walters S. M. & Webb D. A. (eds), *Flora Europaea* 5, Cambridge University Press. s. 35-40.

PŘÍLOHA č. 1 : seznam lokalit

Příloha č. 1: seznam lokalit

ID	Ploidie populace	Počet jedinců	Země	Lokalita	Nadmořská výška	GPS	Datum sběru	Sběratel	
1	ARP	5	3	HU	Arpás, břeh řeky Rába	115	47°51'22"N, 17°40'19"E	2013	G. Király
2	GSE	2	5	HU	Győr-Segitöház, písečné pastviny na severním okraji města	120	47°71'86"N, 17°69'32"E	2013	G. Király
3	EGY	5 6	2	HU	Egyed, lest západně od města	120	47°52'45"N, 17°32'28"E	2013	G. Király
4	HOV	6	2	HU	Hövej	120	47°55'38"N, 17°;02'1"E	2013	G. Király
5	BUD	5 6	4	HU	Budapešť, Pesthidekút	285	47°55'05"N, 18°97'61"E	12.3.2013	B. Trávníček & G. Király
6	BAL	6	6	HU	Balatonfüred, městské trávníky	155	46° 96'52"N, 17°88'58"E	13.3.2013	B. Trávníček & G. Király
7	ZAL	5	4	HU	Zalaegerszeg, trávníky v parku severovýchodní části města	160	46°84'69"N, 16°85'97"E	26.4.2013	B. Trávníček
8	VAS	5	7	HU	Vasegerszeg, les u silnice Vasegerszeg-Vámoscsalád	158	47°38'25"N, 16°93'66"E	28.4.2013	B. Trávníček

Příloha č. 1: Pokračování

ID	Ploidie populace	Počet jedinců	Země	Lokalita	Nadmořská výška	GPS	Datum sběru	Sběratel	
9	REP	5 6 8	7	HU	Répcelak	140	47°41'22"N, 17°00'36"E	28.4.2013	B. Trávníček
10	CSA	2	2	HU	Csapod, okraje lesa u silnice Csapod Cirák	140	47°50'13"N, 16°96'97"E	28.4.2013	B. Trávníček
11	FER	2	3	HU	Fertőd, trávníky v parku na ulici Joseph Haydn	140	47°62'16"N, 16°87'02"E	28.4.2013	B. Trávníček
12	ILC	5	2	IT	S. Polo Di Chianti, II Colle	236	43°62'05"N, 11°99'19"E	11.5.2013	D. Horák
13	KOZ	2	3	SK	Kozárovce	190	48°30'33"N, 18°53'02"E	22.3.2014	B. Trávníček & V. Žíla
14	MAR	5	4	HU	Marcali	140	46°57'88"N, 17°40'80"E	5.4.2014	B. Trávníček & G. Király
15	BSG	2	5	HU	Balatonszentgyörgy	125	46°69'13"N, 17°27'97"E	5.4.2014	B. Trávníček & G. Király
16	NIC	2	1	HU	Nick	140	47°39'10"N, 17°01'80"E	2013	G. Király
17	CSI	2	1	HU	Csíkvánd	123	47°47'03"N, 17°44'75"E	2013	G. Király

Příloha č. 1: Pokračování

ID	Ploidie populace	Počet jedinců	Země	Lokalita	Nadmořská výška	GPS	Datum sběru	Sběratel	
18	GYO	5	1	HU	Győr	123	47°68'76"N, 17°63'46"E	2013	G. Király
19	KEM	6	1	HU	Kemenesszentpéter	128	47°41'90"N, 17°21'68"E	2013	G. Király
20	FEN	2	1	HU	Fenyőfő	290	47°32'50"N, 17°75'72"E	2013	G. Király
21	VAR	5	1	HU	Várkesző	120	47°43'16"N, 17°32'91"E	2013	G. Király
22	ZOB	2	10	SK	Nitra, Zoborská lesostep	310	48°35'11"N, 18°08'15"E	13.3.2015	B. Trávníček & M. Hroneš
23	PIL	6	5	HU	Pilisszentiván	290	47°61'09"N, 18°86'63"E	16.5.2015	M. Hroneš & L. Koblrová
24	KOS	5	3	HU	Kóspallag, Pusztatorony	210	47°85'07"N, 18°94'58"E	16.5.2015	M. Hroneš & L. Koblrová
25	LET	5 6	4	HU	Letkés, levý břeh řeky Ipel	115	47°86'59"N, 18°79'18"E	16.5.2015	M. Hroneš & L. Koblrová
26	KAL	3	6	CZ	Černilov, les Kaltouz, mokrá louka na jihozápadním okraji lesa	253	50°28'34"N, 15°93'21"E	22.5.2015	L. Koblrová

Příloha č. 2: Přehled hlavních morfologických znaků

Příloha č. 2: Hlavní charakteristika – Synonyma

<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.	<i>Ornithogalum kochii</i> PARL.	<i>Ornithogalum angustifolium</i> BOREAU
	<i>Ornithogalum tenuifolium</i> GUSS. (Formánek 1887)	<i>Ornithogalum umbellatum</i> L. (Dostál 1989)
<i>Ornithogalum divergens</i> BOREAU (Dostál 1989)	<i>Ornithogalum orthophyllum</i> subsp. <i>kochii</i> PARL. (Dostál 1989)	<i>Ornithogalum umbellatum</i> L. (Zahariadi 1980)
	<i>Ornithogalum orthophyllum</i> subsp. <i>kochii</i> PARL. (Zahariadi 1980)	<i>Ornithogalum umbellatum</i> L. (Čelakovský 1897)
<i>Ornithogalum divergens</i> BOREAU (Zahariadi 1980)	<i>Ornithogalum tenuifolium</i> GUSS. (Hansgirg 1881)	<i>Ornithogalum umbellatum</i> L. (Formánek 1887)
	<i>Ornithogalum kochii</i> PARL. (Tomeček & Chytrá 1996)	<i>Ornithogalum umbellatum</i> L. (Šourek 1970)

Příloha č. 2: Hlavní charakteristika – Cibule

<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.	<i>Ornithogalum kochii</i> PARL.	<i>Ornithogalum angustifolium</i> BOREAU
Produkující 15 – 200 cibulek, které jsou kulovité, dormantní (Herrmann 2002)	Vedlejší cibulky chybějí (Herrmann 2002)	Kulatě vejčitá, s velkým počtem cibulek a blanitými obaly (Čelakovský 1897)
Kulovitá, obvykle širší než dlouhá, 15 – 30 mm dlouhá, 15 – 35 mm široká, s popelavě šedými až tmavohnědými obaly, šupiny navzájem srostlé, s velkým množstvím 15 – 60 kulovitých bezobalných cibulek netvořící listy (Hrouda 2011)	Vejcovitá, spíše delší než široká, vzácněji téměř kulovitá, 12-30 mm dlouhá, 10-18 mm široká, s popelavě šedými až tmavohnědými obaly, šupiny navzájem srostlé, vedlejší cibulky chybějí nebo jen velmi vzácněji se vytvářejí (Hrouda 2011)	Vejcovité až kulovité, obvykle delší než široké, 15 – 30 mm dlouhá, 12 – 25 mm široká, s popelavě šedými až tmavohnědými blanitými obaly, šupiny navzájem srostlé, jen vnější šupina někdy téměř volná. Uvnitř i vně obalů cibule s 5 – 15 protáhle vejcovitými cibulkami (Hrouda 2011)

Příloha č. 2: Hlavní charakteristika – Listy

<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.	<i>Ornithogalum kochii</i> PARL.	<i>Ornithogalum angustifolium</i> BOREAU
V počtu 5 – 8, čárkovité, 20 – 30 cm dlouhé, 3 – 6 mm široké, dosahující vrcholu květenství nebo o něco delší, žlábkovité, zelené, jen na svrchní straně s úzkým bílým stříbrným pruhem (Hrouda 2011)	V počtu 4 – 8, čárkovité, 15 – 30 cm dlouhé, 2 – 5 mm široké, obvykle dosahující vrcholu květenství nebo jsou kratší, žlábkovité, naspodu s vyniklými žebry, zelené, jen na svrchní straně s úzkým bílým stříbrným pruhem (Hrouda 2011)	V počtu 6 – 20, čárkovité, zelené, jen na svrchní straně s úzkým bílým stříbrným pruhem. Listy mateřské cibule v počtu 4 – 7, 15 – 25 cm dlouhé a 2 – 5 mm široké, dosahující vrcholu květenství nebo je delší. Listy vyrůstající z cibulek jsou užší, 10 – 15 cm dlouhé, 1,5 – 2,5 mm široké a jsou kratší než květenství (Hrouda 2011)
Čárkovité, až 6 mm široké, o něco delší než květenství, rozestálé až obloukovitě ven zahnuté, s bílým středním pruhem (Dostál 1989)	4 – 8 mm široké, převyšující květenství, listeny kratší než přímé nebo odstálé květní stopky (Dostál 1989)	V počtu 6 – 9, 2 – 5 mm široké. Žlábkovité i ploché s bílým pruhem na vrchní straně listu, lysé, nejsou brvitě (Zahariadi 1980)
Řapík listu má 5 – 11 cm (Zahariadi 1980)	Listy jsou někdy po 15, jsou 1 mm široké (Zahariadi 1980)	V počtu 6 – 9 z jedné cibule, 2 – 8 mm široké, vzpřímené, ploché nebo žlábkovité, většinou převyšující květenství, na líci s bílým pruhem, lysé, na okraji nebrvitě (Dostál 1989)

Příloha č. 2: Hlavní charakteristika – Stvol

<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.	<i>Ornithogalum kochii</i> PARL.	<i>Ornithogalum angustifolium</i> BOREAU
Stvol bez květenství 10 – 20 cm dlouhé (Hrouda 2011)	Stvol je bez květenství, 7 – 20 cm dlouhý (Hrouda 2011)	Stvol bez květenství je dlouhý 10 – 20 cm (Hrouda 2011)
Nadzemní část stvolu je 5 – 11 cm (Dostál, 1989)		

Příloha č. 2: Hlavní charakteristika – Listeny

<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.	<i>Ornithogalum kochii</i> PARL.	<i>Ornithogalum angustifolium</i> BOREAU
Listeny zděli 1/2 – 2/3 květních stopek, čárkovitě kopinaté až kopinaté, 20 – 45 mm dlouhé, 3 – 5 mm široké, na vrcholu ostře zašpičatělé, na bázi květní stopku objímající, při rozkvetu celé zelené, za plného květu již blanitém pouze se zelenou souběžnou žilnatinou od vrcholu zasychající (Hrouda 2011)	Kratší než 1/2 květní stopky, čárkovitě kopinaté až kopinaté 1 – 4 cm dlouhé, 2,5 – 5,0 mm široké, na vrcholu jsou špičaté, na bázi květní stopku téměř zcela objímající, světle zelené se zřetelnou tmavší souběžnou žilnatinou, teprve při odkvetu blanité (Hrouda 2011)	Čárkovitě kopinaté, až kopinaté, 20 – 35 mm a 2,5 – 4,5 mm široké, na vrcholu špičaté, na bázi květní stopku objímající, při rozkvetu celé zelené, za plného květu již blanité, pouze se zelenou souběžnou žilnatinou, od vrcholu zasychající (Hrouda 2011)
Kopinaté, špičaté, zděli 2/3 dolní květní stopky (Dostál 1989)	Kratší než přímé nebo odstálé květní stopky (Dostál 1989)	Blanité, čárkovitě kopinaté, kratší nebo až zděli stopek (Dostál 1989)

Příloha č. 2: Hlavní charakteristika – Květenství

<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.	<i>Ornithogalum kochii</i> PARL.	<i>Ornithogalum angustifolium</i> BOREAU
Chocholík s 8 – 15 květy, dolní květní stopky 40 – 80 mm dlouhé, delší než horní, za květu rovnovážně odstálé, za plodu rovnovážně nebo mírně nazpět odstálé (pod úhlem 85 – 100°), (Hrouda 2011)	Chocholík se 3 – 20 květy, dolní květní stopky 25 – 70 mm dlouhé, delší než horní, za květu i za plodu šikmo vzhůru odstálé, vzácně za plodu rovnovážně rozestálé, na konci se vzpřímenými tobolkami (Hrouda 2011)	Chocholík se 6 – 12 květy, dolní květní stopky 25 – 60 mm, delší než horní, za květu mírně šikmo vzhůru odstálé, za plodu až rovnovážně odstálé (Hrouda 2011)
Květenství se 4 – 10 květy, květní stopky až 8 mm, odstálé, dolní dolů sehnuté (Dostál 1989)	Květenství je složeno až z 25 květů (Zahariadi 1980)	Hrozen je chocholičnatý s 8 – 20 květy (Dostál 1989)
Květenství se 4 – 6 květů. Květní stopky za plodu přímé nebo více či méně ohnuté (Zahariadi 1980)	Květy v řídkém chocholičnatém hroznu, dolní květní stopky za květu jen o něco delší než listeny, po odkvětu přímo odstálé (Formánek 1887)	Chocholičnatý hrozen, dolní stopky po odkvětu rovnovážně nebo trochu sehnuté, dvakrát delší než listen (Formánek 1887)

Příloha č. 2: Hlavní charakteristika - Okvětní lístky

<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.	<i>Ornithogalum kochii</i> PARL.	<i>Ornithogalum angustifolium</i> BOREAU
Hvězdovitě rozestálé, po rozkvětu se při bázi překrývající, mléčně bílé, na rubu se zeleným stříbrným pruhem. Vnější eliptické až obvejčité, 14 – 22 mm dlouhé a 5,5 – 7,5 mm široké, na vrcholu tupé a s krátkou nasazenou špičkou, zelený pruh na rubu zabírající 1/2 - 2/3 šířky lístku. Vnitřní kratší, podlouhlé až úzce kosníkovité, 12 – 18 mm dlouhé, 5 – 7 mm široké, na vrcholu tupé, kopinatý zelený pruh na rubu ukončený 1 – 2 mm pod vrcholem (Hrouda 2011)	Hvězdovitě rozložené, mléčně bílé, na rubu se zeleným stříbrným pruhem. Vnější obkopynaté až podlouhlé, od 1/2 k bázi znenáhla zúžené, 1 – 1,5 cm dlouhé a 4,0 – 6,0 mm široké, na vrcholu široce zaokrouhlené a s krátkou špičkou, zelený pruh na rubu zabírající 2/3 – 4/5 šířky lístku. Vnitřní kratší, úzce kosníkovité nebo podlouhlé, 9 – 14 mm dlouhé, 3,5 – 5,5 mm široké, na vrcholu tupé, úzce kopinatý zelený pruh na rubu ukončený pod vrcholem (Hrouda 2011)	Hvězdovitě rozestálé, na rubu se zeleným stříbrným pruhem. Vnější podlouhlé až, od báze znenáhla rozšířené, 12 – 18 mm dlouhé, 5 – 7 mm široké, na vrcholu tupé a s krátkou nasazenou špičkou, zelený pruh na rubu zabírající 1/2 - 2/3 šířky lístku. Vnitřní lístky podlouhlé až úzce kosníkovité, přibližně o 1 mm kratší než vnější, 11 – 17 mm dlouhé, 4 – 6 mm široké, kopinatý zelený pruh na rubu ukončený 0,5 – 1,0 mm pod vrcholem (Hrouda 2011)
	Hvězdovitě rozložené, přímé (Formánek 1887)	Podlouhlé obvejčité, velikost 15 – 22 x 4 – 8 mm, bílé, vně se širokým zeleným pruhem (Dostál 1989)
Okvětní lístky velké, až 20 x 7 mm (Dostál 1989)	Rub s nesbíhavými zelenými proužky (Dostál 1989)	15 – 22 mm velké, kopinatého tvaru až podlouhle kopinaté, bílé s širokým zeleným pruhem na rubu (Zahariadi 1980)
	11 – 20 mm, vejčité, obvejčité, kopinaté se zeleným proužkem na spodní straně (Zahariadi 1980)	Podlouhlé, tupé, hvězdovitě rozložené, přímé, bílé, zelený pruh (Formánek 1887)

Příloha č. 2: Hlavní charakteristika - Tyčinky

<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.	<i>Ornithogalum kochii</i> PARL.	<i>Ornithogalum angustifolium</i> BOREAU
Nitky tyčinek čárkovitě kopinaté, 6,5 – 9,0 mm dlouhé. Vnější nitky užší, k vrcholu od poloviny zúžené. Vnitřní až v horní třetině k vrcholu zúžené. Prašníky 3,5 – 5,0 mm dlouhé (Hrouda 2011)	Nitky tyčinek čárkovitě kopinaté až kopinaté, 6 – 8 mm dlouhé, od 1/3 – 2/3 směrem k vrcholu se zužující. Prašníky 2,5 – 3,5 mm dlouhé (Hrouda 2011)	Nitky tyčinek čárkovitě kopinaté, 6 – 8 mm dlouhé, v horní třetině k vrcholu zúžené. Prašníky 3 – 4 mm dlouhé (Hrouda 2011)

Příloha č. 2: Hlavní charakteristika - Semeník, čnělka

<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.	<i>Ornithogalum kochii</i> PARL.	<i>Ornithogalum angustifolium</i> BOREAU
Válcovitý, elipsoidní až úzce obvejcovitý, 4 – 6 mm dlouhý, na vrcholu výrazně vyhloubený, k bázi obvykle zúžený, zelený, na příčném řezu se šesti výraznými, ostrými pravidelně uspořádanými žebry. Čnělka 2,5 – 3,3 mm dlouhá, kratší než semeník (Hrouda 2011)	Protáhle válcovitý, 4 – 6 mm dlouhý, na vrcholu mělce vyhloubený, k bázi obvykle nezúžený, zelený, na příčném řezu se šesti většinou zaokrouhleně tupými žebry, obvykle po dvou sblíženými, takže semeník často téměř tříboký. Čnělka je 1,8 – 2,8 mm dlouhá, kratší než semeník (Hrouda 2011)	Obvejcovitý až elipsoidní, 4,0 – 5,5 dlouhý, na vrcholu mírně vyhloubený, k bázi obvykle zúžený, zelený, na příčném řezu se 6 výraznými, oblými žebry, pravidelně uspořádanými nebo po dvou sblíženými. Čnělka 2,0 – 2,7 mm dlouhá, kratší než semeník (Hrouda 2011)
Semeník je obvejčitý (Zahariadi 1980)		
Čnělka má 4 mm (Dostál 1989)	Semeník je cylindrický (Zahariadi 1980)	Semeník vejčité válcovitý. Čnělka až 3 mm, nitkovitá (Dostál 1989)

Příloha č. 2: Hlavní charakteristika - Tobolka

<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.	<i>Ornithogalum kochii</i> PARL.	<i>Ornithogalum angustifolium</i> BOREAU
Obvejcovitá až široce obvejcovitá, na vrcholu výrazně vyhloubená, 9 – 20 mm dlouhá, se šesti křídlatými, až 3 mm vysokými žebry, pravidelně uspořádanými nebo po dvou jen mírně sblíženými, s 1 až 10 semeny (Hrouda 2011)	Vzpřímená, široce obvejčitá, na vrcholu mírně vyhloubená, na bázi zúžená, 8 – 15 mm dlouhá, se šesti výraznými, obvykle po dvou sblíženými žebry, nanejvýš 2 mm vysoké, s 15 až 40 semeny (Hrouda 2011)	Elipsoidní až široce obvejcovitá, na vrcholu jen mírně vyhloubená, 8 – 14 mm dlouhé, se šesti 2 mm vysokými žebry, pravidelně uspořádanými nebo častěji po dvou sblíženými, s 5 až 10 semeny (Hrouda 2011)
	Tupě šestihhranná s hlubokými rýhami (Dostál 1989)	Kyjovitá, na konci uťatá, skoro stejně šestihhranná (Formánek 1887)
Obvejčitá, přímá, ostře hranatá (Dostál 1989)	Tříhranně vejčitá, šestihhranná, obloukovité hrany rozdělené žlábkem, po 2 sblížené (Formánek 1887)	Podlouhle vejcovitá, žebra jsou rovnoměrně rozložená, spíše zřídka v páru, zaoblené a zahuštěné, oddělené povrchovými rýhy (Zahariadi 1980)
	Obvejčitá, s 6 žebry oddělené nepatnými rýhy a jsou rovnoměrně rozložená (Zahariadi 1980)	Podlouhle vejčitá, zaobleně trojboká, na odstálých nebo dolů skloněných stopkách (Dostál 2011)

Příloha č. 2: Hlavní charakteristika – Semena

<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.	<i>Ornithogalum kochii</i> PARL.	<i>Ornithogalum angustifolium</i> BOREAU
Kulovitá, 2,2 – 3,0 mm v průměru, černá, na povrchu s pravidelnými šestibokými alveolami (Hrouda 2011)	Přibližně kulovitá, 1,7 – 2,1 mm v průměru, černá, na povrchu s pravidelnými šestibokými alveolami (Hrouda 2011)	Kulovitá 1,8 – 2,2 mm v průměru, černá, na povrchu s pravidelnými šestibokými alveolami (Hrouda 2011)

Příloha č. 2: Hlavní charakteristika - Počet chromozomů

<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.	<i>Ornithogalum kochii</i> PARL.	<i>Ornithogalum angustifolium</i> BOREAU
2n = 45 (Hrouda 2011)	2n = 18, 2n = 19,21 (Hrouda 2011)	2n = 27 (Dostál 1989)
2n = 42, 45 (Dostál 1989)	2n = 18 (Dostál 1989)	2n = 27 (Hrouda 2011)
2n = 18, 42, 54 (Zahariadi 1980)	2n = 18, diploidní (Herrmann 2002)	2n = 27 (Hrouda 1980)
2n = 45, 54 (Hrouda 1980)	2n = 18 (19, 21) (Hrouda 1980)	

Příloha č. 3: Výsledky morfometrického měření

Příloha č. 3: Výsledky morfometrického měření

ID	Ploidie	Délka cibule	Šířka cibule	Šupiny	Vedlejší cibule	Listy vedlejší	Délka vedlejší cibule	Šířka vedlejší cibule	Počet listů	Délka listu	Šířka listu	List přesahující květenství	Délka lodyhy	Tvar květenství	Počet květů
PIL4	6	20,61	17,30	S	1	1	5,27	4,41	5	23,3	3,92	0	16,1	0	4
PIL5	6	21,14	15,93	S	1	1	7,08	6,29	4	31,3	5,19	1	14,2	0	4
PIL6	6	22,28	19,32	S	1	1	6,00	5,19	3	31,7	2,59	1	17,8	0	3
PIL7	6	23,13	18,91	S	1	1	5,46	5,87	3	27,1	3,50	0	23,2	0	4
PIL8	6	26,76	18,25	S	1	1	4,70	4,43	3	32,0	3,09	0	26,1	0	4
KOS1	5	27,83	14,50	S	1	1	11,66	5,43	3	19,2	2,03	1	10,8	0	11
KOS2	5	19,77	15,47	S	0	0	x	x	5	16,2	2,66	0	9,00	0	10
KOS3	5	18,67	15,36	S	0	0	x	x	5	19,2	3,41	1	10,0	0	11
LET1	6	19,73	11,44	S	1	1	14,30	8,97	3	17,2	1,49	0	14,8	0	3
LET2	6	24,55	14,57	S	1	1	16,24	7,65	7	20,1	1,59	0	24,5	0	6
LET3	6	22,44	19,90	S	1	1	5,240	4,89	4	23,2	1,34	1	19,2	0	5
LET4	5	35,84	16,93	S	0	0	x	x	5	22,8	1,75	1	13,5	0	6
KAL1	3	32,59	16,46	S	1	1	13,40	6,01	5	31,2	4,39	0	29,5	0	6
KAL2	3	25,97	16,14	S	0	0	12,92	4,80	4	32,0	2,81	0	25,0	0	6
KAL3	3	35,22	16,55	S	1	0	20,89	7,19	4	29,0	5,15	0	25,6	0	6
KAL4	3	25,65	14,42	S	1	0	16,39	4,77	6	31,6	4,34	0	28,0	0	7
KAL5	3	29,14	15,40	S	1	1	17,55	5,73	3	45,2	3,39	0	41,6	0	6
KAL6	3	29,05	15,29	S	0	0	x	x	4	29,9	3,12	0	20,6	0	7

Příloha č. 3: Pokračování

ID	Délka květní stopky 1	Délka listenu 1	Délka vnějšího okvěti 1	Šířka vnějšího okvěti 1	Délka vnitřního okvěti 1	Šířka vnitřního okvěti 1	Šířka lemu 1	Délka tyčinky 1	Šířka tyčinky na bázi 1	Šířka tyčinky na vrcholu 1	Délka semeníku 1	Délka květní stopky 2	Délka listenu 2	Délka vnějšího okvěti 2	Šířka vnějšího okvěti 2	Délka vnitřního okvěti 2	Šířka vnitřního okvěti 2	Šířka lemu 2	Délka tyčinky 2	Šířka tyčinka na bázi 2	Šířka tyčinky na vrcholu 2	Délka semeníku 2
PIL4	50,94	23,03	22,57	3,83	15,04	2,63	1,28	8,61	1,69	0,79	3,51	48,51	18,18	23,59	4,66	22,80	4,20	2,41	8,87	1,76	0,37	3,44
PIL5	53,92	29,91	21,84	6,60	22,31	3,49	2,22	9,3	1,84	0,94	3,96	47,86	26,53	20,69	4,61	19,22	4,19	2,23	9,47	1,92	0,35	3,32
PIL6	49,83	32,46	22,75	5,40	19,86	4,52	1,93	8,41	2,22	0,86	3,64	39,89	25,59	23,65	5,50	20,90	4,15	1,34	9,02	1,54	0,38	2,71
PIL7	49,93	25,14	21,68	4,52	18,76	4,46	1,96	8,85	1,51	0,78	2,83	40,19	23,69	16,06	6,92	11,52	4,79	1,79	7,48	1,18	0,60	2,68
PIL8	51,75	29,41	23,58	6,60	21,97	5,55	1,83	9,28	1,83	0,66	3,28	42,2	28,69	22,38	5,61	20,48	5,82	1,59	9,22	1,95	0,52	2,7
KOS1	25,01	17,58	12,52	4,70	11,14	2,70	1,84	6,30	1,06	0,20	3,15	18,46	14,05	13,33	3,16	11,51	2,60	1,17	5,85	1,27	0,50	2,40
KOS2	33,47	21,78	13,37	3,91	12,10	2,91	1,20	7,06	0,88	0,24	2,06	39,20	20,27	14,21	4,17	12,43	3,58	0,95	7,31	1,51	0,87	2,82
KOS3	41,88	24,00	13,06	6,21	11,78	5,04	1,30	7,69	1,57	0,21	2,51	36,88	21,67	13,36	4,91	11,04	3,94	1,26	6,89	1,03	0,46	2,72
LET1	32,91	13,01	17,48	1,96	16,60	2,86	0,70	7,41	1,32	0,24	3,38	33,01	19,04	17,76	3,63	15,5	2,36	0,50	7,60	1,53	0,47	3,10
LET2	40,54	23,30	17,48	4,56	15,62	4,19	1,84	7,15	1,52	0,37	2,50	30,84	20,62	15,88	4,92	13,75	3,67	1,71	8,05	0,29	0,65	2,30
LET3	40,00	26,71	16,68	3,90	14,39	3,14	1,14	8,24	1,56	0,65	3,14	25,86	17,41	16,47	5,07	13,23	4,05	0,48	4,80	1,60	0,58	2,64
LET4	15,53	11,40	11,88	3,52	10,18	3,05	0,84	5,43	1,43	0,69	2,10	12,86	9,480	12,68	3,65	11,32	3,25	0,92	5,92	1,13	0,46	2,44
KAL1	63,60	23,21	20,90	5,97	19,19	5,50	1,47	6,37	2,27	1,13	3,48	51,99	17,15	19,43	5,90	18,14	6,28	1,65	7,44	1,51	1,18	2,91
KAL2	56,20	21,07	20,56	6,13	20,31	5,23	1,16	8,75	2,04	1,65	3,63	48,95	16,05	19,29	5,27	19,20	5,08	0,98	8,28	0,94	0,49	2,93
KAL3	63,16	20,81	16,92	6,24	19,29	5,93	0,99	8,46	2,13	1,40	3,36	54,96	16,88	18,47	5,65	16,33	5,22	1,13	7,98	2,05	1,39	2,69
KAL4	61,47	18,05	19,72	6,21	16,93	6,00	1,44	7,88	1,72	1,18	2,81	51,09	17,03	18,58	5,90	17,30	6,53	1,50	7,51	2,87	1,45	2,80
KAL5	47,89	13,22	19,76	5,11	19,36	5,32	1,24	8,24	1,48	1,08	3,16	42,43	12,79	19,44	5,72	19,77	4,76	1,23	8,15	1,84	0,77	2,97
KAL6	54,42	16,43	19,37	5,23	16,87	4,79	1,05	6,89	1,37	0,84	2,53	48,15	17,55	18,31	5,98	16,08	4,55	1,18	8,25	1,56	0,70	3,16

Příloha č. 3: Pokračování

ID	Délka květní stopky 3	Délka listenu 3	Délka vnějšího okvěti 3	Šířka vnějšího okvěti 3	Délka vnitřního okvěti 3	Šířka vnitřního okvěti 3	Šířka lemu 3	Délka tyčinky 3	Šířka tyčinka na bázi 3	Šířka tyčinky na vrcholu 3	Délka semenku 3	Délka květní stopky 4	Délka listenu 4	Délka vnějšího okvěti 4	Šířka vnějšího okvěti 4	Délka vnitřního okvěti 4	Šířka vnitřního okvěti 4	Šířka lemu 4	Délka tyčinky 4	Šířka tyčinka na bázi 4	Šířka tyčinky na vrcholu 4	Délka semenku 4
PIL4	36,16	14,61	22,30	4,57	20,62	3,56	1,68	8,97	1,87	0,70	3,07	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
PIL5	46,87	22,27	19,14	5,49	19,22	4,76	1,67	7,07	2,02	1,06	3,61	34,62	17,23	17,81	6,11	14,8	4,11	1,18	8,08	1,37	0,63	3,30
PIL6	32,11	17,37	21,65	5,80	18,90	5,41	2,08	6,64	1,44	0,44	2,65	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
PIL7	37,18	19,99	16,34	4,25	14,84	3,20	1,6	7,47	1,79	0,86	2,46	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
PIL8	39,79	23,74	19,99	6,34	17,32	5,79	2,02	8,48	1,70	0,97	2,52	21,75	17,82	16,74	6,41	14,96	4,84	1,89	7,74	1,9	0,68	2,91
KOS1	21,19	15,48	12,85	3,00	10,69	2,70	1,18	6,58	1,08	0,42	1,90	12,32	10,37	11,01	3,09	10,08	2,13	1,15	5,64	1,32	0,65	1,61
KOS2	30,26	15,26	12,65	4,82	11,18	4,55	1,51	7,27	1,04	0,30	1,83	33,27	16,98	13,37	4,44	11,12	3,75	1,20	7,66	1,44	0,58	2,10
KOS3	34,93	17,11	12,70	5,57	10,65	2,87	1,22	6,81	1,22	0,45	2,33	37,38	19,98	13,53	5,46	11,97	3,73	1,37	6,29	1,17	0,57	2,88
LET1	27,34	15,75	17,41	3,70	15,01	3,22	0,97	4,71	1,32	0,11	2,30	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
LET2	24,54	17,28	13,86	4,47	13,19	4,09	1,64	8,30	1,42	0,67	2,26	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
LET3	17,85	10,52	11,76	3,14	10,45	2,63	1,37	7,51	1,60	0,25	1,76	19,28	14,84	14,29	4,84	12,785	3,81	0,85	8,15	1,48	0,98	2,64
LET4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
KAL1	44,17	14,41	17,87	5,00	16,59	4,52	1,33	7,52	1,83	1,36	2,61	36,2	11,96	16,60	5,43	14,78	4,90	1,05	7,36	1,75	1,30	2,55
KAL2	39,52	14,30	16,83	5,44	16,56	5,43	1,2	8,33	1,70	1,42	2,75	29,42	12,10	16,44	4,87	16,16	4,02	1,38	7,19	1,55	1,20	2,42
KAL3	40,10	14,90	16,90	5,99	14,36	5,08	0,87	7,78	1,87	1,35	2,74	33,61	12,94	15,32	5,54	14,31	3,94	1,03	6,39	1,34	0,93	2,38
KAL4	36,51	14,40	16,81	5,80	16,52	5,61	1,39	8,09	1,57	1,23	3,07	34,04	10,87	15,45	5,92	13,39	4,65	1,19	6,66	1,76	1,27	2,93
KAL5	31,61	10,14	18,40	4,85	16,53	4,45	0,97	7,42	1,44	0,50	2,32	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
KAL6	37,88	12,52	16,43	5,24	15,77	5,29	1,06	7,86	1,92	1,14	2,24	25,91	9,49	14,27	4,94	13,89	4,49	1,05	6,94	1,80	0,77	2,15