

Univerzita Karlova

Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Botanika



Bc. Nastasja Shubina

**Mezidruhová hybridizace zástupců rodu *Aconitum*
a její význam pro ochranu**

Interspecific hybridization within genus *Aconitum*

Diplomová práce

Školitel: Mgr. Tomáš Urfus, Ph.D.

Praha, 2024

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 12. 2024

Nastasja Shubina

Poděkování:

Ráda bych touto cestou vyjádřila své upřímné poděkování všem, kteří mi pomohli v této kapitole mého života.

V první řadě bych chtěla poděkovat svému vedoucímu práce, Tomíkovi Urfusovi, za jeho cenné rady, trpělivost, podporu a povzbuzení během celého procesu. Adéle Varvažovské za spolupráci a Hance Šípkové za vedení v laboratoři a připomenutí, že pomoc občas přichází, odkud ji nečekáš.

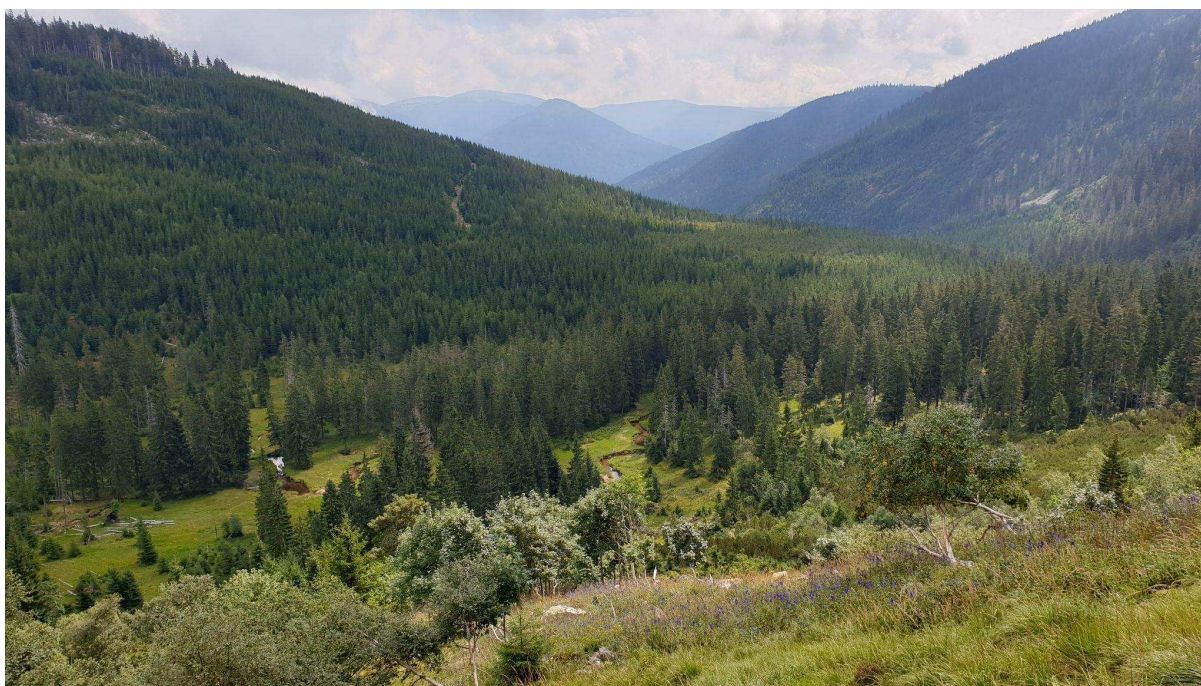
Dále bych chtěla poděkovat všem členům naší katedry a celé fakulty za přátelské a inspirativní zázemí. Jejich ochota pomoci a sdílet své zkušenosti mi velmi usnadnila práci a obohatila ji.

Obrovský dík patří Josefovi Harčarikovi za mimořádnou vstřícnost a trpělivost při sběrech, Ludmile Harčarikové za semínka, články a cenné rady, Marii Popelářové a Radkovi Štenclovi za pomoc v terénu.

Mé poděkování patří také mým kolegům a přátelům za jejich neutuchající morální podporu, povzbuzení, doprovod v terénu. Jejich přátelství a víra ve mě byly nesmírně důležité v momentech, kdy jsem ji já sama ztrácela.

Největší dík však patří mé rodině, především za jejich nepřetržitou podporu a nadhled nad věci. Je dobré si občas znovu připomenout, co je důležité a co ne.

Last but not least, děkuji sama sobě, že jsem to nevzdala.



“And this, converted into plants, sucked up a deadly venom with the nourishment of former soils, - from which productive grew upon the rock, thus formed, the noxious plant; by rustics, from that cause, named aconite.”

Ovidius, (1922) Metamorphoses, Translated by More

Abstrakt:

Hybridizace představuje významný evoluční mechanismus, který může vést k vytvoření nových druhů nebo ovlivnit genetickou diverzitu existujících populací. Rod *Aconitum* je ve střední Evropě reprezentován několika druhy, které jsou vesměs hodnoceny jako ohrožené. Některé taxony rodu mají endemické rozšíření, například *Aconitum plicatum* v Českém masivu a *Aconitum firmum* subsp. *moravicum* v Západních Karpatech. Efektivní ochrana těchto druhů vyžaduje detailní znalost míry jejich mezidruhové hybridizace. U obou zmíněných endemitů dochází k heteroploidní hybridizaci s *Aconitum variegatum*.

Cílem této práce bylo kvantifikovat četnost hybridizace mezi *A. plicatum* a *A. variegatum* ve Vysokých Sudetech (Krkonoše, Jeseníky) a mezi *A. firmum* subsp. *moravicum* a *A. variegatum* v Beskydech. Hybridizace byla hodnocena pomocí průtokové cytometrie, která umožňuje detekovat relativní velikost genomu a přítomnost polyploidních jedinců, a dále prostřednictvím analýzy životaschopnosti pylu jako ukazatele fertility hybridů.

Výsledky ukazují na nízkou frekvenci hybridních jedinců, přičemž hybridy vykazují výrazně nižší fertilitu pylu ve srovnání s rodičovskými taxony. Tyto výsledky naznačují omezenou schopnost hybridů ke zpětnému křížení a jejich minimální vliv na genetickou diverzitu rodičovských populací. V Beskydech byla zaznamenána vyšší četnost hybridů ve srovnání s Krkonošemi, což může odrážet rozdílné ekologické podmínky či historickou dynamiku mezi populacemi.

Tato práce podporuje dosavadní poznatky o hybridizačních procesech a jejich vlivu na ochranu endemických druhů *Aconitum* v chráněných územích, zdůrazňujíc potřebu kontinuálního monitoringu a cílené ochrany genetické diverzity.

Práce byla realizována v součinnosti s ochránářskými institucemi, jako jsou KRNAP (Krkonošský národní park), CHKO Jeseníky a CHKO Beskydy.

Klíčová slova: hybridizace, *Aconitum plicatum*, *Aconitum variegatum*, *Aconitum firmum* subsp. *moravicum*, průtoková cytometrie, FCSS, ochránářská biologie.

Abstract:

Hybridization is a significant evolutionary mechanism that can lead to the emergence of new species or influence the genetic diversity of existing populations. The genus *Aconitum* is represented in Central Europe by several species, most of which are classified as endangered. Some taxa within this genus have endemic distributions, such as *Aconitum plicatum* in the Bohemian Massif and *Aconitum firmum* subsp. *moravicum* in the Western Carpathians. Effective conservation of these species requires a detailed understanding of the extent of interspecific hybridization. Both of these endemic taxa undergo heteroploid hybridization with *Aconitum variegatum*.

This study aimed to quantify the frequency of hybridization between *A. plicatum* and *A. variegatum* in the High Sudetes (Krkonosé and Jeseníky Mountains) and between *A. firmum* subsp. *moravicum* and *A. variegatum* in the Beskydy Mountains. Hybridization was assessed using flow cytometry, which enables the detection of relative genome size and the presence of polyploid individuals, and by analyzing pollen viability as an indicator of hybrid fertility.

The results indicate a low frequency of hybrid individuals, with hybrids exhibiting significantly reduced pollen fertility compared to the parental taxa. These findings suggest limited potential for backcrossing and a minimal impact of hybrids on the genetic diversity of parental populations. A higher frequency of hybrids was observed in the Beskydy Mountains compared to the Krkonosé Mountains, potentially reflecting differences in ecological conditions or the historical dynamics of these populations.

This study supports current knowledge of hybridization processes and their implications for the conservation of endemic *Aconitum* species in protected areas, emphasizing the need for continuous monitoring and targeted conservation efforts to safeguard genetic diversity. The research was conducted in collaboration with conservation institutions, including Krkonosé National Park (KRNAP), the Jeseníky Protected Landscape Area (CHKO Jeseníky), and the Beskydy Protected Landscape Area (CHKO Beskydy).

Keywords: hybridization, *Aconitum plicatum*, *Aconitum variegatum*, *Aconitum firmum* subsp. *moravicum*, flow cytometry, FCSS, conservation biology.

OBSAH:

I. Úvod.....	1
1. Teoretický úvod.....	1
2. Výběr studovaných druhů.....	3
3. Cíl práce.....	3
 I. Teoretický přehled.....	4
1. Představení rodu <i>Aconitum</i>	4
1.1. Morfologie.....	4
1.2. Taxonomie.....	5
1.3. Rodové rozdělení a přehled druhů.....	7
1.4. Geografické rozšíření a ekologie.....	9
1.5. Stav ochrany ve světě a u nás.....	12
2. Mikroevoluční procesy.....	18
2.1. Hybridizace jako evoluční mechanismus.....	18
2.2. Metody výzkumu mezidruhově hybridizace.....	22
2.3. Hybridizace a polyploidizace v rodu <i>Aconitum</i>	24
2.4. Hybridizace a ochrana.....	29
 III. Materiály a metody.....	32
1. Sběr rostlinného materiálu, kritéria výběru lokalit a design sběru.....	32
2. Průtoková cytometrie, (FCM, Flow cytometry):.....	37
2.1. Principy průtokové cytometrie a úskalí při využití v hybridizačních studiích.....	37
2.2. Postup a příprava vzorků.....	39
2.3. Analýza semen metodou průtokovou cytometrie (FCSS: Flow Cytometric Seed Screen).....	40
3. Analýza životaschopností pylových zrn.....	41
3.1. Metodika barvení pylu.....	41
4. Podpurná morfometrická analýza.....	42

IV. Výsledky.....	48
1. Identifikace hybridních jedinců.....	48
1.1. Výsledky průtokové cytometrie, tabulka cytometrických výsledků.....	48
1.2. Výsledky analýzy semen metodou průtokovou cytometrie (FCSS: Flow Cytometric Seed Screen).....	58
1.3. Výsledky analýzy stanovení životaschopností pylu.....	60
1.4. Podpurná morfometrická analýza.....	62
V. Diskuze.....	67
1. Cytometrické analýzy.....	67
2. Analýza životnosti pylu a introgrese.....	69
3. Analýza semen metodou FSSC.....	70
4. Účast neredukovaných gamet jako druhý způsob vzniku triploidů.....	70
2.1. Podpora výsledků.....	71
5. Rizika spojená s hybridizací a význam pro ochranné projekty.....	73
VII. Závěr.....	77
VIII. Budoucí výzkum.....	77
VIII. Seznam tabulek.....	79
IX. Seznam obrázků.....	79
X. Seznam použité literatury.....	82
Přílohy:.....	102

I. Úvod.

1. Teoretický úvod.

Rod *Aconitum* představuje taxonomicky komplikovanou skupinu rostlin z čeledi Ranunculaceae. Ro je rozšířen především v mírných a chladných oblastech severní polokoule s centrem biodiverzity ve východních Himalájích, jihozápadní Číně a Japonsku (Luo et al., 2005, Mitka et al., 2016). Rod zahrnuje podle databáze The Plant List kolem 330 druhů (The Plant List, 2013). V rámci střední Evropy je rod *Aconitum* zastoupen 22 druhy, které jsou často hodnoceny jako ohrožené a vyžadují speciální ochranná opatření (Mitka et al., 2021; Sutkowska et al., 2017a). Desítky druhů a vysoký stupeň reliktního endemismu, až 77% jsou zaznamenány také na Ruském Dálném Východě, což se zřejmě vysvětluje tím, že čtvrtohorní zalednění na tomto území nebylo souvislé, tudíž se teplomilné druhy temperátní flóry mohly zachovat v refugiích, která nebyla pokryta ledovcem (Nesterenko, 2006). I pro druhy rozšířené ve střední Evropě nacházíme hypotézy o vlivu kryptických refugií v postglaciálních rekolonizačních procesech, kdy populace přežívaly v izolovaných ohniscích během nepříznivých klimatických období, zejména posledního glaciálního maxima. Tuto skutečnost by mohla naznačovat například přítomnost genetické diverzity v rámci *A. variegatum* a jeho různých cytotypech (Mitka et al., 2013).

V Čechách jsou rostliny rodu *Aconitum* známy pod názvem oměj, ve starších pramenech *woměj*, což nás etymologicky pravděpodobně zavádí k jeho omamným účinkům (Polívka, 1904, Příloha 2). Druhy rodu *Aconitum* jsou totiž, stejně jako převážná většina rostlin z čeledi pryskyřníkovitých, známé svou jedovatostí, což je způsobeno přítomností alkaloidů. Mezi tyto látky patří i akonitin, který je považován za jeden z nejprudších rostlinných jedů, srovnatelný se strychninem (Hejný a Slavík, 1997). Pro svou vysokou toxicitu byly po dlouhou dobu v historii lidstva využívány a ceněny jako v medicíně, resp. ve farmacii, tak jako jedy (Nyirimigabo et al., 2015). Většina druhů rodu *Aconitum* vykazuje podobné ekologické nároky, přičemž často dominují ve vysokohorských biotopech. Z ekologického hlediska je zajímavá jejich úloha jako hostitelských rostlin pro monofágní hmyz, který se na ně specializuje. Tito herbivorní specialisté získávají z tkání omějů alkaloidy, jež využívají jako chemickou obranu proti predaci. Pozorování z Beskyd ukazují, že kyjatka stračková (*Delphinium junackianum*), pozoruhodná svým tyrkysovým

zbarvením, preferuje výhradně oměj tuhý moravský (*A. firmum* subsp. *moravicum*), zatímco ve smíšených populacích naprosto ignoruje oměj pestrý, *A. variegatum* (Havelka et al., 2011).

Hranice mezi druhy jsou často ne zcela zřetelné a matoucí, což má za následek, že přechodné skupiny populací na hranicích areálů bývají dokonce pojímány jako samostatné intraspecifické taxony. V pozadí toho pravděpodobně stojí mezidruhovú hybridizace, resp. introgrese. Pod vlivem polyploidizace a křížení v přírodním prostředí rod má tendenci k vytváření komplexů mikrospecií s úzkým geografickým vymezením. Tyto mikrospecie jsou v některých zdrojích pojímány jako poddruhy (Tutin et al., 1993; Gáyer, 1909; Hong, 2017), zatímco jinde jako samostatné druhy (Borón et al., 2020; Mítka, 2000; Tamura, 1995), z čehož pramení značná neustálenost v udávaných počtech druhů tohoto rodu napříč literaturou (Tutin et al., 1993; Hess et al., 1967).

V rámci České republiky je rozšířeno celkem 5 druhů rodu *Aconitum*. Všechny pět je chráněno a jsou řazeny mezi silně ohrožené (C2) nebo ohrožené rostliny (C3; Grulich 2012). Náš pravděpodobně nejproměnlivější druh, oměj pestrý, *A. variegatum*, se vyskytuje napříč celým územím České republiky ve všech fytogeografických oblastech od nižších až po vyšší polohy (Skalický in Hejný, & Slavík, 1997). Poměrně variabilní a rozšířený téměř po celé republice je i oměj vlčí mor, *A. lycoctonum*. Endemitem českého masivu je oměj šalamounek, *A. plicatum*, který je v Česku omezen víceméně na českomoravské oreofytikum a převážně vázán na vyšší polohy supramontánního stupně hraničních pohoří a Žďárské vrchy. Do Moravsko-slezských Beskyd a jejich podhůří zasahuje oměj tuhý, *A. firmum* subsp. *moravicum*, endemit Karpat. Zatímco oměj jedhoj, *A. anthora* (souborný druh agg.), s nejzápadnějším rozšířením na jihozápadní Moravě vybírá nejjižnější a nejsušší území Moravského podhůří Vysočiny a Znojensko-brněnské pahorkatiny (Skalický in Hejný, & Slavík, 1997, Kubát et al., 2002, Chytrý et al., 2010).

Tato práce se zaměřuje na druhy s omezeným geografickým rozšířením a specifickými ekologickými vazbami. *Aconitum firmum* subsp. *moravicum*, *Aconitum plicatum* a *Aconitum variegatum* byly vybrány kvůli jejich přednostní vazbě na střední Evropu. Tito zástupci mají vyšší stupeň ohrožení a vyžadují speciální ochranná opatření. Navíc se ve střední Evropě nalézají jádra jejich areálů. O to více je tedy důležité porozumět jejich evolučním procesům a zaměřit se na jejich efektivní ochranu. Klíčovými evolučními mechanismy jsou zde zejména hybridizace a polyploidizace (Kadota, 1987; Starmühler, 2001; Sutkowska et al., 2021),

přičemž hybridizace je považována i za možnou hrozbu z hlediska ochrany (Wróblewska, 2015).

Tato diplomová práce se proto zaměřuje na analýzu potenciálního vlivu hybridizace na evoluci a ochranu středoevropských druhů rodu *Aconitum*. Hlavním cílem je identifikovat a charakterizovat hybridizující populace a předběžně zhodnotit, jak hybridizace ovlivňuje stabilitu těchto populací. Součástí záměru je rovněž vytvoření podkladů pro efektivnější ochranu těchto druhů. Výběr studovaných populací a metodický postup byly proto od počátku koordinovány s Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR.

2. Výběr studovaných druhů.

Evropský endemit *A. variegatum*, sudetsko-hercynský *A. plicatum* a beskydský *A. firmum* subsp. *moravicum*, jsou významné omezeným geografickým rozšířením a svými specifickými ekologickými vazbami na oblasti jako Český masiv a Západní Karpaty (Mitka et al., 2007). Tyto druhy čelí řadě hrozeb, včetně ztráty přirozených stanovišť a genetického znečištění způsobeného hybridizací (Mitka et al., 2023), tudíž mají vyšší stupeň ohrožení a vyžadují speciální ochranná opatření. Navíc se na území Česka vyskytují jádra jejich areálů. O to více je tedy důležité porozumět jejich evolučním procesům a zaměřit se na jejich efektivní ochranu. Klíčovými evolučními mechanismy jsou zde zejména hybridizace a polyploidizace (Kadota, 1987; Starmühler, 2001; Sutkowska et al., 2021), přičemž hybridizace je považována i za možnou hrozbu z hlediska ochrany (Wróblewska, 2015).

3. Cíl práce.

Vyhodnocení frekvence hybridizace mezi *A. plicatum* a *A. variegatum* na území Krkonošského národního parku (KRNAP) a Jeseníků a *A. firmum* subsp. *moravicum* × *A. variegatum* v oblasti Beskyd s důrazem na význam těchto poznatků pro ochranné projekty chráněných lokalit. Diplomová práce je součástí grantu Technologické agentury ČR (TA ČR), zaměřeného na využití aplikované cytometrie v ochraně rostlin, přírody a krajiny. Výsledky této práce přispějí k řešení problematiky hybridizace ohrožených druhů a poskytnou důležité údaje pro ochranné projekty a strategie zaměřené na zachování genetické diverzity a ekologické stability přirozených populací.

I. Teoretický přehled

1. Představení rodu *Aconitum*.

1.1. Morfologie.

Oměje jsou vytrvalé byliny charakteristické svými nápadnými, vzpřímenými či vystoupavými lodyhami, které mohou dosahovat výšky až dvou metrů. Rostliny mají střídavé listy, složené nebo hluboce dlanitě dělené na 3-7 článků, s dále členěnými úkrojky nebo lístky. Krajní články úzce eliptické nebo kopinaté až čárkovité, okraje naříznuté a zubaté (Brink, 1997; Tutin et al., 1993; Hegi III/3, Skalický, 1987; Hejný & Slavík, 1997; Jäger, Ed., 2016). Vytvářejí hlíznaté kořeny, oddenky nebo hlízy, které slouží jako zásobní orgány a liší se mezi podrody. Oboupohlavné zygomorfní květy jsou uspořádány v hroznovitých květenstvích (Hess et al., 1967). Pět kališních lístků mají specifickou stavbu s jedním přeměněným horním okvětním lístkem, který vytváří charakteristickou přilbovitou strukturu – klenbovitě vyduťatá část květního obalu, obsahující několik stopkatých nektárií (Slavík, 1988; Blanche et al., 1997). Složitá stavba květu těchto taxonů naznačuje výraznou entomogamii a závislost na určitých druzích hmyzu. Nektar rostlin je umístěn hluboko v květu, což vyžaduje specifickou morfologii opylovačů, jako jsou například čmeláci, a zajišťuje efektivní opylení (Slavík, 1998; Jonsell, ed., 2001). Výskyt čmeláků navíc koreluje s nadmořskou výškou a délkou nektárií (Blanche et al., 1997). Například květy druhů *A. napellus* a *A. lycoctonum* jsou specializovány na čmeláky *Bombus hortorum* (Antoň et al., 2014), i když je někdy okrádají krátkojazyční čmeláci, jako *B. terrestris*. Bylo dokonce zjištěno, že čmeláci navštěvují květy s nižší koncentrací alkaloidů častěji a že krádeže nektaru byly méně časté při vyšších koncentracích alkaloidů (Barlow et al., 2017; Blanche et al., 1997).

Morfologické znaky semen jsou v taxonomii důležitým nástrojem pro rozlišení druhů, zejména v rodině Ranunculaceae, kde mohou být použity k identifikaci a klasifikaci taxonů (Luo et al., 2005; Ilaraslan et al., 1997; Wang et al., 2009b; Constantinidis et al., 2001; Heiss et al., 2011). Morfologie semen rodu *Aconitum* vykazuje různé ekologické adaptace, které se liší podle prostředí, ve kterém rostliny rostou. Semenné pláště některých druhů, jako *A. variegatum* a *A. vulparia*, jsou hydrofilní a mají výrazně vyvinutá křídla, jakožto adaptaci na rozšíření přes vodní zdroje (Cappelletti & Poldini, 1984 in Kakkar et al., 2023). Naopak, *A. anthora*, jako xerothermní druh, má nejjednodušší morfologií. Druh *A. napellus*, který roste

v otevřených, kamenitých prostředích, má intermediární morfologii semen (Kakkar et al., 2023).

Barva květů může být modro fialová, světle zelená, žlutá až hnědá nebo krémově bílá, typické jsou ale různé odstíny tmavě modrofialové (Maevisky, 1917; Brickell, 1989). U některých hybridů najdeme dokonce vínově červené zabarvení, jako je tomu u popínavého druhu *A. hemsleyanum*. To všechno přispívá k jejich atraktivnímu vzhledu a využití v zahradnictví (Yu et al., 2016), zejména v Anglii (Královská zahradnická společnost, 2024).

1.2. Taxonomie.

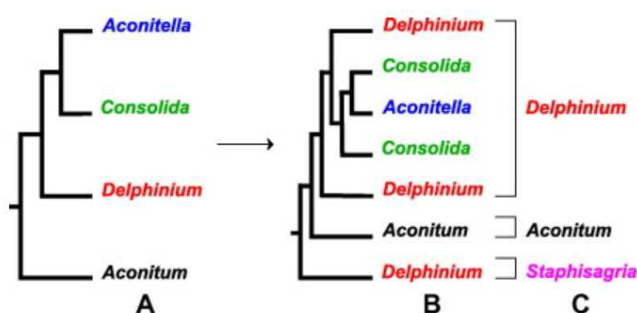
Rod *Aconitum* je celosvětově známý složitou morfologií a častým jevem je absence ostrých hranic mezi taxony. Již historické taxonomické studie, jako práce Gáyera (1909–1930) nebo Kocha, odhalily genetické přechody a hybridní roje, které komplikují vymezení druhů (Hess et al., 1967). Druhy z různých oblastí mohou být morfologicky odlišné, ale spojené řadou intermediárních mikrospecií (Brink et al., 1997). Kromě toho, nedostatek genetických dat dále komplikuje pochopení a klasifikaci těchto druhů. Na základě tak blízkých podobností a nepatrných variací existuje potřeba více vyřešeného fylogenetického rámce (Kakkar et al., 2023). V posledních letech se proto chloroplastový genom stal klíčovým nástrojem pro přesnou identifikaci a fylogenetické studie tohoto rodu. Studie chloroplastových genomů rodu *Aconitum* ukázala vysokou konzervativnost těchto genomů, přičemž byly identifikovány vysoce diverzifikované regiony vhodné pro molekulární markery a fylogenetické analýzy (Xia et al., 2022).

Podrod *Aconitum* začal podle odhadů radiovat přibližně mezi 2,53 - 6,36 mil. let. A k oddělení mezi *Aconitum* subgen. *Aconitum* a subgen. *Lycocotum* by mělo dojít kolem 8,24 - 20,7 Mya (Wang L. et al., 2009a). Analýzy fosilního pylu ze střední Evropy dokládá existenci rodu *Aconitum* již v pozdním miocénu, kdy pravděpodobně hrálo klíčovou roli v evoluci horské a vysokohorské flóry Evropy. Změny ve vegetačním pokryvu a klimatu v tomto období vedly k izolaci a evoluční divergenci rodu *Aconitum* v tomto období (Kakkar et al., 2023).

Bohužel, neexistují žádné paleobotanické informace pro rod *Aconitum* ani příbuzné rody, které by bylo možné použít ke kalibraci fylogenetického stromu (Wang, 2009a). Podle molekulárních hodin se předpokládá, že samotný tribus Delphinieae vznikl v časném

oligocénu (přibližně před 32,3 miliony let) a rody *Aconitum* a *Delphinium* se rozšířily do Severní Ameriky přibližně před 3,3, respektive 2,9 miliony let. Přejít od krátkých k dlouhým životním cyklům u druhů *Aconitum* a *Delphinium* nastal v pozdním miocénu, což souviselo s prudkým nárůstem diverzifikace těchto rodů. Přejít k vytrvalosti pravděpodobně poskytl těmto druhům výhody, které vedly k jejich úspěšné radiaci a rozšíření. To naznačuje, že k oddělení rodu *Aconitum* od ostatních zástupců Delphinieae mohlo dojít právě v tomto období (Jabbour & Renner, 2012).

Je hodně studií, zkoumajících fylogenetické vztahy v rámci tribu Delphinieae, který zahrnuje rody *Aconitum* a *Delphinium* (Tamura, 1995; poslední a dosud nejsledovanější Wang et al., 2009a, 2009b). Tradiční polyfyletické pojetí rodu *Delphinium* sensu lato, jak bylo vymezeno před 21. stoletím, nezohledňovalo skutečné příbuzenské vztahy mezi jednotlivými taxony. Nedávné pokroky ve fylogenezi navrhly nové uspořádání dříve uznávaných skupin a nověji byl celý kmen Delphinieae potvrzen jako monofyletický. Rod *Staphisagria* byl vyčleněn jako sesterská skupina ke všem ostatním zástupcům tribu Delphinieae (Jabbour & Renner, 2011). Podrod *Delphinium* (*Delphinium*) a podrod *Delphinium* (*Delphinastrum*) tvoří sesterskou skupinu k podrodu *Delphinium* (*Consolida*). Tento podrod zahrnuje druhy, které byly dříve řazeny do samostatných rodů *Consolida* a *Aconitella*, ale nyní jsou začleněny do rodu *Delphinium*. Výsledky analýz ukazují, že rod *Aconitum* je zanořen uvnitř rodu *Delphinium* sensu lato, což naznačuje, že je od něj evolučně odvozený (Obr. 1; Jabbour, & Renner, 2011; 2012).

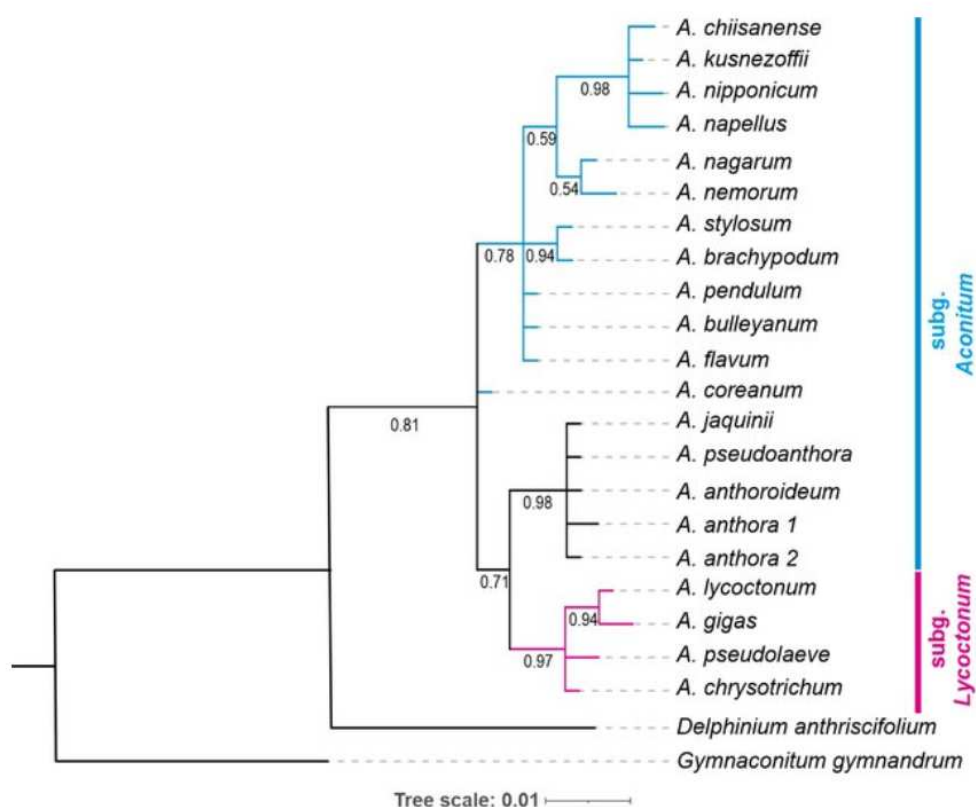


Obr. 1: Porovnání fylogenetických vztahů v čeledi Delphinieae ze starších studií, kde jsou podrody *Consolida* a *Aconitella* řazené do samostatných skupin (a) a z novější studie Jabbour & Renner, založené na sekvencích ITS (2012), kde jsou již součástí skupiny *Delphinium* a rod *Aconitum* je zanořen do rodu *Delphinium* sensu lato (b) a (c) podle návrhu k dosažení vzájemně monofyletických rodů.

1.3. Rodové rozdělení a přehled druhů.

Zástupce rodu *Aconitum* byly i dříve rozdělovány na základě morfologie kořenů a vývoje výhonů, a to až do jedenácti životních forem (Serebryakova, 1977 a Barykina et al. 1977 in Novikoff et al., 2011), které byly později sloučeny do dvou hlavních skupin.

Rod *Aconitum* se v dnešním pojetí tedy dělí na dva základní podrody: subgen. *Aconitum* a subgen. *Lycoctonum* (Obr. 2). Zástupci podrodu *Aconitum* mají dvouleté párové hlízovité kořeny, zatímco zástupci podrodu *Lycoctonum* mají vytrvalé oddenky (Hong, 2017), které mohou být buď kulovité (sekce *Cammarum*), nebo podlouhlé ztloustlé (sekce *Aconitum* a *Acomarum*) (Novikoff et al., 2011). Podzemní orgány oddenkatých druhů rodu *Aconitum* často vytváří spleť útvary (Volkova, 2016). Tato diferenciací v podzemních orgánech a specifická formace a textura jsou klíčovými znaky pro rozlišení podrodů. Navíc, všechny oddenkaté druhy sekce *Lycoctonum* mají podobný charakter nadzemních výhonů, tj. sterilní zkrácené a fertilní prodloužené (Volkova, 2016).



Obr. 2: Fylogenetický strom rodu *Aconitum*, založený na sekvencích IGS s rozdělením na dva základní podrody subgen. *Aconitum* a subgen. *Lycoctonum* ze studie Tynkevich et al., (2022).

Podrod *Aconitum* zahrnuje většinu druhů v rámci rodu a vyznačuje se hlízovitými nedřevnatějícími kořeny a převážně modrými květy (Webbia, 2021). Do tohoto podrodu náleží typový komplex *A. napellus* agg., pocházející z Evropy, kde se mu daří zejména v subalpínském a alpínském pásmu. Častý výskyt je ve vysokohorských oblastech vysokobylinné vegetace, subalpínských prameništích, vegetaci květnaté tundry ve společenstvech svazů *Adenostylion alliariae*, *Calamagrostion villosae* a *Mulgedio-Aconitetea* (Chytrý, 2012; Kočí, 2001), odkud někdy podél potoků sestupuje do supramontánního stupně (Novikov et al., 2011). Do tohoto komplexu spadá i oměj šalamounek, *A. plicatum* (Pladias, 2024), endemit Českého masivu, nebo alpský druh *A. formosum* (Skalický, 1998), *A. napellus* agg. (subendemit Karpat), nebo *A. bucovinense* (Ilnicki & Mitka, 2009; Kliment, 2016). *Aconitum firmum*, oměj tuhý, se vyskytuje nejen v Karpatech, ale také v Alpách a dalších alpských pohořích. Mnoho druhů popsanych v rámci *A. napellus* agg. tvoří pravděpodobně morfologické kontinuum. V Karpatech je *A. firmum* vymezen v rámci dvou poddruhů: subsp. *firmum* a subsp. *fissurae*. První z nich má ekologické centrum v Západních Karpatech, druhý v Jižních Karpatech (Novikov et al., 2011). Do tohoto podrodu je někdy řazen i endemit Moravsko-slezských Beskyd *A. firmum* subsp. *moravicum* (Skalický, 1982). V různých částech evropských středoalpských oblastí se vyskytuje *A. variegatum*, známý svou variabilitou v květních barvách a tvarech — mohou být fialové až modré, někdy zelené nebo bílé s kresbou, nebo zcela bílé (Mitka, 2003; Jäger, Ed., 2016).

Eurasijským druhem je *A. anthora*, neboli oměj jedhoj, který se u nás vyskytuje pouze v nejteplejších a nejsušších částech Moravy. V širším pojetí je *A. anthora* agg. ostrůvkovitě rozšířen od hor Španělska až po Vladivostok (Skalický, 1998), kde se vyskytuje na stepních zaplavovaných a suchých loukách, v údolích horských řek a na vysokohorských loukách až tundře a na morénách v blízkosti ledovců (Krylov, 1949; Lavrenov et al., 2009).

V Severní Americe je příkladem složitých mezidruhových vzorců morfologické diferenciacie v tomto podrodu druh *A. delphiniifolium*, s vysokými a jemnými stonky, rozšířený od východní Sibíře po západní Kanadu, nebo *A. columbianum* (Brink et al., 1997).

Podrod *Lycoctonum* v rámci rodu *Aconitum* zahrnuje několik důležitých a zajímavých druhů, které mají výraznou morfologii a ekologické charakteristiky. Tento podrod zahrnuje především druhy vyskytující se v Eurasii, jako jsou *A. lycoctonum*, *A. septentrionale* a *A. lamarckii*. Morfologicky variabilní komplex *A. lycoctonum*, běžně označovaný u nás jako vlčí mor a známý pro své světle žluté květy, roste převážně v lesnatých oblastech střední a

jižní Evropy a v některých částech Asie (Krylov, 1949), chybí na severozápadě a ve větší části středomořské oblasti (Tutin et al., 1993; POWO, 2024). Druh vyskytující se v severní Evropě (od východního Finska po Kolu v Rusku a východní Asii; Jonsell, ed., 2001) se od těch střeoevropských liší mimojiné modrou barvou květů, a byl tedy dříve považován za jiný druh (oměj severní, *A. septentrionale*) nebo poddruh střeoevropského žlutého (*A. lycoctonum* subsp. *septentrionale*; Utelli, 1999). Žláznaté chlupy v květenství jsou specifické pro alpský areál (Hejný & Slavík, 1997; Aeschimann et al., 2004; Jonsell, ed., 2001). Vysoká morfologická variabilita mezi populacemi *A. lycoctonum* nebyla podpořena hybridizací, ale spíše odráží vliv glaciálních refugií a následné kolonizace po době ledové. Populace tohoto druhu sdílejí vysokou genetickou identitu, což potvrzuje, že navzdory morfologické variabilitě patří ke stejnému druhu. Druh je schopný samoopylení a vykazuje jen částečnou protandrii (Utelli, 1999).

Nejasné postavení má podrod *Gymnaconitum*, který zahrnuje pouze jeden unikátní jednoletý druh, *Gymnaconitum gymnandrum* Maxim rostoucí v Číně, endemický pro Qinghai-tibetskou plošinu, oblast známou svou bohatou biodiverzitou a endemismem (Wang, 2013). Dříve se považoval za třetí podrod rodu *Aconitum*, vykazuje ale výrazné rozdíly, jak na úrovni morfologické, například absence ostruhového sepálu, nebo v morfologii semen (*Gymnaconitum* má kulaté nebo eliptické epidermální buňky, zatímco *Lycoctonum* a *Aconitum* mají epidermální buňky obdélníkového tvaru), tak molekulární (Kakkar, 2023). Článek z roku 2013 ho převádí na samostatný rod na základě morfologických i molekulárně fylogenetických analýz (Wang et al., 2013). *A. gymnandrum* je tedy sesterský ke skupině, kterou tvoří *Delphinium* (*Delphinium*), *Delphinium* (*Delphinastrum*) a druhy *Consolida* a *Aconitella* (Obr. 2).

1.4. Geografické rozšíření a ekologie.

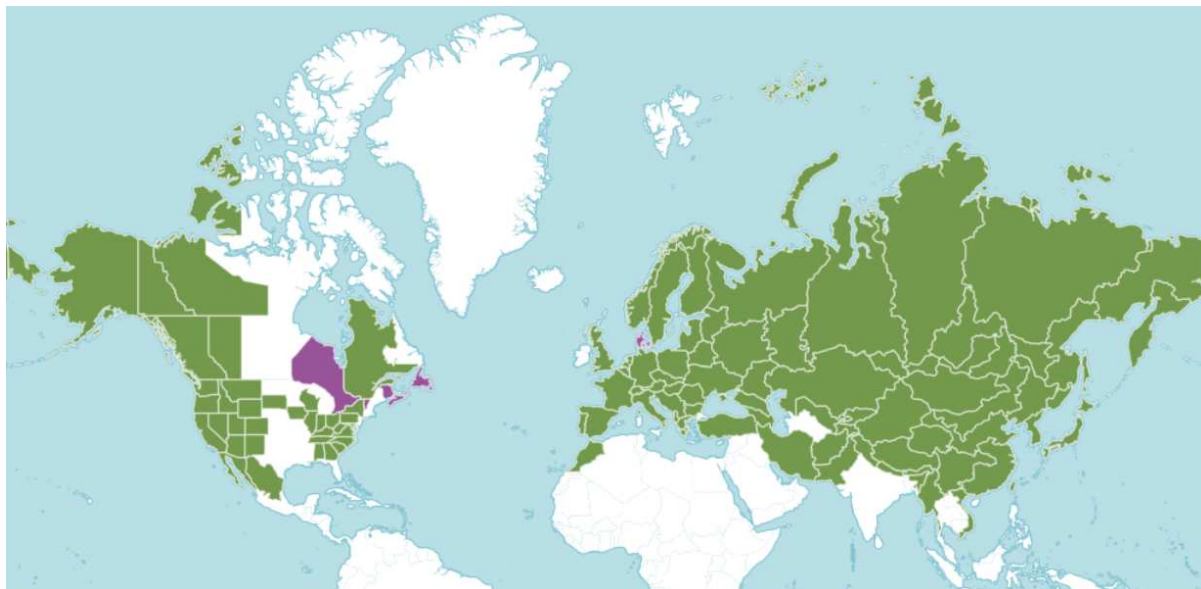
Rod *Aconitum* vykazuje široké geografické rozšíření a vysokou ekologickou plasticitu, což mu umožňuje růst v různých klimatických podmínkách a na různých typech půdy. Převážně je najdeme v temperátních a boreálních oblastech severní polokoule, s nejjižnějším rozšířením v severní Africe a severním Mexiku (Obr. 3; Brink, 1982; Hess et al., 1967).

Zejména vykazuje mimořádnou míru endemismu v horských oblastech východní Asie, včetně Himálaje, Číny a Japonska. V Číně se centrum diverzity a speciace rodu *Aconitum* nachází v jihozápadní oblasti, konkrétně v oblasti pohoří Hengduan, kde byla zjištěna vysoká morfologická variabilita, ale nízká genetická diverzita, což pravděpodobně ukazuje na radiaci, která proběhla teprve nedávno (Luo, 2005). V této oblasti je 166 z 211 identifikovaných druhů endemických (Kakkar et al., 2023; Li & Kadota, 2001). Velmi členitá krajina vysokých horských pásem a hlubokých úzkých údolí Jihozápadní provincie Yunnan a Tibetu poskytuje ještě lepší podmínky pro rozšíření a speciaci, než severovýchodní provincie (Mandžusko) a Szechuan (Kakkar et al., 2023).

Skrovná podmnožina druhů je v západní Severní Americe a východních Spojených státech (Luo et al., 2005), kde zasahuje i do nižších zeměpisných šířek s vhodnými mezofilními stanovišti ve vysokých nadmořských výškách podél severojižních horských řetězců ve východní a západní části Severní Ameriky a také roztroušeně v okrajových, mezických, interglaciálních refugiích, příležitostně i v nízkých nadmořských výškách (Brink et al., 1997). Zde existují dvě hlavní přirozené skupiny hlíznatých omějů subgen. *Aconitum*: *Aconitum columbianum* je polymorfní komplex populací vyskytujících se především na západě státu, který vykazuje extrémní mezipopulační variabilitu v květní morfologii a ve způsobech adaptace na vegetativní rozmnožování. *Aconitum uncinatum* je homogennější skupina populací vyskytujících se především na východě státu, především na vlhkých, dobře propustných půdách horských pásem (Brink, 1982).

Ekologie rodu je tedy utvářena jeho adaptacemi na různorodá prostředí, interakcemi s jinými druhy a strategiemi jeho životního cyklu. Nejlépe se druhům rodu *Aconitum* daří ve vlhkých, dobře propustných půdách, často upřednostňují chladná, zastíněná prostředí, jako jsou lesní porosty, vysokohorské louky a podél potoků. Rostliny se obvykle vyskytují ve vyšších nadmořských výškách, kde jim prospívají nižší teploty a zvýšená dostupnost vláhy (Kakkar et al., 2023). Některé vzácné druhy oměje ale upřednostňují pro oměj velmi specifická skalnatá stanoviště. Například *A. saxatile* a *A. kurilense* (endemit Shikotanu) se vyskytují na skalách, zatímco *A. axilliflorum*, *A. crassifolium* a *A. desoulavyi* preferují kamenité svahy v lesních zónách. Chladnější stanoviště, jako jsou sutě a útesy podél mořského pobřeží, nebo skalní biotopy na horní hranici lesního pásu, obývá *A. sichotense* a *A. helenae* (Nesterenko, 2008). Najdeme zde vzácně i druhy popínavé, jako je *A. hemsleyanum*, původní v centrální a západní Číně nebo *A. volubile*. Areál tohoto druhu

zahrnuje jih západní a východní Sibiře, Přímořský kraj, Mongolsko, severní provincie Číny a Koreje. Vyskytuje se v širokém spektru biotopů, zahrnujících lesní pásma a jeho okraje, mokřady, bažiny, suché i vysoké trávníky, zaplavované louky a okraje rašelinišť. Druh je rovněž nalézán v blízkosti stepních oblastí (Nesterenko, 2008).



Obr. 3: Celosvětová mapa rozšíření rodu *Aconitum* s původními areály (zelená) a zavlečenými (fialová) (POWO, 2024).

Oměje syntetizují širokou škálu sekundárních metabolitů, včetně obrovské rozmanitosti více než 450 diterpenových alkaloidů (Ali, 2021). Uvádí se také, že kořeny rostlin druhů ze subgen. *Lycotomum* vykazují relativně nižší toxicitu oproti rostlinám ze subgen. *Aconitum*, protože na rozdíl od ostatních druhů obsahuje místo akonitinu lycoctonin a lyconitin (Hao, 2019). Přesto jsou toxické pro býložravce a patogeny, a proto se předpokládá, že fungují jako obranné sloučeniny (Hansson, 2016). Tento chemický obranný mechanismus odrazuje savce a hmyz od pastvy, čímž účinně snižuje herbivorii a zvyšuje šance rostliny na přežití a reprodukci. Dokonce i pyl obsahuje vysoké koncentrace diterpenických alkaloidů (již zmíněné akonitiny, dále mesakonitiny a hypakonitiny), které mohou být toxické pro opylovače. Podle nejnovějších výzkumů mají samčí květy *Aconitum* vyvinuté specifické adaptace, jako jsou zvýšená produkce nektaru v samčích květech, intenzivnější barevné signály a prodloužené kvetení, aby kompenzovaly toxicitu pylu a napomohli přilákání opylovačů (Jacquemart et al., 2019). Toxický nektar omějů tak představuje ekologický paradox, protože rostliny investují značné zdroje do produkce nektaru, který přitahuje opylovače, avšak přítomnost toxinů může narušit tento mutualistický vztah a snížit fitness

rostliny. Alternativně mohou tyto toxiny chránit nektar před nektarovými lupiči (Barlow et al., 2017). Některé druhy, například *Aconitum pendulum* jsou známý také svými alelopatickými vlastnostmi. Díky svému výraznému inhibičnímu potenciálu se *A. pendulum* stal dominantou na vysokohorských loukách Tibetské náhorní plošiny a jím zamořené plochy jsou velmi obtížně obnovitelné (Shang, 2011).

Všechny druhy *Aconitum* pravděpodobně navazují mutualistické vztahy s mykorrhizními houbami. Tato symbiotická spojení byla studována například na druhu *A. carmichaeli*, kde prokazatelně zvyšují schopnost rostliny přijímat vodu a základní živiny z půdy, podporovat akumulaci léčivých složek, zvyšovat odolnosti vůči stresu atd. (Li et al., 2011 in Sun et al., 2021; Wang et al., 2024). Také hrají klíčovou roli při zprostředkování konkurence rostlin o anorganický dusík na vysokohorských loukách. Identita a početnost půdních mikrobů má vliv na mezidruhovou konkurenci rostlin a strukturu společenstev (Lin et al., 2015).

1.5. Stav ochrany ve světě a u nás.

Rod *Aconitum* je relativně druhově bohatý (více než 250 druhů; Boron et al., 2020), avšak řada druhů patří mezi značně ohrožené. Příčiny úbytku některých druhů spočívají zejm. v celkovém úbytku vhodných lokalit ale i nelegálních zásazích člověka a nekontrolovanému obchodu, zejména v Indii. Oblast Uttarakhand v Himalájích je příkladem bohatství a rozmanitosti léčivých rostlin, které hrají klíčovou roli v tradiční medicíně místních komunit (Dhar et al., 2002). Nicméně, převažující způsob sklizně je destruktivní, protože zrovna u oměňů zahrnuje vytrhávání celých rostlin, a to se zdá být hlavní příčinou nízkého přírůstku a devastaci populací. Zajímavé je, že se míra narušení s rostoucí nadmořskou výškou snižuje (Chapagain et al., 2019) z důvodu, že obsah bioaktivních látek a velikost rostlin klesá s nadmořskou výškou a teplotou. Rostliny reagují na stresové podmínky snížením investic do produkce bioaktivních látek ve prospěch přežití (Chandra et al., 2022). Životaschopnosti populací tedy by mohlo prospět kontrola předčasného sběru odděnků v nižších nadmořských výškách a ochrana hlavně mladších životních stádií před sešlapáváním a požáry, aby se snížil tlak na divoká stanoviště těchto druhů, což nakonec doufejme povede k jejich ochraně (Chapagain et al., 2019).

Změny klimatu a ztráta stanovišť představují vážnou hrozbu pro tyto citlivé alpské ekosystémy, potažmo i pro ekologii oměje (Chandra et al., 2022). Změny teplotních a srážkových poměrů mohou významně ovlivnit dostupnost a rozsah stanovišť vhodných pro tento rod, přičemž alpské a subalpské oblasti, jež zahrnují největší část jeho druhové diverzity, jsou vůči těmto změnám obzvláště zranitelné (Foin et al., 1998). Ochrana rostlin čelí i dalším výzvám, jako je degradace přirozených stanovišť v důsledku urbanizace, rozvoje infrastruktury a neudržitelných způsobů využívání půdy (Corlett, 2016), nedostatek znalostí a technik pro pěstování a domestikaci těchto rostlin, nedostatečný výzkum a dokumentace, nakonec slabý politický a regulační rámec (Shrestha et al., 2022).

Většina rostlin rodu *Aconitum* jsou proto různou měrou chráněné, čelí hrozbě vyhynutí nebo jsou na pokraji zániku (Srivastava et al., 2010). Proto jsou některé taxony rodu *Aconitum* Mezinárodní unií pro ochranu přírody (IUCN, 2024) považovány za ohrožené a jejich vývoz z mnoha států je regulován (Belwal et al., 2010).

Ačkoli bylo dosaženo značného pokroku v ochraně, stále existuje velký prostor pro další vědecké poznání. To zahrnuje regulaci sběru zavedením licencí a kvót, aby nedocházelo k nadměrnému čerpání z přirozených zdrojů. Dále je důležité podporovat pěstování *Aconitum* v kontrolovaných podmínkách, aby se snížil tlak na divoké populace. K podpoře pěstování těchto ohrožených rostlin je nezbytné implementovat řádné legislativní opatření a použít in situ a ex situ konzervační nástroje (Anmol et al., 2023). Zároveň je nezbytné chránit a obnovovat přirozené biotopy, kde se *Aconitum* vyskytuje, aby se zachovaly životaschopné populace. Vládní podpora a veřejná účast jsou klíčové pro vytvoření ochranných protokolů na záchranu těchto rostlin (Srivastava et al., 2010).

V Evropském kontextu, a tedy i u v Česku, není situace s omějí tak alarmující. Přesto jsou všechny naše oměje chráněné (Procházka, 2001). V České republice sice rozsáhlý nelegální sběr není takovým problémem, hrozí ale lokální vykopávání do zahrádek (Průša, 2005; Bureš et al., 1989).

***Aconitum plicatum* Köhler ex Rechb; Syn.: *Aconitum callibotryon* Rechb., *Aconitum hians* Rechb., *Aconitum rigidum* Rechb., *Aconitum napellus* subsp. *hians* (Rechb.) Gáyer, *Aconitum napellus* auct. (Kirschner et al., 2007).**

Endemit Českého masivu, tzn. těžiště výskytu je převážně v České republice a okrajově zasahuje do pohraničních oblastí Německa, Rakouska a Polska. V České republice ho

najdeme v Krušných horách, na Šumavě a Předšumaví, Želnavské hornatině, Žďárských vrších, Jizerských horách, Krkonoších, Králickém Sněžníku a Hrubém Jeseníku (Bureš et al., 1989; Skalický, 1988; Krahulec, 2006). Je diagnostickým druhem společenstev horských květnatých třtinových trávníků svazu *Callamagrostion arundinaceae*, vysokobylinných niv svazu *Adenostylion alliariae* a subalpínských pramenišť svazu *Swertio perennis-Dichodontion palustris* (Chytrý et al., 2010). Populace jsou v současné době stabilní, je ale ohrožen sukcesí dříve obdělávaných luk dřevinami a křovinami, popř. hospodařením v lesích nebo obnovou kosení (Obr. 4; AOPK ČR, 2024b).

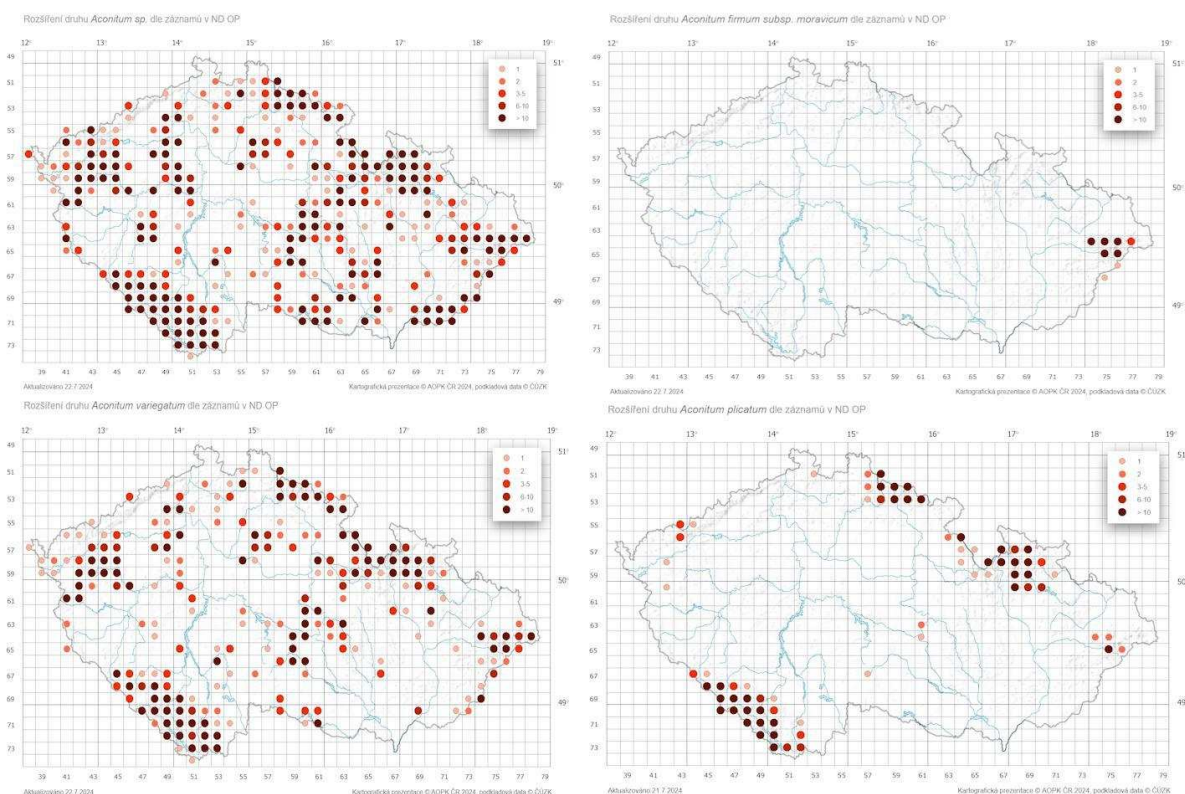
***Aconitum firmum* Rchb. subsp. *moravicum* Skalický; Syn: *Aconitum napellus* L. subsp. *firmum* (Rchb.) Gayer var. *carpaticum* Maloch.**

Západokarpatský endemit evropsky významné lokality Moravskoslezských Beskydech, odkud je monitorováno přes 300 lokalit s desítkami tisíc rostlin (Janeček et al., 2023; Obr. 4; AOPK ČR, 2024c). Je zařazen v národním Červeném seznamu cévnatých rostlin mezi silně ohrožené taxony v celém svém omezeném areálu. Patří také k evropsky významným druhům soustavy Natura 2000, vztahuje se na něj Bernská úmluva a směrnice o stanovištích (Janeček et al., 2023; Mitka, 2014). Jeho ekologické optimum najdeme v subalpínském a horním lesním pásu ve výšce 1200-1400 m. n. m., ve vysokobylinných společenstvech svazu *Adenostylion alliariae*, a v prameništích společenstvech ve výšce cca 1100-1200 m n. m., odkud zasahuje níže po proudu do dolního lesního pásu a potočních lemů v nadmořských výškách do 700 m. n. m. (svazy *Caricion remotae*, *Petasition hybridi*; Chytrý et al., 2010; Janeček et al., 2023). Čelí řadě společných faktorů, ohrožujících existenci celého rodu. V první řadě změna klimatu, jejíž jsme všichni svědky v posledních desetiletích. Přináší teplá, suchá období, celkovou aridizaci krajiny, což vede za sebou jisté důsledky. Některé lokality se nacházejí v oblasti odumírání smrkových porostů z důvodu tzv. kůrovcové kalamity (Janeček et al., 2023), kde odumírání stromového patra nabývá charakteru ekologické katastrofy (Allen et al., 2005). To vše vede k jedné z hlavních hrozeb pro většinu populací, a to ke změnám ekologických podmínek pěstování. Změny vodních podmínek mohou být způsobeny též lesnickou činností, jako jsou lesní cesty, odvodňování, úpravy břehů, odlesňování a následné eutrofizace a další ničení přirozených biotopů. Kromě toho, jsou porosty oměje tuhého moravského ohrožené okusem jelenů a srn, i přes prudkou jedovatost rostliny. V posledních letech se vlivem sucha také rozšířilo napadení hmyzem, jako jsou

ploštice klopušky a mšice kyjatka stračková, která se vyskytuje pouze na oměji tuhém moravském a jeho hybridu. Dalším zdrojem ohrožení je i každoroční výskyt padlí *Erysiphe aquilegiae* a dalších houbových chorob. Tyto významné biotické faktory v některých letech decimují populace ještě před květem (Janeček et al., 2023). Hrozbu pro něj může představovat i turistický ruch, jelikož se populace často vyskytují podél turistických tras (Mitka, 2014). Vzhledem k tomu, že u nás a ve vedlejších zemích roste v chráněných územích, národních parcích a přírodních rezervacích, územní ochrana se jeví jako základní a účinná (Janeček et al., 2023). Zároveň, jako vhodný management se osvědčil návrat pastvy na vysokohorské louky, který by mohl zastavit sukcesi horských otevřených biotopů a přispět k zachování těchto rostlin. Zvýšená ochrana může spočívat také ve vzdělávacích a osvětových aktivitách (Mitka, 2014). Neméně důležité je i pravidelné monitorování stavu populací, které se úspěšně provádí v ČR již po dobu 20 let a zdá se, ukazuje, že aktuálně jsou populace *A. f. subsp. moravicum* celkově stabilní (Janeček et al., 2023).

***Aconitum variegatum* L.; Syn:** *Aconitum clusii* Pohl, *A. rostratum* Berm, *A. cammarum* JACQ.var. *gracile* RM., *A. gracile* (Rchb.) Gayer, *A. cammarum* var. *judenbergense* Rchb., *A. judenbergense* Rchb., *A. dominii* Sillinger, *A. paniculatum* DC., *A. hians* Rchb., *A. nasutum* Fischer ex Rchb.

Druh *Aconitum variegatum* je zákonem chráněný, vedený ve starších záznamech jako ohrožený druh (C3, Červený seznam, 2012). Nicméně IUCN uvádí, že jde o málo dotčený druh (LC, Grulich, 2017). Celkový areál druhu tvoří především střední Evropa, konkrétně Švýcarsko a severní Itálie, Slovinsko, Rakousko, severní Maďarsko (Aeschimann et al., 2004), na východ pokračuje až do Rumunska a Ukrajiny (Bureš et al., 1989; Skalický, 1988; Melnyk et al., 2023) a severní hranici areálu tvoří ČR (Obr.5; Vít, 2023 v databáze AOPK ČR). Na celém území ČR se vyskytuje roztroušeně téměř ve všech fytogeografických oblastech, výjimku tvoří termofytikum a nejsevernější Čechy. Nejčastěji roste ve vyšších polohách, s těžištěm výskytu v horských oblastech (subalpínské vysokobylinné nivy a listnaté křoviny, devětsilové lemy horských potoků a šterkové náplavy) a vzácněji sestupuje do nížin podél vodních toků, např. biotopy říčních rákosin, suťových a lužních lesů horních toků; Skalický, 1988; Chytrý, 2010). Tam také čelí řadě hrozeb jako je narušení vodního režimu v důsledku lidské činnosti jako je regulace toků, odvodňování mokřadů nebo změna zemědělského hospodaření (AOPK ČR, 2024a; Melnyk et al., 2023).



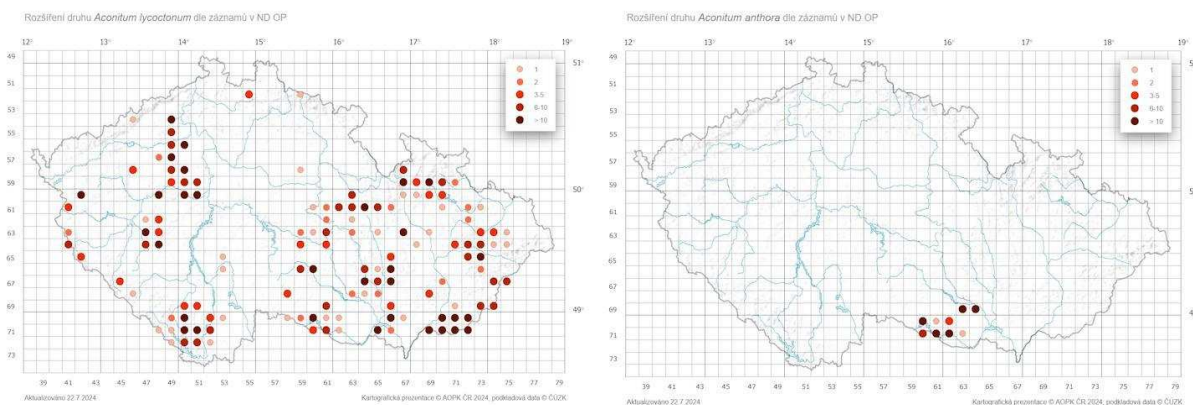
Obr. 4: Mapa rozšíření a) rodu *Aconitum* b) *A. firmum* subsp. *moravicum* c) *A. variegatum* d) *A. plicatum* v České republice (AOPK ČR, 2024 a, b, c).

***Aconitum lycoctonum* L.; Syn: *A. vulparia* Rchb., *Aconitum altissimum* Mill., *Aconitum artophonum* Rchb., *Delphinium lycoctonum* Baill.**

Druh se vyskytuje v poměrně omezeném areálu, především v jižní části střední Evropy. V ČR se vyskytuje sporadicky po celém území kromě severních Čech, kde probíhá severní hranice rozšíření (Skalický, 1988; Bureš et al., 1989; Obr. 5; AOPK ČR, 2024d). Mnohdy v rozsáhlejších oblastech úplně chybí. Roste nejčastěji na stinnějších a úživnějších stanovištích, v suťových lesích, křovinách a vlhčích lesích. Preferuje zásadité podklady s vyšším obsahem humusu, úživné a bohaté na dusík, často na bazických horninách (vápenec, opuka, slínovce, bazické vyvřeliny), vzácněji na silikátech. Především ve společenstvech svazu *Tilio-Acerion*, v některých asociacích svazů *Prunion spinosae*, *Alno-Ulmion* a *Carpinion* (Skalický, 1988). Populace *A. lycoctonum* mohou být negativně ovlivněny nevhodnými postupy lesního hospodaření, kromě toho ohrožení představuje destrukce biotopů způsobená holosečným způsobem těžby. Rovněž je citlivý na změny ve struktuře zapojení porostu a druhové skladby lesa, zvláště při přeměně stanovišť na jehličnaté monokultury (AOPK ČR, 2024d).

***Aconitum anthora* L.; Syn: *A. jacquini* Rechb., *A. anthora* subsp. *euanthora* Domin., *Delphinium anthora* (L.) Baill.**

Areál výskytu této složité skupiny blízkce příbuzných druhů (*Aconitum anthora* agg.), je ostrůvkovitě rozšířena od Pyrenejí (Aeschimann et al., 2004) přes střední a východní Evropu, přes Kavkaz až po Přímořský kraj jihovýchodní Sibiře (Tutin et al., 1993). U nás je výskyt omezen pouze na jz. Moravu (Skalický, 1988; Obr. 5; AOPK ČR, 2024e), a to výhradně na údolí řek a větších potoků v nejteplejších a nejsušších oblastech, s výskytem zejména v oblasti Moravského podhůří Vysočiny a Znojemsko-brněnské pahorkatiny. Tady roste nejčastěji na xerofytních stanovištích světlých suťových lesích, slunných kaminitých travnatých svazích nebo okrajích listnatých lesů (Skalický, 1988). Je diagnostickým taxonem vegetace suchých bylinných lemů, společenstev svazu *Geranion sanguinei* (Chytrý et al., 2010), dále ve svazích *Prunion spinosae*, *Prunion fruticosae*, *Galeopsidion* (Skalický, 1988), s optimem v *Quercion pubescenti-petraeae*, *Tilio platyphylli-Acerion*, *Lithospermo purpureocaerulei-Quercetum pubescentis* (Pladias, 2024). Co se týče vegetačních stupňů dle Skalického, žádná z lokalit nepřesahuje kolinní a suprakolinní stupeň, tj. v rozmezí 210–450 m (Skalický, 1988). Ohrožení tohoto teplomilného druhu naší květeny je dáno zejména jeho vzácným výskytem na malém území reliktních stanovišť a rovněž jejich zarůstáním (AOPK ČR, 2024e).



Obr. 5: Mapa rozšíření *A. lycoctonum* a *A. anthora* v České republice (AOPK ČR, 2024 d, e).

2. Mikroevoluční procesy.

2.1. Hybridizace jako evoluční mechanismus.

Hybridizace (ve smyslu mezidruhov^á), křížení mezi jedinci z odlišných druhů, je v přírodě poměrně běžným jevem, a u rostlin je ještě navíc důležitým speciálním mechanismem (Ellstrand & Schierenbeck, 2000, Mallet, 2005, Wissemann 2007). Hybridizace může vést k přenosu nebo výměně genetické informace mezi druhy a mít významné evoluční důsledky, jako je například urychlení adaptace na měnící se podmínky prostředí a zvýšení genetické variability, což může vést ke vzniku nových druhů, tj. hybridní speciaci (Anderson & Stebbins, 1954). Ale hybridizace může vést i k vymírání druhů v důsledku genetické asimilace anebo ke vzniku vysoce invazivních genotypů (López-Caamal et al., 2014). Hybridizace mezi druhy nebo populacemi dokonce může urychlit evoluci invazivity. Hybridogenní taxony/ linie mívají genetické výhody, které jim umožňují šířit se a uspět v nových prostředích (Ellstrand & Schierenbeck, 2000).

Při studiu hybridizace však narážíme na fundamentální problém, a to klasické biologické druhové pojetí (Mayr, 1942), které definuje druhy jako reprodukčně izolované jednotky, kde by k hybridizaci nemělo docházet. Tento poněkud statický koncept však neodráží dynamiku evolučních procesů, které jsou komplexnější a dlouhodobější (Genovart, 2009). Až donedávna proto panovaly protichůdné názory na roli hybridizace v evolučních procesech (Seehausen, 2004) a dokonce se mělo za to, že v ní nehraje příliš velkou roli. Až v posledních několika dekádách naznačují výsledky postavené zejména na molekulárních markerech, že hybridní speciace je běžnější, než se předpokládalo, a to nejen u rostlin, ale i u živočichů (Arnold, 1997; Seehausen, 2004; Mallet, 2007; Brown et al., 2024). Odhady podílu druhů, které se zapojují do mezidruhov^é hybridizace, se různí, přičemž se předpokládá, že přibližně 10 % živočichů a 25–40 % rostlin se kříží s jiným druhem (Ellstrand, 1996; Mallet, 2005; Whitney et al., 2010). K hybridizaci dochází nejčastěji mezi nedávno oddělenými, blízce příbuznými druhy. Nicméně hybridizace a introgrese (přenos genů z jednoho druhu do druhého) mohou přetrvávat i miliony let po počátečním rozdělení druhů (Ellstrand, 1996). Dlouho zůstávalo otázkou, zda se hybridizace vyskytuje u všech rostlinných čeledí a rodů, nebo zda jsou některé skupiny k ní náchylnější. Předpoklad, že se hybridizace neobjevuje náhodně, ale spíše se koncentruje v určitých čeledích a rodech, a že některé fylogenetické skupiny jsou pravděpodobně nějakým způsobem předurčeny k tvorbě a udržování hybridů

(Ellstrand, 1996; Whitney et al., 2010) se postupně transformuje na přesvědčení, že je hybridizace všudypřítomná napříč celým stromem života (Brown et al., 2024).

Úspěšnost hybridizace závisí na mnoha faktorech, jako jsou genetická příbuznost rodičovských druhů, kompatibilita genomů, fertilita hybridů a selekční tlaky v daném prostředí (Björklund, 2013, Wissemann, 2007, Wong et al., 2022). A může také mít různé důsledky pro evoluci. V některých případech mohou hybridy být méně životaschopné nebo neplodné, což vede k posílení reprodukční izolace rodičovských druhů. V jiných případech se hybridy mohou stát úspěšnými a vytvářet nové linie, které se mohou dále diverzifikovat a vést ke vzniku nových druhů a evolučních novinek (Björklund, 2013; Carscadden et al., 2023). Hybridní genotypy tak mohou vykazovat široké spektrum hodnot fitness; obecně se však ukazuje, že jejich fitness bývá často srovnatelná nebo vyšší než u rodičovských druhů (Arnold & Hodges, 1995).

Nově vzniklý hybridní druh se může vyvíjet ve stejném prostředí (sympatricky) jako jeho rodiče, nebo osídlit novou oblast, kde dochází k prostorové nebo ekologické izolaci od rodičů (alopatricky). Tyto události lze považovat za počátek speciace, přičemž hybridy se mohou stabilizovat i v částečné nebo úplné izolaci, aniž by to snižovalo význam vzniku reprodukčních bariér. Po rozšíření hybridního druhu je pravděpodobné, že se znovu setká se svými rodiči, kde hranice areálů a vytvořené reprodukční bariéry mu pomohou přežít sympatrii (Rieseberg, 1997). Takto vzniklé kontaktní hybridní zóny jsou ideálním zdrojem ke studiu evolučních procesů, kde k introgresivní hybridizaci dochází častěji (Seehausen, 2004; Barton & Hewitt, 2003). Vysvětlení hybridních zón např. Seehausen (2004) zjednodušuje na dva hlavní modely. Model tenzních zón, který vnímá hybridní zóny jako dynamické oblasti, kde se proti sobě staví síly rozptylu hybridů do okolních oblastí a selekce proti nim. Vzniká tak rovnováha, která udržuje hybridní zónu na místě (rovnováha mezi migrací a selekcí). Model omezené hybridní nadřazenosti naproti tomu předpokládá, že hybridy v hybridní zóně dosahují v některých částech prostředí vyšší zdatnosti než rodičovské druhy. To vede k šíření hybridů a rozrůstání hybridní zóny, což však závisí na specifických podmínkách prostředí a tudíž se projevuje spíše jako mozaika genotypů v prostoru, odrážející nerovnoměrnost prostředí (Seehausen, 2004; Mayr, 1942; Barton & Hewitt, 2003).

S ohledem na ploidní úroveň zúčastněných druhů rozlišujeme dvě možné cesty hybridní speciace. Homoploidní hybridizace, která se vyskytuje bez změny počtu chromozomů, je obecně častější mezi geneticky podobnými druhy (Mallet, 2007). Klíčovým

faktorem je zde nižší úroveň genetické divergence mezi rodičovskými taxony (Chapman & Burke, 2007). Homoploidní hybridizace je pravděpodobně méně častá, hůře definovatelná a izolace je slabší, ale může vést k významným revolučním změnám, jako je vznik nových druhů (Rieseberg, 1997). Tyto druhy se hůře odlišují od druhů vzniklých hybridizací a introgresí, nebo od linií s přetrvávajícími polymorfismy z minulosti. U rostlin je známo kolem 20 dobře zavedených homoploidních hybridních druhů. Například jsou dobře zdokumentované hybridy mezi pouštními slunečnicemi z rodu *Helianthus*, které jsou lépe adaptované na sucho, než rodiče (Mallet, 2007). V případě hybridů *Helianthus anomalus* je dokonce zřejmé, že k homoploidní speciaci mohlo docházet opakovaně (Hegarty et al., 2005).

Na druhé straně, heteroploidní hybridizace označuje proces křížení dvou druhů různé ploidní úrovně a vede ke změně počtu chromozomů v potomcích. Je považována za lépe definovatelný a stabilnější proces vzniku nových druhů ve srovnání s homoploidní hybridní speciací (Hegarty et al., 2005). Hybridizace mezi populacemi s odlišnými adaptačními systémy může vést k rychlému vzniku nových adaptací, přizpůsobených novým ekologickým nikám, v případě slabé izolaci mezi populacemi a vzniku funkčních potomků (Anderson, 1953; Alix et al., 2017). Kříženci mezi druhy s odlišným počtem chromozomů mívají často lichý počet ploidii, což vede k nízké plodnosti nebo sterilitě. Nicméně tyto počáteční hybridy mohou procházet různými procesy, které jim umožňují se etablovat a šířit. Příkladem takového mechanismu je spontánní zdvojení chromozomů (alopolyploidie), které stabilizuje genom (Deb et al., 2023). Taková okamžitá reprodukční izolace od rodičovských druhů vede k velmi rychlé speciaci bez nutnosti geografické izolaci. Proto je alopolyploidie považována někdy za mechanismus sympatrické speciace (Hendry, 2009; Soltis et al., 2010). Pokud jsou hybridy aspoň částečně plodné, mohou se zpětně křížit s jedním z rodičovských druhů, nebo s oběma (adaptivní introgrese). Tím dochází k toku genů z „cizího“ druhu do genomu rodiče, což může vést k modifikaci jeho vlastností, explozi fenotypové variability a nových znaků (Hegarty et al., 2005, Briggs & Walters 2001, Anderson & Stebbins, 1954; Carscadden et al., 2023). Plasticita způsobená křížením v introgresních segmentech může přetrvávat po mnoho generací a ovlivňovat evoluci v kontinentálním měřítku (Anderson, 1953).

Počáteční hybridizační událost a s ní spojená opakovaná tvorba polyploidních druhů není u rostlin nijak vzácná (Hegarty et al., 2005). Polyploidie u rostlin je vysoce dynamický a všudypřítomný mechanismus speciace, který je považován za jeden z klíčových procesů nejen v rostlinné říši, ale i v jiných eukaryotických liniích včetně kvasinek (Kellis & al., 2004

in Soltis et al., 2010; Jiao et al., 2011), ačkoliv mnohé o ní odhalujeme teprve dnes (Soltis et al., 2010). Nicméně roli polyploidie ve vývoji evolučních novinek zůstává do jisté míry nevyjasněnou otázkou v evoluci rostlin. Zdvojení chromozomů totiž často probíhá současně s hybridizací, je proto obtížné rozlišit mezi účinky samotného zdvojení a účinky hybridizace a rekombinace (Levin, 1983).

Polyploidní druhy se od svých rodičovských druhů liší počtem ploidí, která bývá nezřídka lichá, což vede k tvorbě životaschopných, ale sterilních potomků s nevyváženou chromozomální výbavou (aneuploidie) a k reprodukční izolaci (Mallet, 2007). Mohou tak vytvářet nové ekologické niky (Soltis a Soltis, 2009) tím, že se liší od svých rodičů v ekologických nárocích a adaptacích, což může být jak výhodou, tak v některých případech znevýhodněním v kompetici s jinými druhy (Mallet, 2007). Mimo sterility se polyploidní druhy potýkají s řadou dalších nevýhod, včetně znevýhodnění minoritních cytotypů. Nové polyploidní druhy se obvykle vyskytují v malém počtu a s větší pravděpodobností se páří s nekompatibilními rodiči, čímž se snižuje jejich reprodukční úspěšnost. Polyploidie je tedy často úzce spojena s asexuálním rozmnožováním a samosprašností a je obzvlášť častá u fakultativně apomiktických rostlin (Mallet, 2007), jako je rod *Taraxacum* nebo *Rubus*.

I přes všechny tyto nevýhody je polyploidie obecně spojována s vyšší úspěšností ve srovnání s diploidními předky, a to zejména v nových a narušených prostředích (Levin, 1983; Soltis et al., 2010; Grossfurthner, 2023). Avšak definice a hodnocení „úspěchu“ v evoluci vyvolává řadu otázek týkajících se hojnosti, obsazených nik, celkového rozšíření a kolonizační schopnosti jak z krátkodobých, tak z dlouhodobých aspektů (Soltis et al., 2010). Hybridy často vykazují vyšší životaschopnost, velikost a plodnost, tzv. heterózi neboli hybridní vitalitu. Mají obvykle větší odolnost proti různým stresovým faktorům prostředí, jako je sucho, chlad a choroby (Alix et al., 2017). Také zvýšený potenciál genetické rekombinace, který přispívá k rozšíření fenotypové a genotypové rozmanitosti, může být prospěšný pro zemědělství a šlechtění rostlin (Baduel et al., 2018). Nedávné výzkumy ukazují, že polyploidní rostliny mají dokonce širší spektrum bakteriálních symbióz a získávají z rhizobiálních partnerů větší benefity napříč biotickými prostředími. Zároveň vykazují menší náklady na specializaci v těchto symbiózách, což naznačuje další evoluční výhodu polyploidie (Forrester et al., 2020). Není tedy divu, že odhady polyploidních druhů byly donedávna více než 90%, a u nahosemenných rostlin od 30 do 80 % druhů (Soltis & Soltis, 2000 in Hegarty et al., 2005) s tím, že celkově polyploidíí prošlo 40-70 % všech

roslinných druhů (Mallet, 2007). Nejnovější fylogenomické výzkumy však naznačují, že polyploidizace nebyla pouze rozšířeným jevem, ale univerzálním procesem, kterým během své evoluce prošly všechny krytosemenné rostliny (Jiao et al., 2011; Soltis et al., 2015; Wendel, 2015). Tento proces je u rostlin tak častý, že se může opakovat i vícekrát, čímž vznikají druhy s extrémně vysokou ploidii. Současný výzkum se již nezaměřuje pouze na celkový počet výskytu polyploidie, ale především na frekvenci polyploidních událostí v konkrétních liniích (Soltis et al., 2010). Tento proces tedy hraje významnou roli v evoluci rostlin a ovlivňuje změny od molekulární po ekologickou úroveň a to napříč celou evoluční historií (Adams & Wendel, 2005; Wendel, 2015).

2.2. Metody výzkumu mezidruhovové hybridizace.

Identifikace hybridních jedinců je klíčová pro pochopení procesů hybridizace a jejich důsledků. Tradičně se využívaly morfologické, chemické a cytogenetické znaky, které však mají omezené možnosti rozlišení hybridů od rodičovských druhů (López-Caamal et al., 2014).

Morfologická intermediarita, tedy přechodné rysy mezi rodičovskými druhy, byla dříve považována za silný indikátor hybridního původu (Rieseberg, 1995, 1997; Allendorf et al., 2001). Postupem času se však ukázalo, že tato metoda má svá úskalí a není vždy spolehlivá. V případech, že jsou do komplexní přirozené hybridizace zapojeny tři nebo více druhů, jsou morfologická kritéria pravděpodobně zcela nedostatečná a analýza toku genů je nemožná (Alston & Turner, 1962). Hybridy se navíc jeví jako mozaika rodičovských morfologických znaků, a velká část hybridů první i následujících generací vykazuje extrémní nebo nové znaky (Rieseberg & Ellstrand, 1993; López-Caamal et al., 2014). Hlavní problém tkví v tom, že morfologické znaky jsou obvykle vzájemně korelovány, čímž se snižuje jejich počet a omezuje se tak i rozsah informací o hybridizaci. Navíc morfologie organismů se mění v závislosti na prostředí, ve kterém se nacházejí. To může vést k falešně negativním i falešně pozitivním závěrům o hybridním původu. Morfologická intermediarita může být také způsobena i jinými procesy než hybridizací, například zachováním plesiomorfních znaků u blízce příbuzných druhů. Tyto znaky představují evolučně starší rysy, které se u potomků mohou projevit i bez křížení (López-Caamal et al., 2014).

Jako spolehlivější nástroj pro identifikaci hybridů bylo dříve vnímáno složení sekundárních metabolitů, chemických látek produkovaných rostlinami. Důvodem bylo přesvědčení o jednoduchém dědičném mechanismu těchto látek. Nicméně novější studie ukázaly, že dědičnost sekundárních metabolitů u hybridů je ve skutečnosti mnohem komplexnější (Orians, 2000). Složení sekundárních metabolitů tedy, ačkoliv je užitečnější než morfologické znaky, není zdaleka tak jednoduchým nástrojem pro identifikaci hybridů, jak se dříve předpokládalo (López-Caamal et al., 2014).

V posledních desetiletích výrazně posunul možnosti studia mechanismů hybridní speciace u rostlin rozvoj molekulárních technik. Vhodná kombinace molekulárních markerů se ukázala proto jako nejspolehlivější nástroj, včetně identifikace pozdějších generací hybridů a hybridních zón (Boecklen a Howard, 1997). Metody jako PCR, RFLP, AFLP nebo analýza mikrosatelitů dokážou rozlišovat i mezi hybridy v pozdějších generacích, a to i v případech, kdy se počet chromozomů stabilizoval (López-Caamal et al., 2014). V současnosti je v tomto směru využíván soubor NGS markerů (např. HybSeq etc.).

Cytogenetické metody, jako je zejm. počítání chromozomů, jsou poněkud náročnější. Jde o techniky, používané již desítky let (Windham et al., 2010). Zejména u kombinací rodičů s různými chromozomovými počty, resp. ploidiemi je počítání chromozomů nezastupitelné (Smith et al., 2023). Velice užitečnými nástroji při detailním studiu hybridizace jsou cytogenetické metody založené na fluorescenční in situ hybridizaci (zejm. FISH a GISH; Chester et al., 2010). Průtoková cytometrie se v posledních desetiletích stala hojnou a oblíbenou technikou při zkoumání mezidruhově hybridizace u rostlin. Tato metoda umožňuje rychlé a přesné studium heteroploidní a v některých případech i homoploidní hybridizace (Doležel et al., 2007; Suda, 2005; Loureiro et al., 2010).

Vedle molekulárních a genetických přístupů hrají důležitou roli také navazující ekologické studie hybridních populací. Ekologické dimenze hybridizace, ačkoliv jsou ze své podstaty ekologickými interakcemi, stále zůstávají z velké části neprozkoumané (Porretta a Canestrelli, 2023). Výzkumy se zaměřují na identifikaci ekologických nik a adaptací hybridů, studium kompetice a interakcí mezi hybridy a rodičovskými druhy, analýzu reprodukční izolace a bariér mezi hybridy a rodiči a často zahrnují pozorování hybridních zón, kde se setkávají a kříží různé druhy (Seehausen, 2004). Tyto zóny jsou významné pro pochopení procesů, které přispívají k udržování genetické diverzity a adaptaci na různé ekologické podmínky (Boecklen & Howard, 1997; Barton & Hewitt, 2003). Hybridizace se neomezuje

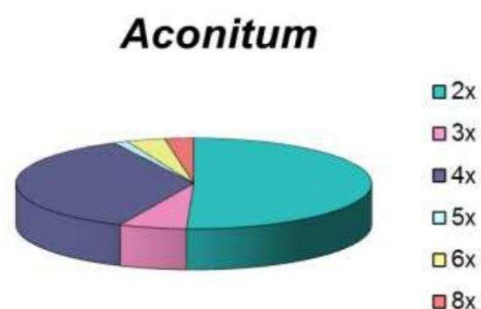
pouze na reprodukční oblast, ale ovlivňuje a je ovlivňována i širokou škálou nereprodukčních interakcí, jako jsou predace, konkurence, parazitismus, mutualismus, komenzalismus a interakce mezi organismem a prostředím. Všechny tyto faktory hrají důležitou roli v dynamice populací a fungování ekosystémů (Porretta a Canestrelli, 2023).

Pravděpodobně nejdéle používanou experimentální metodou v rámci studia hybridizace je experimentální křížení (např. Nägeli & Peter 1885). Experimentální křížení umožňuje vědcům v kontrolovaných podmínkách zkoumat životaschopnost a plodnost hybridů, stejně jako jejich adaptabilitu na různé ekologické podmínky. Tyto studie mohou odhalit, zda hybridy vykazují hybridní vigor (heterózis), kdy hybridy mají lepší růst a reprodukční schopnosti než jejich rodičovské druhy (Wu, 2021).

Souhrnně lze říct, že i když morfologické, chemické a cytologické metody samy o sobě nemusí vždy stačit k jednoznačné identifikaci hybridů, jejich kombinace s technikami DNA „fingerprintingu“ může poskytnout komplexní obraz hybridizačních událostí. To je zvláště důležité v případech, kdy hybridizace vede k evolučním novinkám, jako je polyploidie, transgresivní dědičnost znaků nebo produkce nových sekundárních metabolitů, které se u rodičovských druhů nevyskytují (López-Caamal et al., 2014).

2.3. Hybridizace a polyploidizace v rodu *Aconitum*.

V případě rodu *Aconitum* byla heteroploidní hybridizace a polyploidie zkoumána v mnoha studiích (Zieliński 1982; Mitka et al. 2016; Sutkowska et al., 2017; Mitka & Starmühler, 2000; Hong et al., 2016; Luo, 2005; Utelli, 2000; Kong et al., 2017), které ukázaly, že je rod vhodným modelovým objektem pro studium evoluční dynamiky díky vnitro i mezidruhovému toku genů a tvorbě přirozených hybridních zón (Mitka et al., 2016). Výzkum rodu *Aconitum* v Evropě naznačuje starobylou a komplikovanou evoluční historii, včetně paleoploidizace



Obr. 6: Celkový záznam ploidních úrovní v rámci rodu *Aconitum*, zahrnující diploidní (2x), tetraploidní (4x) a další méně časté úrovně (např. hexaploidní a oktaploidní), podle dostupných dat (DCDB, 2024).

(mezi 11,9 a 24,7 miliony let; Park et al., 2020), a jak historických, tak i nedávných retikulací (Novikoff et al., 2020).

Rod *Aconitum* zahrnuje druhy s různou ploidií od diploidních až po hexaploidní (Obr. 6). Mimo Evropský kontext se objevují četné studie polyploidní historie například ve východní Asii. Korejské studie potvrzují hybridizaci a introgresi v rámci komplexu *A. jaluense* a dalších (např. Park et al., 2020; Youngbae et al., 1997). Studie ze severního Japonska dokládá hybridizaci mezi nově popsáním druhem *A. gassanense* (Sect. *Flagellaria*, $2n=16$) a *A. iidemontanum* (Kadota, 2001). Obsáhlá čínská studie 20 druhů z podrodu *Lycotomum* zjistila, že tetraploidní druhy v pohoří Hengduan pravděpodobně vznikly hybridizací diploidních druhů, zatímco hexaploidní *A. apetalum* podle předpokladů byl izolovaný v důsledku geologických událostí (Hong et al., 2016). Studie také odhalila nový nejmenší základní chromozomální počet pro rod *Aconitum* ($x = 6$; $2n=12$; *A. fletcherianum*) včetně nejvyššího v tomto podrodu hexaploida ($2n=48$, *A. apetalum*). Jinak je druhem s nejvíce různými počty chromozomů východně asijský *A. palmatum* ($2n = 30, 32, 46, 48$ a 52 ; Bosch et al., 2022). Východoasijské tetraploidy podrodu *Aconitum* mají pravděpodobně jasného předka, na rozdíl od tetraploidních druhů v Evropě, které zde tvoří nezávislé clady. Diploidní druh *A. volubile* tvoří monofyletickou skupinu se všemi východoasijskými tetraploidními taxony, což silně naznačuje, že je jejich předkem (Kita & Ito, 2000; Boroń et al., 2020).

Jakousi evoluční spojkou mezi Asií a Evropou je Kavkaz, o čemž svědčí hybridní druh *A. × tuscheticum*, s kavkazským původem a výskytem až po Slovinsko (Boroń et al., 2020). Autoři předkládají hypotézu o původu a divergenci evropských diploidů, které pravděpodobně pocházejí z miocenní flóry Kavkazu a Asie, zatímco původ tetraploidů je doposud nejasný. Boroń et al. (2020) navrhuje, že by mohly vzniknout z vymřelých asijských diploidů a obě skupiny druhů prošly rychlou diferenciací v období pozdního pliocénu a čtvrtohor. Lui et al. (2005) odhalili, že dva evropské druhy, *A. napellus* (sect. *Aconitum*) a *A. variegatum* (sect. *Cammarum*) jsou sesterské dvěma asijským druhům, *A. austrokoreense* a *A. monanthum* (oba sect. *Flagellaria*). Takovým příkladem diferenciací je pravděpodobně i *A. superbum* (Boroń et al., 2020), nebo tetraploidní *A. firmum*, který je hybridního původu a vznikl patrně na začátku pleistocénu křížením *A. variegatum* a *A. plicatum* (Mitka et al. 2007; Ilnicki et al. 2009).

Druhy skupiny *Lycoctonum* byly původně zahrnovány pod jednotným názvem *A. lycoctonum* L., který zahrnoval také severské druhy s modrými květy (Norsko, Švédsko, Finsko, severní Rusko). Co se týče podrodu *Lycoctonum* v Evropě, Warncke (1964) zde rozlišil pět nezávislých taxonů, které byly považovány za samostatné druhy (Hess et al., 1967). Podle studií Utelli et al. (2000) podrod zřejmě prošel nedávnou speciací. Přítomnost kříženců v kontaktních oblastech, zejména v Alpách mezi *A. lycoctonum* (žlutý) a *A. moldavicum* (modrý) a mezi *A. moldavicum* a *A. lasiostomum* (žlutý) svědčí o nízké genetické diferenciaci taxonů. Například *Aconitum* × *baumgartenianum* (*A. lasianthum* × *A. moldavicum*; Govaerts, 1995), nebo *Aconitum* × *setosum* (*A. lasianthum* × *A. lycoctonum*; Govaerts et al., 2021), nebo *Aconitum* × *triste* (*A. lycoctonum* × *A. moldavicum*; Govaerts, 1995). Tyto hybridy nejsou od sebe geneticky ani morfologicky (kromě barvy květů) odlišitelné a z tohoto důvodu je autoři navrhli sloučit do jediného žlutě kvetoucího taxonu podrodu *Lycoctonum* v jižní a střední Evropě. Genotyp *A. anthora* není totožný s žádným genotypem zjištěným u subgen. *Lycoctonum*, a nejsou známy žádné křížence mezi *A. anthora* a jiným evropským taxonem (Utelli et al., 2000). Je ve střední Evropě geneticky izolován a tedy je nepravděpodobné, že by se některý z evropských taxonů zúčastnil případné hybridizace (Hegi, 1974; Hess et al., 1967).

Podrody *Aconitum* a *Lycoctonum* jsou v Evropě jasně odděleny. Přestože mezi nimi v minulosti mohlo dojít k hybridizaci, jsou oba podrody silně diferencované a monofyletické (Utelli et al., 2000). V Evropě se vyskytuje 22 původních druhů, především diploidních a tetraploidních, a 28 infraspecifických taxonů včetně hybridů (Seitz, 1969; Novikoff et al., 2016; Starmühler & Mitka, 2001). Podrod *Aconitum* v Evropě má univerzální základní číslo $x = 8$ (Afify, 1933, 1939) a ploidní úrovně $2x$, $3x$, $4x$ a $6x$ (Bosch, 2023). Polské studie (Starmühler & Mitka, 2001; Boroń, et al., 2021; Mitka et al., 2007; 2021) rozdělují podrod *Aconitum* v Evropě na dvě nebo tři sekce. Sedm druhů patří do diploidní sect. *Cammarum* ($2n = 16$; například typový *A. variegatum*; Starmühler 2001) s převážným výskytem v nižších horách a nížinách. Deset zpravidla vysokohorských taxonů patří do tetraploidní sect. *Aconitum* ($2n = 4x = 32$). Do triploidní, hybridogenní notosekce *Acomarum* ($2n = 24$; sect. *Aconitum* × sect. *Cammarum*) patří sedm nothospecií a tři hybridní formule (Starmühler 2001, Ilnicki & Mitka, 2009; 2021). Druh *A. angustifolium* s hexaploidním počtem chromozomů byl Seitzem (1969) interpretován jako alopolyloidní hybrid mezi *A. variegatum* s. lat. a *A. napellus* ssp. *tauricum* a vyčleněn do vlastní monospecifické podsekce.

Skupina *A. variegatum* ze sekce *Cammarum* zůstává trvale v diploidním cytotypu. Na základě důkazů z rozsáhlých studií rostlin v terénu a v kultivaci jsou identifikováni plodní kříženci *A. pilipes*, *A. variegatum* a *A. degenii* (*Aconitum* × *hebegynum*: *A. degenii* × *A. variegatum*; Govaerts, 1995; Hassler & Muer, 2022; Mitka et al., 2021), a také sterilní kříženci *A. napellus* × *A. tauricum* (Starmühler, 1996), které se uvádí jako *Aconitum* × *teppneri* (Govaerts, 1995; Mitka et al., 2021; Hassler & Muer, 2022). Seiz (2008) slučuje evropské druhy skupiny *A. napellus* z původních 29 (Gayer, 1939) na 3 druhy a 9 poddruhů, s tím, že některé jsou si navzájem blízké příbuzné a nelze je vždy jasně rozlišit. Jižní reliktní druh *A. divergens* a východní poddruh z Tater, subsp. *skerisorae*, jsou považovány za nejpůvodnější klad *A. napellus* v Evropě.

Seitz (1969), Jabbour & Renner (2011) a Xiang et al. (2017) odhadují, že k rozdělení evropských exemplářů *A. divergens* syn. *pentheri* a *A. napellus* došlo cca 0,9 Mya. Na překrývajících se okrajích areálu se poddruhy hybridizují a často dochází také k introgresi, například nejznámější hybrid *Aconitum* × *cammarum* syn. *A. × bicolor*, *A. × stoerkianum* je pravděpodobně křížencem *A. napellus* a *A. variegatum*. Zdomácnělé kolonie kultivaru 'Bicolor' s modro-bílými květy, jsou například rozšířené podél silnic v severní Británii (Stace et al., 2015). Dalším hybridem s alpským rozšířením je *Aconitum* × *schneebergensis* (*A. napellus* subsp. *napellus* × *A. variegatum*; Mitka et al., 2021; Hassler & Muer 2022).

Aconitum × *nanum* syn. *A. × czarnohorens* ($2n = 32$; *A. firmum* × *A. bucovinense*) je některými studiemi považován za endemický nototaxon Východních a Jižních Karpat. Sdílí areál s *A. bucovinense* ($2n = 32$; Starmühler 1998, 2000; Mitka 2000; 2003; 2013; Ilnicki & Mitka 2009; Boroń et al. 2011; Novikoff & Mitka 2011). Na rozdíl od těchto literárních údajů nebyly tyto křížence hodnoceny jako endemické vzhledem k jejich nejednoznačnému taxonomickému statutu (Kliment et al., 2016). Dříve *A. bucovinense* byl považován za křížence mezi *A. firmum* subsp. *firmum* × *A. tauricum* (Seitz, 1969), nebo mezi *A. firmum*. a *A. degenii*, zatímco je východoalpským subendemitem (Starmühler 1996). V poslední době je *A. tauricum* považován za endemický druh v Alpách, nemůže tedy být rodičovským druhem k *A. bucovinense*. Podobně *A. lasiocarpum* je považován za křížence *A. degenii* × *A. variegatum* (*Aconitum* × *gayeri*; Mirek et al., 2020; Mitka et al., 2021; Novikoff & Mitka, 2011), ale někdy je udáván jako samostatný karpatský subendemit, který je cytologicky blízký *A. degenii* (Joachimciak et al., 1999), a jako hybrid se uvádí *A. × hebegynum* (Hassler & Muer, 2022; Mitka, 2000).

Nejbohatší oblasti v Karpatech na různé druhy rodu *Aconitum* jsou severní polovina Východních Karpat a východní část Jižních Karpat (Mihok et al., 2005), kde se hojně zkoumá heteroploidní hybridizace mezi různými cytotypy rodu *Aconitum*. Vyskytují se zde i diploidní hybridy a několik homoploidních hybridů mezi tetraploidními druhy i heteroploidních mezi diploidy a tetraploidy. Množství různých intermediárních taxonů a hybridů ukazuje na historickou retikulární evoluci a mezidruhovou introgresi (Mitka et al., 2023; Sutkowska et al., 2017). Diploidní *A. variegatum* zde sdílí zeměpisné pásmo s tetraploidním *A. firmum* a vytváří různé hybridní formy v kontaktních zónách v Tatrách a Beskydech (Zieliński, 1982; Skalický, 1985). *Aconitum firmum* se v Západních Karpatech dělí na tři poddruhy: subsp. *firmum*, subsp. *moravicum* a subsp. *maninense*. Nejčastějším hybridem je zde triploidní ***Aconitum* × *berdaui*** (*A. firmum* subsp. *firmum* × *A. variegatum* subsp. *variegatum*; $2n = 24$; Zieliński 1982; Govaerts, 1995; Mitka, 2003; Mirek et al., 2020). Mechanismus jeho vzniku zahrnuje tvorbu triploidního hybridu, který se může zpětně křížit s diploidními nebo tetraploidními rodiči, což umožňuje tok genů napříč ploidními úrovněmi. *Aconitum* × *berdaui* je částečně sterilní a má morfologické znaky, které jsou přechodné mezi rodičovskými druhy. Například, tvar středního segmentu listů připomíná *A. firmum*, ale délka a tvar helmice květů se více podobá *A. variegatum* (Mitka, 2003; Janeček, 2015).

Další hybridní formou je ***Aconitum* × *pawlowskii*** (Govaerts et al., 2021; Mirek et al., 2020; Mitka et al., 2021), vzniká křížením mezi diploidními *A. variegatum* a *A. lasiocarpum*, a vykazuje také přechodné znaky obou druhů. Tento hybrid je plně fertilní a vyskytuje se ve spodních horských lesních zónách, kde sdílí habitat s rodičovskými druhy. Výzkumy v Karpatech demonstrují, jak hybridizace a introgrese mezi druhy *Aconitum* v Tatrách ovlivněna topografií, s introgresí mezi diploidními a tetraploidními druhy nad hranicí lesa (Mitka et al., 2023; Sutkowska et al., 2017a, Sutkowska et al., 2017b).

Pro českou floru se uvádí v literatuře celkem dva jasné hybridní taxony (Skalický, 1988, Kaplan et al., 2019; Danihelka et al., 2012; Mirek, 2020; Mitka et al., 2021): sudetský ***Aconitum* × *exaltatum***: *A. plicatum* subsp. *plicatum* × *A. variegatum* subsp. *variegatum* a beskydský ***Aconitum* × *berdaui* nothosubsp. *walasii***: *A. firmum* subsp. *moravicum* × *A. variegatum* subsp. *variegatum* (Mitka, 2003). V Sudetech polská studia rozlišují dva poddruhy oměje šalamounka. Hybrid *A. plicatum* subsp. *sudeticum*, pravděpodobně nedávno vzniklý introgresi (*A. f.* subsp. *moravicum* × *A. plicatum*) je udáván jenom z Jeseníku a Králického Sněžníku (Mitka, 2003). A endemit Českého masivu *A. plicatum* subsp. *plicatum*.

Mitka et al. (2007) předkládají hypotézu o recentní pleistocenní retikulaci (introgresi) mezi sudetskými a karpatskými skupinami genotypů a udávají *A. plicatum* jako autopolyploidní, geneticky bohatší druh, který by mohl být předchůdcem skupiny alopolyploidních *A. firmum* (Mitka et al., 2007).

2.4. Hybridizace a ochrana.

Přibližně 7–9 % cévnatých rostlin v Evropě je ohroženo v rámci celého jejich přirozeného areálu výskytu, přičemž většina z těchto druhů jsou endemity jediného státu. Přestože jde o globálně ohrožené druhy, 84 % z nich nebylo dosud hodnoceno v rámci globálního Červeného seznamu IUCN, což odhaluje značné nedostatky v současných hodnoceních ohrožených rostlin (Holz et al., 2022). Hybridizace představuje další vážnou výzvu pro taxonomii, ochranu rostlin a celkový odhad biodiverzity (Lyu et al., 2021). Může vést k rozostření druhových hranic, vzniku adaptivnějších hybridů a šíření invazivních vlastností (Genovart, 2009; Fitzpatrick et al., 2015). Pro zodpovědnou ochranu biodiverzity je tedy klíčové detailně analyzovat hybridizační procesy.

Identifikace hybridních taxonů a určení jejich rodičovských druhů je možná triviální, ale nezbytný předpoklad pro správné taxonomické zařazení a navržení efektivních ochranných strategií (Allendorf et al., 2001). Což je patrné na příkladu sporného taxonu *Clematis* × *pinnata*, který byl dlouho považován za samostatný druh, ale ukázalo se, že jde o přírodní hybrid, nebo *Rosa pseudobanksiae*, dříve též klasifikovanou jako kriticky ohrožený druh (Lyu et al., 2021). Naopak je to v případové studii rdestu floridského (*Potamogeton floridanus*), ohroženého endemického taxonu, která sice zjistila, že *P. floridanus* je křížencem *P. pulcher* a *P. oakesianus*, jenže hybridy, jako je *Potamogeton* × *floridanus* představují podle Kaplana (2018) unikátní prvek biodiverzity a plní stejně důležitou ekologickou funkci jako ostatní druhy. Historicky nebyla hybridizace v ochraně přírody vnímána jako pozitivní proces, což vedlo k politice, která často vylučuje ochranu hybridních jedinců. Rámcová směrnice EU o vodě např. neuznává hybridy jako indikátory dobrého ekologického stavu. S rostoucím uznáním hybridizace jako významného evolučního mechanismu však dochází k posunu ve vnímání tohoto jevu. Moderní přístupy v ochranářské biologii by měly proto brát v úvahu evoluční procesy a souvislosti a přehodnotit strategií ochrany, včetně možnosti chránit

hybridní jedince v případě, že jejich existence podporuje zachování ohrožených rodičovských taxonů (Kaplan et al., 2018; Allendorf et al., 2001).

Studie hybridizace a introgrese již dávno ukázaly, že pod vlivem člověka jakožto nové ekologické dominanty se evoluce, zvláště na otevřených, narušovaných stanovištích, značně zrychluje (Anderson, 1953). Rapidní a rozsáhlé globální změny klimatu, přeměny prostředí člověkem a ničení biotopů představují nejen hrozbu pro biodiverzitu (Allen et al., 2005), ale zároveň otevírají jedinečnou šanci sledovat evoluci druhů v reálném čase. Tyto změny ovlivňují rozšíření, chování a tok genů mezi druhy (Brown et al., 2024; Larson et al., 2019), a právě proto je přirozená hybridizace nevyhnutelným tématem v ochranářské biologii (Genovart, 2009).

Zavlečení druhů do vzdálených oblastí a úpadek ekologických bariér otevírají dveře pro hybridizaci mezi dříve alopatrickými druhy, vůči nimž nejsou vyvinuté izolační mechanismy (Levin et al. 1996; Soltis & Soltis, 2009; Rhymer & Simberloff, 2003). Zvláště pak co se týče horských systémů, kde výšková migrace rostlinných druhů v důsledku globálního oteplování a následná hybridizace s endemickými rostlinami je mnohem rychlejší než latitudinální migrace (Gómez et al., 2015). To vše může vést k ohrožení genetické integrity a ekologických vlastností původních druhů (Soltis & Soltis, 2009; Vilà et al., 2000; Genovart, 2008), a dokonce k vážnému riziku vymírání (Rhymer & Simberloff, 2003), jako v případě reliktního druhu *Nuphar pumila* a *N. lutea* (Arrigo et al., 2016).

Příkladem je i studie rodu *Ranunculus* sect. *Batrachium*, jehož taxony jsou hlavními složkami říčních ekosystémů chráněných podle směrnice 92/43/EHS o stanovištích. Odhalila rozsáhlou hybridizaci mezi říčními a stojatými druhy v postglaciálních řekách východní Evropy, která je navíc zesílená transformací říčních ekosystémů lidskou činností a klimatickými změnami (Bobrov et al., 2022). Nebo známý všem případ nebezpečných kříďlatek ve střední Evropě, kde křížení invazních druhů *Fallopia japonica* a *F. sachalinensis* vedlo k vývoji silnějších hybridů (*F.* × *bohemica*), které zvyšují invazivitu celého komplexu (Parepa et al., 2014). Snahy o ochranu zamořených oblastí v ČR nejsou zatím dostačující. Ani likvidace kříďlatkových porostů v kombinaci s herbicidem a mechanickým narušováním nadzemní i podzemní biomasy nestačí, protože regenerační schopnost z oddenků a lodyh dosahuje u některých populací téměř 100 % (Prančl, 2010).

Hypotézu, že rychlá evoluce po hybridizaci může usnadnit biologické invaze podporují také studie na *Typha angustifolia* a *Typha latifolia*, kde konkurenční výhoda výšky

pravděpodobně přispívá k invaznímu úspěchu robustnějšího hybridu *Typha* × *glauca* (Zapfe, 2015). Kromě toho je známo, že křížence přispívají velkým množstvím pomalu se rozkládajícího steliva a tím mění teplotu a obsah živin v půdě, což v konečném důsledku vede ke snížení diverzity původních rostlin. Management v těchto lokalitách tedy musí reagovat na zarůstání mokřadů hustými monokulturami regulací a obnovou společenstev (NatureServe Network Biodiversity, 2024). Jak může genetická eroze dominantních druhů vést k nižší produktivitě, zvýšené náchylnosti k invazi a změnám v diverzitě a struktuře společenstev můžeme sledovat také na studiích se *Solidago altissima* a *Populus* spp. (Kramer & Havens, 2009).

Hybridizace nemusí vždy znamenat pro vzácný druh hrozbu, nýbrž občas i záchranu. V některých případech může být paradoxně jediným způsobem, jak zachovat jeho genofond a obohatit biodiverzitu novými adaptacemi (Soltis & Gitzendanner, 2001; Soltis & Soltis, 2009). Studie hybridizujících endemických populací cyklámenu na Korsice dokládá, že hybridní populace vykazují vyšší genetickou variabilitu a zdůrazňuje potřebu zahrnout je do ochrannářských strategií, neboť představují zdroj potenciálně adaptivní genetické rozmanitosti (Thompson et al, 2017). Zaměření na zachování evolučních procesů vytvářejících diverzitu a adaptační potenciál může být v daném případě vhodnější než pouhá ochrana druhů (Thompson et al., 2010). V každém případě, detailní znalost genetické diverzity je nezbytná pro odpovědné a efektivní plánování reintrodukčních programů s využitím např. kultivovaných populací, viz studie na hybridizujících populacích ohroženého *Delphinium luteum* s *D. decorum* a *D. nudicaule* (Koontz et al., 2001).

Je tedy zřejmé, že existuje nespočet faktorů, které je třeba vzít v úvahu při posuzování ochrannářské hodnoty kříženců. Ochrannářské programy by měly proto zohledňovat jak negativní, tak pozitivní aspekty hybridizace a zaměřit se na ochranu biodiverzity jako dynamického evolučního systému, nejen na jednotlivé druhy (Genovart, 2009; Quilodrán et al., 2020). Navíc, by měly zdůraznit význam strategií ochrany specifických pro daný kontext, které vycházejí z globálních údajů, ale jsou přizpůsobeny místním ekologickým a sociálně-politickým podmínkám (Gärdenfors et al., 2001).

Zachování stanovišť je zajisté základním kamenem ochrany rostlin, ale vzhledem k jejich rozsáhlým, pokračujícím ztrátám je nezbytné kombinovat tyto snahy s jejich aktivní obnovou, reintrodukcí druhů a posilováním populací (Kramer & Havens, 2009). Nicméně

opatření jako transplantace nebo reintrodukce z geneticky odlišných populací mohou narušit lokální adaptace a zvýšit riziko hybridizace, pokud nejsou pečlivě řízeny (Vít, 2014).

Případ katalánského apoendemita *Delphinium bolosii*, jehož nízká genetická variabilita spolu s nízkou heterozygotností, narušenou aktivitou opylovačů a klesající početností populací ukazuje na kritické ohrožení a potvrzuje, že ochranné snahy naprosto vždy vyžadují komplexní strategie ochrany (Bosch et al., 1998). Ty zahrnují jak in situ opatření, jako je například zavedení monitorovacího programu, metody víceúrovňového hodnocení (Wu et al., 2000), zachování a ochrana přirozených stanovišť vzácných rostlin, vytváření chráněných oblastí a rezervací. Tak i ex situ přístupy, jako je zřízení zahradnických sbírek, sběr a dlouhodobé skladování semen etc. (Bosch et al., 1998; Begemann & Hammer, 1994; Heywood & Iriondo, 2003).

III. Materiály a metody.

1. Sběr rostlinného materiálu, kritéria výběru lokalit a design sběru.

Rostlinný materiál *Aconitum plicatum*, *A. variegatum* a *A. firmum* subsp. *moravicum* určený pro další analýzy byl shromážděn v průběhu vegetačních sezón 2022 a 2023 na území České republiky, konkrétně v oblastech Krkonoš, Beskyd a dodatečně Hrubého Jeseníku (Obr. 7, 8). Přesné lokality s názvy, GPS souřadnicemi a dalšími údaji jsou uvedené v tabulce 1. Výběr lokalit byl proveden na základě literárních údajů z databáze Pladias, která poskytuje komplexní informace o flóře a vegetaci České republiky, a na základě cenných doporučení odborných pracovníků správ národního parku a chráněných krajinných oblastí, kteří disponují dlouholetými zkušenostmi s terénním monitoringem místních populací omějů.

Cílem sběru bylo zahrnout jak izolované jednodruhové, tak smíšené populace. Vybrané lokality byly v rozmezí přibližně 500 až 1300 m n. m. (Tab.1). V Krkonoších byl sběr prováděn převážně v oblasti Rýchor a Labského dolu, v Hrubém Jeseníku byl sběr zaměřen převážně na ekoton horní hranice lesa a v Beskydech převážně v nižších polohách vegetace vysokobylinných niv, lesních prameništ' a suťových lesů.

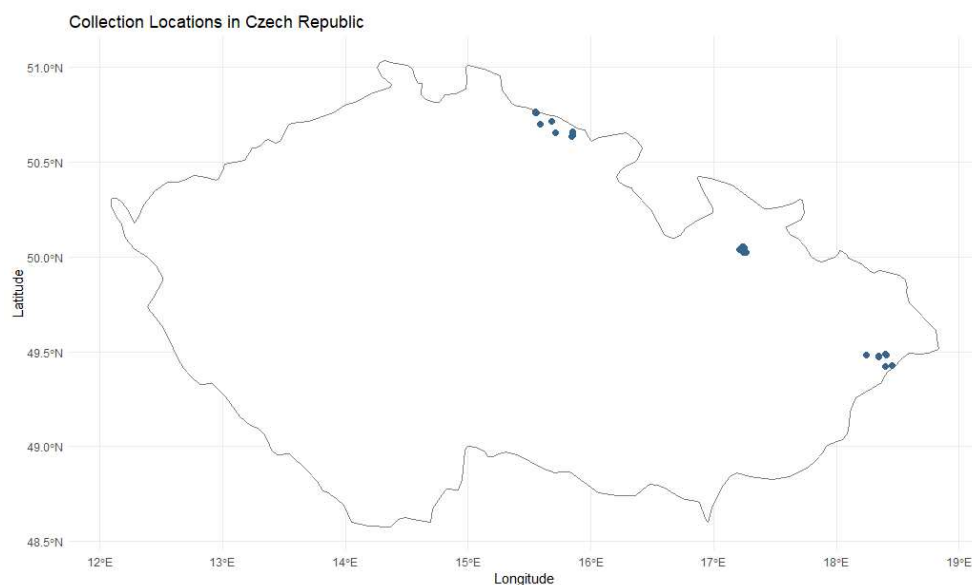
Výběr konkrétních lokalit a typů populací pro sběr a analýzu rostlinného materiálu byl založen na několika pracovních hypotézách. Cílem bylo především studium hybridizace mezi

vybranými druhy omějí v přirozených a smíšených populacích. Lokality byly vybrány s ohledem na diverzitu populací a možnost výskytu hybridních jedinců.

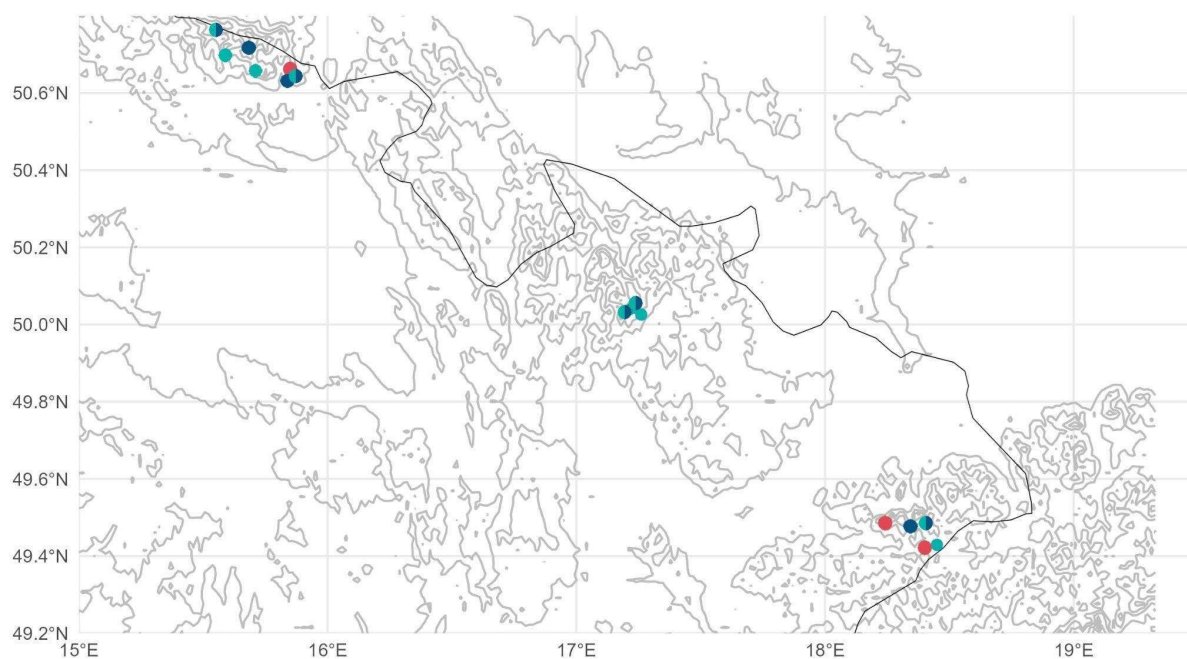
V každé populaci byli jedinci zařazeni do příslušných kategorií (hybrid nebo čistý druh) na základě morfologie. Při výběru lokalit bylo zohledněno pokrytí několika geograficky a ekologicky rozdílných lokalit v rámci každé studované oblasti. Celkem bylo sebráno 585 rostlin z 15 lokalit (Obr. 7-11). Sběr byl zaměřen na pokrytí celé škály morfologické variability a současně byl částečně zohledněn náhodný výběr (sběr v rámci transektů). Jelikož jsou studované druhy schopné klonálního růstu, byly jednotlivé vzorky sbírány alespoň ve vzdálenosti 1 m od sebe.

V některých rozsáhlejších populacích byl proveden hromadný sběr směsných vzorků, zahrnujících přibližně 100 rostlin, např. v případě větší lokality v Labském dolů v Krkonoších. Z většiny dospělých jedinců byly odebrány dva zdravé listy přibližně ze střední části lodyhy. V případě kvetoucích rostlin byla odebírána také část květenství a popřípadě i semenné vzorky. Semena byla následně vyseta s cílem hodnocení fertility případných hybridů. Všechny odebrané jedince jsme lokalizovali pomocí GPS souřadnic, přičemž u potenciálně hybridních nálezů byly zaznamenány přesné polohy. U příliš hustých populací nebo rozsáhlých lokalit byla skupina rostlin označena jedním souřadnicovým bodem.

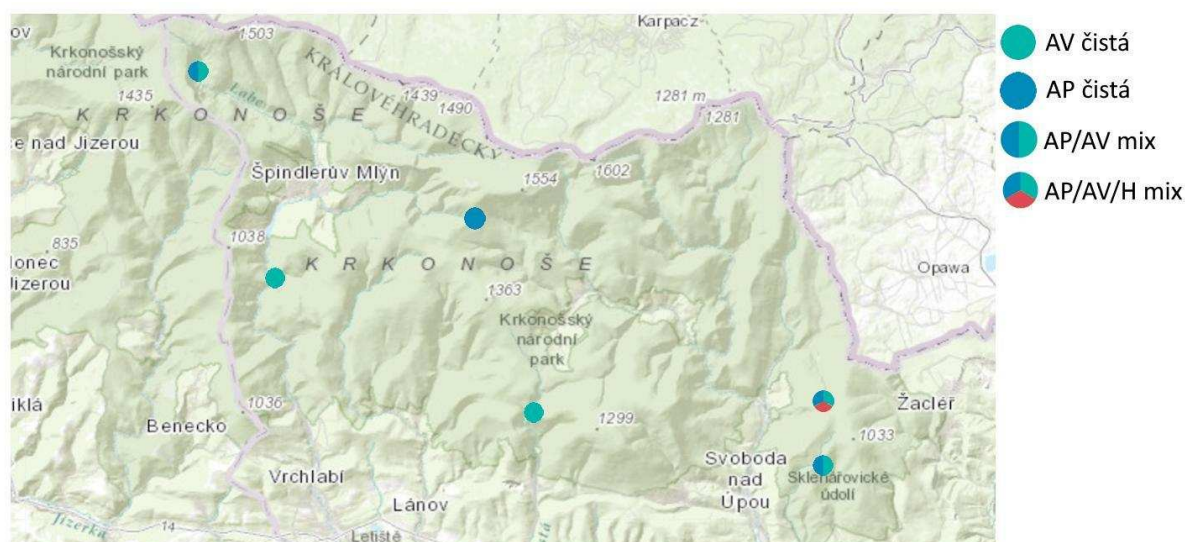
Při sběru vzorků v chráněných územích byly dodrženy veškeré etické a právní aspekty sběru, včetně referencí na specifická povolení od příslušných úřadů nebo institucí ochrany přírody. V případě každého sběru se též jednalo o přímou spolupráci s institucemi chráněných území a sběr byl prováděn přímo s pracovníky příslušných institucí ochrany přírody.



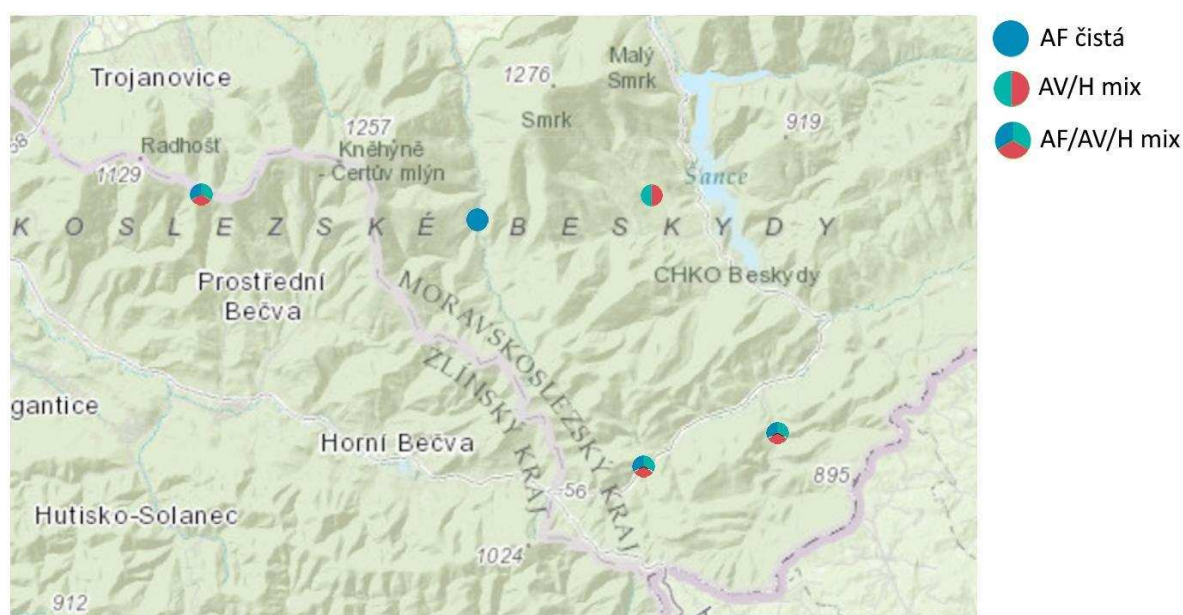
Obr. 7. Mapa všech lokalit sběru pro rod *Aconitum* v České republice (2022-2023), zahrnutých do této práce.



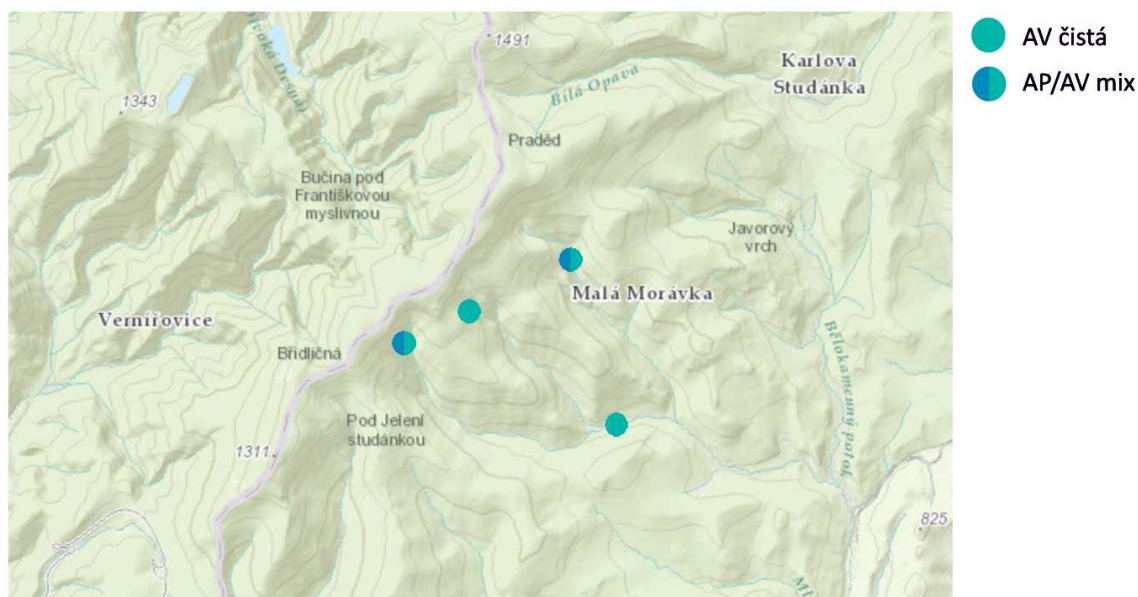
Obr. 8. Mapa všech 15 populací. Modře jsou vyznačené čisté populace *Aconitum plicatum* v Krkonoších a *A. firmum* subsp. *firmum* v Beskydech, zeleně jsou vyznačené čisté populace *A. variegatum* a kombinací barev jsou označené smíšené populace. Červená barva označuje populace, ve kterých se našly předpokládané hybridy.



Obr. 9: Mapa všech lokalit v oblasti Krkonoš za rok 2022-2023. Čistá populace *Aconitum plicatum* je označena tmavě modrou, čisté populace *A. variegatum* tyrkysovou a smíšená populace je označena kombinací těchto barev. Červená barva označuje lokalitu, kde byl zaznamenán výskyt *A. × exaltatum*



Obr. 10: Mapa všech lokalit v oblasti Moravskoslezské Beskydy za rok 2023. Čistá populace *A. firmum* subsp. *moravicum* je označena tmavě modrou, smíšené populace s *A. variegatum* (tyrkysová) a hybridem *A. × berdaui* (červená) jsou pak označeny kombinací těchto barev.



Obr. 11: Mapa všech lokalit v oblasti Hrubého Jeseníku za rok 2023. Čisté populace *A. variegatum* jsou označené tyrkysovou, smíšené s *A. plicatum* (tmavě modrá) kombinací těchto barev.

Tab.1: Názvy lokalit s GPS souřadnicemi, nasbíranými v letech 2022-2023

N	Název lokality	Popis	Datum sběru	GPS	Nadmořská výška	Semena	Herbářová položka
1	Jeseníky, Velký Kotel, smíšená	Malá Morávka - Karlov pod Pradědem. Výchozí úbočí Vysoké Hole, po pravé straně od potoku Moravice, po vrstevnici od pramene Moravice	23.08.2023	50.0533225N, 17.2359075E	1275 m	ano	ano
2	Jeseníky, Volárka, čistá AV	Malá Morávka - Karlov pod Pradědem. Po stezce na okraji západní části NPR Praděd, mezi dvěma prameny, které se dále spojují s Volárkou, 300m od vodopádu.	23.08.2023	50.0431942N, 17.2272853E	1175 m	ano	ano
3	Jeseníky, Malý Kotel, smíšená	Po levé straně podél potoka Kotelný, 250 m od místa, kde vyvěrá, mezi dvěma stezkami.	23.08.2023	50.0384206N, 17.2124808E	1150 m	ano	ano
4	Jeseníky, Pod Kloboukem, čistá AV	V soutoku Volárky a p. Kotelný, podél cyklistické stezky, 70 m od záhybu zelené turistické značky a dále podél úpraven vody, dále od bodu záchrany BR 071, 80 m po pravé straně od cesty.	23.08.2023	50.0256997N, 17.2612239E	775 m	ano	ano
5	Beskydy, Smradlavá, smíšená,	Podél Cyrilometodějské stezky po pravém břehu potoka	08.08.2023	49.4289783N, 18.4501292E	575 m	ne	ano

	HYBRID	Smradlavá, 290 m od sirného pramene					
6	Beskydy, Kýčera, smíšená, HYBRID	100 m od křižovatky lesních cest, po obě strany od cesty, kde se kříží s vedením VN u kraje lesu, pak u dětského vleků na konci cesty zprava.	08.08.2023	49.4223569N, 18.4019033E	650 m	ne	ano
7	Beskydy, Kyčerov, smíšená	Podhůří Smrku, po pravém břehu Kýčerova, cesta od Velkého	08.08.2023	49.4836078N, 18.4046567E	600 m	ne	ano
8	Beskydy, Čeladenka	Čeladná, údolí Čeladenky, údolní niva po levém břehu, mezi lesní cestou a silnicí, od aut. zastávky mezi Pod kaštany a V Jámě, cca 170 m po levém břehu Magurky	08.08.2023	49.4779622N, 18.3429136E	625 m	ne	ano
9	Beskydy, Radegast, smíšená, HYBRID	Po hřebenové cestě Radhoště, svazčitá horská louka 230 m od vleků Nad boudou a Velká sjezdovka.	08.08.2023	49.4840422N, 18.2434564E	1075 m	ne	ano
10	KRNAP, Rýchory, smíšená, HYBRID	Vrchol Kutné, 70 m od boudy, v okolí vyhlídky	08.09.2022, 03.08.2023 21.08.2023	50.6605464N, 15.8498075E	975 m	ano	ano
11	KRNAP, Sklenářovice, smíšená	V blízkosti Vojenské cesty v oblasti PP Sklenářovického údolí, cca 200 m s.v. od Vojenské cesty. Dál mezi stezkou a okrajem PP, blízko bývalé osady na východním úbočí Rýchor,, 260 m od Ochranné kaple.	03.08.2023	50.6402519N, 15.8494217E	825 m	ano	ano
12	KRNAP, Výrovka, čistá, AP	Od vyhlídky 50 m po svahu dolů.	03.08.2023	50.7179983N, 15.6822475E	1350 m	ano	ano
13	KRNAP, Labský důl, smíšená	Na západním svahu dolu, 600 m od Ambrožovy vyhlídky a cesty vedoucí k Labské boudě, otevřené travnaté svahy v blízkosti skalních útvarů.	21.08.2023	50.7642117N, 15.5492653E	1100 m	ano	ano
14	KRNAP, Michlův Mlýn, čistá AV	V nížinném údolí, poblíž hl. silnice 295, zalesněný svah 10 m od aut. zast. Michlův mlýn, 20 m východně od řeky Labe, 30 m od Dřevařského potoka.	21.08.2023	50.6996964N, 15.5879372E	650 m	ano	ano
15	KRNAP, r. Čistá, čistá AV	20 m severovýchodně od tur. rozcestí Údolí Čisté - Berghaus, cca 50 m od Rašelinného potoka.	21.08.2023	50.6583764N, 15.7094433E	900 m	ne	ano

2. Průtoková cytometrie, (FCM, Flow cytometry):

2.1. Principy průtokové cytometrie a úskalí při využití v hybridizačních studiích.

Průtoková cytometrie (FCM) je moderní, poměrně jednoduchá a snadno reprodukovatelná analytická metoda, určená k rychlému a přesnému stanovení vlastností suspenzovaných buněk nebo částic pomocí rozptylu světla a fluorescenčních signálů a to v rámci jedinců, populací a společenstev (Kron et al., 2007). Název metody souvisí s tím, jakým způsobem jsou buňky opticky analyzovány, tj. v centrální části proudu při procházení úzkou kapilárou se buňky řadí jedna za druhou díky hydrodynamické fokusaci. Suspenze se předem značí pomocí fluorescenčních látek nebo barviv, která se vážou na specifické molekuly, jako je DNA nebo proteiny. Poté je každá buňka ozářena detekčním paprskem (většinou laserem) a analyzována, což umožňuje zkoumat vlastnosti jednotlivých buněk nebo částic na úrovni jejich molekulárního obsahu (Suda, 2004, 2011).

Využívá se například pro studium genové exprese, detekci a charakterizaci mikroorganismů, výzkum buněčného cyklu, měření fyziologických či chemických parametrů buňky, třídění specifických částic, či analýzu krevních buněk, což demonstruje její široký rozsah uplatnění napříč vědeckými disciplínami (Suda, 2011). V biosystematice, populační biologii rostlin, nebo v hybridizačních studiích se používá ke zjišťování velikosti genomu a pomáhá tak v identifikaci a rozlišení rodičovských druhů a hybridů, polyploidních rostlin nebo odhalení rozdílů mezi populacemi (Loureiro et al., 2010). Jak uvádějí Doležel, Greilhuber a Suda (2006), mezi jinými aplikacemi v botanice je pravděpodobně nejrozšířenější stanovení obsahu jaderné DNA a analýza ploidní úrovně. Díky rychlosti, přesnosti, efektivitě a možnostem simultánní analýzy je to nenahraditelný nástroj pro zpracování velkého množství vzorků. Šetrnost a potřeba malého množství materiálu umožňuje analýzu i velmi vzácných jedinců, což se vyplatí zejména v monitorování hybridizace ohrožených druhů, kde je nutné sledovat genetické složení populací a jejich strukturu (Suda, 2004, 2011).

Jedním z limitujících faktorů hlavně pro botaniky se vždy jevila nezbytnost poměrně rychlého zpracování čerstvých vzorků. Je ale často nutné pracovat s polními, herbářovými nebo skladovanými vzorky, zejména u materiálů, které nelze znovu nasbírat (Tomaszewska et al., 2021). Proto jednoduchá metoda použití dehydratovaných vzorků (Suda & Trávníček,

2006), pokud jsou správně vysušeny (například pomocí silikagelu) nebo dokonce tradičních herbářových položek je jeví jako naprosto nezbytná. Další metodou, jak prodloužit životnost vzorků je uchovávání v chladničce se zvýšenou vlhkostí. V našem případě díky poměrně dobré tuhosti a odolnosti listů tato metoda významně prodloužila dobu jejich zpracování, v rámci 2 týdnů, což dokládají i studia z minule (Janeček, 2015).

Další nevýhodou může být vliv sekundárních metabolitů, organických kyselin, tříslovin, slizovitých sloučenin, které mohou rušit fluorescenční signál DNA, což vede ke zkresleným hodnotám (Suda, 2011). To platí i pro rostliny bohaté na alkaloidy, jako jsou oměje. Důležitým parametrem hodnocení přesnosti měření je koeficient variability (CV). Pro dosažení spolehlivých výsledků by hodnota CV obvykle neměla přesáhnout 3 procenta (Doležel et al., 2003). Vyšší hodnoty CV mohou naznačovat vliv rušivých faktorů, nedostatečnou homogenitu, anebo právě přítomnost sekundárních metabolitů. V posledním případě jsou akceptovatelné hodnoty až do 5 procent (Suda, 2011). Ačkoli je možné pro analýzu použít různé rostlinné orgány, preferovali jsme analýzu listových pletiv, převážně mladých listů, které mají obvykle nižší obsah sekundárních metabolitů (Suda, 2011).

2.2. Postup a příprava vzorků.

Není překvapením, že významnou roli při sběru hraje průběh vegetačního období, klimatické podmínky daného roku, a především fenologické charakteristiky druhů. Mezi oběma druhy, jak v Krkonoších, tak v Beskydech existuje časová inkompatibilita, jelikož *A. firmum* subsp. *moravicum* a jeho hybrid obvykle vykvétají o půl měsíce dříve a jsou ve fázi dokvétání právě ve chvíli, kdy *A. variegatum* teprve začíná kvést (Janeček, 2015). Podobná situace nastává i v případě *A. plicatum* a *A. variegatum* v oblasti Krkonoš. Zde byla situace v sezóně 2023 taková, že se taxony v obdobích kvetení vůbec nepotkaly a v důsledku chladného a deštivého počasí (CHMI, 2023) *A. variegatum* po dlouhou dobu se fenologicky neposunul. Proto bylo nezbytné provést sběr dat ve dvou fázích – počátkem srpna a poté znovu koncem měsíce – s cílem zachytit období kvetení *A. variegatum* a zároveň období dozrávání plodů *A. plicatum*, což umožnilo sběr semenných vzorků pro další analýzu. Po sběru byly vzorky co nejdříve transportovány do laboratoře katedry Botaniky PřF UK, kde byly připraveny pro další zpracování. Část listů od každého vzorku byla uložena v

prodyšných čajových sáčcích do silikagelu (Silcarbon SGO 50 s indikátorem, bez kobaltu, velikost částic 2-5mm), ve vzduchotěsných krabicích. Druhá část listů byla skladována v lednici a podrobena cytologické analýze v rámci několika dnů, maximálně týden po odběru, část z nich z důvodu časového omezení rostlinného materiálu byla analyzována z dehydratovaného materiálu ze silikagelu. Pro účely potenciální morfometrické analýzy byl druhý list, případně i s květenstvím, uložen do herbářové sbírky.

Relativní velikost genomu byla měřena na průtokovém cytometru Partec CyFlow ML - UV LED dioda. Izolace a barvení jader bylo prováděno standardní metodou podle Otto (Doležel et al., 2007). Ze zelených listů, převážně ze střední části bez žilek byl odebrán vzorek o velikosti přibližně 0,5 x 0,5 cm. Z dehydratovaných tkání bylo nezbytné odebrat mnohem větší množství (cca x5). Jako interní standard byla použita *Bellis perennis* (2C = 3.38 pg; Schönswetter et al. 2007). Množství standardu se odebíralo tak, aby počet jader standardu přibližně odpovídal analyzované rostlině. Pletiva vzorku a standardu byla nasekána ostrou žiletkou ve skleněné Petriho misce obsahující kapku hypotonického pufru. Kvůli přítomnosti sekundárních metabolitů se osvědčilo sekat o něco větší vzorek, na mírně větší kousky (čím jemněji byl nasekán vzorek, tím horší byla analýza). Následně byl vzorek homogenizován ve zbytku 0,5 ml vychlazeného pufru Otto I (0,1 M monohydrát kyseliny citronové, 0,5% detergent Tween 20; Otto 1990, Doležel & Göhde 1995). Suspenze byla následně přefiltrována přes nylonový filtr o průměru oka 42 µm z textilie Uhelon 130T. Do roztoku byl poté přidán fluorochrom DAPI (4',6-diamidino-2-fenylindol), pufr Otto II (0,4 M Na₂HPO₄·12H₂O; Otto 1990) a β-merkapt ethanol (2 mg/ml; Suda, 2004). Vzhledem k rychlému znehodnocení vzorku bylo oproti běžnému postupu nutné připravený vzorek měřit na průtokovém cytometru během kratší doby, v rámci 10-20 minut. Hodnota CV se hodnotila hned během měření, v případě překročení limitu analýza byla opakována. V některých případech hodnota CV přesahuje povolenou hranici 5, jak již bylo zmíněno kvůli vyššímu obsahu sekundárních metabolitů, v takovém případě byla použita „gating“ kompenzace. Pro následnou analýzu naměřených histogramů (3000 jader u každého vzorku) byl použit program Partec FloMax. Pro vizualizaci zjištěných poměrů vzorků a standardu formou histogramu a grafů Box Plot byl použit program R (R Studio, 2023, verze 4.3.2.).

2.3. Analýza semen metodou průtokovou cytometrií (FCSS: Flow Cytometric Seed Screen).

Po sklizení semenných vzorků v sezonách 2022 a 2023 byly udělány pokusné výsevy semen pro ověření jejich klíčivostí. Postup byl proveden podle Zahradníkové a Harčarikové, 2013, a přes všechny snahy a dodržení dlouhé stratifikační doby nebyly úspěšné. V důsledku toho jsme se uchýlili k analýze semen pomocí cytometrie. Většina studií se zabývá aplikací této metody při stanovení způsobu generativní reprodukce např. v případě apomiktických rostlin na základě porovnání poměru ploidie endospermu a embrya (Krahulcová & Suda, 2006; Matzk et al. 2000; Suda, 2011), pro nás se ale také ukázala jako poměrně úspěšná a rychlá metoda. Vzhledem k výrazným rozdílům ve fytoceologii jednotlivých rostlin a k tomu, že sběr materiálu byl v lokalitách Beskydy a Hrubý Jeseník proveden pouze jednorázově, byla semena v těchto lokalitách nasbírána výhradně pro taxony *A. firmum* subsp. *moravicum* a *A. plicatum*. Naopak v Krkonošském národním parku, kde byl sběr realizován dvakrát během vegetační sezóny roku 2023, byl zahrnut také taxon *A. variegatum*.

Celkem bylo provedeno 1144 analýzy, z toho 664 úspěšně. Konkrétně 783 pro Krkonoše (poměr úspěšných/ neúspěšných analýz: *Aconitum plicatum*: 161/166, *A. variegatum*: 326/130), 239 pro Beskydy (*A. firmum* subsp. *moravicum* 146/93) a 122 (*A. plicatum*: 31/91) pro Jeseníky. Jako úspěšné byly hodnoceny záznamy s jasnými pozicemi standardu, embrya a endospermu. Úskalím této metody bývá malé množství buněk pro endosperm nebo jeho rychlá spotřeba (Matzk et al. 2000; Krahulcová & Suda, 2006), oproti tomu my jsme měli opačný problém, a to malé embryo a naopak velký endosperm. Analýzy, při kterých nebylo možné detekovat embryo, hodnotíme jako neúspěšné. Na každý vzorek či jedince tak připadá min. 10 úspěšných analýz. Byly použity různé strategie s cílem získat co nejpresnější výsledky. Například měření semene v celku, zpracování zcela suchého semene nebo příliš dlouhé máčení se ukázalo jako nevyhovující. Naopak navlhčení semen po dobu přibližně 1 minuty se osvědčilo jako nejpraktičtější pro měření. Hydratované semeno bylo následně rozříznuto napůl žiletkou a pinzetou odstraněno osemení. Obě poloviny následně byly měřeny zvlášť pro lepší zachycení embrya, většina analýz byla tedy úspěšná jen pro jednu z půlek. Jako interní standard byla použita znovu tkáň listů rostliny *Bellis perennis* (2C = 3.38 pg; Schönschwetter et al. 2007) v množství, přibližně odpovídajícímu analyzovanému vzorku. Vzorek a standard byl v Petriho misce nadrobno (mnohem jemněji, než u listů) nasekán žiletkou, následně homogenizován v 0,5 ml vychlazeného pufru Otto I (0,1 M

monohydrát kyseliny citronové, 0,5% detergent Tween 20; Otto 1990, Doležel & Göhde 1995). Suspenze jader byla následně přefiltrována přes nylonový filtr o průměru oka 42 µm z textilie Uhelon 130T. Do promíchaného vzorku byl poté přidán fluorochrom DAPI (4',6-diamidino-2-fenylindol), pufr Otto II (0,4 M Na₂HPO₄·12H₂O; Otto 1990) a β-merkapt ethanol (2 mg/ml; Suda 2004). Stejně jako v případě analýzy listů, docházelo k poměrně rychlému znehodnocení vzorku a bylo nutné připravený vzorek měřit na průtokovém cytometru během kratší doby. Rychlost průtoku byla kvůli přítomnosti sekundárních metabolitů kolem 5 jader/sek, 3000 jader, variační koeficient (CV) nepřesahoval 7. Data následně analyzována a kompenzována ohraničením neboli „gatingem“ v programu Partec FloMax.

3. Analýza životaschopností pylových zrn.

3.1. Metodika barvení pylu.

Diferenciální barvení pylu je jednoduchou nepřímou metodou pro analýzu reprodukční schopnosti rostlin. Pylová zrna jsou přitom klasifikována na fertilní a sterilní, přičemž barvení, například pomocí zde použitého Alexandrova barviva, umožňuje jejich efektivní rozlišení. Fertilní pylová zrna, která jsou schopna opylování a tvorby semen, vykazují silnější intenzitu barvy, zatímco sterilní zrna zůstávají bledá, nezbarvená nebo zbarvená do zelena. K tomu často bývají i viditelně deformovaná.

Analýza pylu byla provedena u 15 rostlin od každého taxonu, a od 4 hybridů, tedy celkem 49 vzorků. Při sběru byly zralé otevřené prašníky oddělené od květů, vyprášené a skladované v suchu, v papírovém sáčku. Byla použita upravená (Peterson et. al. 2010) Alexandrova barvicí směs (Alexander, 1969: 95% ethanol 10 ml, malachitová zeleň, destilovaná voda 50 ml, glycerol 25 ml, kyselý fuchsin oranž G 0,5 ml 1% vodného roztoku, ledová kys. octová 4 ml + destilovaná voda 4,5 ml = celkový objem směsi 100 ml). Na podložní sklo bylo nanášeno 1-2 kapky barvicí směsi, do kapky barviva byla pinzetou přenesena a dobře promíchána volná pylová zrna. Podle doporučení Petersona, ke zlepšení penetrace barviva bylo použito zahřátí směsi téměř k varu, do 30 sekund. Následně směs byla přikryta krycím sklem a jemně přitlačena, což zajišťuje srovnání pylových zrn do jedné roviny (Peterson et. al., 2010). Během několika minut můžeme pozorovat výsledek: živá

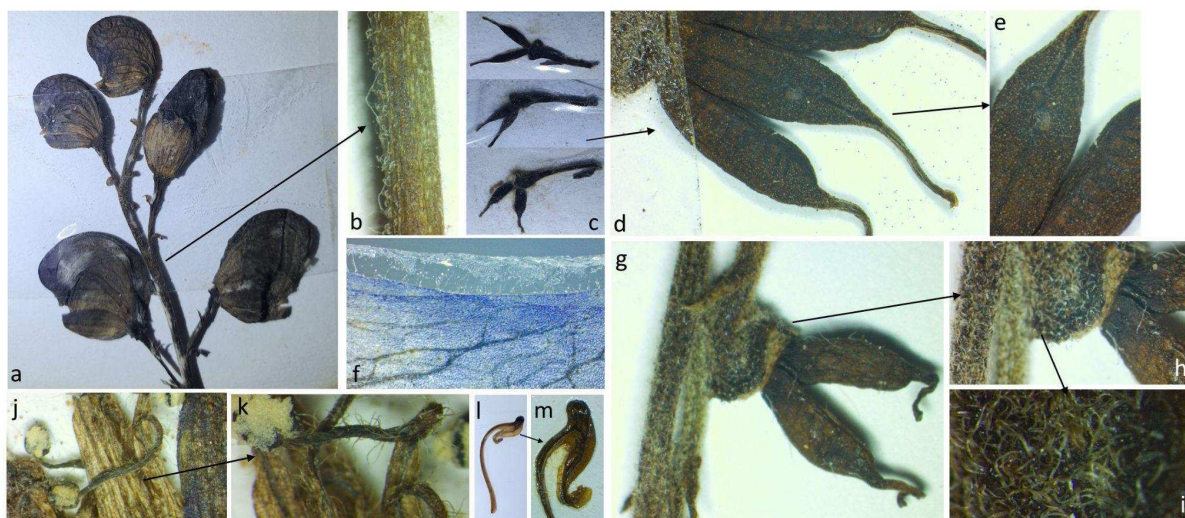
pylová zrna nabobtnávají a získávají sytě červenou barvu, neživá pylová zrna naopak jsou průhledná a prázdná nebo mají světlé růžovou až nazelenalou barvu, nebo jsou jasně deformovaná. Zabarvení se liší proto, že buněčná stěna prázdných pylových zrn je vždy obarvena malachitovou zelení, zatímco protoplast získává barvu kvůli kyselému fuchsinu (Atlagić et al., 2012). Na jednu rostlinu připadlo 1-3 preparátů, na jeden preparát přibližně 50 analyzovaných zorných polí, v závislosti na hustotě vzorku. Pro každý vzorek bylo analyzováno min. 400 pylových zrn. Následně byl sečten průměr abortovaných / vitálních pylových zrn a vypočítáno procento životaschopných pylových zrn. Každý vzorek byl několikrát nasnímán mikroskopovou kamerou AxioCam ERc 5s.

4. Podpůrná morfometrická analýza.

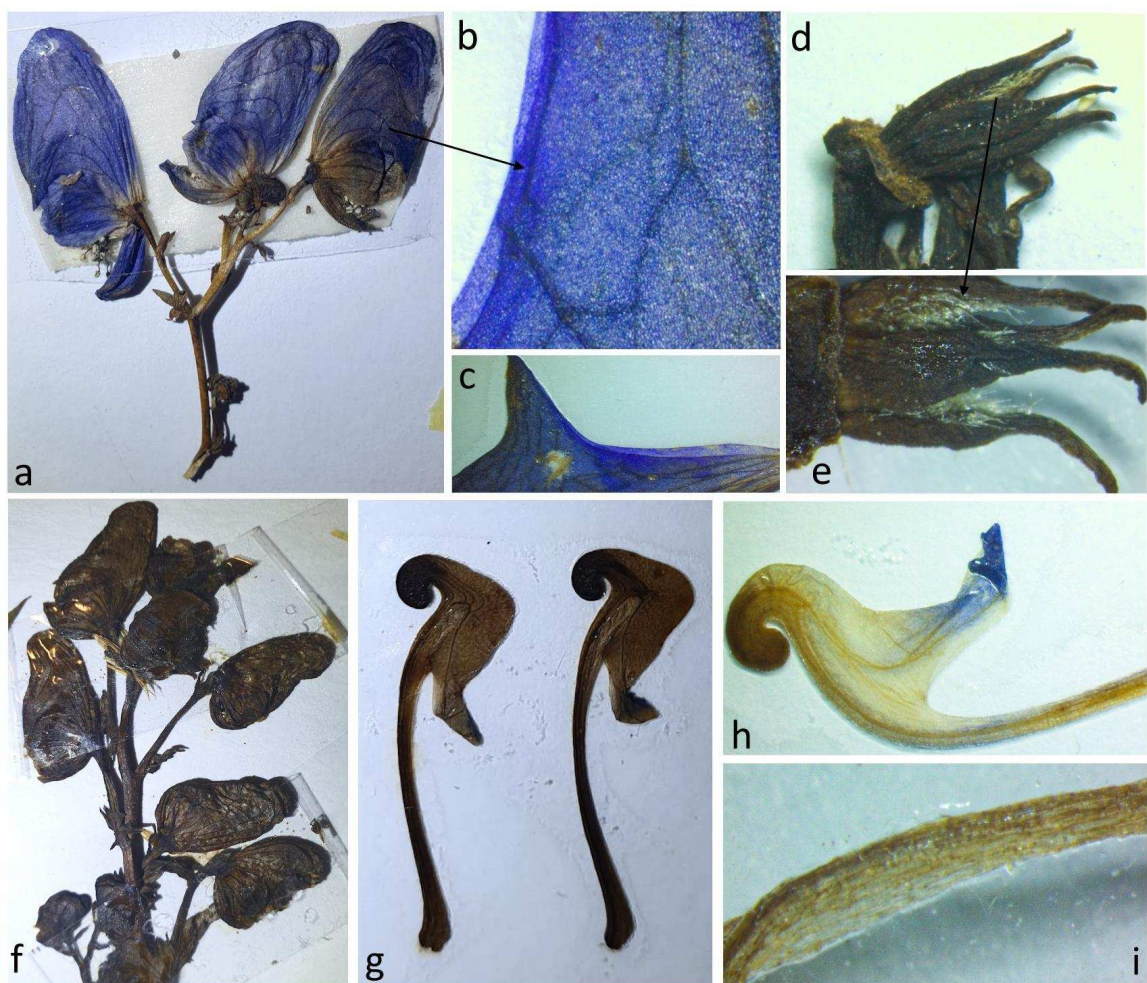
Vzhledem k časovým omezením nebyla provedena komplexní morfometrická analýza. Místo toho bylo rozhodnuto se zaměřit na vytyčení několika klíčových diakritických znaků, které jednoznačně přispívají k taxonomickému rozlišení. Tento přístup měl za cíl podpořit závěry o jednoznačné přítomnosti hybridů a zároveň pokud možno vyloučit možnost, že tyto jedince mohly vzniknout prostřednictvím neredukovaných gamet. Výběr binárních znaků byl zvolen nejen s ohledem na jejich taxonomickou významnost, ale zejména proto, že byly již detailně změřeny a validovány v předchozích nedávných studiích (Tab. 2; Janeček, 2015).

Klíčovým diagnostickým znakem je přítomnost ochlupení (především na poupatech, květních stopkách, nitkách tyčinek, stopkách nektárií, měchýřkách), které je u hybridů obvykle buď redukováné nebo zcela chybí. Rodičovské taxony, jako *A. plicatum* a *A. firmum* subsp. *moravicum*, se vyznačují přítomností ochlupení (Obr. 12, 15), oproti tomu pro *A. variegatum* je typická absence chlupů (Obr. 13, 14; Skalický, 1988; Hejný & Slavík, 1997; Kubát et al., 2002; Jäger, Ed., 2016). Klíčové diagnostické znaky *A. × exaltatum* zahrnují květní stopky s přitiskle ohnutými chlupy až lysé a nektáριοvé lístky jsou srpovitě zahnuté s ojediněle brvitými až lysými stopkami. Dalším diagnostickým znakem jsou karpely v počtu 3 až 5, které obvykle nedozrávají v měchýřky (Bureš et al., 1989; Skalický, 1988).

Pro hybrid *A. × berdaui* jednoznačně determinujícími diakritickými znaky jsou: chlupatost pro lodyhu v hor. polovině a květní stopky (Skalický, 1988), tvar poupat a nektárií, pýřitost poupat a helmice a mladé karpely v počtu 3 (Obr. 16; Janeček, 2015).



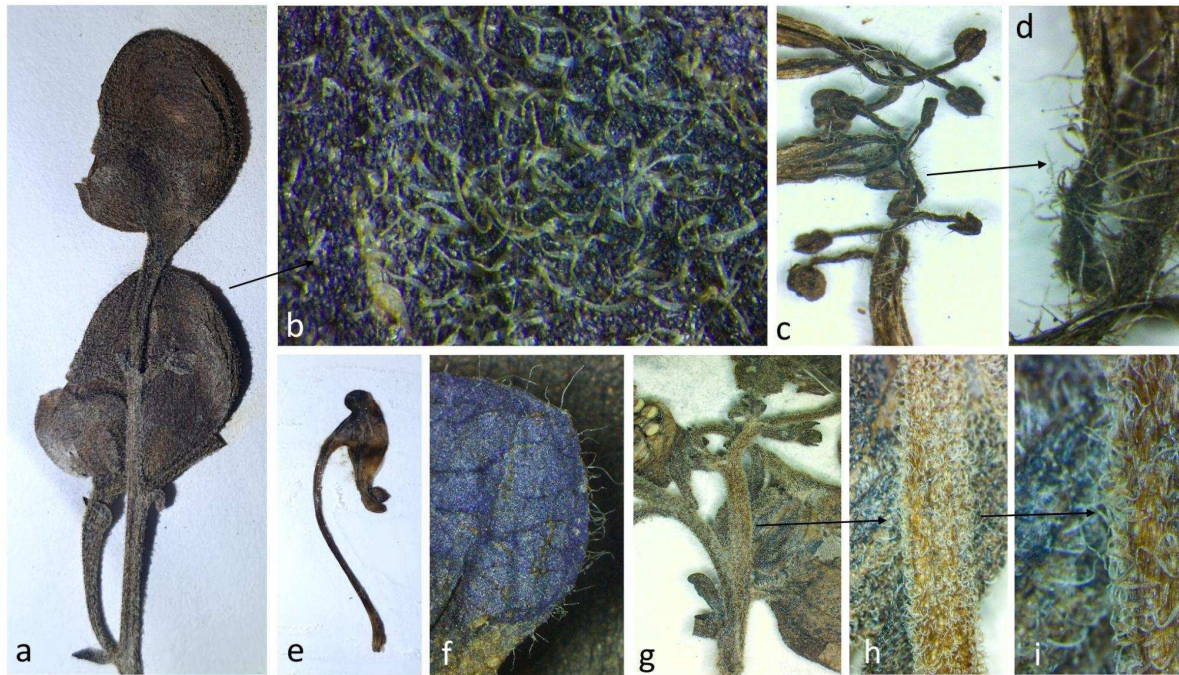
Obr. 12: Detailní fotografie vybraných diakritických znaků pro *A. plicatum*: vrchol květenství s poupaty ve tvaru fazole (a), lodyha přitiskle chlupatá (b), kapely nejčastěji v počtu 2 (c) karpely lysé (d,e) karpely s květní stopkou s obloukovitě přitisklými chlupy (g, h, i), detail okraje přilby s řídkými chlupy (f), nitky tyčinek s brvitými trichomy (j, k), a prohnutá brvitá nektária s hlavatou ostruhou (l, m).



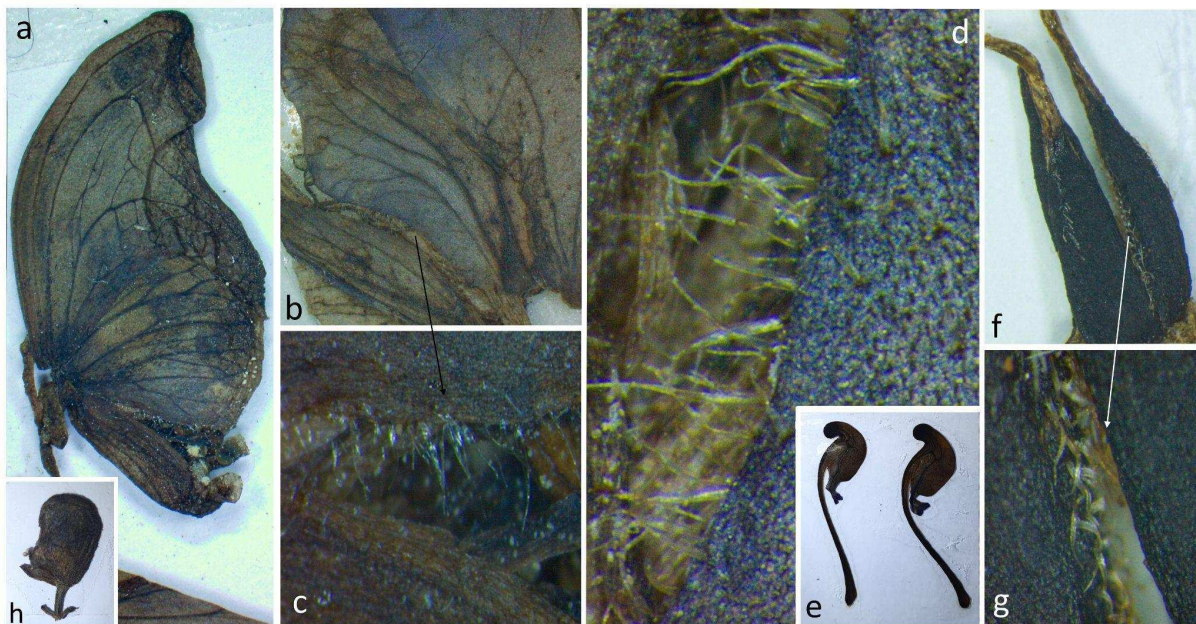
Obr. 13: Detailní fotografie vybraných diakritických znaků pro *A. variegatum* z Krkonoš: květy s vysoce klenutou přilbou (a), detail lysé přilby (b, c), karpely v počtu 4, na švu brvité (d,e), hrozen poupat ve tvaru hrušky (f), nektária rovná (g), ostruha nektárií nazpět hákovitě zahnutá (h), stopka nektárií lysá (i).



Obr. 14: Detailní fotografie vybraných diakritických znaků pro *A. variegatum* z Beskyd: hrozen poupat ve tvaru hrušky (a), detail lysé přilby (b), lysé květní stopky (c), karpely v počtu 4, na švu brvité (d,e), nitky tyčinek lysé (f), nektária rovná, lysá, hákovitě zahnutá (g, h).



Obr. 15: Detailní fotografie vybraných diakritických znaků pro *A. firmum* subsp. *moravicum*: poupata čočkovitého tvaru, fazole (a), povrch poupat nežláznatě hustě pýřitý (b), tyčinky brvitě s delšími trichomy (c, d), hlavovitě zatočená ostruha nektárií, prohnutý tvar (e), helmice nežláznatě pýřitá (f), stopky květů nežláznatě hustě pýřité (g, h, i).



Obr. 16: Charakteristické znaky křížence oměje pestrého a o. tuhého moravského ($A \times berdaui$): helmice lysá (a), boční a dolní okvětní plátky zřídka lemovány trichomy (b, c, d), nektária prohnutá s hákovitě zatočenou ostruhou (e), karpely řídce pýřité (f), poupata lysá, hruškovitého tvaru (h).

Všechny vybrané znaky jsou binární nebo semikvantitativní: tvar poupat (protáhlý, ve tvaru hrušky nebo okrouhlý, ve tvaru fazole/ čočky), pýřitost poupat a tvar nektárií (prohnutý nebo rovný). Znaky byly měřené na 10 jedincích od každého taxonu (*A. plicatum*, *A. variegatum* a *A. firmum* subsp. *moravicum*) a od 4 hybridů (*A* × *berdaui*).

Tab. 2: Tabulka vybraných morfometrických znaků sledovaných taxonů:

znak	<i>A. firmum</i> subsp. <i>moravicum</i> / <i>A. plicatum</i>	kod	<i>A. × berdaui</i>	kod	<i>A. variegatum</i>	kod
tvar poupat	okrouhlý, fazole	1	spíš protáhlý	2	protáhlý, hruška	3
pýřitost poupat	nežláznatě hustě pýřité/pýřité	1	lysé	0	lysé	0
tvar nektárií	prohnutý	1	prohnutý	1	vystoupavě přímý	0

IV. Výsledky.

1. Identifikace hybridních jedinců.

1.1. Výsledky průtokové cytometrie, tabulka cytometrických výsledků.

Celkem bylo průtokovou cytometrií analyzováno 585 rostlin z 15 populací (Tab. 1, 3; příloha 1), konkrétně 320 jedinců pro Krkonoše, 136 pro Beskydy, a 129 pro Hrubý Jeseník. Ploidní úroveň některých druhů je již dobře známá, proto jsme zakládali na těchto datech. Například u *Aconitum plicatum* byla stanovena tetraploidní úroveň ($2n = 32$) na základě materiálu z Krkonoše (Šmarda et al., 2019) a také z Kralického Sněžníku (Mitka et al., 2007). Druh *A. variegatum* byl spočítán jako diploidní ($2n = 16$) v oblasti Beskyd (Ilnicki et al., 2011). U *A. firmum* subsp. *moravicum* byla rovněž potvrzena ploidie na základě materiálu z Čeladné v Beskydech (Ilnicki & Mitka, 2009).

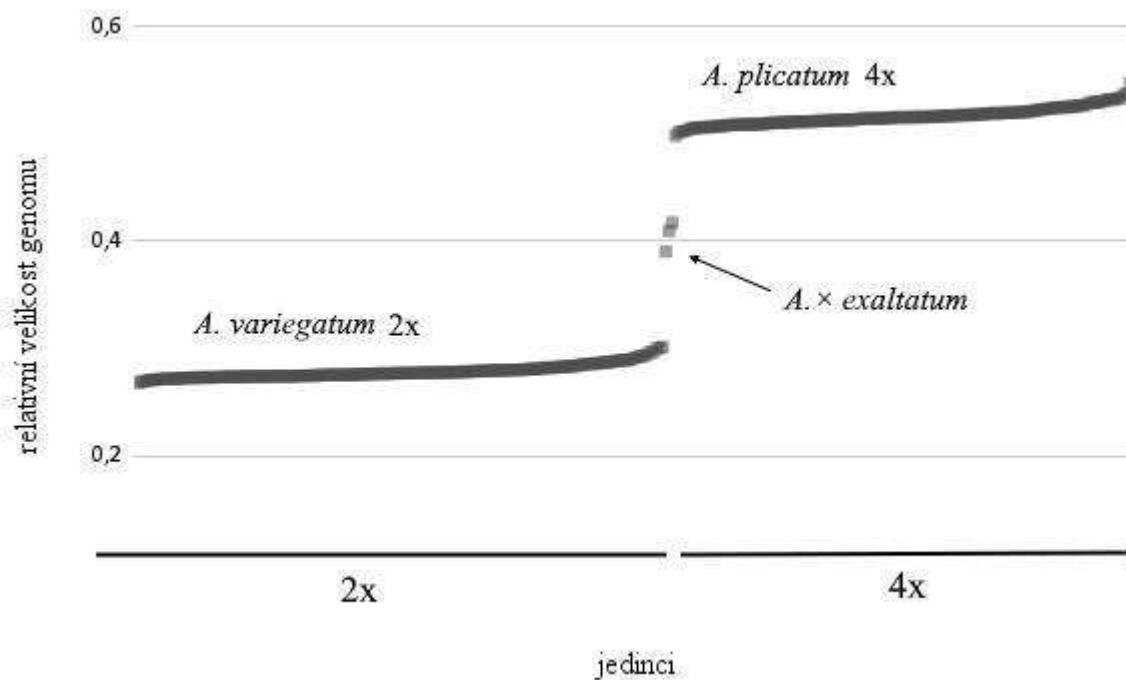
Celkový počet DNA triploidů byl stanoven na 9 jedinců, z nichž 3 rostliny pravděpodobně odpovídaly *Aconitum* × *exaltatum* z území Krkonošského národního parku (Obr. 17) a 6 jedinců bylo identifikováno jako *Aconitum* × *berdaui* v oblasti Beskyd (Obr. 18). Hybridy tedy představují celkový podíl 1,54 % z analyzovaných jedinců, konkrétně 0,94 % v Sudetech a 4,41 % v Beskydech. Výsledek v Krkonoších byl překvapivý, protože během terénních pozorování byla četnost hybridů odhadována na výrazně vyšší hodnoty (viz kapitola Morfometrika). Nižší než očekávaný počet hybridních jedinců v Krkonoších (pouze 3 jedinci) ve srovnání s terénními pozorováními nelze přičítat metodice ani rozdílům v době sběru vzorků, protože sběr zde byl prováděn třikrát oproti jiným lokalitám. Tento rozdíl tedy pravděpodobně odráží skutečné zastoupení hybridů, přičemž je možné, že vizuální odhad hybridizace byl ovlivněn fenotypovou variabilitou rodičovských taxonů. Jako významné smíšené populace se ukázaly lokality v okolí Maxovy boudy v Krkonoších, kde byly zaznamenány všechny tři identifikované hybridy *Aconitum* × *exaltatum*, a dále hřeben Radhoště, Kýčera a Smradlavá v Beskydech. Naproti tomu přítomnost hybridů v Hrubém Jeseníku se nepodařilo potvrdit, přestože jsou udávány v lokalitách u Malé Morávky a nad Karlovou Studánkou (Bureš et al., 1989; Skalický, 1988).

Variační koeficient (CV; Tab. 4) všech histogramů zahrnutých do analýz nepřesahoval 5 % (1,02 – 4,99 %; průměrné CV = 2,53 %, směrodatná odchylka = $\pm 0,79$). V souladu s

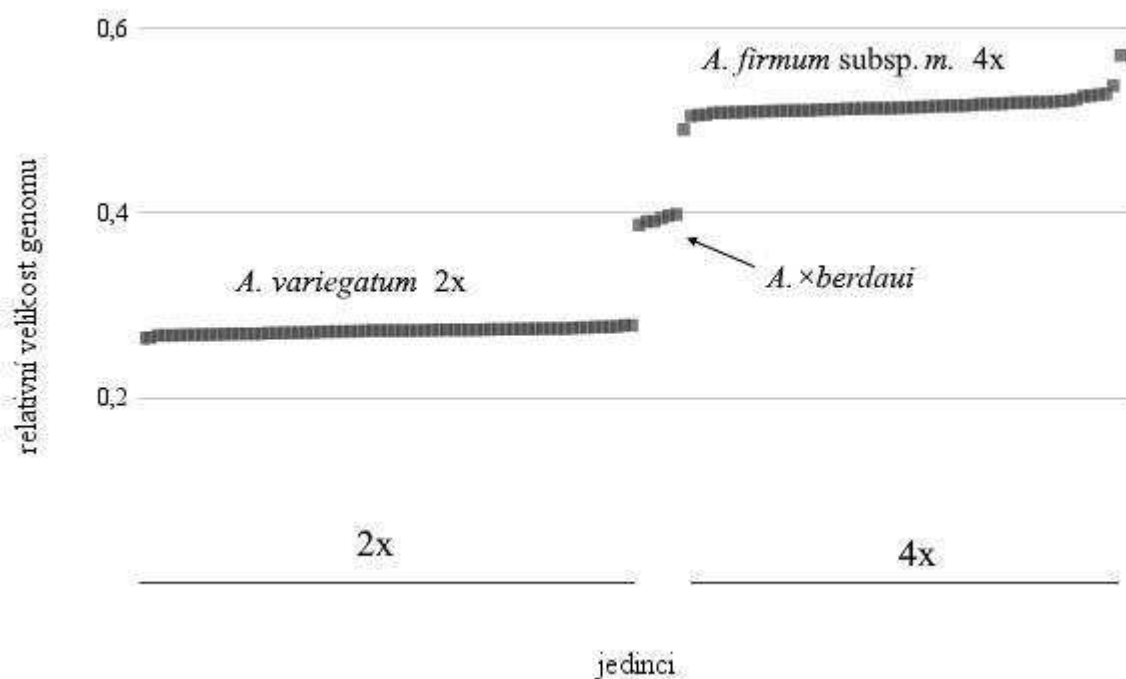
očekáváními byly v obou lokalitách s přítomností hybridů detekovány tři skupiny s odlišnými intenzitami fluorescence. Fluorescenční hodnoty hybridních taxonů vykazovaly intermediární hodnoty mezi hodnotami rodičovských taxonů. Poměr signálu vzorek/standard činil přibližně 5,16 pro *A. plicatum* a *A. firmum* subsp. *moravicum*, 2,75 pro *A. variegatum*, zatímco u hybridních taxonů dosahoval 3,93 pro *A. × berdaui* a 3,06 pro *A. × exaltatum* (Obr. 17, 18, 19; Tab. 4). Intermediární hodnoty fluorescence u hybridních jedinců potvrzují jejich hybridní původ. Tento výsledek podporuje dosavadní poznatky, že fluorescence slouží jako spolehlivý diagnostický nástroj pro identifikaci hybridů v komplexních populacích.

Tab. 3: Přehled celkového počtu analyzovaných rostlin pomocí průtokové cytometrie. B – Beskydy, K – Krkonoše, J – Hrubý Jeseník.

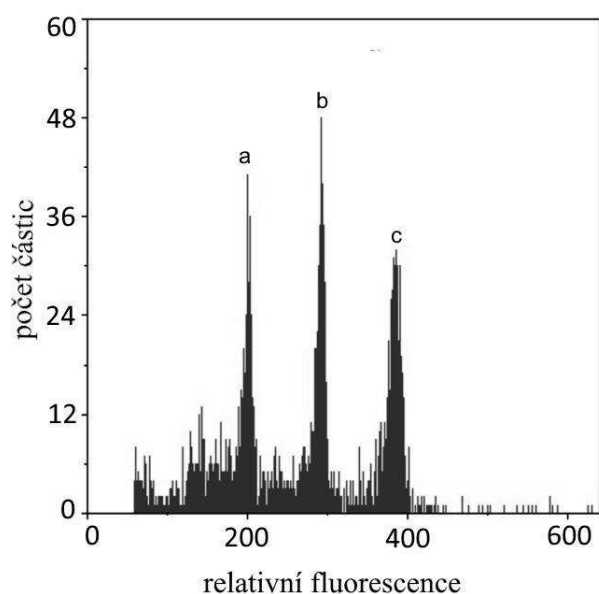
N	Název lokality	počet AP	počet AV	počet AF	počet AH	CELKEM
1	B/SMRADLAVÁ/ČISTÁ/H	-	56	-	1	57
2	B/KÝČERA/MIX/H	-	6	10	3	19
3	B/KÝČEROV/MIX	-	1	6	-	7
4	B/ČELADENKA/ČISTÁ	-	-	25	-	25
5	B/RADEGAST/MIX/H	-	6	20	2	28
6	K/RÝCHORY/MIX/H	90	97	-	3	190
7	K/SKLENÁŘOVICE/MIX	20	3	-	-	23
8	K/VÝROVKA/ČISTÁ	20	-	-	-	20
9	K/LAB.DŮL/MIX	17	56	-	-	73
10	K/MICHLŮV MLÝN/ČISTÁ	-	7	-	-	7
11	K/ČISTÁ/ČISTÁ	-	7	-	-	7
12	J/VELKÝ KOTEL/MIX	60	21	-	-	81
13	J/VOLÁRKA/ČISTÁ	2	4	-	-	6
14	J/MALÝ KOTEL/MIX	24	12	-	-	36
15	J/POD KLOBOUKEM/ČISTÁ	-	7	-	-	7
	CELKEM	232	283	61	9	585



Obr. 17: Variabilita relativní velikosti genomu u *Aconitum*: 314 jedinců z Krkonoš. Jsou dobře viditelné celkem tři DNA triploidní rostliny, které pravděpodobně odpovídají *A. × exaltatum*.



Obr. 18: Variabilita relativní velikosti genomu u *Aconitum*: 133 jedinců z Beskyd. Jsou dobře viditelné celkem 6 DNA triploidních rostlin *A. × berdaui*.

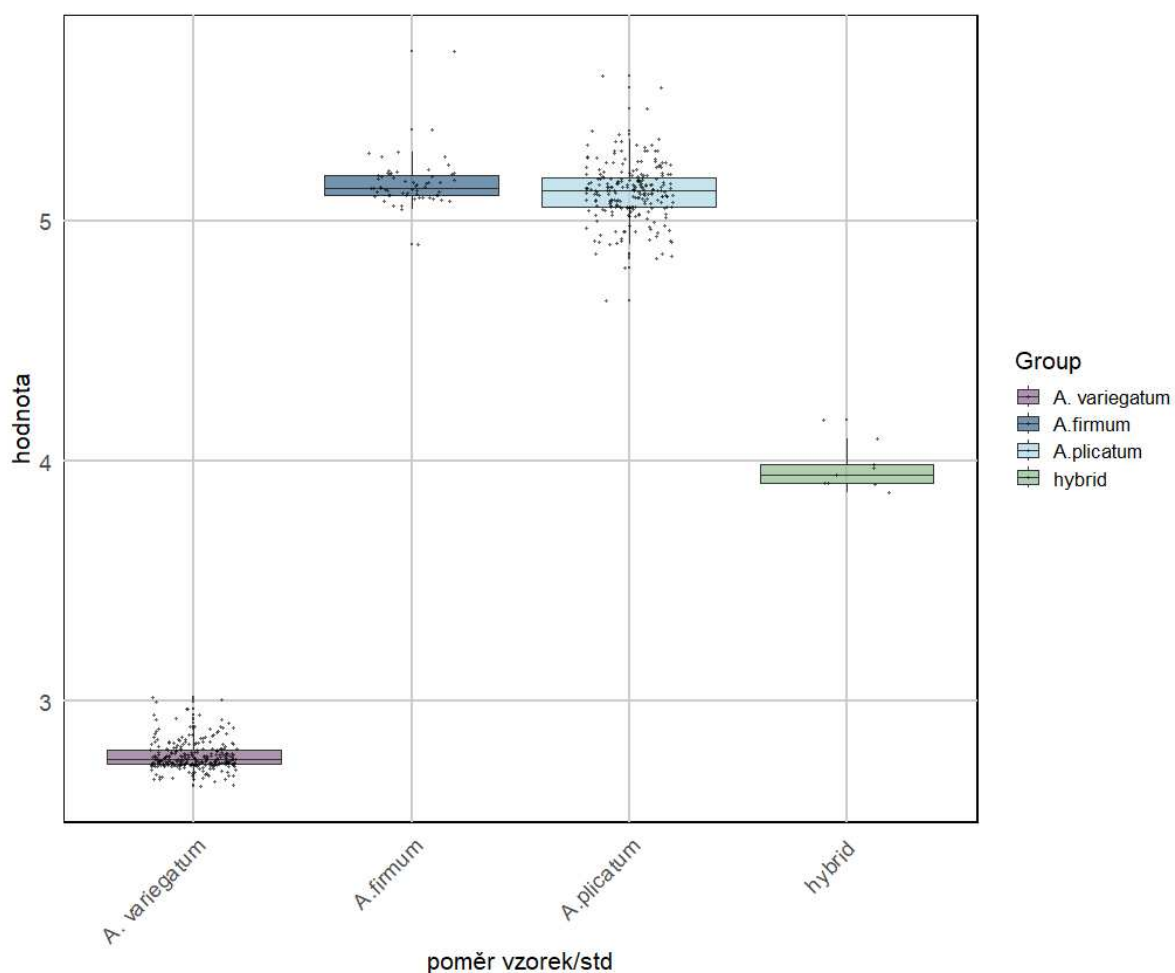


Obr. 19: Histogram relativní fluorescence simultánní analýzy tří zaznamenaných cytotypů z Beskyd. První pík odpovídá *A. variegatum* (a), třetí *A. f. subsp. moravicum* (c) a intermediární pík hybridu *A. × berdaui* (b).

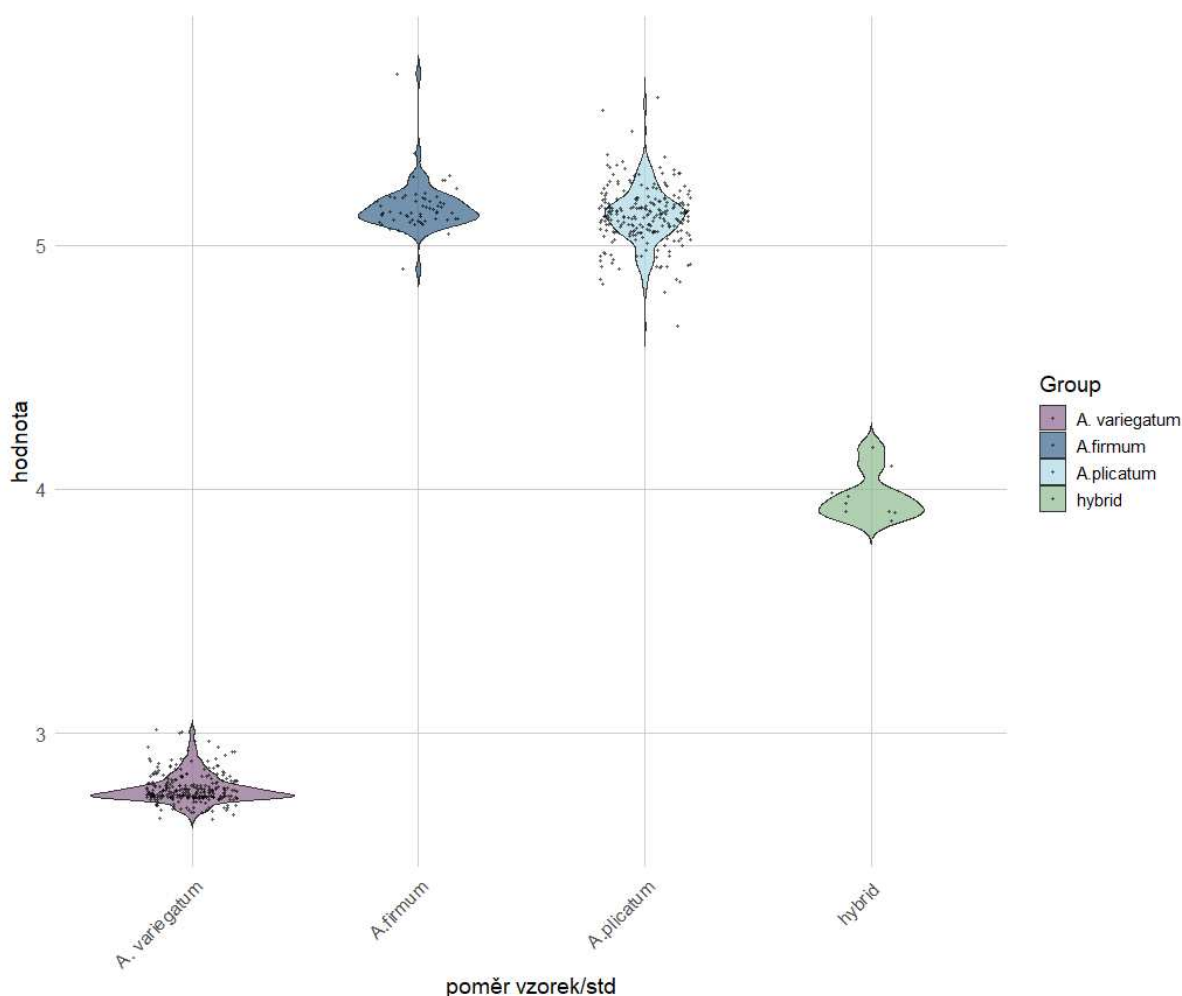
Tab. 4: Relativní velikost genomu, hodnoty CV a poměr signálu vzorku ke standardu. Fluorescenční barvivo DAPI, standard měření *Bellis perennis*.

Druh	počet analyzovaných rostlin	CV standard, průměr	CV vzorek, průměr	DNA ploidní úroveň	poměr signálu vzorek/standard ($\pm$ SD)
<i>A. plicatum</i>	145	3,24	2,45	4x	5,16 ($\pm$ 0,079)
<i>A. variegatum</i> , Krkonoše	167	4,97	2,35	2x	2,79 ($\pm$ 0,637)
<i>A. × exaltatum</i>	3	2,54	2,09	3x	3,06 ($\pm$ 0,12)
<i>A. firmum</i> subsp. <i>moravicum</i>	61	3,1	2,5	4x	5,16 ($\pm$ 0,986)
<i>A. variegatum</i> , Beskydy	68	3,12	2,74	2x	2,72 ($\pm$ 0,030)
<i>A. × berdaui</i>	6	3,1	2,69	3x	3,93 ($\pm$ 0,039)
<i>A. plicatum</i> , Jeseník	77	3,9	2,86	4x	5,06 ($\pm$ 0,143)
<i>A. variegatum</i> , Jeseník	43	3,43	2,77	2x	2,77 ($\pm$ 0,060)

Boxploty a violin plot jasně ukazují separaci fluorescenčních hodnot mezi diploidními a tetraploidními rodičovskými taxony a triploidy, které pravděpodobně odpovídají heteroploidním hybridům (Obr. 20, 21). Histogramy navíc poskytují přehled o distribuci intenzity fluorescence napříč všemi vzorky, což zvyšuje přehlednost prezentovaných dat (Obr. 19).



Obr. 20: Boxplot znázorňuje relativní velikost genomů pro různé skupiny ploidní úrovně jednotlivých taxonů.



Obr. 21: Violin plot znázorňuje šířku rozptylu fluorescenčních hodnot u jednotlivých taxonů.

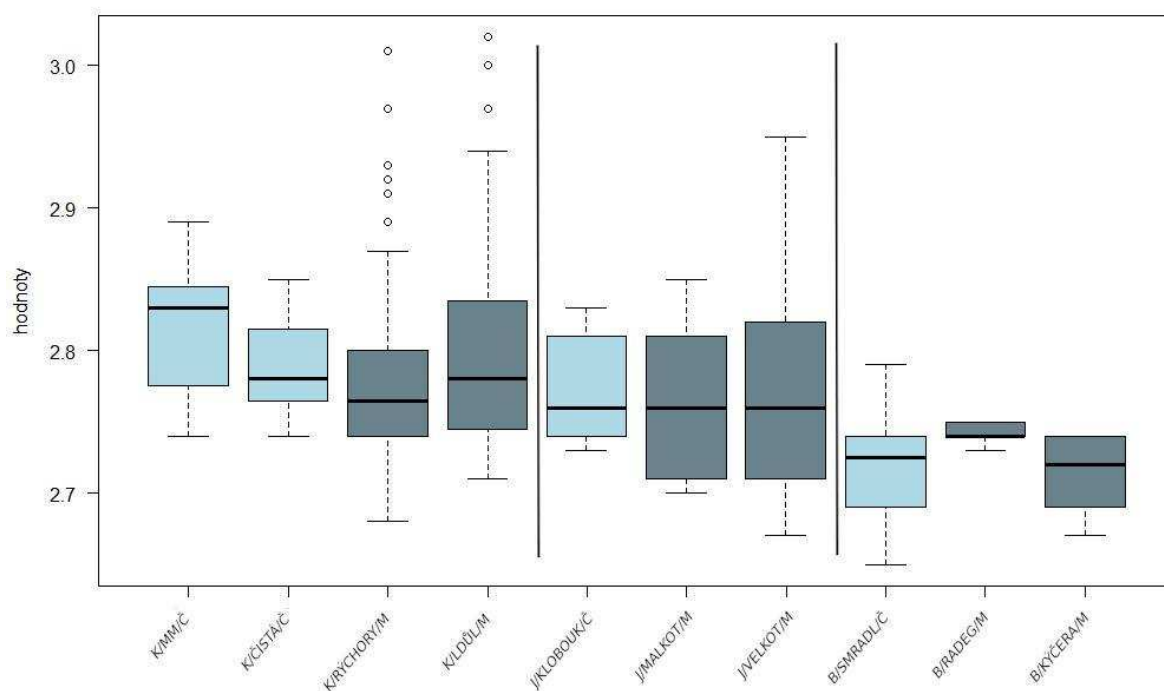
Pro jasnější přehled o variabilitě v rámci jednotlivých skupin a případných rozdílech mezi čistými a smíšenými populacemi byla pro každou populaci samostatně vypočítána směrodatná odchylka (Tab. 5). Dále byly vytvořeny boxploty pro různé populace, aby bylo možné porovnat rozdíly v genetické variabilitě mezi nimi (Obr. 22-27).

Rozptyl směrodatných odchylek pro obě Sudetská pohoří je mírně větší u smíšených populací než u čistých pro oba taxony, s tím, že u *A. variegatum* je mírně výraznější, než u *A. plicatum* (23, 26). Když vezmeme v úvahu, že datové soubory pro smíšené populace jsou větší, vyšší směrodatné odchylky v těchto populacích jsou částečně výsledkem širšího rozptylu hodnot, což je přirozené při větším počtu měření. Kromě všeho je rozdíl ve směrodatných odchylkách relativně malý (0,096 vs. 0,062), což naznačuje, že variabilita mezi čistými a smíšenými populacemi není výrazná.

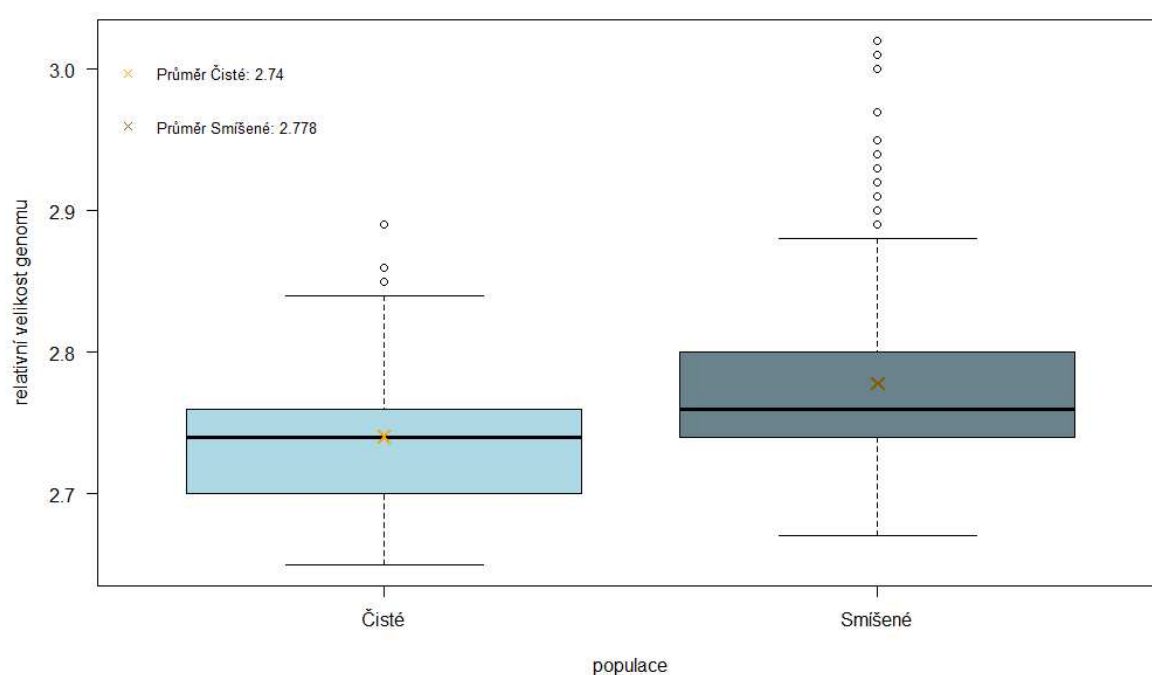
Tab. 5: Hodnoty CV, poměr signálu std/vzorek a směrodatná odchylka pro jednotlivé početně významné lokality

Název lokality	Označení	CV std, průměr	CV vzorek, průměr	poměr signálu vzorek/standard ($\pm$ SD)
B/SMRADLAVÁ/ČISTÁ/H	AV(56)	3,12	2,76	2,72 ($\pm$0,032)
B/KÝČERA/MIX/H	AF(10)	2,57	2,23	5,13 ($\pm$ 0,053)
	AV(6)	3,15	2,61	2,71 ($\pm$ 0,026)
B/ČELADENKA/ČISTÁ	AF(25)	3,07	2,62	5,16 ($\pm$0,071)
B/RADEGAST/MIX/H	AF(20)	3,48	2,58	5,17 ($\pm$ 0,142)
	AV(6)	3,23	2,71	2,74 ($\pm$ 0,006)
K/RÝCHORY/MIX/H	AP(90)	3,25	2,55	5,17 ($\pm$ 0,085)
	AV(97)	3,28	2,42	2,78 ($\pm$ 0,131)
K/VÝROVKA/ČISTÁ	AP(20)	2,82	2,32	5,15 ($\pm$0,062)
K/LAB.DŮL/MIX	AP(17)	4,46	2,45	5,15 ($\pm$ 0,096)
	AV(56)	3,09	2,14	2,80 ($\pm$ 0,072)
K/MICH.MLÝN/ČISTÁ	AV(7)	3,61	2,63	2,82 ($\pm$0,051)
K/ČISTÁ/ČISTÁ	AV(7)	2,92	2,08	2,79 ($\pm$0,037)
K/SKLENÁŘOVICE/MIX	AP(20)	2,65	2,12	4,90 ($\pm$ 0,54)
	AV(3)	2,89	2,63	2,77 ($\pm$ 0,006)
J/VELKÝ KOTEL/MIX	AP(60)	3,8	2,77	5,05 ($\pm$ 0,139)
	AV(21)	3,63	3,04	2,76 ($\pm$ 0,069)
J/MALÝ KOTEL/MIX	AP(24)	4,03	3,08	5,06 ($\pm$ 0,151)
	AV(12)	3,73	3,16	2,76 ($\pm$ 0,053)
J/POD KLOB./ČISTÁ	AV(7)	2,18	1,55	2,78 ($\pm$0,038)

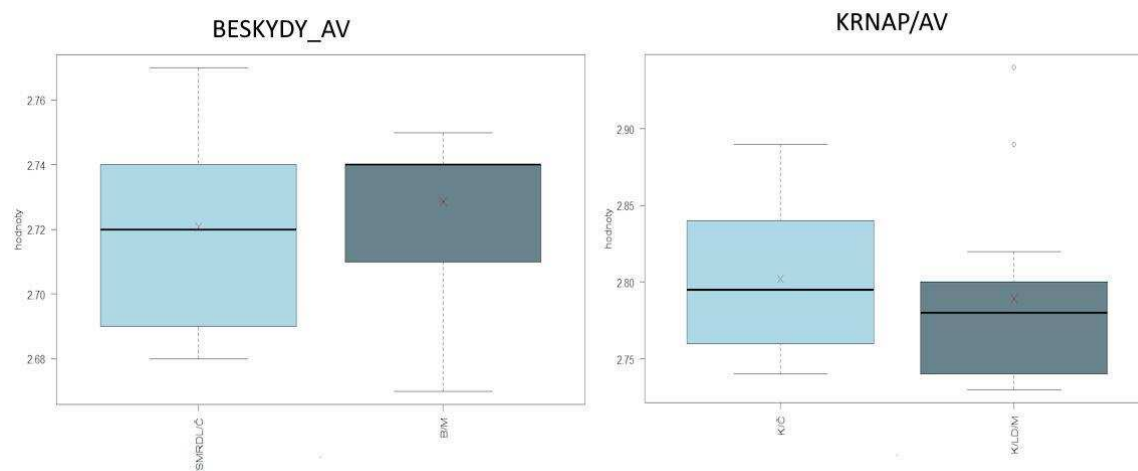
Směrodatné odchylky pro Beskydské populace ukazují naopak mírně vyšší variabilitu v čistých populacích, avšak vzhledem k menšímu počtu dat pro smíšené populace nelze tento rozdíl považovat za statisticky významný. Rozdíly jsou tedy pravděpodobně způsobeny náhodnými faktory (Obr. 27).



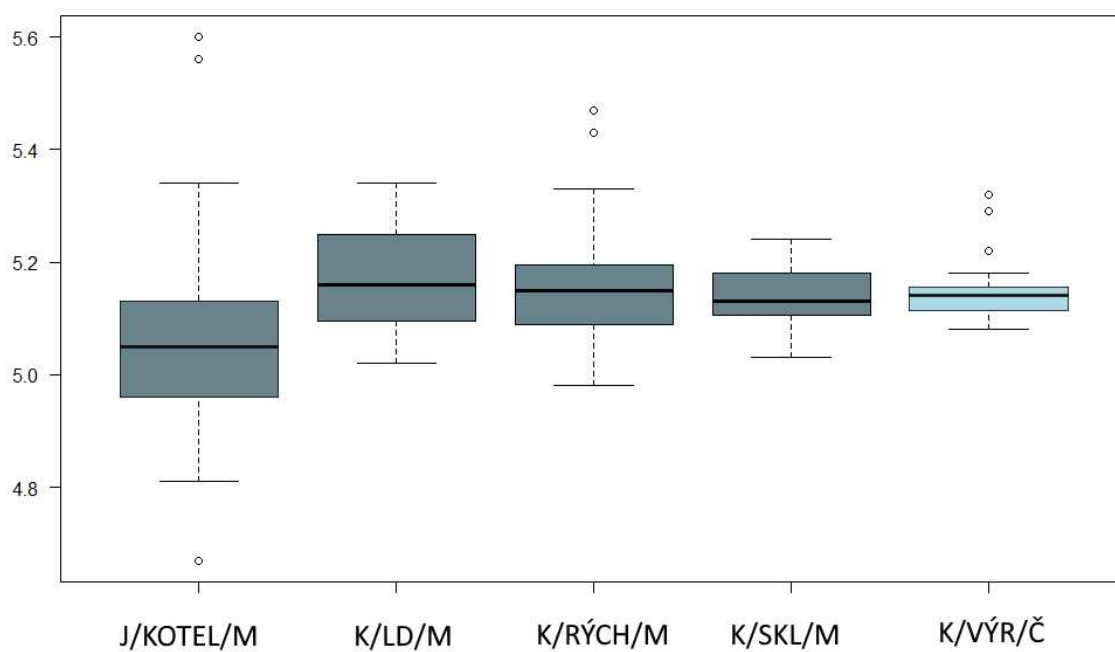
Obr. 22: Rozdělení relativní velikosti genomu pro *A. variegatum* ze všech početných populací: K - Krkonoše, B-Beskydy, J - Hrubý Jeseník/ název populace/ Č - čistá (světle modrá), M - mix (šedivá).



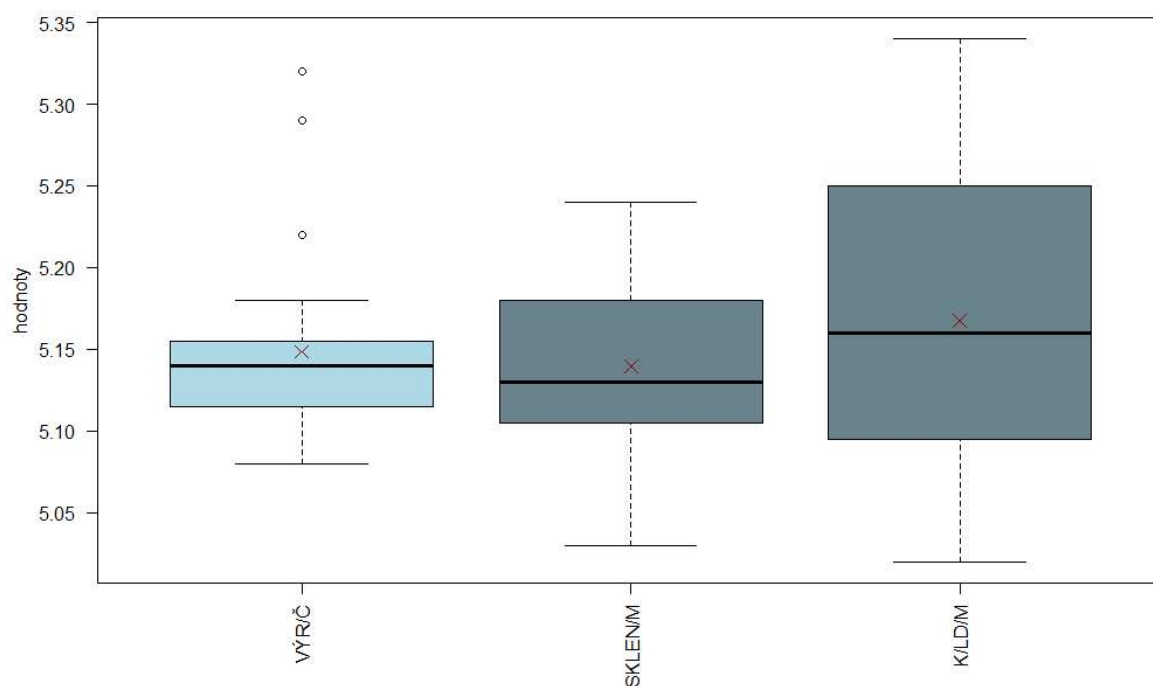
Obr. 23: Rozdělení relativní velikosti genomu *A. variegatum* pro všechny smíšené a čisté populace.



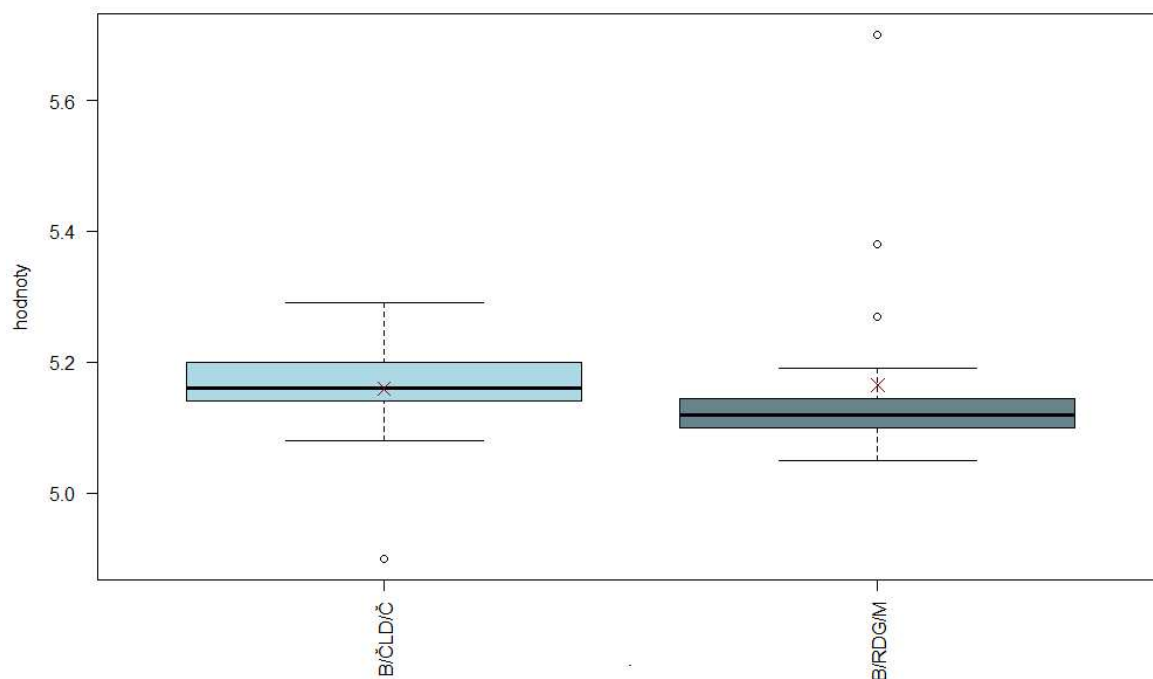
Obr. 24: Srovnávání relativní velikosti genomu *A. variegatum* z čistých (Č, světle modrá) a smíšených (M, šedá) početně významných populací v Beskydech a Krkonoších.



Obr. 25: Rozdělení relativní velikosti genomu pro *A. plicatum* pro všechny početně významné populace: K- Krkonoše, J - Hrubý Jeseník/název populace/Č - čistá (světle modrá), M - mix (šedá).



Obr. 26: Porovnání relativní velikosti genomu *A. plicatum* pro tři početně významné a množstevně srovnatelné populace. Čistá (Č, světle modrá) a smíšené (M, šedá) populace.

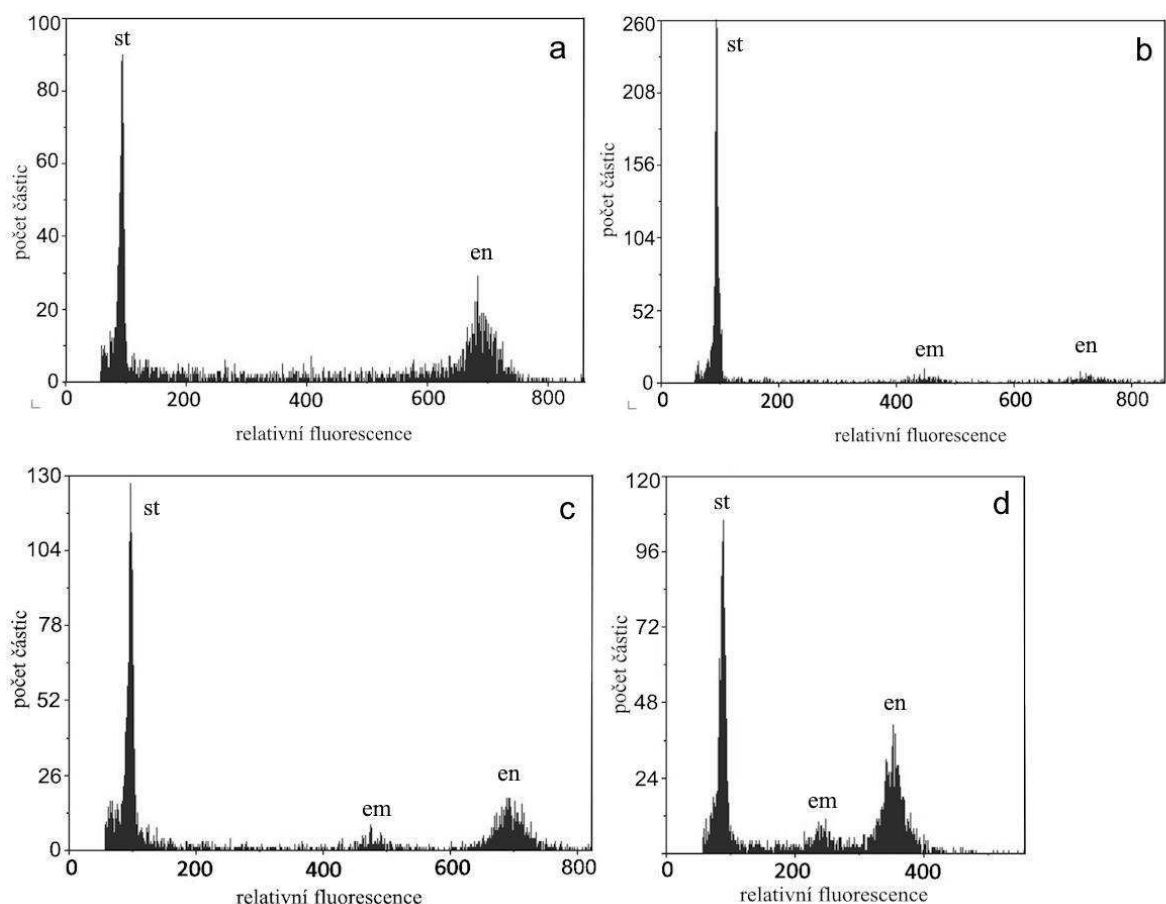


Obr. 27: Porovnání relativní velikosti genomu *A. firmum* subsp. *moravicum* pro dvě početně významné a množstevně srovnatelné populace: Čeladenka/Č - čistá (světle modrá), a Radegast/M - mix (šedá).

Výsledky ANOVA testů ukazují, že mezi zkoumanými skupinami nejsou statisticky významné rozdíly v průměrných hodnotách. Pro čisté populace *Aconitum variegatum* z Krkonoš a smíšenou z Labského Dolu byla F-statistika 0.0128 a p-hodnota 0.9101, což naznačuje, že rozdíly mezi průměry jsou zanedbatelné, stejně jako pro *A. variegatum* z Beskydských populací Smradlavá (čistá) a Radegast (smíšená): F-statistika: 3.364 a p-hodnota: 0.096 (Obr. 22, 23, 24). V Beskydech pro čistou populaci *A. firmum* subsp. *moravicum* z Čeladenky a smíšenou z Radegastu byla F-statistika 0.0300 a p-hodnota 0.8633, což potvrzuje podobné výsledky (Obr. 27). Pro čisté populace *A. plicatum* z Výrovky, a smíšených ze Sklenářovic a Labského dolu dosáhla F-statistika hodnoty 0.702 a p-hodnota 0.500, což opět svědčí o tom, že rozdíly mezi průměry nejsou významné (Obr. 25). Celkově lze tedy říci, že zjištěné rozdíly mezi skupinami jsou spíše výsledkem náhodné variability než skutečných rozdílů.

1.2. Výsledky analýzy semen metodou průtokovou cytometrie (FCSS: Flow Cytometric Seed Screen).

Metoda se ukázala jako vhodný nástroj pro hodnocení nejen způsobu vzniku semen ale i ploidní úrovně u studovaných populací. Analýza semen metodou FCSS zahrnula po vyřazení neúspěšných analýz celkem 664 úspěšně zpracovaných vzorků. Výsledky nepotvrdily přítomnost žádných hybridních jedinců. U všech semen byl zjištěn pohlavní způsob vzniku, což odpovídá poměru 1,5 mezi genomem gametického a somatického materiálu. Ploidní úroveň všech analyzovaných vzorků byla v souladu s očekáváním, přičemž odpovídala ploidii mateřské rostliny (Obr. 28; Tab. 6).



Obr. 28. Příklad histogramů z průtokového cytometru relativní intenzity fluorescence získaný analýzou jader embrya (em) a endospermu (en). Vzorek KRNAP_33AP/11a, celé semeno, příklad neúspěšné analýzy, kde nebyl zaznamenán pik pro embryo (a), příklad malého množství endospermu a embrya v semeni *A. plicatum*, vzorek KRNAP_49AP (b), příklad úspěšné analýzy s viditelným embryem a endospermem pro *A. firmum* subsp. *moravicum*, vzorek BESK_9AF/11a (c), příklad úspěšné analýzy pro *A. variegatum*, vzorek KRNAP_165AV/11a (d).

Tab. 6: Průměrný CV pro analýzu semen metodou FCSS, poměry signálů embrya se standardem, endospermu s embryem.

taxon	CV (%) standard, průměr	CV (%) embryo, průměr	CV endosperm, průměr (%)	poměr signálu emb/std (±SD)	poměr signálu end/emb (±SD)
K/ <i>A. plicatum</i>	3,02	2,09	1,82	5,05 (±0,1)	1,48 (±0,02)
K/ <i>A. variegatum</i>	2,18	2,28	1,66	2,71 (±0,09)	1,48 (±0,03)
B/ <i>A. firmum</i> . subsp. <i>firmum</i>	2,01	1,86	1,42	4,93 (±0,09)	1,45 (±0, 02)
J/ <i>A. plicatum</i>	2,39	2,13	1,71	4,96 (±0,06)	1,47 (±0,02)

1.3. Výsledky analýzy stanovení životaschopností pylu.

Vzhledem k nízkému počtu hybridních jedinců v Sudetech nebylo možné získat pylové vzorky k analýze. Nicméně analýza pylové fertility u vzorků pocházejících z Beskyd odhalila výrazně sníženou vitalitu pylu, která činila pouze 21,97 % ve srovnání s ostatními taxony. Tento výsledek je mírně vyšší než odhad Zieliňského (1982), který uvádí, že triploidní *A. × berdaui* je schopen produkovat přibližně 13 % životaschopného pylu. I přes omezený počet analyzovaných hybridních jedinců z Beskyd je tento pokles vitality konzistentní pro všechny vzorky (Obr. 29; Tab. 7, 8). Ve srovnání s rodičovskými taxony, u kterých fertilita pylu dosahovala hodnot blížících se 100 %, je pokles fertility pylu u hybridů výrazným indikátorem jejich omezené reprodukční schopnosti. Vysoká míra abortivity pylu u triploidních hybridů mezi diploidními a tetraploidními populacemi rodu *Aconitum* podporuje hypotézu o částečné sterilitě hybridních jedinců a je v souladu s cytologickými studiemi, které ukazují, že triploidní jedinci vykazují výrazné meiotické nepravidelnosti (Afify, 1933, 1939). Tyto nepravidelnosti, způsobené nepárováním chromozomů během meiózy, vedou k produkci neplodných pylových zrn (Brownfield & Köhler, 2011).

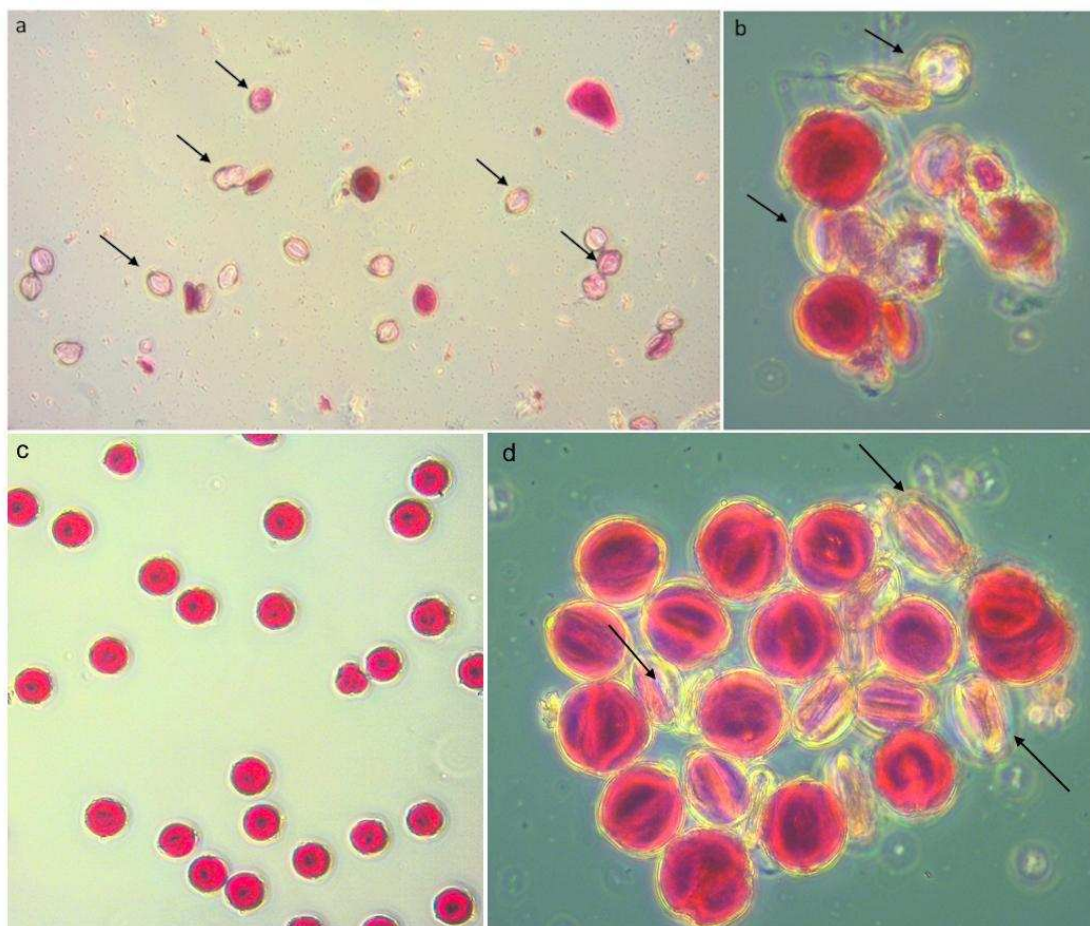
Tab. 7: Průměrné množství vitálního pylu pro každý vzorek.

<i>A. firmum</i> s. m., číslo vzorku/ lokalita	podíl životaschop ných pylových zrn (%) (±SD)	<i>A. plicatum</i> , číslo vzorku/ lokalita	podíl životascho pných pylových zrn (%) (±SD)	<i>A. varieg.</i> , číslo vzorku/ lokalita	podíl životaschop ných pylových zrn (%) (±SD)	<i>A. × berdaui</i> , číslo vzorku/ lokalita	podíl životaschopný ch pylových zrn (%) (±SD)
B/AF149, Radegast	88,28 % (±4,89 %)	K2/AP186, Čistá	74,03 % (±9,13 %)	B/AV126, Radegast	82,97 % (±11,11 %)	B/AH123, Kýčera	8,49 % (±4,52 %)
B/AF135, Radegast	70,59 % (±9,16 %)	K2/AP124, Lab důl	96,98 % (±5,92 %)	K2/AV26, Labský důl	68,67 % (±19,34 %)	B/AH121, Kýčera	18,82 % (±8,32 %)
B/AF111, Kýčera	64,86 % (±26,58 %)	K2/AP137, Lab důl	96,06 % (±1,37 %)	K2/AV2, Lab důl	95,79 % (±2,74 %)	B/AH127, Radegast	13,40 % (±8,33 %)
B/AF146, Radegast	70,09 % (±4,62 %)	K2/AP121, Lab důl	86,89 % (±7,13 %)	K2/AV166, Rýchory	92,42 % (±7,34 %)	B/AH147, Radegast	32,51 % (±9,92 %)
B/AF148, Radegast	28,33 % (±8,50 %)	K2/AP14, Lab. důl	97,96 % (±1,65 %)	K2/AV169, Rýchory	96,91 %, (±2,68 %)		
B/AF129, Radegast	38,85 % (±6,53 %)	K2/AP73, Lab důl	95,93% (±3,58 %)	K2/AV160, Rýchory	98,21 % (±2,05 %)		

B/AF130, Radegast	93,66 % (±6,75 %)	K2/AP8, Lab důl	94,26 % (±6,27 %)	K2/AV179, Rýchory	87,02 % (±11,68 %)		
B/AF144, Radegast	86,30 % (±9,25 %)	K2AP11, Lab důl	78,85 % (±21,34 %)	K2/AV154, Rýchory	66,26 % (±34,55 %)		
B/AF132, Radegast	82,65 % (±25,80 %)	K2/AP10, Lab důl	84,58 % (±14,57 %)	K2/AV162, Rýchory	82,54 % (±9,32 %)		
B/AF133, Radegast	82,83 % (±10,27 %)	K1/AP24, Rýchory	97,04% (±2,16 %)	K2/AV168, Rýchory	86,28 % (±6,71 %)		
B/AF149, Radegast	81,72 % (±23,61 %)	K1/AP50, Rýchory	82,17 % (±5,17 %)	K2/AV151, Rýchory	98,46 % (±0,89 %)		
B/AF145a, Radegast	96,99 % (±3,23 %)	K1/AP43, Rýchory	71,37 % (±17,69 %)	K2/AV155, Rýchory	97,89 % (±1,63 %)		
B/AF131, Radegast	63,11 % (±24,41%)	J/AP39, Malý kotel	89,53 % (±9,04 %)	K2/AV191, Čistá	89,25 % (±7,99 %)		
B/AF128, Radegast	98,88 % (±1,16 %)	J/AP36, Malý kotel	91,04 % (±3,02 %)	K2/AV185, Čistá	81,70 % (±30,38 %)		
B/AF139, Radegast	91,33 % (±7:43 %)	J/AP38, Malý kotel	83,64 % (±4,96 %)	K2/AV188, Čistá	87,35 % (±5,93 %)		

Tab. 8: Průměr vitálních pylových zrn pro taxony a rozptyl v %

taxon	podíl životaschopných pylových zrn, průměr (%) (±SD)	rozptyl životaschopných pylových zrn (%) (min – max)
<i>A. plicatum</i>	88,02 % (±8,41 %)	71-97 %
<i>A. variegatum</i>	87,06 % (±10,56 %)	66-98 %
<i>A. firmum</i> subsp. <i>moravicum</i>	75,90 % (±19,83 %)	28-98 %
<i>A. × berdaui</i>	18,31 % (± 8,98 %)	8-32 %

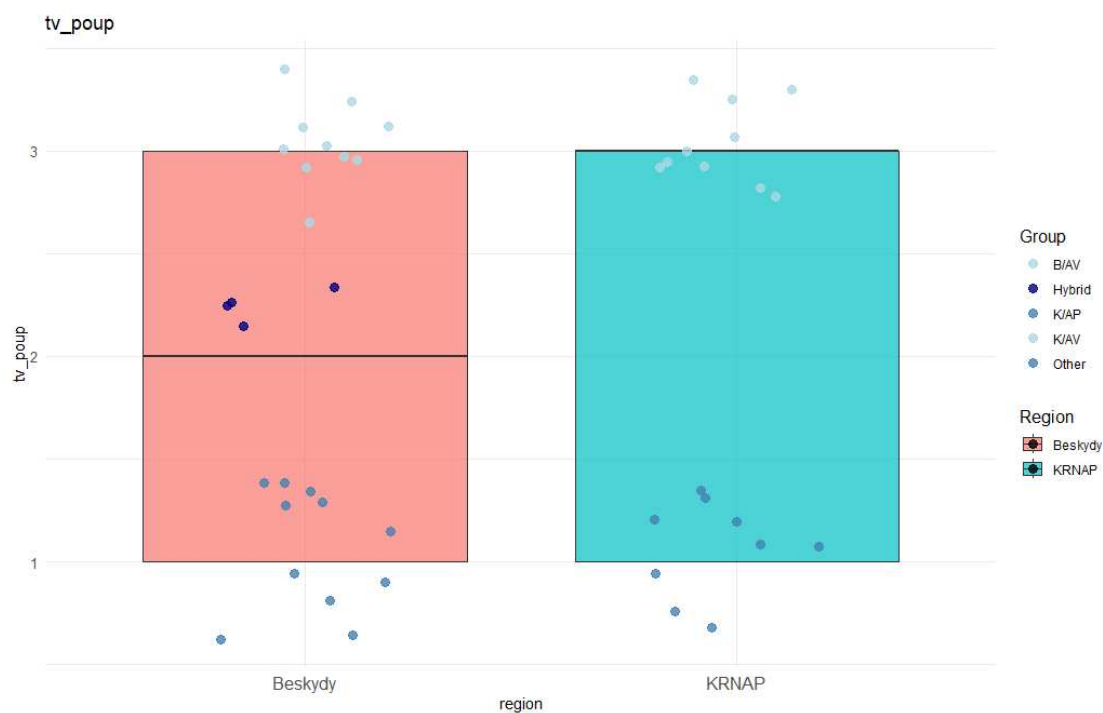


Obr. 29: Mikroskopické snímky pylu po obarvení pomocí Alexandrova barviva. Šipky označují abortovaná zrna, tj. neobarvená, slabě obarvená nebo deformovaná. Je zřetelně vidět snížená fertilita pylu u triploidních hybridů *A. × berdaui*, vzorek: BESK_147AH (a), zvětšení 20x, vzorek č. 127AH (b), zvětšení 40x. A pro porovnání vzorek fertilního pylu *A. plicatum*, KRNP2_38AP (c), zvětšení 20x, a KRNP2_186AP, zvětšení 40x (d).

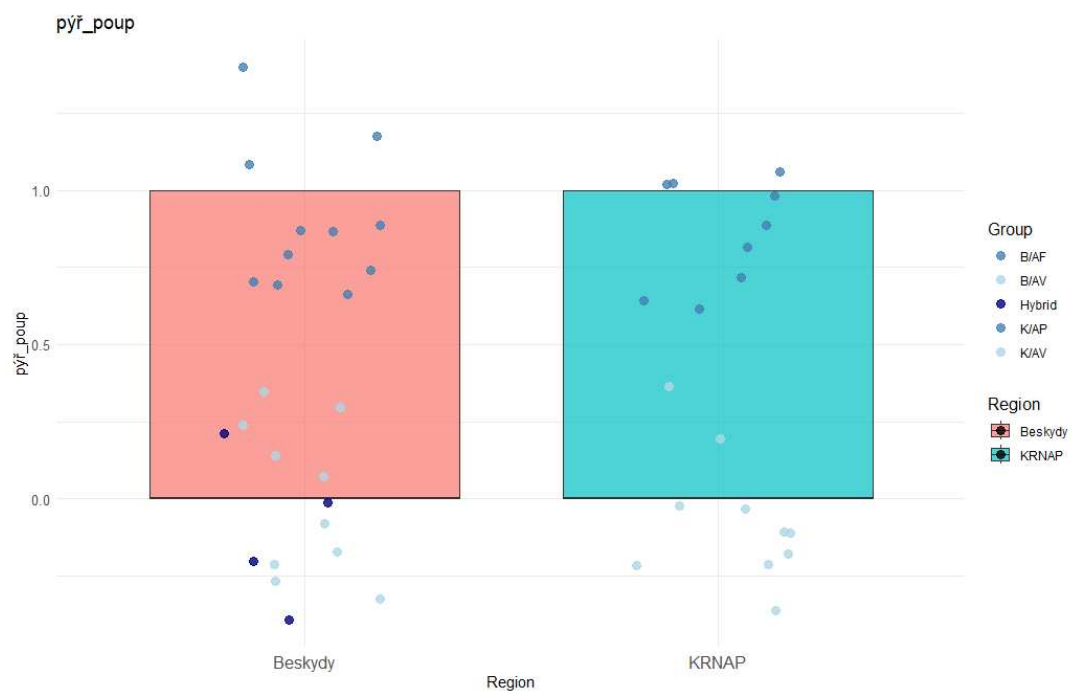
1.4. Podpůrná morfometrická analýza.

V souladu s očekáváním byly mezi taxony jednoznačně detekovány výrazné rozdíly, které potvrzují dosavadní znalosti z literatury (Tab. 9; Skalický, 1988, Janeček, 2015). Výsledky Fisherova exaktního testu ukazují, že všechny tři zkoumané morfometrické znaky – tvar poupat ($P = 1,081 \times 10^{-12}$), pýřitost poupat ($P = 9,985 \times 10^{-8}$) a tvar nektárií ($P = 9,985 \times 10^{-8}$) – jsou vysoce významné pro odlišování mezi taxony a hybridy. Tvar poupat vykazuje nejvýraznější schopnost rozlišit tyto skupiny. Statisticky významné rozdíly ve vztahu k pýřitosti poupat odlišují hybridy (*A. × berdaui*) od ostatních taxonů. Podobně tvar nektárií vykazuje významnou variabilitu mezi taxony, což potvrzuje jeho potenciál jako spolehlivého diagnostického znaku. Klíčovým aspektem je souhrn sledovaných znaků, které společně

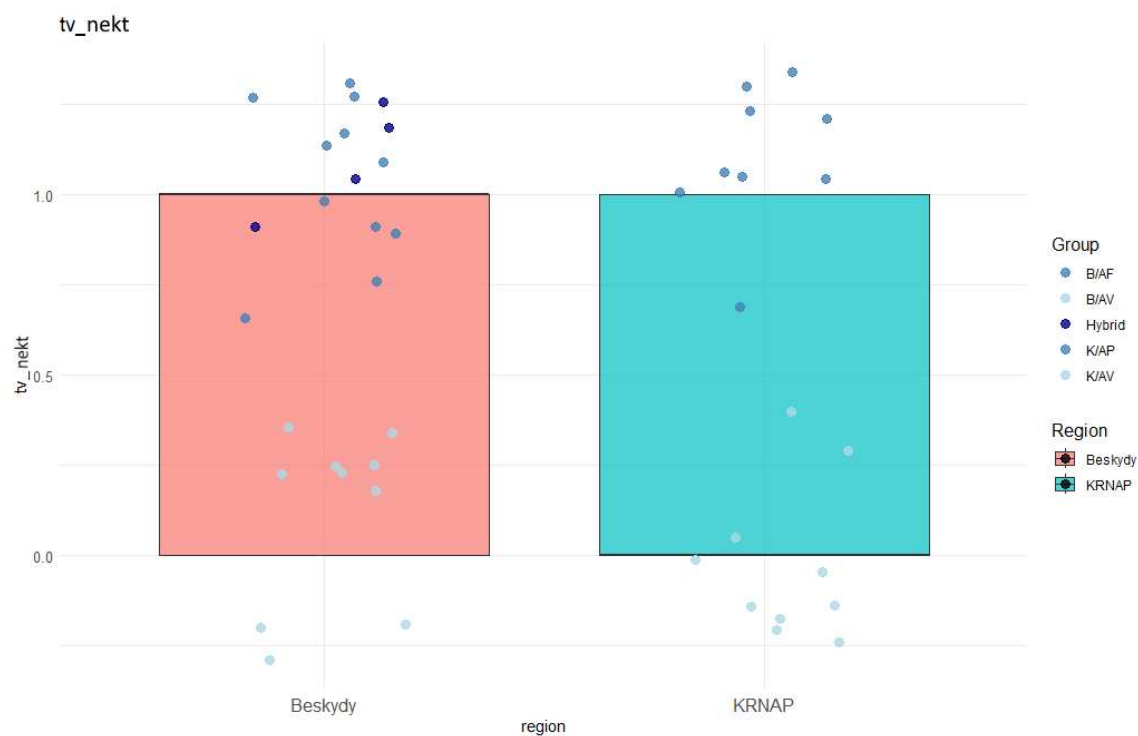
poskytují důležitý diagnostický nástroj. Hybridní jedinci vykazují intermediární charakter tvaru poupat mezi rodičovskými taxony, zatímco v případě tvaru nektárií a ochlupení se jejich morfologické znaky více přibližují jednomu z rodičů. Tento vzorec je jasně patrný na prezentovaných boxplotech, které vizualizují variabilitu znaků u hybridních jedinců (Obr. 30-33).



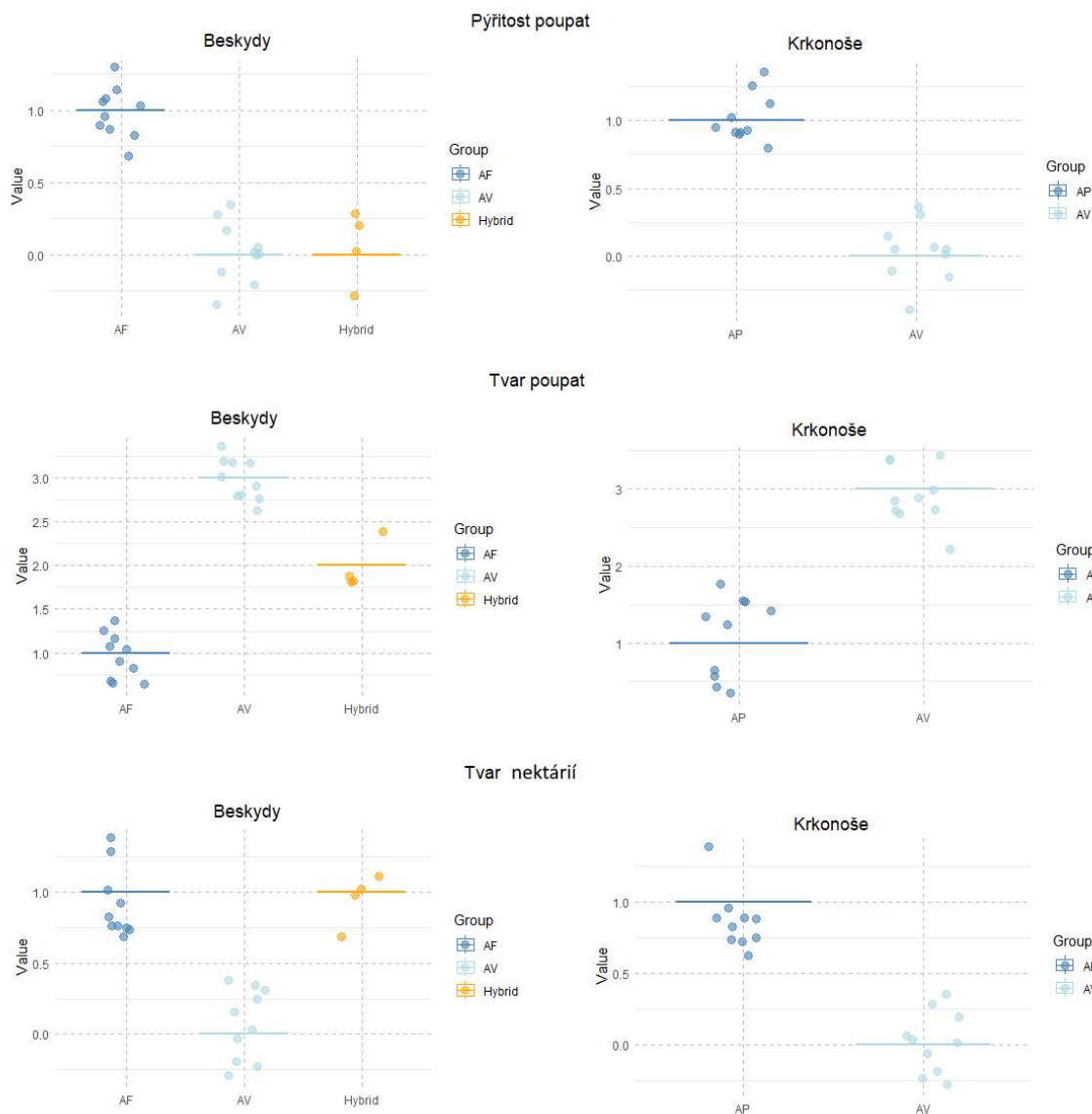
Obr. 30: Boxplot pro vybraný determinující diakritický znak: tvar poupat. Nejsvětlejší body jsou pro *Aconitum variegatum*, tmavší pro *A. plicatum* a *A. firmum* subsp. *m.*, nejtmaší je pak hybrid, jasně ukazující intermediární charakter tvaru poupat: spíš vytáhlý, hruška.



Obr. 31: Boxplot znázorňující pýřitost poupat. Nejsvětější body reprezentují *Aconitum variegatum*, tmavší odpovídají *A. plicatum* a *A. firmum* subsp. *moravicum*, zatímco nejtmavší barva představuje hybridní jedince. Výsledky ukazují, že hybrid se výrazně přiklání k charakteristice *A. variegatum*, oba mají poupata lysá.



Obr. 32: Boxplot znázorňující tvar nektárií u jednotlivých taxonů. Nejsvětější body představují *Aconitum variegatum*, tmavší odpovídají *A. plicatum* a *A. firmum* subsp. *moravicum*, zatímco nejtmavší body patří hybridům. Výsledky ukazují, že v tomto znaku se hybrid přiklání naopak k *A. firmum* subsp. *moravicum* — prohnutá nektária.



Obr. 33: Boxploty znázorňují rozložení hodnot vybraných diagnostických znaků (pýřitost poupat, tvar poupat a tvar nektářiř) u taxonů rodu *Aconitum* v oblastech Beskyd (*A. firmum* subsp. *moravicum*, *A. variegatum*, *A. × berdaui*) a Krkonoše (*A. plicatum*, *A. variegatum*). Nejsvětlejší body představují *A. variegatum*, tmavší *A. f.* subsp. *m.* nebo *A. plicatum*, a oranžové hybridy, které často sdílejí klíčové znaky s jedním z rodičů nebo vykazují intermediární charakter.

Tab. 9: Hodnoty znaků zaznamenávaných na ordinální škále pro jednotlivé rostliny:

vzorek	tv_poup	pýř_poup	tv_med
B/AV26	3	0	0
B/AV52	3	0	0
B/AV112	3	0	0
B/AV114	3	0	0
B/AV116	3	0	0
B/AV117	3	0	0
B/AV128	3	0	0
B/AV145b	3	0	0
B/AV147a	3	0	0
B/AV147b	3	0	0
B/AF6	1	1	1
B/AF2	1	1	1
B/AF27	1	1	1
B/AF25	1	1	1
B/AF106	1	1	1
B/AF107	1	1	1
B/AF109	1	1	1
B/AF132	1	1	1
B/AF136	1	1	1
B/AF139	1	1	1
B/AF148	1	1	1
B/AH121	2	0	1
B/AH123	2	0	1
B/AH124	2	0	1
B/AH127	2	0	1
K/AP13	1	1	1
K/AP34	1	1	1
K/AP62	1	1	1
K/AP70	1	1	1
K/AP72	1	1	1
K/AP85	1	1	1
K/AP89	1	1	1
K/AP119	1	1	1
K/AP186	1	1	1
K/AV3	3	0	0
K/AV14	3	0	0
K/AV65	3	0	0
K/AV140	3	0	0
K/AV142	3	0	0
K/AV144	3	0	0
K/AV159	3	0	0
K/AV168	3	0	0
K/AV187	3	0	0
K/AV191	3	0	0

V. Diskuze

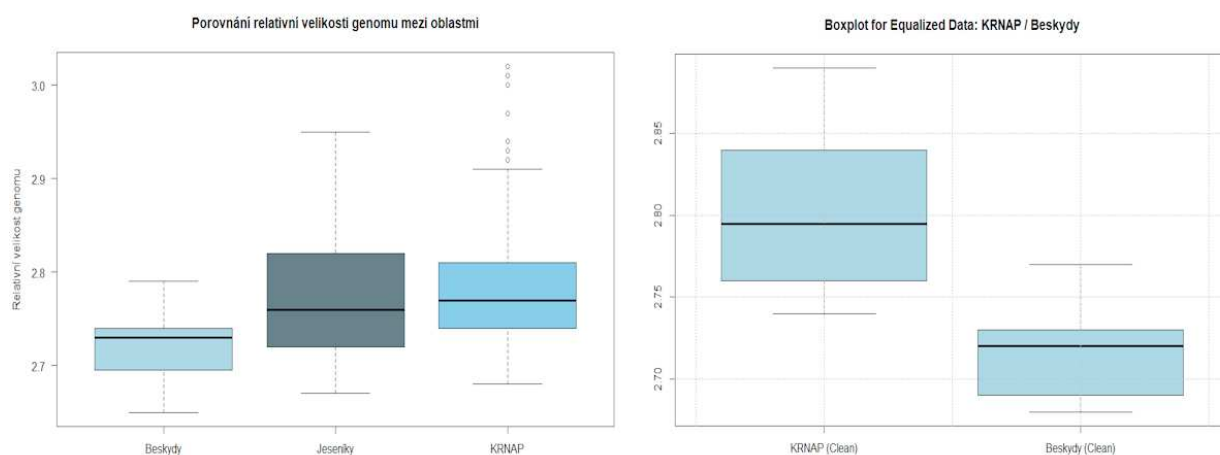
1. Cytometrické analýzy.

Hlavní snahou provedených cytometrických analýz bylo prokázat výskyt hybridních jedinců a kvantifikovat jejich četnost v analyzovaných populacích. Výsledky cytometrických analýz ukázaly výrazný rozdíl v podílu hybridů mezi sudetským *Aconitum plicatum* (0,94 %) a beskydským *A. firmum* subsp. *moravicum* (4,41 %). Tento rozdíl může být daný specifitou příslušného druhu, včetně odlišné ekologie, avšak svoji roli může hrát i odlišný charakter srovnávaných regionů. Nižší podíl hybridů v Sudetech, než bylo původně očekáváno, by mohl např. odrážet celkově nižší poměr smíšených a jednodruhových populací. Svoji roli může hrát i celkově vyvinutější krkonošská subalpínská zóna (Březina et al., 2023), ve které může být druh *A. plicatum* snáze izolován. Naproti tomu Beskydy dosahují maximálně supramontánního stupně (Chytrý, 2012), proto se zde pravděpodobně mohou oba druhy snáze setkat. Mitka et al. (2007) vysvětlují rozdíl tím, že Sudetské flóry pravděpodobně chyběla dostupná refugia během ledových dob, zatímco v Karpatech, kde byla refugia hojnější, mohlo docházet k intenzivnějšímu křížení mezi druhy. Sudety by tak mohly fungovat jako důležitý zdroj genetické diverzity oměje ve střední Evropě. Na druhou stranu, pylové a makrofosilní důkazy naznačují, že periglaciální krajina střední Evropy nepředstavovala zcela nehostinnou homogenní suchou step a potvrzuje existenci lesů podobných dnešní sibiřské světlé tajze během posledního glaciálního maxima (např. Kuneš, 2008). Přítomnost stromových taxonů (*Pinus sylvestris*, *Larix decidua*), včetně náročnějších druhů (např. *Abies*, *Fraxinus*, *Quercus*), ukazuje na mozaikovitou krajinu s lokálními mikroklimatickými podmínkami (chráněné říční údolí a severní svahy; Jankovská & Pokorný, 2008; Magyari et al., 2014), která by mohla druhům jako *Aconitum* plně stačit k přežití.

Na základě dat a rozdílů mezi směrodatnými odchylkami u čistých a smíšených populací všech tří druhů bylo možné zvážit několik interpretací. Očekávalo se, že čisté populace by mohly mít jako izolované nižší variabilitu v relativní velikosti genomu (vyjádřeno směrodatnou odchylkou), a naopak smíšené populace by mohly mít např. v důsledku občasné introgrese variabilitu větší. Hodnoty ale naznačují, že rozdíl mezi čistými a smíšenými populacemi není statisticky významný. Tato metodická omezení by měla být vzata v úvahu při interpretaci výsledků, a tudíž variabilita ve smíšených populacích je pravděpodobně ovlivněna samplingem zaměřeným spíše na smíšené populace (*A. plicatum*

počet jedinců ze smíšených 190, oproti 42 z čistých; *A. f. subsp. m.* ze smíšených 36 oproti 25 z čistých).

Mírný rozdíl v průměrných hodnotách relativní velikosti genomu mezi populacemi *A. variegatum* v našich datech (Obr. 34) podněcuje úvahy, že tento druh mohl mít odlišnou evoluční historii v různých částech areálu. Statistická analýza rozdílů mezi čistými populacemi *A. variegatum* v Krkonoších a Beskydech odhalila významné rozdíly mezi těmito dvěma regiony. Výsledky ANOVA ukázaly, že meziskupinová variabilita byla významně větší než vnitroskupinová variabilita ($F = 31.48$, $p < 0.001$). Boxplot rovněž ilustruje, že medián hodnot čistých populací v Krkonoších je vyšší (přibližně 2.80) než v Beskydech (přibližně 2.73). Jedinci z Krkonoš navíc vykazují větší rozptyl dat, což naznačuje vyšší variabilitu v této oblasti, zatímco data z Beskyd jsou soustředěna blíže k mediánu. Větší variabilita relativní velikosti genomu v Sudetech by mohla naznačovat intenzivnější zapojení těchto populací do hybridizačních procesů s tetraploidními druhy, jako je *A. plicatum*. Jak naznačují polské studie (Mitka et al., 2007) *A. plicatum* a *A. firmum* by mohly vznikat stejnou alopolyloidní kombinací ale nezávisle na sobě. Rozdíly v genomu *A. variegatum* by tak mohly naznačovat pleistocénní izolaci populací, následného sekundárního kontaktu a možných hybridizačních událostí s tetraploidními druhy rodu *Aconitum*. Přestože design této práce není primárně zaměřen na tuto otázku, nabízí se potenciální nové směry výzkumu. Samozřejmě, pro potvrzení této hypotézy by bylo zapotřebí většího objemu dat a výzkumu zaměřeného specificky na geografickou variabilitu genomu v těchto populacích.



Obr. 34: Rozdělení relativní velikosti genomu pro *A. variegatum* mezi soubory lokalit z Krkonoš, Beskyd a Hrubého Jeseníku a srovnání čistých populací v Krkonoších a Beskydech.

2. Analýza životnosti pylu a introgrese.

Zpětná hybridizace se u rodu *Aconitum* jeví jako významný evoluční mechanismus, potvrzený jak molekulárními, tak morfologickými daty (např. Park et al., 2020). Hybridy s přechodnou morfologií jsou běžné zejména na hranicích areálů jednotlivých druhů a ve smíšených populacích (Brink et al., 1997; Govaerts et al., 2021; Mirek et al., 2020; Mitka et al., 2021). Vzhledem k tomu, že většina druhů rodu *Aconitum* je částečně hybridogenní, lze tento jev považovat za jednu z výjimečných evolučních vazeb tohoto rodu (Sutkowska et al., 2021). Není vyloučeno proto, že občasné se vyskytující triploidy mohou přispívat k meziploidnímu genovému toku.

I přes částečnou sterilitu hybridů, charakterizovanou vysokým podílem abortovaného pylu, část pylových zrn zůstává životaschopná (rozptyl od 8,49 % do 32,51 %). Alexandrova metoda barvení použitá v této práci poskytuje spíše odhad vitality pylu, který ovšem může být v reálných podmínkách nižší než deklarovaných 32,51 %. Přesto tato hodnota není nulová a naznačuje, že určitá část pylu by mohla být potenciálně schopna účasti na zpětné hybridizaci (Zieliński, 1982). Navíc, vzhledem k dlouhověkosti rostlin rodu *Aconitum* (Janeček, 2023) se pravděpodobnost takového příležitostného křížení mezi rodičovskými a hybridními taxony zvyšuje. Toto platí i v případě, že by se jednalo o autotriploidy, jejichž fertilita je omezena stejně tak jako u hybridů (Clo et al., 2011). Terénní pozorování pracovníků KRNAP (Harčariková, Harčarik, ústní sdělení) kteří se problematice dlouho věnují, potvrzují, že ve smíšených Krkonošských populacích není možné vizuálně odlišit hybridní taxony od rodičovských druhů.

Nabízí se otázka, zda existují rozdíly mezi lokálními populacemi a zda je snižená vitalita pylu konzistentní mezi různými hybridními zónami. Na základě naší úvahy, že by *Aconitum plicatum* na Rýchorách mohl být více zasažený hybridizačními procesy, jsme zkusili analyzovat vitalitu pylu této populace. Výsledky ukazují hodnoty 83,53 % ($\pm 8,34$ %), což naznačuje velice mírný pokles oproti jiným lokalitám, například Labskému dolu, kde vitalita dosáhla 91,44 % ($\pm 7,73$ %). I když jsou hodnoty na Rýchorách mírně nižší, není to dostatečně prokazatelné. Navíc je nutné brát v úvahu omezený počet vzorků z Rýchor.

3. Analýza semen metodou FSSC.

Průtoková cytometrie byla využita k určení ploidní úrovně embrya a endospermu u zralých semen, přičemž se ukázala jako spolehlivá metoda. Interpretace výsledků však byla komplikována nízkým počtem jader dostupných pro analýzu embrya, což pravděpodobně souvisí s typem dormance semen (morfofyzilogický typ s opožděným klíčením; Nikolajeva, 1988; Baskin & Baskin, 2004; Zhang et al., 2023). Pro druhy čeledi Ranunculaceae je obecně tento typ klíčení běžný. Je charakteristický pomalou klíčivostí, která pravděpodobně souvisí s nedostatečným vývojem embryí (Androsova, 2016; Erst, 2020), což je primitivní znak semenných rostlin na bázi fylogenetického stromu (Forbis et al., 2002).

Domníváme se, že tento problém by mohl být potenciálně řešen využitím zcela čerstvých semen, u nichž by mohla být výrazně omezen vliv dormance. Náš experimentální plán ale zahrnoval výsev semen, což vyžadovalo jejich dlouhodobou stratifikaci při nízkých teplotách k překonání dormance. Z tohoto důvodu již nebylo možné provést průtokovou cytometrii na čerstvých semenech. Přesto všechny úspěšné provedené analýzy, což dělá přibližně 58,04 %, jednoznačně potvrdily diploidní embryo a triploidní endosperm (Obr. 28).

Fakt, že při cytometrické analýze semen nebyl identifikován žádný triploid, může být také důsledkem posunuté fenologie rostlin a reakci na průběh vegetačního období (Janeček, 2015). V roce sběru, který byl ovlivněn chladnou a deštivou periodou (CHMI, 2023), mohlo dojít ke zpoždění ve vývoji semen a jako následku k časovému nesouladu mezi obdobím sběru a optimálním stádiem vzorků.

4. Účast neredukovaných gamet jako druhý způsob vzniku triploidů.

Triploidní hybridy představují přechodný evoluční stupeň, který se často vyznačuje sterilitou. V této fázi mohou neredukované gamety hrát zásadní roli, umožňující vznik plodných polyploidů (např. tetraploidů a hexaploidů; Afify, 1939; Clo et al, 2011). Ačkoli je proti neredukovaným gametám ve stabilním prostředí obvykle výrazná selekce kvůli reprodukčním nákladům, jako je ztráta normálních gamet nebo produkce triploidů s nižší fitness, mohou v malých populacích nebo za podmínek environmentálního stresu přetrvávat vlivem genetického driftu (Clo et al., 2011). Mechanismus vzniku neredukovaných gamet, jak jej popisují např. Brownfield & Köhler (2011), spočívá v selhání meiotického redukčního dělení, což vede k zachování somatického počtu chromozomů v gametách. Jedná se o zásadní

proces při vzniku polyploidních organismů, který je spojován s evoluční adaptabilitou a speciací (Husband 2004; Clo et al, 2011).

Samozřejmě se zde nabízí otázka, zda je možné v našem případě odlišit hybrida od jedince vzniklého neredukovanou gametou. Pro tento účel se jeví vhodným porovnat hypotetické hodnoty fluorescence (poměr vzorek/standard) mezi těmito kategoriemi (Obr. 35).

V Beskydech by byly hypotetické hodnoty pro jedince vzniklého kombinací neredukované gamety $2n$ s normální gametou ($2n+n$) u *A. variegatum* v rozmezí **3,97–4,19**, zatímco pro hypotetického hybridního jedince by se pohybovaly mezi **3,77–4,24**. Reálně naměřené hodnoty hybridů v Beskydech spadají do intervalu **3,87–3,98**. Tyto hodnoty se překrývají s oběma hypotetickými kategoriemi, což komplikuje jejich jednoznačné rozlišení.

V Krkonoších by byly hypotetické hodnoty jedinců vzniklých neredukovanou gametou u *A. variegatum* vyšší, konkrétně **4,11–4,54**, zatímco pro hypotetické hybridy by činily **3,88–4,25**. Reálně naměřené hodnoty hybridů byly **3,90–4,17**, což ukazuje mírný posun a lepší shodu s hodnotami předpokládanými pro hybridy.

HYPOTETICKÝ HYBRID / HYPOTETICKÁ NEREDUKOVANÁ GAMETA

Hypothetical $2n+n$ min: $2,65 \times 1,5 = 3,971$

Hypothetical $2n+n$ max: $2,79 \times 1,5 = 4,185$

Hypothetical min. hybrid. *A. variegatum* $\times$ *A. firmum*: $(2,65 \div 2) + (4,90 \div 2) = 3,77$

Hypothetical max. hybrid *A. var* $\times$ *A. firmum*: $(2,79 \div 2) + (5,70 \div 2) = 4,24$

Hypothetical $2n+n$ min: $2,74 \times 1,5 = 4,11$

Hypothetical $2n+n$ max: $3,03 \times 1,5 = 4,54$

Hypothetical min. hybrid. *A. variegatum* $\times$ *A. plicatum*: $(2,74 \div 2) + (5,02 \div 2) = 3,88$

Hypothetical max. hybrid *A. var* $\times$ *A. plicatum*: $(3,03 \div 2) + (5,47 \div 2) = 4,25$

Obr. č. 35: Úvaha o možnostech záměny hybridních jedinců s jedinci, vzniklými neredukovanou gametou.

2.1. Podpora výsledků.

Absence triploidů při analýze semen taktéž může být interpretována jako podpůrný důkaz, že triploidní jedinci v populaci vznikají především hybridizací mezi diploidními a tetraploidními taxony, spíše než prostřednictvím neredukovaných gamet. Pokud by triploidní jedinci vznikali touto cestou, pravděpodobně bychom pozorovali odchylky v poměru velikosti genomu mezi rodičem a embryem. Poměry velikosti genomů mezi rodičem a embryem jsou konzistentní a nepřítomnost cytometrických odchylek tuto konzistenci potvrzuje.

Pro posílení této úvahy byla dále provedena cílená zjednodušená morfometrická analýza zaměřená na tři klíčové diakritické znaky, které by mohly poskytnout podpůrné informace k hlavním závěrům studie. Tato analýza nepostupovala standardním přístupem univariační popisné statistiky, jelikož hlavním cílem nebylo vytvořit komplexní morfometrickou charakteristiku, ale podpořit závěry týkající se přítomnosti hybridních jedinců a jejich taxonomického rozlišení. Tento přístup byl zvolen s ohledem na časová a metodologická omezení, avšak poskytuje základní vhled do morfologické variability studovaných populací.

Tato analýza má význam hlavně pro Beskydy, kde byly zachyceny kvetoucí triploidní rostliny v lokalitách Kýčera a Radegast. Naopak v Krkonoších se takového jedince nepodařilo zachytit, což omezilo možnost porovnání těchto znaků v této oblasti. Hlavním omezením morfologické analýzy je pochopitelně nízký počet analyzovaných vzorků (pouze 10 jedinců na každý taxon) a absence herbářových položek pro hybridy v oblasti Sudet. Tento fakt je třeba při interpretaci výsledků zohlednit. Přesto lze konstatovat, že zjištěné rozdíly mezi taxony jsou patrné a poskytují cennou podpůrnou evidenci pro výsledky získané cytometrickou analýzou.

To všechno by mohlo naznačovat, že reálně naměřené relativní velikosti genomu v Krkonoších i Beskydech s největší pravděpodobností odpovídají hodnotám hybridních jedinců. Ačkoli tvorba neredukovaných gamet ($2n$ gamet) u rodu *Aconitum* není všeobecně doložena, předpokládá se, že v hybridních zónách je to mechanismus, který může ve specifických případech obcházet tvorbu hybridně vzniklých triploidů (Mítka et al., 2016; Sutkowska et al., 2017b). V tomto případě by se jednalo navíc o nezvyklý směr introgrese směrem k rodiči s nižší ploidii, který byl dosud zaznamenán pouze v případě *Aconitum* a *Euphrasia* (Brown et al., 2024).

Problematickým případem však zůstává nález jednoho triploidního jedince v čistě diploidní populaci Smradlavá. Tato početná lokalita byla již zmíněna v dosavadní literatuře (Janeček, 2015), přičemž přítomnost hybridů zde nebyla potvrzena. Nález triploidu v čistě diploidní populaci pravděpodobně dokumentuje vznik neredukované gamety, ale ani hybridizace nemůže být zcela vyloučena (nejbližší lokalita Kýčera s výskytem hybridu je 3,5 km daleko).

5. Rizika spojená s hybridizací a význam pro ochranné projekty.

Hybridizace může být významným evolučním/speciačním procesem, ale přináší i rizika, která mohou negativně ovlivnit populace rodičovských druhů a jejich ekosystémy (López-Caamal et al., 2014). Mezi hlavní rizika patří genetický swamping, kdy se genofond vzácného druhu postupně ztrácí v důsledku opakovaného křížení s hojnějším taxonem, a dále reprodukční interference, kdy hybridní jedinci s nízkou fertilitou narušují reprodukční úspěch rodičovských taxonů (Rhymer & Simberloff, 1996; Todesco et al., 2016). Také vznik sterilních hybridů může vést ke snížení populace životaschopných jedinců. V širším ekologickém kontextu může hybridizace narušit rovnováhu v ekosystému, například změnou interakcí mezi druhy nebo ovlivněním opylovačů (Porretta & Canestrelli, 2023). Výsledky naší studie však ukázaly, že v analyzovaných regionech tato rizika nejsou nikterak zásadní. Nízká četnost hybridů a omezená fertilita pylu hybridních jedinců naznačují, že vliv hybridů na rodičovské taxony je minimální. I v Beskydech, kde byla zaznamenána vyšší četnost hybridů, situace zůstává pod kontrolou díky dlouhodobému monitoringu (Janeček, 2015). Omezená schopnost hybridů zpětně se křížit s rodičovskými taxony ukazuje, že hybridizace v těchto oblastech nepředstavuje bezprostřední hrozbu pro genetickou integritu rodičovských populací.

Přesto, že jsme došli k těmto závěrům, je důležité vzít v úvahu, že proces vedoucí k zániku čistých rodičovských genomů vyžaduje čas a může zůstat dlouho nepovšimnut. Rovněž lidské činnosti, jako jsou změny v užívání krajiny, fragmentace habitatů, urbanizace a změny klimatických podmínek může významně zrychlit hybridizaci (Larson et al., 2019; Gawrońska et al., 2023). Vyšší úroveň ohrožení, jako jsou globální změny klimatu nebo kumulativní dopady lidských aktivit se často přehlíží (Williams et al., 2020).

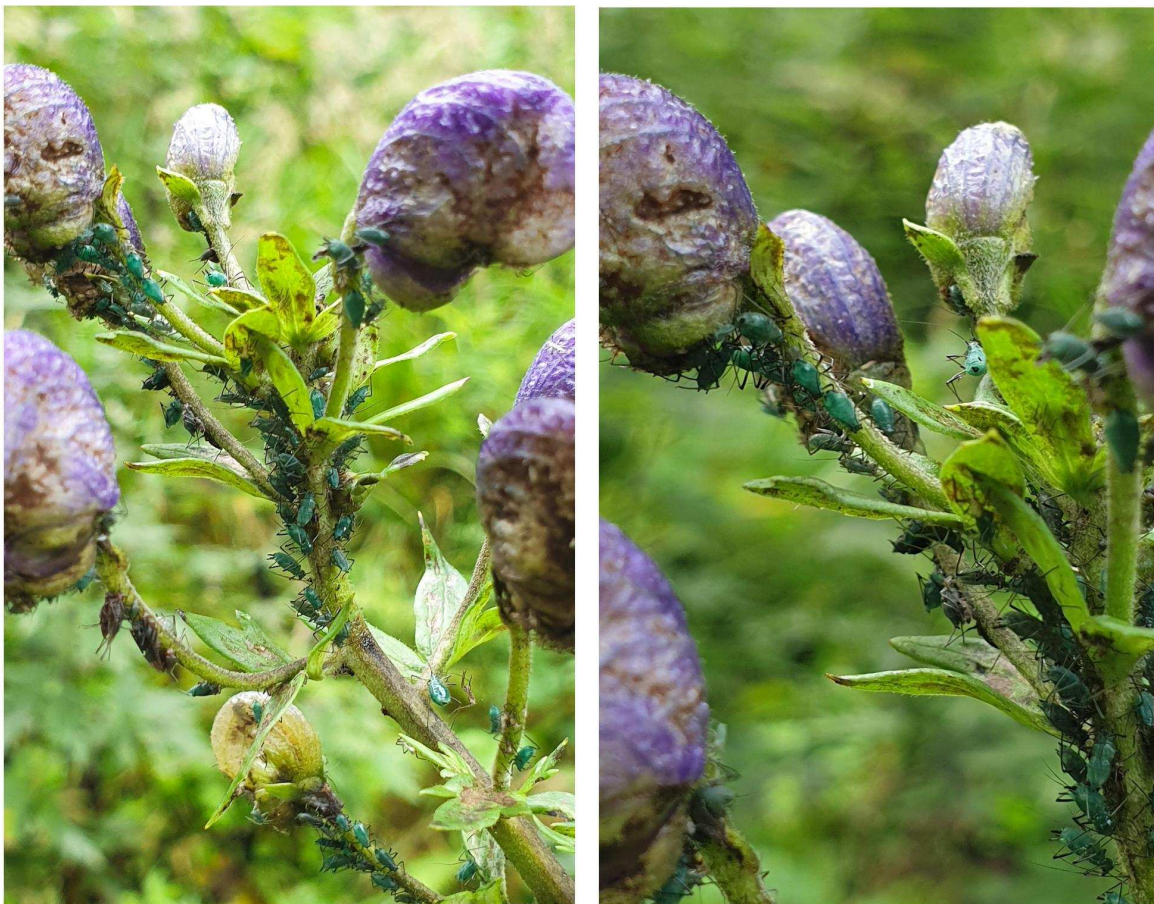
Prevence kontaktu s jinými taxony a ochrana čistých populací je samozřejmě důležitým aspektem ochrany. Konzervační věda ale prošla významným vývojem, který umožňuje nejen

pochopení stavu biodiverzity, ale také identifikaci hrozeb a implementaci efektivních opatření (Williams et al., 2020). Pro ochranu genetické integrity vzácných druhů je proto nezbytné zavést strategie, které by se nejen snažily plošně minimalizovat riziko hybridizace, ale současně by umožnily konkrétní hodnocení tohoto rizika v daném ekologickém a genetickém kontextu a odlišily tak antropogenní hybridizaci od přirozené (Allendorf et al., 2001). Takový přístup by zohledňoval specifika každé populace a umožňoval cílené plánování opatření jako je monitorování a ochrana habitatů. Tato opatření by měla být součástí širších ochrannářských projektů zaměřených na udržení genetické integrity a ochranu biodiverzity. Interdisciplinární přístup, který kombinuje ekologii, genetiku a socioekonomické aspekty, je přitom zásadní pro návrh udržitelných řešení (Williams et al., 2020).

V kontextu naší studie je zatím postačující průběžně monitorovat hybridní populace a pokračovat v rozšiřování poznatků o mechanismech hybridizace v rodu *Aconitum*. Jak uvádí Janeček (2015), i když *Aconitum* není v současnosti přímo ohrožen, jednotlivé populace mohou být ohroženy v důsledku změn na konkrétním území. Ochrana přirozených stanovišť, zejména lesních pramenišť a potočních niv (Obr. 37), je klíčová pro zachování populací studovaných druhů rodu *Aconitum*.

Kromě toho se suchá období v posledních letech projevují na rozšíření škůdců, jako jsou listopasný a zrnopasný hmyz (Janeček et al., 2023). Tyto škůdci a další choroby výrazně ovlivňují populace omějů v některých sezónách. Husté kolonie mšic, například mšice akonitová (*Brachycaudus aconiti*) nebo kyjatky stračkové (*Delphiniobium junackianum*; Obr. 36), která je specifická pro *Aconitum firmum* subsp. *moravicum* a jeho hybridy (Havelka et al., 2011), spolu s houbovými patogeny, jako je padlí orlíčkové (*Erysiphe aquilegiae*), mohou významně ovlivnit reprodukční úspěšnost rostlin. Tyto patogeny způsobují opad květů a plodů, což vede k omezení produkce semen. Další významný vliv na decimaci populací mají ploštice z čeledi Miridae a jiný hmyz, jehož škodlivý dopad je obzvláště výrazný během období sucha. Tyto stresory mohou vést k odumírání rostlin již před začátkem kvetení, čímž zásadně ovlivňují reprodukční cyklus a populační dynamiku (Janeček et al., 2023).

I přes absenci akutní potřeby cílených managementových zásahů zůstávají průběžný monitoring, územní ochrana a osvětová činnost, cílená na správce toků a lesnické profese, v oblastech s vyšší četností hybridů, jako jsou Beskydy, klíčovými nástroji pro ochranu těchto druhů (Janeček, 2015, 2023).



Obr. 36: Vyskyt na rostlině *Aconitum firmum* subsp. *moravicum* kyjatky stračkové, *Delphiniobium junackianum*, která je specifická pro tento druh a jeho hybridy; Beskydy, 2023.



Obr. 37: Biotopy rostlin rodu *Aconitum*: Labského dolu, což je typický ledovcový kar Labský důl, 1000–1300 m n. m. Chladnější podmínky s vysokou vlhkostí a stálým přísunem vody z tání sněhu. Vegetace zde zahrnuje zejména zónu květnaté tundry, horské louky a prameniště, často s výskytem vegetace svazu *Calamagrostion villosae* a *Mulgedio-Aconitetea* (a, b, c, d). Lokalita ledovcového karu Velká kotlina Hrubém Jeseníku se sněhovými výležišky, vysokobylinnými nivami a subalpinskými vysokostébelnými trávniky (e).

VII. Závěr.

Předkládaná diplomová práce si kladla za cíl vyhodnotit riziko hybridizace mezi *A. plicatum* a *A. variegatum* na území Krkonoš a Jeseníků a *A. firmum* subsp. *moravicum* × *A. variegatum* v oblasti Beskyd a zvážit jejich potenciální význam pro ochranné projekty chráněných lokalit. Frekvence hybridizace a hodnocení fertilního potenciálu hybridů bylo studováno pomocí moderních metod jako jsou průtoková cytometrie a analýza životaschopnosti pylu. Oba hybridy se jasně liší od rodičovských taxonů na úrovni relativní velikosti genomu.

Studie odhalila nízkou četnost hybridních jedinců, resp. triploidů, přičemž jejich fertilita pylu je oproti rodičovským druhům výrazně snižena. Schopnost ke zpětnému křížení těchto hybridů je omezená, což naznačuje jejich minimální vliv na populace rodičovských taxonů. V Beskydech je sice četnost hybridních jedinců vyšší, ale situace je již dlouho průběžně monitorována.

Tato práce tak přispívá k potvrzení dosavadních výsledků, čímž poskytuje důležitý přehled a monitoruje aktuální stav v této problematice. Průběžný monitoring a cílené analýzy však zůstávají nutné, zejména v oblastech s vyšší četností hybridů, jako jsou Beskydy, kde by mohly hrát roli specifické ekologické nebo genetické faktory.

VIII. Budoucí výzkum.

Pro lepší pochopení hybridizačních procesů v rodu *Aconitum* by bylo vhodné zaměřit další výzkum na několik klíčových aspektů. Populace Smradlavá, kde byl potvrzen jediný triploidní jedinec, představuje zajímavý případ. Rozšíření odběru vzorků na této lokalitě by mohlo odhalit, zda se jedná o ojedinělý jev, nebo o širší trend. Dále by bylo přínosné provést srovnávací morfometrickou analýzu mezi smíšenými a homogenními populacemi, což by mohlo přispět k odhalení jemných morfologických rozdílů způsobených hybridizačními procesy.

Rozšíření měření absolutní velikosti genomu by mohlo přinést důležité informace o variabilitě mezi druhy a podpořit karyologická studia a taxonomickou klasifikaci. Existuje jen velmi omezený počet studií, které stanovily absolutní velikost genomu pro druhy *Aconitum*. Například databáze Plant DNA C-values Database uvádí pouze jeden případ pro *A. vulparia* (Siljak-Yakovlev et al., 2010). Molekulární studie a průtoková cytometrie pylu představují

další důležité nástroje. Analýza frekvence neredukovaných gamet by mohla přispět k pochopení mechanismů hybridní tvorby, zatímco experimentální klíčení semen hybridů by umožnilo zhodnotit jejich fertilitu a reprodukční schopnosti.

V klíčových lokalitách jako Rýchory v Krkonoších a hřeben Radhoště, Kýčera a Smradlavá v Beskydech byl potvrzen výskyt hybridních jedinců. Tyto oblasti mohou sloužit jako vhodná místa pro další studie zaměřené na mechanismy hybridizace a ekologické faktory ovlivňující šíření hybridů. Je nezbytné potvrdit nebo vyvrátit zpětnou hybridizaci u těchto triploidních jedinců, což je zásadní pro pochopení evolučních procesů v rodu *Aconitum* a pro efektivní ochranu jeho druhů. Dalším cílem je rovněž ověřit rodičovské kombinace allotetraploidních druhů.

Tento komplexní přístup by přinesl detailnější vhled do genetické a ekologické dynamiky hybridizace a mohl by významně přispět k taxonomickému hodnocení a ochraně populací těchto rostlin.

VIII. Seznam tabulek.

1. Názvy lokalit s GPS souřadnicemi, nasbíranými v letech 2022-2023
2. Tabulka vybraných morfometrických znaků sledovaných taxonů
3. Přehled celkového počtu analyzovaných rostlin pomocí průtokové cytometrie. B – Beskydy, K – Krkonoše, J – Hrubý Jeseník.
4. Relativní velikost genomu, hodnoty CV a poměr signálu vzorku ke standardu. Fluorescenční barvivo DAPI, standard měření *Bellis perennis*.
5. Hodnoty CV, poměr signálu std/vzorek a směrodatná odchylka pro jednotlivé lokality
6. Průměrný CV pro analýzu semen metodou FCSS, poměry signálů embrya se standardem, endospermu s embryem
7. Průměrné množství vitálního pylu pro každý vzorek.
8. Průměr vitálních pylových zrn pro taxony a rozptyl v %
9. Hodnoty vybraných morfometrických znaků zaznamenávaných na ordinální škále pro jednotlivé rostliny.

IX. Seznam obrázku.

1. Porovnání fylogenetických vztahů v čeledi Delphinieae (a) ze starších studií, (b) z novější studie Jabbour & Renner, 2012.
2. Fylogenetický strom rodu *Aconitum*, založený na sekvencích IGS ze studie Tynkevich & Biliai, D.V. & Volkov, 2022).
3. Celosvětová mapa rozšíření rodu *Aconitum* a původními areály (zelená) a zavlečenými (fialová) (POWO, 2024).
4. Mapa rozšíření a) rodu *Aconitum* b) *A. firmum* subsp. *moravicum* c) *A. variegatum* d) *A. plicatum* v České republice (AOPK ČR, 2024a,b,c).
5. Mapa rozšíření *A. lycoctonum* a *A. anthora* v České republice (AOPK ČR, 2024d,e).
6. Ploidní úrovně v rodu *Aconitum* (DCDB, 2024).
7. Mapa lokalit sběru v České republice.
8. Mapa všech populací. Modře jsou vyznačené čisté populace *Aconitum plicatum* v Krkonoších a *A. firmum* subsp. *moravicum* v Beskydech, zeleně jsou vyznačené čisté populace

A. variegatum, napůl smíšené populace a červeně jsou vyznačené populace, ve kterých se našli hybridi.

9. Mapa všech lokalit v oblasti Krkonoše za rok 2022-2023. Čisté populace *Aconitum plicatum* jsou označené tmavě modrou, čisté populace *A. variegatum* tyrkysovou, a smíšené populace jsou označeny kombinací těchto barev. Červená barva označuje lokalitu, kde byl zaznamenán výskyt *A. × exaltatum*
10. Mapa všech lokalit v oblasti Moravskoslezské Beskydy za rok 2023. Čisté populace *A. firmum* subsp. *moravicum* jsou označené tmavě modrou, smíšené populace s *A. variegatum* (tyrkysová) a hybridem *A. × berdaui* (červená) jsou pak označeny kombinací těchto barev.
11. Mapa všech lokalit v oblasti Hrubého Jeseníku za rok 2023. Čisté populace *A. variegatum* jsou označené tyrkysovou, smíšené s *A. plicatum* (modrá) kombinací těchto barev.
12. Detailní fotografie vybraných diakritických znaků pro *A. plicatum*: vrchol květenství s poupaty ve tvaru fazole (a), lodyha přitiskle chlupatá (b), kapely nejčastěji v počtu 2 (c) karpely lysé (d,e) karpely s květní stopkou s obloukovitě přitisklými chlupy (g, h, i), detail okraje přilby s řídkými chlupy (f), nitky tyčinek s brvitými trichomy (j, k), a prohnutá brvitá nektária s hlavatou ostruhou (l, m).
13. Detailní fotografie vybraných diakritických znaků pro *A. variegatum* z Krkonoš: květy s vysoce klenutou přilbou (a), detail lysé přilby (b, c), karpely v počtu 4, na švu brvitě (d,e), hrozen poupat ve tvaru hrušky (f), nektária rovná (g), ostruha nektárií nazpět hákovitě zahnutá (h), stopka nektárií lysá (i).
14. Detailní fotografie vybraných diakritických znaků pro *A. variegatum* z Beskyd: hrozen poupat ve tvaru hrušky (a), detail lysé přilby (b), lysé květní stopky (c), karpely v počtu 4, na švu brvitě (d,e), nitky tyčinek lysé (f), nektária rovná, lysá, hákovitě zahnutá (g, h).
15. Detailní fotografie vybraných diakritických znaků pro *A. firmum* subsp. *moravicum*: poupata okrouhlého tvaru, fazole (a), povrch poupat nežláznatě hustě pýřité (b), tyčinky brvitě s delšími trichomy (c, d), hlavovitě zatočená ostruha nektárií, prohnutý tvar (e), helmice nežláznatě pýřité (f), stopky květů nežláznatě hustě pýřité (g, h, i).
16. Charakteristické znaky křížence oměje pestrého a o. tuhého moravského (*A. × berdaui*): helmice lysá (a), boční a dolní okvětní plátky zřídka lemovány trichomy (b, c, d), nektária prohnutá s hákovitě zatočenou ostruhou (e), karpely řídce pýřité (f), poupata lysá, hruškovitého tvaru (h).
17. Variabilita velikosti genomu u *Aconitum*: relativní velikost genomu 314 jedinců z Krkonoš. Jsou dobře viditelné celkem 3 hybridní rostliny *A. × exaltatum*
18. Variabilita velikosti genomu u *Aconitum*: relativní velikost genomu 133 jedinců z Beskyd. Jsou dobře viditelné celkem 6 hybridních rostlin *A. × berdaui*
19. Histogram relativní fluorescence simultánní analýzy tří zaznamenaných cytotypů z Beskyd. První pík odpovídá *A. variegatum* (a), třetí *A. f.* subsp. *moravicum* (c) a intermediární pík hybridu *A. × berdaui* (b).

20. Boxplot znázorňuje relativní velikost genomů pro různé skupiny ploidní úrovně jednotlivých vzorků.
21. Violin ploty znázorňují šířku rozptylu fluorescenčních hodnot u jednotlivých taxonů, přičemž hybridy vykazují výrazně užší distribuci než rodičovské taxony.
22. Rozdělení relativní velikosti genomu pro *A. variegatum* pro všechny početně významné populace: K - Krkonoše, B- Beskydy, J - Jeseníky/název populace/ Č - čistá, M - mix
23. Rozdělení relativní velikosti genomu pro *A. variegatum* pro všechny smíšené a čisté populace.
24. Rozdělení relativní velikosti genomu pro *A. variegatum* v početně významných populacích v Beskydech a Krkonoších.
25. Rozdělení relativní velikosti genomu pro *A. plicatum* pro všechny početně významné populace: K- Krkonoše, J - Hrubý Jeseník/název populace/Č - čistá, M - mix
26. Rozdělení relativní velikosti genomu pro *A. plicatum* pro tři početně významné a množstevně srovnatelné populace pro porovnání čisté a smíšené populaci.
27. Rozdělení relativní velikosti genomu pro *A. firmum* subsp. *moravicum* pro dvě početně významné a množstevně srovnatelné populace: Čeladenka/Č - čistá, a Radegast/M - mix.
28. Příklad historamů z průtokového cytometru relativní intenzity fluorescence získaný analýzou jader embrya (em) a endospermu (en). Vzorek KRNAP_33AP/11a, celé semeno, příklad neúspěšné analýzy, kde nebyl zaznamenán pík pro embryo (a), příklad malého množství endospermu a embrya v semeni *A. plicatum*, vzorek KRNAP_49AP (b), příklad úspěšné analýzy s viditelným embryem a endospermem pro *A. firmum* subsp. *moravicum*, vzorek BESK_9AF/11a (c), příklad úspěšné analýzy pro *A. variegatum*, vzorek KRNAP_165AV/11a (d).
29. Mikroskopické snímky pylu po obarvení pomocí Alexandrova barviva. Šipky označují abortovaná zrna, tj. neobarvená nebo deformovaná. Je zřetelně vidět snížená fertilita pylu u triploidních hybridů *A. × berdaui*, vzorek: BESK_147AH (a), zvětšení 20x, vzorek č. 127AH (b), zvětšení 40x. A pro porovnání vzorek fertilního pylu *A. plicatum*, KRNAP2_38AP (c), zvětšení 20x, a KRNAP2_186AP, zvětšení 40x (d).
30. Boxplot pro determinující diakritický znak: tvar poupat. Nejsvětlejší body jsou pro *A. variegatum*, tmavší pro *A. plicatum* a *A. firmum* subsp. *m.*, nejtmavší je pak hybrid, jasně ukazující intermediární charakter tvaru poupat: spíš vytáhlý, hruška.
31. Boxplot znázorňující pýřitost poupat. Nejsvětlejší body reprezentují *A. variegatum*, tmavší odpovídají *A. plicatum* a *A. firmum* subsp. *moravicum*, zatímco nejtmavší barva představuje hybridní jedince. Výsledky ukazují, že hybrid se výrazně přiklání k charakteristice *A. variegatum*, oba mají poupata lysá.
32. Boxplot znázorňující tvar nektárií u jednotlivých taxonů. Nejsvětlejší body představují *A. variegatum*, tmavší odpovídají *A. plicatum* a *A. firmum* subsp. *moravicum*, zatímco nejtmavší body patří hybridům. Výsledky ukazují, že v tomto znaku se hybrid přiklání k

A. firmum subsp. *moravicum*, což se projevuje charakteristickým znakem prohnutých nektárií sdíleným s tímto taxonem.

33. Boxploty znázorňují rozložení hodnot vybraných diagnostických znaků (pýřitost poupat, tvar poupat a tvar nektárií) u taxonů rodu *Aconitum* v oblastech Beskyd (*A. firmum* subsp. *moravicum*, *A. variegatum*, *A. × berdaui*) a Krkonoš (*A. plicatum*, *A. variegatum*). Nejsvětější body představují *A. variegatum*, tmavší *A. f.* subsp. *m.* nebo *A. plicatum*, a oranžové hybridy, které často sdílejí klíčové znaky s jedním z rodičů nebo vykazují intermediární charakter.
34. Rozdělení relativní velikosti genomu pro *A. variegatum* mezi soubory lokalit z Krkonoš, Beskyd a Hrubého Jeseníku a srovnání čistých populací v Krkonoších a Beskydech.
35. Úvaha o možnostech záměny hybridních jedinců s jedinci, vzniklými neredukovanou gametou.
36. Vyskyt na rostlině *Aconitum firmum* subsp. *moravicum* kyjatky stračkové, *Delphinobium junackianum*, která je specifická pro tento druh a jeho hybridy; Beskydy, 2023.
37. Biotopy rostlin rodu *Aconitum*: Labského dolu, což je typický ledovcový kar Labský důl, 1000–1300 m n. m. Chladnější podmínky s vysokou vlhkostí a stálým přísunem vody z tání sněhu. Vegetace zde zahrnuje zejména zónu květnaté tundry, horské louky a prameniště, často s výskytem vegetace svazu *Calamagrostion villosae* a *Mulgedio-Aconitetea* (a, b, c, d). Lokalita ledovcového karu Velká kotlina Hrubém Jeseníku se sněhovými vyležisky, vysokobylinnými nivami a subalpinskými vysokostébelnými trávníky (e).

X. Seznam použité literatury.

1. Adams, K. L., & Wendel, J. F. (2005): Polyploidy and genome evolution in plants. *Current Opinion in Plant Biology*, 8(2), 135–141. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2005.01.001>
2. Aeschimann, D., Lauber, K., Moser, D. M., & Theurillat, J.-P. (2004): *Flora alpina: Atlas des 4500 plantes vasculaires des Alpes*. Volume 1: Lycopodiaceae–Apiaceae (pp. 128–134). Photographies en couleurs de Konrad Lauber et croquis d'André Michel.
3. Afify, A. (1933): Chromosome form and behavior in diploid and triploid *Aconitum*. *Journal of Genetics*, Garter. 27, 293–318., <https://www.ias.ac.in/article/fulltext/jgen/027/02/0293-0318>
4. Afify, A. (1939): Chromosome form and behavior in tetraploid *Aconitum*. *Journal of Genetics*, 36(3), 373–394. <https://www.ias.ac.in/article/fulltext/jgen/036/03/0373-0394>

5. Ali, S., Chouhan, R., Sultan, P., Qazi, P., & Gandhi, S. (2021): A comprehensive review of phytochemistry, pharmacology and toxicology of the genus *Aconitum* L. *Advances in Traditional Medicine*, 23. <https://doi.org/10.1007/s13596-021-00565-8>
6. Alix, K., Gérard, P. R., Schwarzacher, T., & Heslop-Harrison, J. S. P. (2017): Polyploidy and interspecific hybridization: Partners for adaptation, speciation and evolution in plants. *Annals of Botany*, 120(2), 183–194. <https://doi.org/10.1093/aob/mcx079>
7. Allendorf, F. W., Leary, R. F., Spruell, P., & Wenburg, J. K. (2001): The problems with hybrids: Setting conservation guidelines. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(11), 613–622. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(01\)02290-X](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(01)02290-X) & #8203;::contentReference[oaicite:0]{index=0}.
8. Allen, C. D., Balice, R. G., Romme, W. H., Kastens, J. H., Floyd, M. L., Belnap, J., Anderson, J. J., Myers, O. B., & Meyer, C. W. (2005): Regional vegetation die-off in response to global-change-type drought. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(42), 15144–15148. <https://doi.org/10.1073/pnas.0505734102>
9. Alston, R. E., & Turner, B. L. (1962): New techniques in analysis of complex natural hybridization. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 48, 130–137.
10. Anderson, E. (1953). Introgressive hybridization. *Biological Reviews*.
11. Anderson, E., & Stebbins, G. L. Jr. (1954): Hybridization as an evolutionary stimulus. *Evolution*, 8, 378–388.
12. Androsova, D. N./Андросова, Д. Н., & Данилова, Н. С. (2016): Прорастание семян видов сем. Ranunculaceae флоры Якутии. *Научный журнал КубГАУ*, 120. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/prorastanie-semyan-vidov-sem-ranunculaceae-flory-yakutii>
13. Anmol, G., Aggarwal, M., Sharma, M., Singh, R., Shivani, & Upendra S. (2024): Ethnopharmacologically important highly subsidized Indian medicinal plants: Systematic review on their traditional uses, phytochemistry, pharmacology, quality control, conservation status and future prospective. *Journal of Ethnopharmacology*, 320, 117385. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2023.117385>
14. Antón, S., Denisow, B., Milaniuk, K. (2014): Flowering, pollen production and insect visitation in two *Aconitum* species (Ranunculaceae) – *Acta Agrobotanica* 67(2): 3–12
15. Arnold, M. L. (1997): *Natural Hybridization and Evolution*. Oxford University Press.
16. Arnold, M. L., & Hodges, S. A. (1995): Are natural hybrids fit or unfit relative to their parents? *Trends in Ecology & Evolution*.
17. Arrigo, N., Bétrisey, S., Graf, L., et al. (2016): Hybridization as a threat in climate relict *Nuphar pumila* (Nymphaeaceae). *Biodiversity and Conservation*, 25, 1863–1877. <https://doi.org/10.1007/s10531-016-1165-z>

18. Atlagić, J., Terzić, S., & Jeromela, A. (2012): Staining and fluorescent microscopy methods for pollen viability determination in sunflower and other plant species. *Industrial Crops and Products*, 35, 88–91.
19. Baduel, P., Bray, S., Vallejo-Marin, M., Kolář, F., & Yant, L. (2018): The “Polyploid Hop”: Shifting challenges and opportunities over the evolutionary lifespan of genome duplications. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 6. <https://doi.org/10.3389/fevo.2018.00117>
20. Barlow, S. E., Wright, G. A., Ma, C., Barberis, M., Farrell, I. W., Marr, E. C., Brankin, A., Pavlik, B. M., & Stevenson, P. C. (2017): Distasteful nectar deters floral robbery. *Current Biology*, 27(16), 2552–2558.e3. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.07.012>
21. Barton, N. H., & Hewitt, G. M. (2003): Analysis of hybrid zones. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 16, 113–148. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.16.110185.000553>
22. Baskin, J. M., & Baskin, C. C. (2004): A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research*, 14(1), 1–16. <https://doi.org/10.1079/SSR2003150>
23. Begemann, F., & Hammer, K. (1994): (Eds.) Integration of conservation strategies of plant genetic resources in Europe: Proceedings of an international symposium on plant genetic resources in Europe held in Gatersleben, Germany, 6–8 December 1993.
24. Belwal, N., Sharma, V., Kamal, B., & Jadon, V. S. (2010): *Aconitum*: Need for sustainable exploitation (with special reference to Uttarakhand). *International Journal of Green Pharmacy*, 4. <https://doi.org/10.4103/0973-8258.74129>
25. Bisset, N. G. (1981): Arrow poisons in China. Part II. *Aconitum*—botany, chemistry, and pharmacology. *Journal of Ethnopharmacology*, 4(3), 247–336.
26. Björklund, M. (2013): The unpredictable impact of hybridization. *Journal of Evolutionary Biology*, 26, 274–275. <https://doi.org/10.1111/jeb.12023>
27. Blanche, C., Bosch, M., Molero, J., & Simon, J. (1997): Pollination ecology in tribe Delphineae (Ranunculaceae) in the Western Mediterranean area: Floral visitors and pollinator behavior. *Lagascalia*, 19(1–2), 545–562. Retrieved from [URL]
28. Bobrov, A., Butkuvienė, J., Chemeris, E., Patamsytė, J., Lambertini, C., Aučina, A., Sinkevičienė, Z., & Naugžemys, D. (2022): Extensive hybridization in *Ranunculus* section *Batrachium* (Ranunculaceae) in rivers of two postglacial landscapes of East Europe. *Scientific Reports*, 12. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-16224-0>
29. Boecklen, W. J., & Howard, D. J. (1997): Genetic analysis of hybrid zones: Number of markers and power of resolution. *Ecology*, 78, 2611–2616.
30. Bonanno, G., Ippolito, M., Moscarelli, A., et al. (2020): Accidental poisoning with *Aconitum*: Case report and review of the literature. *Clinical Case Reports*, 8, 696–698. <https://doi.org/10.1002/ccr3.2699>

31. Boroń, P., Wróblewska, A., Binkiewicz, B., & Mitka, J. (2020): Phylogeny of *Aconitum* subgenus *Aconitum* in Europe. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 89(3).
<https://doi.org/10.5586/asbp.8933>
32. Bosch, M., Simon, J., Molero, J., & Blanché, C. (1998): Reproductive biology, genetic variation and conservation of the rare endemic dysploid *Delphinium bolosii* (Ranunculaceae). *Biological Conservation*, 86(1), 57–66.
33. Brickell, C. (Ed.). (1989): *The Royal Horticultural Society gardener's encyclopaedia of plants and flowers*. Dorling Kindersley Ltd.
34. Briggs D. & Walters S. M. (2001): *Proměnlivost a evoluce rostlin*. – Univerzita Palackého, Olomouc
35. Brink, D. (1982): Tuberous *Aconitum* (Ranunculaceae) of the Continental United States: Morphological variation, taxonomy, and disjunction. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 109(1), 13–23. <https://doi.org/10.2307/2484463>
36. Brink, D. E., & Woods, J. A. (1997): *Aconitum*. In Flora of North America Editorial Committee (Ed.), *Flora of North America North of Mexico* (pp. 191–195). Oxford University Press.
37. Brown, M. R., Abbott, R. J., & Twyford, A. D. (2024): The emerging importance of cross-ploidy hybridisation and introgression. *Molecular Ecology*, 33(8).
<https://doi.org/10.1111/mec.17315>
38. Brownfield, L., & Köhler, C. (2011): Unreduced gamete formation in plants: mechanisms and prospects *Journal of Experimental Botany* 62 1659–1668
39. Březina, S., Hrázský, Z., Krause, D., Materna, J., Čejková, A., Josefovičová, A., Mikšlová, K., Harčariková, L., Horáková, V., Zavadil, V., & Zavadil, V. (2023): Alpínské bezlesí Krkonoš, české rodinné stříbro. *Ochrana přírody*, 2/2023, Datum vydání: 23. dubna 2023.
40. Bureš, L., Burešová, Z., & Novák, V. (1989): *Vzácné a ohrožené rostliny Jeseníků [Rare and endangered plants of the Jeseníky Mts.]*. Vol. 1. ČSOP.
41. Cappelletti, E. M., & Poldini, L. (1984): Seed morphology in some European aconites (*Aconitum*, Ranunculaceae). *Plant Systematics and Evolution*, 145, 193–201.
<https://doi.org/10.1007/BF00983948> in Kakkar, R. A., Azeezuddin, H. M., Parida, A. C., & Sharma, G. (2023). The known, unknown, and the intriguing about members of a critically endangered traditional medicinal plant genus *Aconitum*. *Frontiers in Plant Science*, 14.
42. Carscadden, K. A., Batstone, R. T., & Hauser, F. E. (2023): Origins and evolution of biological novelty.
43. Chandra, S., Chandola, V., Sultan, Z., Singh, C. P., Purohit, V. K., Nautiyal, B. P., & Nautiyal, M. C. (2022): Climate change adversely affects the medicinal value of *Aconitum* species in the Alpine region of the Indian Himalaya. *Industrial Crops and Products*, 186, 115277.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115277>

44. Chapagain, D. J., Meilby, H., & Ghimire, S. K. (2019): Plant density and life history traits of *Aconitum spicatum* in North-central Nepal: Effects of elevation and anthropogenic disturbances. *PeerJ*, 7, e7574. <https://doi.org/10.7717/peerj.7574>
45. Chapman, M. A., & Burke, J. M. (2007): Genetic divergence and hybrid speciation. *Evolution*, 61(7), 1773–1780.
46. Chester, M., Leitch, A. R., Soltis, P. S., & Soltis, D. E. (2010): Review of the application of modern cytogenetic methods (FISH/GISH) to the study of reticulation (polyploidy/hybridization). *Genes*, 1(2), 166–192. <https://doi.org/10.3390/genes1020166>
47. Chytrý, M. (2012): Vegetation of the Czech Republic: Diversity, ecology, history, and dynamics. *Preslia*, 84, 427–504.
48. Chytrý, M., Kučera, T., Kočí, M., Grulich, V., & Lustyk, P. (Eds.). (2010): *Katalog biotopů České republiky [Habitat catalogue of the Czech Republic]*. Ed. 2. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR.
49. Clo, J., Padilla-García, N., & Kolář, F. (2022): Polyploidization as an opportunistic mutation: The role of unreduced gametes formation and genetic drift in polyploid establishment. *Journal of Evolutionary Biology*, 35(8), 1099–1109. <https://doi.org/10.1111/jeb.14055>
50. Constantinidis, T., Psaras, G. K., & Kamari, G. (2001): Seed morphology in relation to infrageneric classification of *Consolida* (DC.) Gray (Ranunculaceae). *Flora*, 196, 81–100. [https://doi.org/10.1016/S0367-2530\(17\)30024-5](https://doi.org/10.1016/S0367-2530(17)30024-5)
51. Corlett, R. T. (2016): Plant diversity in a changing world: Status, trends, and conservation needs. *Plant Diversity*, 38(1), 10–16.
52. Danihelka, J., Chrtěk, J., Kaplan, Z., & Wild, J. (2011): Seznam jmen cévnatých rostlin použitých v nálezové databázi květeny České republiky. – *Preslia* 84: 667
53. Deb, S. K., Edger, P. P., Pires, J. C., & McKain, M. R. (2023): Patterns, mechanisms, and consequences of homoeologous exchange in allopolyploid angiosperms: A genomic and epigenomic perspective. *New Phytologist*.
54. Dhar, U., Manjkhola, S., Joshi, M., Bhatt, A., Bisht, A. K., & Joshi, M. (2002): Current status and future strategy for the development of medicinal plants sector in Uttarakhand, India. *Current Science*, 83(8), 956–964.
55. Doležel, J., Greilhuber, J., & Suda, J. (2007): *Flow cytometry with plant cells: Analysis of genes, chromosomes, and genomes*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
56. Ellstrand, N. C., & Schierenbeck, K. A. (2000): Hybridization as a stimulus for the evolution of invasiveness in plants? *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 97, 7043–7050. <https://doi.org/10.1073/pnas.97.13.7043>
57. Ellstrand, N. C., Whitkus, R., & Rieseberg, L. H. (1996): Distribution of spontaneous plant hybrids. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 93(10), 5090–5093. <https://doi.org/10.1073/pnas.93.10.5090>

58. Erst, A. (2020): Особенности прорастания семян и развития зародышей представителей семейства Ranunculaceae [Features of seed germination and embryo development of representatives of the family Ranunculaceae]. *Russian Journal of Developmental Biology*, 51(5), 1–10.
59. Fitzpatrick, B. M., Ryan, M. E., Johnson, J. R., Corush, J., & Carter, E. T. (2015): Hybridization and the species problem in conservation. *Current Zoology*, 61(1), 206–216. <https://doi.org/10.1093/czoolo/61.1.206>
60. Foin, T. C., Riley, S. P. D., Pawley, A. L., Ayres, D. R., Carlsen, T. M., Hodum, P. J., & Switzer, P. V. (1998): Improving recovery planning for threatened and endangered species: Comparative analysis of recovery plans can contribute to more effective recovery planning. *BioScience*, 48(3), 177–184. <https://doi.org/10.2307/1313263>
61. Forbis, T. A., Floyd, S. K., & Queiroz, A. D. (2002): The evolution of embryo size in angiosperms and other seed plants: Implications for the evolution of seed dormancy. *Evolution*, 56(11), 2112–2125. <https://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2002.tb00137.x>
62. Forrester, N. J., Rebolleda-Gómez, M., Sachs, J. L., & Ashman, T. L. (2020): Polyploid plants obtain greater fitness benefits from nutrient acquisition mutualism. *New Phytologist*, 227, 944–954. <https://doi.org/10.1111/nph.16574>
63. Fu, M., Wu, M., Qiao, Y., & Wang, Z. (2006): Toxicological mechanism of *Aconitum* alkaloids. *Die Pharmazie*, 61, 735–741.
64. Gawrońska, B., Marszałek, M., Kosiński, P., Podsiedlik, M., Bednorz, L., & Zeyland, J. (2023): No wonder, it is a hybrid. Natural hybridization between *Jacobaea vulgaris* and *J. erucifolia* revealed by molecular marker systems and its potential ecological impact. *Ecology and Evolution*, 13(9).
65. Gärdenfors, U., Hilton-Taylor, C., Mace, G. M., & Rodríguez, J. P. (2001): The applications of IUCN Red List criteria at regional level. *Conservation Biology*, 15, 1206–1212.
66. Gáyer, G. (1906): Magyar Bot. Lapok, 5, 122–137; 6, 286–303 (1907); 8, 114–206, 310–327 (1909).
67. Genovart, M. (2009): Natural hybridization and conservation. *Biodiversity and Conservation*, 18, 1435–1439.
68. Govaerts, R. (1995): *World Checklist of Seed Plants 1(1, 2): 1–483*, 529. MIM, Deurne.
69. Govaerts, R., Nic Lughadha, E., Black, N., Turner, R., & Paton, A. (2021): The World Checklist of Vascular Plants, a continuously updated resource for exploring global plant diversity. *Scientific Data*, 8, 215. <https://doi.org/10.1038/s41597-021-00997-6>
70. Gómez, J. M., González-Megías, A., Lorite, J., et al. (2015): The silent extinction: Climate change and the potential hybridization-mediated extinction of endemic high-mountain plants. *Biodiversity and Conservation*, 24, 1843–1857. <https://doi.org/10.1007/s10531-015-0909-5>

71. Grossfurthner, L. P., Milano, E. R., Hohenlohe, P. A., Waits, L. P., & Richardson, B. A. (2023): Population structure and hybridization under contemporary and future climates in a heteroploid foundational shrub species (*Artemisia tridentata*). *Frontiers in Plant Science*, 14, 1155868. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1155868>
72. Grulich, V. (2017): Červený seznam cévnatých rostlin ČR [The Red List of vascular plants of the Czech Republic]. *Příroda*, 35, 75–132.
73. Hansson, B., & Wicher, D. (2016): Chemical ecology in insects. In F. Zufall & S. D. Munger (Eds.), *Chemosensory Transduction* (pp. 29–45). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801694-7.00002-0>
74. Hao, D.-C. (2019): Genomics and evolution of medicinal plants. In *Ranunculales Medicinal Plants* (pp. 1–33). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-8142325.00001-6>
75. Hao, D.-C., Gu, X. J., & Xiao, P. G. (2015): Chemical and biological studies of *Aconitum* pharmaceutical resources. In *Medicinal Plants* (pp. 253–292). Woodhead Publishing.
76. Hassler, M., & Muer, T. (2022): *Flora Germanica: alle Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands in Text und Bild 1: 1–864*. Verlag Regionalkultur, Überstadt-Weiher.
77. Havelka, J., Horák, D., & Starý, P. (2011): Mšice vyhledávající endemický oměj tuhý moravský v Beskydech. *Živa*, 82(2).
78. Hegarty, M. J., & Hiscock, S. J. (2005): Hybrid speciation in plants: New insights from molecular studies. *New Phytologist*, 165, 411–423. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2004.01253.x>
79. Hegi, G. (1965–1974): *Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Ranunculales*. München: C. Hanser.
80. Heiss, A. G., Kropf, M., Sontag, S., & Weber, A. (2011): Seed morphology of *Nigella* s.l. (Ranunculaceae): Identification, diagnostic traits, and their potential phylogenetic relevance. *International Journal of Plant Sciences*, 172(2), 267–284. <https://doi.org/10.1086/657676>
81. Hejný, S., & Slavík, B. (Eds.). (1997): *Květena České republiky* (2nd ed.). Academia.
82. Hendry, A. P. (2009). Evolutionary biology: Speciation. *Nature*, 458, 162–164.
83. Hess, H. E., Landolt, E., & Hirzel, R. (1967): *Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete. Band 1: Pteridophyta bis Caryophyllaceae*. Basel und Stuttgart: Birkhäuser Verlag: 17–27
84. Heywood, V. H., & Iriondo, J. M. (2003): Plant conservation: Old problems, new perspectives. *Biological Conservation*, 113(3), 321–335. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(03\)00121-6](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(03)00121-6)
85. Holz, H., Segar, J., Valdez, J., & Staude, I. R. (2022): Assessing extinction risk across the geographic ranges of plant species in Europe. *Plants, People, Planet*, 4(3), 303–311.

86. Hong, Y., Gao, Q., Luo, Y., Luo, J.-P., Zhang, Y., Yuan, Q., & Yang, Q.-E. (2016): Karyology of *Aconitum* subgenus *Lycotium* (Ranunculaceae) from China, with a report of the new base chromosome number $x = 6$ in the genus *Aconitum*. *Nordic Journal of Botany*, 34, 441–454. <https://doi.org/10.1111/njb.00957>
87. Hong, Y., Luo, Y., Gao, Q., Ren, C., Yuan, Q., & Yang, Q. E. (2017): Phylogeny and reclassification of *Aconitum* subgenus *Lycotium* (Ranunculaceae). *PLOS ONE*, 12(1), e0171038. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171038>
88. Husband, B. C. (2004): The role of triploid hybrids in the evolutionary dynamics of mixed-ploidy populations. *Biological Journal of the Linnean Society*, 82, 537–546.
89. Ilaraslan, H., Ilaraslan, R., & Blanche, C. (1997): Seed morphology of genus *Delphinium*, L. (Ranunculaceae) in Turkey. *Collectanea Botanica*, 23, 79–95. <https://doi.org/10.3989/collectbot.1997.v23.68>
90. Ilnicki, J., & Mitka, J. (2011): Chromosome numbers in *Aconitum* sect. *Cammarum* (Ranunculaceae) from the Carpathians. *Caryologia*, 64, 446–452.
91. Ilnicki, T., & Mitka, J. (2009): Chromosome numbers in *Aconitum* sect. *Aconitum* (Ranunculaceae) from the Carpathians. *Caryologia*, 62, 198–203.
92. Jabbour, F., & Renner, S. S. (2011): Resurrection of the genus *Staphisagria* J. Hill, sister to all the other Delphinieae (Ranunculaceae). *PhytoKeys*, 7, 21–26.
93. Jabbour, F., & Renner, S. S. (2012): A phylogeny of Delphinieae (Ranunculaceae) shows that *Aconitum* is nested within *Delphinium* and that Late Miocene transitions to long life cycles in the Himalayas and Southwest China coincide with bursts in diversification. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 62(3), 928–942.
94. Jacquemart, A. L., Buyens, C., Hérent, M. F., Quetin-Leclercq, J., Lognay, G., Hance, T., et al. (2019): Male flowers of *Aconitum* compensate for toxic pollen with increased floral signals and rewards for pollinators. *Scientific Reports*, 9, 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53355-3>
95. Janeček, J. (2015): Taxonomická studie oměje tuhého moravského *Aconitum firmum* subsp. *moravicum* Skalický. *Program péče o ohrožené druhy rostlin karpatských toků*. Ms., záv. zpr., depon. in: ČSOP Salamandr, Rožnov pod Radhoštěm.
96. Janeček, J., Kočí, M., & Popelářová, M. (2023): Oměj tuhý moravský – endemit západních Karpat. *Živa*, 6(23). Nakladatelství Academia, SSČ AV ČR, v. v. i.
97. Jankovská, V., & Pokorný, P. (2008): Forest vegetation of the last full-glacial period in the Western Carpathians (Slovakia and Czech Republic). *Preslia*, 80, 307–324.
98. Jiao, Y., Wickett, N. J., Ayyampalayam, S., Chanderbali, A. S., Landherr, L., Ralph, P. E. & Pamphili, C. W. (2011): Ancestral polyploidy in seed plants and angiosperms. *Nature*, 473(7345), 97–100. <https://doi.org/10.1038/nature09916>

99. Jonsell, B. (Ed.). (2001): *Flora Nordica. Volume 2: Chenopodiaceae to Fumariaceae*. Stockholm: The Bergius Foundation, The Royal Swedish Academy of Sciences.
100. Jyothi, A., Nagal, A., Bharati, A. S., & Rajalakshmi, R. (2016): Vatsanabha: An Agada perspective. *IAMJ*, 4(7), 1235–1241. Retrieved from http://www.iamj.in/posts/images/upload/1235_1241.pdf
101. Kadota, Y. (1987): A revision of *Aconitum* subgenus *Aconitum* (Ranunculaceae) of East Asia. Tokyo.
102. Kadota, Y. (2001): Systematic studies of Asian *Aconitum* (Ranunculaceae) VIII. Subgenus *Tangutica*, the fourth new subgenus of the genus *Aconitum* and a new species belonging to the subgenus *Tangutica*. *Journal of Japanese Botany*, 76, 183–192. Retrieved from http://www.jjbotany.com/pdf/JJB_076_183_192.pdf
103. Kakkar, R. A., Azeezuddin, H. M., Parida, A. C., & Sharma, G. (2023): The known, unknown, and the intriguing about members of a critically endangered traditional medicinal plant genus *Aconitum*. *Frontiers in Plant Science*, 14.
104. Kaplan, Z., Fehrer, J., Bambasová, V., & Hellquist, C. B. (2018): The endangered Florida pondweed (*Potamogeton floridanus*) is a hybrid: Why we need to understand biodiversity thoroughly. *PLOS ONE*, 13, e0195241. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195241>
105. Kellis, M., Birren, B. W., & Lander, E. S. (2004): Proof and evolutionary analysis of ancient genome duplication in the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *Nature*, 428, 617–624. <https://doi.org/10.1038/nature02444> In: Soltis, D. E., Buggs, R. J. A., Doyle, J. J., & Soltis, P. S. (2010): What we still don't know about polyploidy. *Taxon*, 59, 1387–1403. <https://doi.org/10.1002/tax.595006>
106. Király, G., Virók, V., & Molnár, V. A. (2011): *Új magyar fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei*. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvalő, 112-113
107. Kirschner J., Kirschnerová L. & Štěpánek J. (2007): Generally accepted plant names based on material from the Czech Republic and published in 1753–1820. – *Preslia* 79: 323–365.
108. Kita, Y., & Ito, M. (2000): Nuclear ribosomal ITS sequences and phylogeny in East Asian *Aconitum* subgenus *Aconitum* (Ranunculaceae), with special reference to extensive polymorphism in individual plants. *Plant Systematics and Evolution*, 225(1), 1–13. <https://doi.org/10.1007/BF00985455>
109. Kliment, J., Turis, P., & Janišová, M. (2016): Taxa of vascular plants endemic to the Carpathian Mts. *Preslia*, 88, 19-76.
110. Kočí, M. (2001): Subalpine tall-forb vegetation (*Mulgedio-Aconitetea*) in the Czech Republic: syntaxonomical revision. – *Preslia* 73: 289–331.
111. Koontz, J. A., Soltis, P. S. and Brunsfeld, S. J. (2001): Genetic Diversity and Tests of the Hybrid Origin of the Endangered Yellow Larkspur. *Conservation Biology*, 15: 1608-1618. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2001.00098.x>

112. Kong, H. H., Zhang, Y., Hong, Y., & Barker, M. S. (2017): Multilocus phylogenetic reconstruction informing polyploid relationships of *Aconitum* subgenus *Lycotconum* (Ranunculaceae) in China. *Plant Systematics and Evolution*, 303(6), 727–744.
<https://doi.org/10.1007/s00606-017-1406-y>
113. Krahulcová A. & Suda J. (2006): A modified method of flow cytometric seed screen simplifies the quantification of progeny classes with different ploidy levels. – *Biol. Pl.* 50: 457–460.
114. Krahulec, F. (2006): Species of vascular plants endemic to the Krkonoše Mts (Western Sudetes). *Preslia*, 78, 503–516.
115. Kramer, A. T., & Havens, K. (2009): Plant conservation genetics in a changing world. *Trends in Plant Science*, 14(11), 599–607. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2009.08.005>
116. Kron P., Suda J. & Husband B. C. (2007): Applications of flow cytometry to evolutionary and population biology. – *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 38: 847–876.
117. Krylov, P. N. /Крылов, П. Н. (1949): Флора Западной Сибири: Руководство к определению западно-сибирских растений. Вып. I–II. Вып. 5: Alzooaceae - Berberidaceae. При сотрудничестве Б. К. Шишкина, Л. П. Сергиевской, Е. И. Штейнберг и И. М. Крашенинникова. Томск: Издание Томского государственного университета им. В. В. Куйбышева и Ботанической секции Томского общества испытателей природы. Retrieved from <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000634899>
118. Kubát, K., Hrouda, L., Chrtek, J. Jr., Kaplan, Z., Kirschner, J., & Štěpánek, J. (Eds.). (2002): Klíč ke květeně České republiky [Key to the Flora of the Czech Republic]. Academia.
119. Kuneš, P. (2008): Předneolitická krajina, vegetace a role moderního člověka ve střední Evropě. *Živa*, 4, 146–147.
120. Larson, E. L., Tinghitella, R. M., & Taylor, S. A. (2019): Insect hybridization and climate change. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7, 11. <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00348>
121. Lavrenov, V. K. / Лавренов В. К., Лавренова Г. В. (2009): Современная энциклопедия лекарственных растений. — М.: ЗАО «ОЛМА Медиа Групп», — С. 22. — 272 с. — ISBN 978-5-373-02547-8
122. Lin, G., McCormack, M. L. and Guo, D. (2015): Arbuscular mycorrhizal fungal effects on plant competition and community structure. *J Ecol*, 103: 1224–1232.
<https://doi.org/10.1111/1365-2745.12429>
123. Levin, D. A., Francisco-Ortega, J. & Jansen, R. K. (1996): Hybridization and the extinction of rare plant species. *Conservation Biology* 10: 10–16.
124. Levin, D. A., (1983): Polyploidy and novelty in flowering plants. *Am. Nat.* 122:1–25
125. López-Caamal, A., & Tovar-Sánchez, E. (2014): Genetic, morphological, and chemical patterns of plant hybridization. *Revista Chilena de Historia Natural*, 87, 16.
<https://doi.org/10.1186/s40693-014-0016-0>

126. Loureiro, J., Trávníček, P., Rauchová, J., Urfus, T., Vít, P., Štech, M., Castro, S., & Suda, J. (2010): The use of flow cytometry in the biosystematics, ecology and population biology of homoploid plants. *Preslia*, 82, 3–21.
127. Luo, Y., Zhang, F., & Yang, Q. (2005): Phylogeny of *Aconitum* subgenus *Aconitum* (Ranunculaceae) inferred from ITS sequences. *Plant Systematics and Evolution*, 252, 11–25.
128. Lyu, R., He, J., Luo, Y., Lin, L., Yao, M., Cheng, J., Xie, L., Pei, L., Yan, S., & Li, L. (2021): Natural hybrid origin of the controversial "species" *Clematis* × *pinnata* (Ranunculaceae) based on multidisciplinary evidence. *Frontiers in Plant Science*, 12, 745988.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2021.745988>
129. Magyari, E. K., Kunes, P., Jakab, G., Sávár, T., & Braun, M. (2014): Late Pleniglacial vegetation in Eastern-Central Europe. *Quaternary Science Reviews*, 94, 29–43.
130. Mallet, J. (2007): Hybrid speciation. *Nature*, 446, 279–283.
<https://doi.org/10.1038/nature05706>
131. Matzk, F., Meister, A., & Schubert, I. (2000): An efficient screen for reproductive pathways using mature seeds of monocots and dicots. *The Plant Journal*, 21, 97–108.
132. Maevsky, P. (1917): Маевский П. Ф., *Флора Средней России: Иллюстрированное руководство к определению среднерусских семенных и сосудистых споровых растений* (5-е исправленное и дополненное издание Д. И. Литвиновым). Москва: Издание М. и С. Сабашниковых.
133. Mayr, E. (1942): *Systematics and the origin of species*. New York: Columbia University Press.
134. Melnyk, V. I., Baransky, O. R., Batochenko, V. M., Volodymyrets, V. O., Dovhopola, L. I., & Melnychenko, N. V. (2023): *Aconitum lasiocarpum* and *A. variegatum* (Ranunculaceae) populations near the eastern limits of their ranges in the lowlands of Ukraine. *Biosystems Diversity*, 31(1), 28–33. <https://doi.org/10.15421/012304>
135. Mihok, C., Antal, D. S., & Csödö, C. (2005): The repartition of *Aconitum* species throughout the Romanian Carpathians. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 3, 26–28.
136. Mirek, Z., Piękoś-Mirkowa, H., Zając, A., & Zając, M. (2020): *Vascular plants of Poland: An annotated checklist* (pp. 1–526). W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences.
137. Mitka, J. (2000): Systematyka *Aconitum* subgen. *Aconitum* w Karpatach Wschodnich [Systematics of *Aconitum* subgen. *Aconitum* in the Eastern Carpathians]. *Roczniki Bieszczadzkie*, 9, 79–116.
138. Mitka, J., & Starmühler, W. (2000): Phenetic variability of *Aconitum lasiocarpum* (Rchb.) Gayer (Ranunculaceae): Extension of taxonomic and geographic borders. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 69(2), 145–155. <https://doi.org/10.5586/asbp.2000.017>
139. Mitka, J. (2003): *The genus Aconitum* (Ranunculaceae) in Poland and adjacent countries: A phenetic-geographic study. Cracow: Institute of Botany of Jagiellonian University.

140. Mitka, J., Sutkowska, A., Ilnicki, T., & Joachimiak, A. (2007): Reticulate evolution of high-alpine *Aconitum* (Ranunculaceae) in the Eastern Sudetes and Western Carpathians (Central Europe). *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 49(2), 15–26.
141. Mitka, J. (2008): *Aconitum moldavicum* Hacq. (Ranunculaceae) and its hybrids in the Carpathians and adjacent regions // *Roczniki Bieszczadzkie*, 16, – Pp. 233–252
142. Mitka, J., Bąba, W., Boroń, P., Ilnicki, T., Sutkowska, A., & Wróblewska, A. (2013): Evolutionary links between the Sudeten and Western Carpathian *Aconitum* sect. *Aconitum*. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 55, 57.
143. Mitka, J. (2014): *Aconitum*. Institute of Nature Conservation of the Polish Academy of Sciences. [Accessed 22 July 2024].
144. Mitka, J., Boroń, P., Novikoff, A., & Wróblewska, A. (2016): Two major groups of chloroplast DNA haplotypes in diploid and tetraploid *Aconitum* subgen. *Aconitum* (Ranunculaceae) in the Carpathians. *Modern Phytomorphology*, 9(Suppl.), 5–15.
145. Mitka, J., Novikoff, A., & Rottensteiner, W. K. (2021): The taxonomic circumscription of *Aconitum* subgenus *Aconitum* (Ranunculaceae) in Europe.
146. Mitka, J., Boroń, P., Warzecha, T., Stachurska-Swakoń, A., & Sutkowska, A. (2023): Limited gene flow in adjacent valleys and genetic introgression in a mountain hybrid zone between *Aconitum* (Ranunculaceae) species. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 92(1), 1–13.
<https://doi.org/10.5586/asbp/177735>
147. Jäger, E. J. (Ed.). (2016): *Rothmaler - Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen: Grundband* (21st ed.). Heidelberg: Springer Spektrum: 311-312.
148. Li, L., & Kadota, Y. (2001): *Flora of China* (Vol. 6, pp. 149–222). Retrieved from http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=100300
149. Nägeli C. & Peter A. (1885): Die Hieracien Mittel-Europas. Monographische Bearbeitung der Piloselloiden mit besonderer Berücksichtigung der mitteleuropäischen Sippen. – R. Oldenbourg, München
150. Nesterenko, M. A. / Нестеренко, М.А., Колдаева, М.Н. (2006): Жизненные формы редких видов *Aconitum* Дальневосточной флоры // «Биоразнообразие: проблемы и перспективы сохранения». Материалы международной конференции 13-16 мая, посвященной 135-летию со дня рождения И. И. Спрыгина. Часть I, ПГПУ им. В. Г. Бельского.
151. Nikolaeva, M. G. (1966): Николаева М. Г., *Физиология глубокого покоя семян* [Physiology of deep seed dormancy] (Doc.dissert.). Komarov Botanical Institute, Leningrad.
152. Nikolajeva, M. G. (1988): Николаева М. Г., Особенности прорастания семян растений из подклассов Magnoliidae, Ranunculidae, Caryophyllidae и Hamamelididae [Features of seed germination of plants from the subclasses Magnoliidae, Ranunculidae, Caryophyllidae, and Hamamelididae]. *Botanicheskii Zhurnal*, // Ботан. журнал, 73(4), 508–521.

153. Novikoff, A., & Mitka, J. (2011): Taxonomy and ecology of the genus *Aconitum* L. in the Ukrainian Carpathians. *Wulfenia*. 18. 37-61.
154. Nyirimigabo, E., Xu Y., Li, Y., Wang, Y., Agyemang, K., Zhang, Y. (2015): A review on phytochemistry, pharmacology and toxicology studies of *Aconitum*. *J Pharm Pharmacol*; 67(1):1-19. [doi:10.1111/jphp.12310](https://doi.org/10.1111/jphp.12310). Epub 2014 Sep 22. PMID: 25244533.
155. Orians, C. M. (2000): The effects of hybridization in plants on secondary chemistry: implications for the ecology and evolution of plant-herbivore interactions. *Am J Bot.*;87(12):1749-56. PMID: 11118409.
156. Ovidius. (1922): *Metamorphoses*, Translated by More, Brookes. Boston, Cornhill Publishing Co.
157. Park, S., An, B., & Park, S. (2020): Recurrent gene duplication in the angiosperm tribe Delphinieae (Ranunculaceae) inferred from intracellular gene transfer events and heteroplasmic mutations in the plastid *matK* gene. *Scientific Reports*, 10. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59547-6>
158. Parepa, M., Fischer, M., Krebs, C. and Bossdorf, O. (2014): Hybridization increases invasive knotweed success. *Evolutionary applications*, 7(3), 413-420
159. Peterson, R., Slovin, J.P., Chen, Ch. (2010): A simplified method for differential staining of aborted and nonaborted pollen grains. - *International J. Plant Biol.* 2010; 1:e13 [doi:10.4081/pb.2010.e13](https://doi.org/10.4081/pb.2010.e13)
160. Polívka, F. (1904): *Názorná květena zemí koruny české: Obsahující též čelnější rostliny cizozemské, pěstované u nás pro užitek a okrasu*. Svazek I. Nákladem R. Prombergera.
161. Porretta, D., & Canestrelli, D. (2023): The ecological importance of hybridization. *Trends in Ecology & Evolution*, 38(11), 1097–1108. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2023.07.003>
162. Procházka, F. (Ed.). (2001): *Černý a červený seznam cévnatých rostlin České republiky (stav v roce 2000)*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. ISBN 80–86064–52–2. ISSN 1211–3603.
163. Průša, D. (2005): *Chráněné rostliny České a Slovenské republiky*. Brno: Computer Press. ISBN 80-251-0262-9.
164. Quilodrán, C. S., Montoya-Burgos, J. I., & Currat, M. (2020): Harmonizing hybridization dissonance in conservation. *Communications Biology*, 3, 391. <https://doi.org/10.1038/s42003-020-1116-9>
165. Rieseberg, L. H., & Ellstrand, N. C. (1993): What can morphological and molecular markers tell us about plant hybridization? *Critical Reviews in Plant Sciences*, 12(3), 213–241.
166. Rieseberg, L. H. (1997): Hybrid origins of plant species. *Annual review of Ecology and Systematics*, 28(1), 359-389.
167. Rieseberg, L.H. (1995): The role of hybridization in evolution: old wine in new skins. *American Journal of Botany* 82, 944–953.

168. Rhymer, J.M. & Simberloff, D. (1996): Extinction by hybridization and introgression. *Ann Rev Ecol Syst* 27: 83-109
169. Seehausen, O. (2004): Hybridization and adaptive radiation. *Trends Ecol Evol* 19:198–207. [doi:10.1016/j.tree.2004.01.003](https://doi.org/10.1016/j.tree.2004.01.003)
170. Seitz, W. (1969): Die Taxonomie der *Aconitum napellus*-Gruppe in Europa. *Feddes Repert.*;80(1):1-76. <http://dx.doi.org/10.1002/fedr.19690800102>
171. Shang, Z. & Tang, Y. & Long, R. (2011): Allelopathic effect of *Aconitum pendulum* (Ranunculaceae) on seed germination and seedlings of five native grass species in the Tibetan Plateau. *Nordic Journal of Botany*. 29. 488 - 494. 10.1111/j.1756-1051.2011.01120.x.
172. Schönswetter, P., Suda, J., Popp, M., Weiss-Schneeweiss, H., Brochmann, C. (2007): Circumpolar phylogeography of *Juncus biglumis* (Juncaceae) inferred from AFLP fingerprints, cpDNA sequences, nuclear DNA content and chromosome numbers. *Molecular Phylogenetics and Evolution*
173. Shrestha, U. B., Shrestha, B. B., Ghimire, S., Nepali, K., & Kunwar, R. M. (2022): Conservation, Cultivation, and Sustainable Utilization of Lesser-Known Plants in Nepal. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/357331954_Conservation_Cultivation_and_Sustainable_Utilization_of_Lesser_Known_Plants_in_Nepal
174. Siljak-Yakovlev, S., Pustahija, F., Šolić, E. M., Bogunić, F., Muratović, E., Bašić, N., Catrice, O., & Brown, S. C. (2010): Towards a genome size and chromosome number database of Balkan flora: C-values in 343 taxa with novel values for 242. *Advanced Science Letters*, 3(2), 190–213. <https://doi.org/10.1166/asl.2010.1115>
175. Skalický, V. (1982): Notulae systematicae, diagnosticae et nomenclatoricae ad *Aconitum* generis investigationem pertinentes. – *Preslia* 54: 115–122
176. Skalický, V. (1985): Taxonomische und nomenklatorische Bemerkungen zu Gattungen *Aconitum* L. und *Pulsatilla* Mill. – *Preslia* 57: 135–143.
177. Skalický, V. (1988): *Aconitum* L. – oměj. – In: Hejný, S., Slavík, B., Chrtěk, J., Tomšovic P. & Kovanda M. (eds), *Květena České socialistické republiky* 1, p. 392–402, Academia, Praha.
178. Smith, A. C., Hoischen, A., Raca, G. (2023): Cytogenetics Is a Science, Not a Technique! Why Optical Genome Mapping Is So Important to Clinical Genetic Laboratories. *Cancers* (Basel)., Nov 19;15(22):5470. [doi:10.3390/cancers15225470](https://doi.org/10.3390/cancers15225470), PMID: 38001730; PMCID: PMC10670395.
179. Soltis, P. S., & Soltis, D. E. (2009): The role of hybridization in plant speciation. *Annual Review of Plant Biology*, 60(1), 561–588. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.043008.092039>
180. Soltis, D. E., Buggs, R. J. A., Doyle, J. J., and Soltis, P. S. (2010): What we still don't know about polyploidy. *Taxon*, 59: 1387-1403. <https://doi.org/10.1002/tax.595006>

181. Soltis, P. S., & Gitzendanner, M. (2001): Molecular systematics and the conservation of rare species. *Conservation Biology*, 13(2), 471–483.
<https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.97286.x>
182. Srivastava, N., Sharma, V., Kamal, B., & Jadon, V. S. (2010): *Aconitum*: Need for sustainable exploitation (with special reference to Uttarakhand). *International Journal of Green Pharmacy*, 4(4), 220–228. Medknow Publications. <https://doi.org/10.4103/0973-8258.74129>
183. Stace, C.A., Preston, C.D. & Pearman, D.A. (2015): Hybrid flora of the British isles: 1-501. Botanical Society of Britain and Ireland.
184. Starmühler, W. (1996): Beitrag zur Kenntnis des *Aconitum pilipes* (Ranunculaceae) und seiner Hybriden. *Willdenowia*, 26(1/2), 169–182. <https://doi.org/10.3372/wi.26.2604>
185. Starmühler, W. (1998): Ranunculaceae subtrib. Delphiniinae exsiccatae, *Fasc. 3 (Nr. 41–60)*. *Fritschiana*, 13, 1–10.
186. Starmühler, W., Mitka, J. (2001): Systematics and chorology of *Aconitum* sect. *Napellus* (Ranunculaceae) and its hybrids in the Northern Carpathians and Forest Carpathians. *Thaiszia*; 10:115-136.
187. Suda, J. (2004): An employment of flow cytometry into plant biosystematics. – Ms. [Dokt. práce; depon. in: Knihovna katedry botaniky PfF UK, Praha].
188. Suda, J. & Trávníček, P. (2006): Reliable DNA ploidy determination in dehydrated tissues of vascular plants by DAPI flow cytometry: new prospects for plant research. – *Cytometry*, part A, 69A/4: 273–280.
189. Suda, J. & Pyšek, P. (2010): Flow cytometry in botanical research: introduction. – *Preslia* 82: 1–2.
190. Suda, J. (2011): Průtoková cytometrie a její využití v botanice. – *Zprávy Čes. Bot. Společ.* 46, Materiály 25: 21–42
191. Sun, R.-T., Zhang, Z.-Z., Zhou, N., Srivastava, A., Kuča, K., Abd-Allah, E. F., Hashem, A., & Wu, Q.-S. (2021): A review of the interaction of medicinal plants and arbuscular mycorrhizal fungi in the rhizosphere. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 49(3), 12454. <https://doi.org/10.15835/nbha49312454>
192. Sutkowska, A., Warzecha, T., Mitka, J., (2017a): Genetic Variation of *Aconitum* sect. *Aconitum* (Ranunculaceae) at a Macrogeographical Scale in the Carpathians, *Polish Journal of Ecology*, 10.3161/15052249PJE2017.65.1.006, 65, 1, (57-68).
193. Sutkowska, A. & Boroń, P. & Warzecha, T. & Deębowski, J. & Mitka, J. (2017b): Hybridization and introgression among three *Aconitum* (Ranunculaceae) species of different ploidy levels in the Tatra Mountains (Western Carpathians): Hybridization in *Aconitum*. *Plant Species Biology*. 32. 10.1111/1442-1984.12162.

194. Sutkowska, A., Boroń, P., Warzecha, T., & others. (2021): Massive genetic introgression among *Aconitum* (Ranunculaceae) species in a mountain hybrid zone. *Authorea*.
<https://doi.org/10.22541/au.162030593.37447894/v1>.
195. Šmarda, P., Knápek, O., Březinová, A., Horová, L., Grulich, V., Danihelka, J., Veselý, P., Šmerda, J., Rotreklová, O., & Bureš, P. (2019): Genome sizes and genomic guanine+cytosine (GC) contents of the Czech vascular flora with new estimates for 1700 species. *Preslia*, 91(2), 117–142. <https://doi.org/10.23855/preslia.2019.117>
196. Tamura, M. (1995): Ranunculaceae. In P. Hiepko (Ed.), *Die Natürlichen Pflanzenfamilien* (2nd ed., Vol. 17a (4), pp. 272–312). Berlin: Duncker & Humblot.
197. Todesco, M., Pascual, M.A., Owens, G.L., Ostevik, K.L., Moyers, B.T., Hübner, S., Heredia, S.M., Hahn, M.A., Caseys, C., Bock, D.G. and Rieseberg, L.H. (2016): Hybridization and extinction. *Evol Appl*, 9: 892-908. <https://doi.org/10.1111/eva.12367>
198. Tomaszewska, P., Pellny, T. K., Hernández, L. M., Mitchell, R. A. C., Castiblanco, V., de Vega, J. J., Schwarzacher, T., & Heslop-Harrison, P. J. S. (2021): Flow Cytometry-Based Determination of Ploidy from Dried Leaf Specimens in Genomically Complex Collections of the Tropical Forage Grass *Urochloa* s. l. *Genes*, 12(7), 957.
<https://doi.org/10.3390/genes12070957>
199. Thompson, J. D., Gaudeul, M. and Debussche, M. (2010): Conservation Value of Sites of Hybridization in Peripheral Populations of Rare Plant Species. *Conservation Biology*, 24: 236-245. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01304.x>
200. Thompson, J. D. & Gauthier, P. & Papuga, G. & Pons, V. & Debussche, M. & Farris, E. (2017): The conservation significance of natural hybridisation in Mediterranean plants: from a case study on *Cyclamen* (Primulaceae) to a general perspective. *Plant biology* (Stuttgart, Germany).
201. Tutin, T. G., Burges, N. A., Chater, A. O., Edmondson, J. R., Heywood, V. H., Heywood, V. H., Moore, D. M. et al. (1993): *Flora Europaea*. Cambridge University Press, Cambridge: 254-256.
202. Tynkevich, Y. & Biliai, D.V. & Volkov, R. (2022): Utility of the psbA–trnH Region for DNA Barcoding of *Aconitum anthora* L. and Related Taxa. *Faktori Eksperimental Noi Evolucii Organizmiv*. 31. 134-141. 10.7124/FEE0.v31.1450.
203. Utelli, A. B., Roy, B. A., Baltisberger, M. (1999): History can be more important than “pollination syndrome” in determining the genetic structure of plant populations: the case of *Aconitum lycoctonum* (Ranunculaceae). *Heredity*;82:574-584.
<http://dx.doi.org/10.1038/sj.hdy.6885070>
204. Utelli, A. B., Roy, B. A., Baltisberger, M. (2000): Molecular and morphological analyses of European *Aconitum* species (Ranunculaceae). *Pl Syst Evol* 224:195–212.
doi:10.1007/BF00986343

205. Vilà, M. & Weber, E. & D'Antonio, C. (2000): Conservation implications of invasion by plant hybridization. *Biol Inv* 2: 207-217. Biological Invasions - BIOL INVASIONS. 2. 10.1023/A:1010003603310.
206. Vít, P. (2014): Evolutionary and conservation consequences of interspecific hybridization in rare plant species. Disertační práce, vedoucí Suda, Jan. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Katedra botaniky.
207. Volkova V., (2016): The ontogenesis and the life-form of the *Aconitum krylovii* (Ranunculaceae) which is the endemic species of mountain Altai l., Central Siberian Botanical Garden, SB RAS, [DOI:10.21782/RMAR1995-2449-2016-4\(10-21\)](https://doi.org/10.21782/RMAR1995-2449-2016-4(10-21))
208. Wang, L., Abbott, R. J., Zheng, W., Chen, P., Wang, Y., Liu, J. (2009a): History and evolution of alpine plants endemic to the qinghai-Tibetan plateau: *Aconitum gymnandrum* (Ranunculaceae). *Mol. Ecol.* 18, 709–721. [doi:10.1111/J.1365-294X.2008.04055.X](https://doi.org/10.1111/J.1365-294X.2008.04055.X)
209. Wang, W., Lu, A. M., Ren, Y., Endress, M. E., & Chen, Z. D. (2009b): Phylogeny and classification of Ranunculales: Evidence from four molecular loci and morphological data. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 11(2), 81–110. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2009.01.001>
210. Wang, Wei & Liu, Yang & Yu, Sheng-Xiang & Gao, Tiangan & Chen, Zhiduan. (2013): *Gymnaconitum*, a new genus of Ranunculaceae endemic to the Qinghai-Tibetan Plateau. *Taxon*. 62. 713-722. 10.12705/624.10.
211. Wang, C. Y., Gan, D., Shu, Y., Mei, R. F., Liu, J. Q., Li, C. Z., Cai, L., Zhang, S. Q., Zhu, L., Zhou, H., Cai, L., & Ding, Z. T. (2024): Specialized metabolites of the endophyte *Annulohypoxylon areolatum* hosted by *Aconitum carmichaelii*. *Phytochemistry*, 228, 114251. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2024.114251>
212. Warncke, E. (1964): Beiträge zur Kenntnis der Ranunculaceae: *Aconitum* L. Beihefte zur Nova Hedwigia, 19, 1–192. in Hess, H. E., Landolt, E., & Hirzel, R. (1967). Flora der Schweiz (Vol. 1). Basel: Birkhäuser Verlag.
213. Wendel, J. F. (2015): The wondrous cycles of polyploidy in plants. *American Journal of Botany* 102: 1753–1756.
214. Williams, D. R., Balmford, A., & Wilcove, D. S. (2020): The past and future role of conservation science in saving biodiversity. *Conservation Letters*, 13(4), e12720. <https://doi.org/10.1111/conl.12720>
215. Windham, M. D., Pryer, K. M., Poindexter, D. B., Li, F.-W., Rothfels, C. J., & Beck, J. B. (2020): A step-by-step protocol for meiotic chromosome counts in flowering plants: A powerful and economical technique revisited. *Applications in Plant Sciences*, 8(4), e11342.
216. Wissemann, V. (2007): Plant evolution by means of hybridization. *Systematics and Biodiversity - SYST BIODIVERS*. 5. 243-253.

217. Whitney, K. D., Ahern, J. R., Campbell, L. G., Albert, L. P., & King, M. S. (2010): Patterns of hybridization in plants. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 12(3), 175–182. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2010.02.002>
218. *Webbia: Journal of Plant Taxonomy and Geography*, 76(1). (2021): Florence: Firenze University Press. https://doi.org/10.36253/jopt76_1
219. Wong, E. L. Y., Hiscock, S. J., & Filatov, D. A. (2022): The role of interspecific hybridisation in adaptation and speciation: Insights from studies in *Senecio*. *Frontiers in Plant Science*, 13, 907363. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.907363>
220. Wróblewska, A. (2015): AFLP analysis reveals infraspecific phylogenetic relationships and population genetic structure of two species of *Aconitum* in Central Europe. 10.13140/RG.2.1.2507.6322.
221. Wu, X. B., & Smeins, F. E. (2000): Multiple-scale habitat modeling approach for rare plant conservation. *Landscape and Urban Planning*, 51(1), 11–28. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(00\)00095-5](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(00)00095-5)
222. Wu, X., Liu, Y., Zhang, Y., Gu, R. (2021): Advances in Research on the Mechanism of Heterosis in Plants. *Front Plant Sci*. Sep 27;12:745726. [doi:10.3389/fpls.2021.745726](https://doi.org/10.3389/fpls.2021.745726) PMID: 34646291; PMCID: PMC8502865.
223. Xia, C., Wang, M., Guan, Y., Li J. (2022): Comparative Analysis of the Chloroplast Genome for *Aconitum* Species: Genome Structure and Phylogenetic Relationships, *Frontiers in Genetics*, Vol. 13, ISSN=1664-8021
224. Youngbae, S., Kim, S., Park, C.-W. (1997): AFLP examination for putative hybrids between *Aconitum japonicum* ssp. *napiforme* and *A. jaluense* ssp. *jaluense* (Ranunculaceae). *Korean Journal of Plant Taxonomy* 27: 59–71
225. Yu, M., Yang, Y.-X., Shu, X.-Y., Huang, J., & Hou, D.-B. (2016): *Aconitum carmichaelii* Debeaux, cultivated as a medicinal plant in western China. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 63(7), 1077–1087. <https://doi.org/10.1007/s10722-016-0398-8>
226. Zahradníková, J. & Harčariková, L. (2013): Banka semen ohrožených druhů rostlin Krkonoš – klíčivost a hmotnost semen, část 2. *Opera Corcontica* 50: 119–142.
227. Zapfe, L. & Freeland, J. (2015): Heterosis in invasive F1 cattail hybrids (*Typha* × *glauca*). *Aquatic Botany*. 125. 10.1016/j.aquabot.2015.05.004.
228. Zhang, L., Xu, C., Liu, H. *et al.* (2023): Intermediate complex morphophysiological dormancy in seeds of *Aconitum barbatum* (Ranunculaceae). *BMC Plant Biol* 23, 350 <https://doi.org/10.1186/s12870-023-04357-x>
229. Zieliński, R. (1982): An electrophoretic and cytological study of hybridization between *A. napellus* ssp. *skerisorae* (2n = 32) and *A. variegatum* (2n = 16). I. Electrophoretic evidence. *Acta Soc Bot Pol.* 1982;51:453– 464. <http://dx.doi.org/10.5586/asbp.042>

Elektronické zdroje:

1. AOPK ČR (2024a): Nálezová databáze ochrany přírody. Copyright © 2024 Praha. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Dostupné z: <https://portal.nature.cz/w/druh-35094#/> [citováno 2024-11-14]. Výskyt a rozšíření druhů živočichů, rostlin a hub na území ČR.
2. AOPK ČR (2024b): Nálezová databáze ochrany přírody. Copyright © 2024 Praha. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Dostupné z: <https://portal.nature.cz/w/druh-35091#/> [citováno 2024-11-14]. Výskyt a rozšíření druhů živočichů, rostlin a hub na území ČR.
3. AOPK ČR (2024c): Nálezová databáze ochrany přírody. Copyright © 2024 Praha. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Dostupné z: <https://portal.nature.cz/w/druh-35085#/> [citováno 2024-11-14]. Výskyt a rozšíření druhů živočichů, rostlin a hub na území ČR.
4. AOPK ČR (2024d): Nálezová databáze ochrany přírody. Copyright © 2024 Praha. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Dostupné z: <https://portal.nature.cz/w/druh-35088#/> [citováno 2024-11-14]. Výskyt a rozšíření druhů živočichů, rostlin a hub na území ČR.
5. AOPK ČR (2024e): Nálezová databáze ochrany přírody. Copyright © 2024 Praha. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Dostupné z: <https://portal.nature.cz/w/druh-35083#/> [citováno 2024-11-14]. Výskyt a rozšíření druhů živočichů, rostlin a hub na území ČR.
6. Pladias (2024): databáze české flóry a vegetace. © 2014–2024 Pladias. [citováno 2024-11-14] Dostupné z: URL: <http://www.pladias.cz/>
7. NatureServe Network Biodiversity Location, Data accessed through NatureServe Explorer (2024): Copyright © 2024 NatureServe, Arlington, Virginia. Available: <https://explorer.natureserve.org/> [Accessed: 14.11.2024].
8. The Plant List (2013): Version 1.1. Published on the Internet; <http://www.plantlist.org/tpl1.1/search?q=ACONITUM> (accessed 16.11.2024).
9. The Royal Horticultural Society, (2024): © The Royal Horticultural Society 2024, <https://www.rhs.org.uk/> (Accessed 16.11.2024)
10. Plants of the World Online: Kew Science, (2024): © Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew, <https://powo.science.kew.org/> (Accessed 16.11.2024).
11. Plant DNA C-values Database. (2024): © Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. Available at: <https://cvalues.science.kew.org/> (Accessed 6.12.2024).
12. IUCN. (2024): The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2024-2. The IUCN Red List of Threatened Species™ ISSN 2307-8235 (online) [≤https://www.iucnredlist.org>](https://www.iucnredlist.org) ISSN 2307-8235 (Accessed 16.11.2024)
13. Bosch, M., J. Simon, J. López-Pujol & C. Blanché. (2022): onwards. DCDB: Delphinieae Chromosome Database v. 3.1. (last updated: 11.1.2024) <http://www.delphinieae.online> (Accessed 16.11.2024).

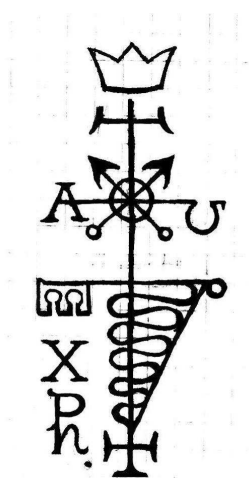
14. BOTANY.cz. In: BOTANY.cz [online]. (2010): autor: Jan Prančl [cit. 2010-19-10]. Dostupné z: <https://botany.cz/cs/reynoutria-bohemica/>
15. Flora of China. (2008): *Flora of China* (China: Missouri Botanical Garden Press, Science Press).
16. USDA, NRCS. (2024): The PLANTS Database from <http://plants.usda.gov> (Accessed: 06/11/2024). National Plant Data Team, Greensboro, NC USA.
17. Český hydrometeorologický ústav (CHMI). (2023, December 21): *Ročenka 2023: Meteorologie a klimatologie*. Retrieved from https://info.chmi.cz/Rocenka_2023m

Přílohy:

1. Etnobotanika a toxicita.

„Legenda praví, že takový modrý oměj obalený květy vyrostl do výšky dospělého muže ha hrobě zakladatele této asketické sekty, pověstného kardinála Napella, během jediné noci při měsíčním úplňku. Když hrob otevřeli, nenalezli jeho mrtvolu. Říká se, že se tento světec proměnil v květinu a od ní, jako od první, která se na zemi objevila, prý pochází ostatní...“

G. Meyrink, Kardinál Napellus, Praha, 1991



Obr. 1: Současné zobrazení okultního znaku *Aconitum*¹

Tradiční medicína a historické využití, kulturní odkazy a etnobotanika.

Oměj se může pyšnit bohatou a fascinující historií opředenou mýty, legendy a kulturními odkazy. V řecké mytologii je oměj spojován s Kerberem, tříhlavým hlídacím psem podsvětí, který podle legendy vyplivl sliny, ze kterých vyrostl oměj, když ho Héraklés vytáhl na povrch země, proto se říká, že je tato rostlina hojně rozšířena v okolí Heraclea v Pontu, kde prý stále najdeme vstup do podsvětí (Plinius, 1856). Tento mýtus zmiňuje i Homér ve své Iliadě a později jej rozvádí Ovidius v Proměnách, kde popisuje pokus čarodějnice Médei otrávit Thésea omějem

¹ <https://teufelskunst.com/about/>

a proměnu Arachné v pavouka po pokropení omějem Athénou (Ovidius, 1922). V historických textech se oměj často objevuje jako mocný jed. Ještě v Homérově Odyssei Athéna uvádí, že když se poprvé setkala s Odysseem, „hledal smrtelný jed (pravděpodobně oměj), kterým by pomazal své šípy s bronzovými hroty“ (Mann, 1992). Římský přírodovědec Plinius Starší psal, že tato rostlina roste na holých skalách známých jako „aeonæ“; kolem ní není ani prach, který by přispíval k její výživě. A tato skutečnost se pravděpodobně odráží i v jeho latinském názvu „aconitum“, odvozeném od „akon“, což znamená skála. Tento kořen, který je střední velikosti, připomíná mořskou rybu známou jako „cammarus“, což je důvod, proč někteří tuto rostlinu nazvali „cammaron“; zatímco jiní, pro dříve zmíněný důvod, ji nazvali „thelyphonon“. Kořen je mírně zakřivený, podobně jako ocas škorpióna, a proto někteří tuto rostlinu nazvali „scorpio“. Jiní ji zase nazvali „myoctonon“, protože její zápach zabíjí myši na značnou vzdálenost (Plinius, 1856). Římané a další starověké kultury využívali oměj jako jed pro šípy a otravy, což vedlo k jeho přezdívkám „flintwort“ nebo „stoneherb“ (Ovidius, 1922). Řecké slovo ἄκόνιτος, které je složeno z „ak“, = špičatý a „kônos“ = kužel, kde „akon“ znamená šipka nebo oštěp, pravděpodobně naznačuje podobný etymologický odkaz. Theofrastos, starověký řecký filozof a botanik, oproti tomu navrhoval, že název *Aconitum* pochází z města Akonae (Theophrastus, 1916), které leží v dnešním Turecku. Název by se též mohl vztahovat k hoře Akonitos v Pontu, kde podle mýtů rostl ten bájný oměj ze slin Kerbera (Ovidius, 1922). Tento příběh byl opakovaně zmiňován v literatuře, přispívajíc tak k povědomí o děsivém původu rostliny a jeho jedovatých vlastnostech.

Sběr omějů ve starověku zahrnoval složité rituály, aby se předešlo náhodné otravě, což odráží nebezpečnou povahu rostliny. Tyto rituály často zahrnovaly specifické modlitby a postupy pro bezpečné sklizení rostliny (Mayor, 2009). Oměj se spolu s dalšími jedovatými rostlinami, jako je bohlav a belladonna, údajně používal v létacích mastech čarodějnic, které mohly vyvolat halucinace o létání, nebo zvláštní pocity na kůži. Používání těchto látek se datuje do středověku a bylo zmiňováno v různých čarodějnických procesech a folklóru (Hatsis, 2015). Můžeme najít také název *hekateis*, podle řecké bohyně čarodějnictví Hekaté, která ho použila

jako první. Spojení oměju s Hekaté (v další podobě jako *Lycania*) vychází z jeho pověsti ve starověkých mýtech a folklóru jako rostliny spojené s čarodějnictvím a nekromancií, tedy sférami, kterým Hekaté předsedala, a byla uctívána používáním oměju při magických praktikách. Bezpochyby to bylo počátkem spojení mezi touto rostlinou a lykantropií, které bylo posíleno běžným používáním oměje jako vlčího jedu (Graves, 1955). V indoevropské kultuře najdeme odraz této skutečnosti v různých jazycích. Název rostliny v moderní angličtině zní jako Wolfsbane „wolfsbane“, nebo starohornoněmecké Luppegift, Luppewurz, kde luppi = smrtící šťáva, jed, nebo keltské lubi (Kluge & Davis, 1891), podobně jako latinské lupus = vlk, nebo řecké *lycoctonon*², které v doslovném překladu znamená vlkobijec.

Kromě toho, že byl široce používán jako jed do šípů při lovu, jeho schopnost rychle zabít byla využita i ve válečných konfliktech, například při otravách studní. Historické prameny uvádí, že poslední král Pergamonu Attalus III si v ústraní našel zálibu v pěstování léčivých a jedovatých rostlin, včetně jitrocele, čemeřice, bolehlavu a oměju. Je mu připisováno, že testoval jejich toxické vlastnosti na kamarádech a odsouzených k popravě (Wexler, 2015). Účelem tedy nebylo jen vědecké poznání o přípravě jedů a stanovení jejich smrtelných dávek, ale především jejich bezprostřední praktické využití v době, kdy politické soupeření a státní převraty nebyly nikterak vzácné. Podle autora známé *Historia plantarum* Theofrasta, zkušený traviči zvládli připravit oměj tak, že zabíjel za určitou dobu: dva měsíce, tři měsíce, a dokonce jeden nebo dva roky, což pravděpodobně nemá nic společného s realitou. (Wexler, 2015) Inuité a Aleuté mletím a fermentací kořenů omějů vyráběli jedy na své střely, stejně jako Ainové v severním Japonsku. V Číně se oměj používal k otravě zbraní od starověku až do 20. století. Ve starověké Indii „horským akonitem“ mazali hroty šípů a dodnes ho v Indii využívají pytláci k zabíjení slonů k získání slonoviny. Proti tomuto smrtelně jedovatému *Aconitum ferox*, který zmiňuje dokonce Ibn Sina (Sajadi & Sajadi, 2009), a známému v Himalájích jako *bish* nebo *bikh* (Jyothi et al., 2016) museli pastevce dokonce opatřit svoje ovce náhubky. V počátcích 19. století považovali nepálští Gurkhové tuto rostlinu za skvělou obranu proti nepřátelským útokům tak, že kontaminovali

² Etymologický slovník: <https://www.etymonline.com/>

studny rozdrčeným extraktem z omějů, čímž mohli otrávit celé armády. A během války mezi Španěly a Maury v roce 1483 arabští lukostřelci omotávali hroty šípů bavlnou napuštěnou omějem. Dokonce ještě za druhé světové války nacističtí vědci extrahovali akonitin k výrobě otrávených nábojů (Mayor, 2009).



Obr. 2. Illustration from a facsimile of a Song-period print of the Zhenghe version of the Zhengleibencao in the SERIES SIBU CONGKAN 四部叢刊. It shows the different marks of various layers of texts and commentaries to various types of Aconitum (wutou 烏頭).³

Stručně řečeno, oměj vždy byl rostlinou s dvojí povahou, koneckonců jako každý smrtelný jed, který je v kontrolovaných dávkách silným lékem. Důležitým aspektem kultury jedů bylo tedy lékařské využití, které lze vystopovat až k ajurvédskému léčení v předmoderní době. Již ve sbírce receptur vykopané v Mawangdui v jižní Číně (asi 168 let př. n. l.) nacházíme důkazy o raném lékařském využití omějů. Mezi více než dvěma sty látkami, které se v těchto recepturách objevují, je oměj, nazývaný *wuhui*, druhou nejpoužívanější drogou (jedenadvacetkrát), kterou předčila pouze skořice, *gui*. Navzdory své jedovatosti byl často používán v malých dávkách, a po úpravě pražením nebo máčením ve vodě kombinován s dalšími bylinami, jako je lékořice a

³ <http://www.chinaknowledge.de/Literature/Science/zhengleibencao.html>

zázvor aby se dále zmírnily škodlivé účinky při zachování terapeutických výhod. Používal se jako léčivo pro různé nemoci jako je zmírnění bolesti, tlumení zánětů a posilování srdce (Liu, 2021). Tiebangchui, směs sušených kořenů různých omějů, včetně *A. pendulum* a *A. flavum*, je již tisíce let důležitou součástí tibetské medicíny. Proslulý je svými mimořádnými farmakologickými vlastnostmi a tradičně se používá k léčbě nachlazení a bolesti. Různé metody zpracování, jako je napařování, vaření a smažení v písku, a tradiční postupy tibetské medicíny, včetně zpracování s tradičními odvary a vínem, účinně snižují toxicitu rostliny a zároveň zachovávají její léčivé vlastnosti (Hao et al., 2015).

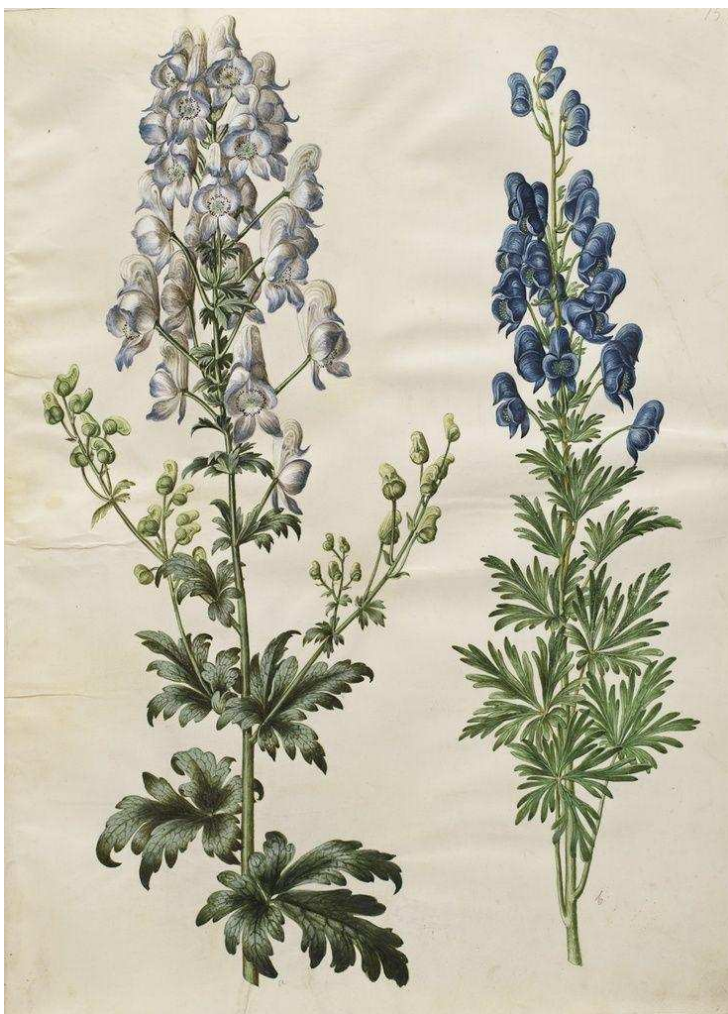
Ještě Plinius uváděl, že když se užije v teplém víně, neutralizuje jed škorpiona, ale zabije člověka, pokud v něm nenajde něco jiného k zabití (Plinius, 1856). Ájurvéda doporučovala vedle dalších rostlin *A. napellus* proti duševním chorobám, horečce, nádorům, ekzémům a infekcím (Wink, 1998). Ve starověké hinduistické medicíně byl oměj nazýván „ativisa“, což také odkazuje na jeho schopnost neutralizovat jiné jedy (Chakravarty & Chakravarty, 1954).

V tradiční čínské medicíně měl *Aconitum* mnoho jmen, podle toho, ve které roční době a které části rostliny byly sbírány: *fuzi*, *wutou*, *tianxiong*, *cezi*, *wuhui*, *jin* (Obr. 2). Byl vysoce ceněn pro své léčivé účinky, a byl tak jedním z nejčastěji předepisovaných léků, ačkoliv nesprávné použití mohlo být smrtelné. Není také divu, že v předmoderní Číně proto oměj často byl používán při vraždách, což z něj činilo docela rafinovaný způsob. Proto byla správná příprava klíčem k využití této mocné byliny (Liu, 2021). V oblasti pohoří Hengduan je 166 z 211 identifikovaných druhů endemických a hojně využívaných v tradiční čínské léčbě, nebo, jako je v případě *A. carmichaelii*, *A. nagarum*, *A. ouvardianum*, *A. stylosum* a *A. episcopale*, jako zdroj šípového jedu (Kakkar et al., 2023; Flora of China, 2008; Chakravarty & Chakravarty, 1954). Nejvýznamnější z nich je *A. carmichaelii*, oměj čínský, který byl po staletí spolu s *A. kusnezoffii* hlavním zdrojem čínských léčivých akonitových drog - „ts'ao wu“. Tyto drogy se používaly k léčbě široké škály onemocnění, včetně artritidy, revmatismu, horečky a bolesti (Bisset, 1984).

Současné etnobotanické studie ukazují, že lidové využití *Aconitum* spp. v Evropě je zmiňováno pouze zřídka. V 19. století byly tyto rostliny používány jak oficiální, tak lidovou medicínou. A tradice použití ethanolického extraktu z kořenů oměje známého ve Slovinsku jako „voukuc“ je sice stále živá a přetrvává, jeho současné využití je spíš vzácné (Povšnar, 2017).

Zato ve folklóru a literatuře Evropy byl oměj často vnímán jako symbol nebezpečí a tajemství. Například v anglické literatuře najdeme spojení s čarodějnictvím a temnými silami. V Shakespearově hře „Macbeth“ je jedovatý oměj jedním z ingrediencí čarodějnického lektvaru (Tabor, 1970). Díky své jedovatosti a významné roli v historii a mytologii zůstává oměj fascinujícím předmětem studia nejen pro botaniky a farmaceuty, ale i pro historiky a literární vědce. Jeho bohatý kulturní odkaz svědčí o jeho významu v různých epochách lidských dějin napříč různými kulturami.

V Čechách jsou rostliny rodu *Aconitum* známe pod názvem oměj, ve starších pramenech *woměj*, *omih*, *oměj*, *voměj*, nebo pol. *omięg*, což nás etymologicky pravděpodobně zavádí k jeho omamným účinkům (Polívka, 1904), podle st. českého slovesa *omiežditi* (otrávit), nebo *mězga* (míza; Machek, 1954 in Kolosova, 2011). Různé názvy omějů v slovanských jazycích jsou často odvozené z lexikálně-sémantické skupiny spojené s „pokrývkami hlavy“ pochopitelně díky tvaru květů. Český jazyk zde nabízí zajímavé příklady, jako je název *mnišek dobrý* (pro *Aconitum anthora*) a *mnišek zlý* (pro *Aconitum napellus*; Obr. 3), nebo například polské *mniszek* nebo slovinské *železni klobuk*, slovenské *prilbica* (Kolosova, 2011). Není jasné, jakým způsobem či proč bylo jméno biblického krále Šalamouna přiřazeno k oměji, Machek (1954, in Kolosova, 2011) však nabízí hypotézu, že k tomuto přenosu mohlo dojít skrze asociace s jinou jedovatou rostlinou, aronem (*Arum*), známým pod názvem *herba Salomonis*. Názvy omějů spojené s ptáky (čes. holúbky, pol. gołąbki) a koňmi (čes. kočárky, koníčky) odrážející barvu i tvar květů, potvrzují podobná fytonyma i v jiných jazycích (např. Pferdlein, z německého pohraničí je spojováno s dětskou hrou s výrobou koníčků z květu; Kolosova, 2011).



Obr. 3: Holtzbecker & Merian, 1649, *Aconitum variegatum*, *Aconitum napellus*, Statens Museum for Kunst

Chemické vlastnosti a toxicita.

For all things under the heaven, nothing is more vicious than the poison of aconite. Yet a good doctor packs and stores it, because it is useful. Masters of Huainan (second century BCE; Wexler, 2015)

Přestože používání alkaloidů z těchto rostlin bylo z velké části ukončeno ve 20. století (Brink, 1997), v posledních letech poptávka po léčivých a aromatických rostlinách rychle vyrostla kvůli zrychlenému místnímu, národnímu a mezinárodnímu zájmu. Jeden z nejvíce ceněných rostlinných rodů *Aconitum* se tak stává středem zájmu v oblasti bylinných léčiv (Malhotra, 2021), protože tyto rostliny jsou ceněny pro svůj potenciál léčit různá onemocnění, včetně poruch kardiovaskulárního a nervového systému, rakoviny a infekcí, což bylo potvrzeno

četnými farmakologickými studií. Mechanismy účinku zahrnují modulaci iontových kanálů, inhibici enzymů a ovlivnění signálních drah (Ali, 2021). Biosyntetické cesty a regulace produkce alkaloidů u *Aconitum* jsou z velké části neznámé. Interakce mezi rostlinami rodu *Aconitum* a s nimi spojenou mikrobiotou a vliv těchto interakcí na produkci bioaktivních látek zůstávají neprozkoumané (El-Shazly et al., 2016).

Velmi široké spektrum biologických aktivit, a zároveň i toxicita je způsobena množstvím specifickými bioaktivních diterpenoidních alkaloidů jako je akonitin, jesaconitin, neokonitin, hypakonitin, s nejvyšší koncentrací v hlízách a květech (Fu et al., 2006; Malhotra et al., 2021). Diterpenoidních alkaloidů, jako je akonitin, mesakonitin a hypakonitin, které se při tepelném nebo alkalickém zpracování rozkládají na benzoylakonin, akonin a pyroakonin. Tyto zpracované hlízy mají velmi vysoký terapeutický index, a proto jsou lepší pro lékařské použití (El-Shazly et al., 2016).

Oficiální droga v moderní medicíně se získává v chladnějších oblastech Německa, Španělska, a Švýcarska, Ruska a dalších zemí z omějů, které patří do složité skupiny *A. napellus* L. Droga se běžně používá na vnější a vnitřní aplikace (Chakravarty & Chakravarty, 1954). Akonitin má antiarytmické a analgetické účinky a používá se k léčbě srdečních poruch a bolesti. Jesaconitin má protizánětlivé a antipyretické vlastnosti a používá se k léčbě horečky a zánětů. Neokonitin má antispasmodické a bronchodilatační vlastnosti a používá se k léčbě astmatu a kašle (Malhotra, 2021).

Je však důležité zdůraznit, že všechny části rostlin jsou vysoce toxické a při požití mohou být smrtelné. Otravu převážně způsobuje nesprávná příprava a aplikace nebo požití bylinných nálevů, které obsahují deriváty kořenů (Bonanno, 2020). Alkaloidy z *Aconitum* vykazují několik klíčových mechanismů toxicity s typickými klinickými projevy otravy: blokáda napěťově řízených sodíkových kanálů, ovlivnění kardiovaskulárního systému (alkaloidy stimulují sympatický nervový systém, zvyšují srdeční frekvenci a kontraktilitu myokardu, nebo také vyvolat arytmie a hypertenze), neurotoxické účinky (poruchy koordinace pohybů, ospalost a v závažných případech paralýzou dýchacích svalů) a gastrointestinální toxicita (nevolnost,

zvracení, průjem a bolesti břicha; Fu, 2006). Hlavními příčinami smrti jsou refrakterní komorové tachyarytmie a asystolie (Bonanno, 2020). Léčba spočívá v podpůrné terapii, monitorování životních funkcí a podání specifického protijedu (atropinu). Prevence zahrnuje přísnou kontrolu kvality a bezpečnosti léčivých přípravků z *Aconitum* a edukaci pacientů o rizicích (Fu, 2006).

Moderní technologie, jako jsou tkáňové kultury a biotechnologické metody, mohou pomoci zvýšit produkci a standardizaci léčivých extraktů z *Aconitum*. Zároveň je třeba dalšího výzkumu zaměřeného na identifikaci méně toxických analogů a studium mechanismů toxicity (Ali, 2021). Z farmakofylogenetického hlediska by proto možná měla být dána přednost studiu méně toxických druhů, tj. druhů v podrodu *Lycoctonum*, které vykazují relativně nižší toxicitu a dlouho se používaly proti revmatismu, bolestem a nepravidelné menstruaci. Obsahují hlavně alkaloidy lappakonin, ranakonin a lycoktonin (Hao, 2019).

V Číně se k léčebným účelům dodnes používá asi 76 druhů oměje. Mezi nejznámější patří Fuzi a Caowu, tradiční čínské léky pocházející ze sušených kořenů *A. carmichaelii* Debx. a *A. kusnezoffii*, respektive. Tyto léčivé druhy oměje se používají především k léčbě kolapsu, mdloby, otoků, nachlazení a bolesti, hlenu, sepse a revmatoidní artritidy (Hao et al., 2015). Himalájský ohrožený druh *A. heterophyllum* (Tareq et al., 2022) je pravděpodobně jeden z mála slabě toxický druh tohoto rodu (Chauhan, 2006; Buddhadev & Buddhadev, 2017), a jeho extrakt byl ve studiích akutní toxicity v testovaných dávkách poměrně dobře snášen (Prasad, 2014). Stejně tak *A. laeve* a *A. rotundifolium* se považují za netoxické (Sharma, 2012).

Rod *Aconitum* vykazuje široké spektrum farmakologických aktivit, včetně protizánětlivých, antipyretických, analgetických, imunomodulačních a antimikrobiálních účinků. Tyto vlastnosti umožňují jeho využití při léčbě různých onemocnění, jako jsou horečka, revmatismus, průjem, kašel a astma. Navíc se ukazuje jako slibný prostředek v terapii moderních nemocí, například autoimunitních poruch a rakoviny (Wani et al., 2022).

Přestože rod *Aconitum* představuje cenný zdroj léčivých látek, jeho využití vyžaduje pečlivou kontrolu a další farmaceutický a fytochemický výzkum, který by mohl přinést vývoj nových léčiv na bázi této rostliny (Ali, 2021).

Literatura:

1. Ali, S., Chouhan, R., Sultan, P., Qazi, P., & Gandhi, S. (2021): A comprehensive review of phytochemistry, pharmacology and toxicology of the genus *Aconitum* L. *Advances in Traditional Medicine*, 23. <https://doi.org/10.1007/s13596-021-00565-8>
2. Buddhadev, S. G., & Buddhadev, S. S. (2017): A complete review on Ativisha – *Aconitum heterophyllum*. *Pharma Science Monitor: An International Journal of Pharmaceutical Sciences*, 8(1), 111–114. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/318489858_A_COMPLETE_REVIEW_ON_ATIVISHA_-_ACONITUM_HETEROPHYLLUM
3. Chakravarty, H. L., & Chakravarti, D. (1954): Indian aconites. *Economic Botany*, 8, 366–376. <https://doi.org/10.1007/BF02908610>
4. Chauhan, N. S. (2006): *Medicinal and aromatic plants of Himachal Pradesh* (2nd ed.). New Delhi: Indus Publishing Company.
5. Graves, R. (1955): *The Greek Myths*. Penguin Books.
6. Hao, D.-C. (2019): Genomics and evolution of medicinal plants. In *Ranunculales Medicinal Plants* (pp. 1–33). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-8142325.00001-6>
7. Hao, D.-C., Gu, X. J., & Xiao, P. G. (2015): Chemical and biological studies of *Aconitum* pharmaceutical resources. In *Medicinal Plants* (pp. 253–292). Woodhead Publishing.
8. Hatsis, T. (2015). *The Witches' Ointment: The Secret History of Psychedelic Magic*. Inner Traditions.
9. Holtzbecker, Hans Simon, Merian, Maria Sibylla, & Tidligere tilskrevet Maria Sibylla Merian. (1649-1659): *Aconitum variegatum* (broget stormhat); *Aconitum napellus* (ægte stormhat) [Pergament; Gouache på pergament; Gouache on parchment]. In *Cerinthe major (stor voksurt) [KKSgb2950]*. Statens Museum for Kunst. <https://jstor.org/stable/community.28356772>
10. Jyothi, A., Nagal, A., Bharati, A. S., & Rajalakshmi, R. (2016): Vatsanabha: An Agada perspective. *IAMJ*, 4(7), 1235–1241. Retrieved from http://www.iamj.in/posts/images/upload/1235_1241.pdf
11. Kluge, F., & Davis, J. F. (1891): An etymological dictionary of the German language. G. Bell.
12. Kolosova, V. B. / Колосова, В. Б. (2011): Этноботанические заметки. V. Аконит. *Славяноведение*, (4).
13. Liu, Y. (2021): *Healing with Poisons: Potent Medicines in Medieval China*. University of Washington Press.
14. Machek V. (1954): Česka a slovenska imena rostlin. Praha in Kolosova, V. (2011). Этноботанические заметки. V. Аконит. *Славяноведение*, (4).
15. Malhotra, N., & Sharma, S. (2021): *Aconitum heterophyllum*. In N. Malhotra & M. Singh (Eds.), *Himalayan Medicinal Plants* (pp. 5–25). Academic Press. ISBN 9780128231517
16. Mann, J. (1992): *Murder, magic and medicine*. Oxford University Press. ISBN 0-19-855561-X.

17. Mayor, A. (2008): *Greek fire, poison arrows, and scorpion bombs: Biological and chemical warfare in the ancient world*. Overlook Press.
18. Ovidius. (1922): *Metamorphoses*, Translated by More, Brookes. Boston, Cornhill Publishing Co.
19. Plinius the Elder. (1855): *The Natural History*. (J. Bostock, M.D., F.R.S. & H. T. Riley, Esq., B.A., Trans.). Taylor and Francis.
20. Polívka, F. (1904): *Názorná květena zemí koruny české: Obsahující též čelnější rostliny cizozemské, pěstované u nás pro užitek a okrasu*. Svazek I. Nákladem R. Prombergera.
21. Povšnar, M., Koželj, G., Kreft, S., & Lumpert, M. (2017): Rare tradition of the folk medicinal use of *Aconitum* spp. is kept alive in Solčavsko, Slovenia. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 13(1), 45. <https://doi.org/10.1186/s13002-017-0171-x>
22. Prasad, Dr. S., & Jain, D. & Patel, D. K., & Sahu, A. & Hemalatha, S. (2014): Antisecretory and antimotility activity of *Aconitum heterophyllum* and its significance in treatment of diarrhea. *Indian journal of pharmacology*. 46. 82-7. 10.4103/0253-7613.125182.
23. Sajadi, M. & Mansouri, D. & Sajadi, M.-R. (2009): Ibn Sina and the Clinical Trial. *Annals of internal medicine*. 150. 640-3.
24. Sharma, E. (2012): *Aconitum balfourii* Stapf: A rare medicinal herb from Himalayan Alpine. *Journal of Medicinal Plants Research*. 6. 10.5897/JMPR11.1213.
25. Tabor, E. (1970): Plant poisons in Shakespeare. *Economic Botany*, 24(1), 81-94. <http://www.jstor.org/stable/4253115>
26. Tareq, A. W., Zahoor, A. K., Nisar A. D. (2022): *Aconitum heterophyllum* Wall. ex Royle: A critically endangered medicinal herb with rich potential for use in medicine, *Journal of Integrative Medicine*, Volume 20, Issue 2, Pages 104-113.
27. Theophrastus. (1916): *Enquiry into Plants, Volume I: Books 1-5* (A. F. Hort, Trans.). *Loeb Classical Library* (Vol. 70). Cambridge, MA: Harvard University Press.
28. Wani, T. A., Kaloo, Z. A., & Dangroo, N. A. (2022): *Aconitum heterophyllum* Wall. ex Royle: A critically endangered medicinal herb with rich potential for use in medicine. *Journal of Integrative Medicine*. [DOI:10.1016/j.joim.2021.12.004](https://doi.org/10.1016/j.joim.2021.12.004)
[10.1016/j.joim.2021.12.004](https://doi.org/10.1016/j.joim.2021.12.004)
29. Wexler, P. (2015): *History of Toxicology and Environmental Health: Toxicology in Antiquity* (Volumes I & II). *International Journal of Toxicology*, 34(6).
30. Wink, M. (1998): A Short History of Alkaloids. In: Roberts, M.F., Wink, M. (eds) *Alkaloids*. Springer, Boston, MA., https://doi.org/10.1007/978-1-4757-2905-4_2

Příloha 2: VYHODNOCENÉ CYTOMETRICKÉ ANALÝZY

vzorek	druh	měřená tkáň	standard	signal standard	signal vzorek	cv standard	cv vzorek	poměr	populace	poloha	poznámky
KRNAP_1_AV_1-3	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,52	256,24	3,25	2,61	2,68	8.9.2022_RÝCHORY_MIX	50.6610658N, 15.8494786E	hp = herbářová položka, list kv = květ sem = semena
KRNAP_1_AV_4-6	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,49	262,01	2,75	2,46	2,69			
KRNAP_2_H_1+2	hybrid	list	<i>Bellis</i>	102,18	426,23	1,72	1,44	4,17			
KRNAP_3_AL_1	<i>A. lycoctonum</i>	list	<i>Bellis</i>	102,18	426,23	1,72	1,44	4,17			
KRNAP_4_AP_1	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,14	496,87	3,21	2,62	5,17			
KRNAP_4_AV_2	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,33	265,9	1,8	1,54	2,73			
KRNAP_4_AP_3	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	93,68	495,95	3,86	2,44	5,29			
KRNAP_4_AP_4	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	94,61	492,44	2,34	1,94	5,20			
KRNAP_4_AV_5	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	94,36	499,33	3,51	1,71	5,29			
KRNAP_4_AP_6	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	100,88	515,46	3,06	2,97	5,11			
KRNAP_4_AP_7	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,62	520,25	3,05	2,55	5,33			
KRNAP_4_AP_8	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,55	508,54	3,76	2,52	5,21	UOCHB		
KRNAP_4_AP_9	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	85,02	456,85	3,49	3,98	5,37	UOCHB		
KRNAP_4_AP_10	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,14	518,5	3,2	2,7	5,13			
KRNAP_4_AP_11	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,59	527,73	1,91	1,39	5,19			
KRNAP_4_AV_12	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	100,79	280,16	3,5	2,89	2,78			
KRNAP_4_AP_13	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	100,52	527,73	3,55	2,78	5,25			
KRNAP_4_AV_14	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,81	281,53	2,61	1,83	2,77			
KRNAP_4_AP_15	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,47	286,13	2,7	2,63	2,77			
KRNAP_4_AV_16	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	106,56	290,46	2,76	2,41	2,73			
KRNAP_4_AV_17	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	104,02	284,18	3,53	3,4	2,73			
KRNAP_4_AV_18	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	93,25	266,78	2,7	2,09	2,86			
KRNAP_4_AP_19	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	100,13	519,57	3,45	3,03	5,19			
KRNAP_4_AP_20	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	92,76	497,38	2,58	2,96	5,36			
KRNAP_4_AV_21	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,48	283,51	1,74	1,69	2,74			
KRNAP_4_AP_22	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,52	490,85	3,29	2,77	5,14			
KRNAP_4_AV_23	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,14	266,29	2,82	2,3	2,74			
KRNAP_4_AV_24	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,78	270,72	2,46	2,34	2,74			
KRNAP_4_AP_25	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,33	509,11	3,13	1,59	5,23			
KRNAP_4_AV_26	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,7	508,63	3,19	2,89	5,10			
KRNAP_4_AV_27	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,7	262,48	2,96	2,05	2,74			
KRNAP_4_AV_28	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,1	262,13	2,69	2,4	2,73			
KRNAP_4_AV_29	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,17	263,84	1,98	1,7	2,72			
KRNAP_4_H_30	hybrid	list	<i>Bellis</i>	97,81	381,69	2,12	2,36	3,90			
KRNAP_5_AV_1	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	102,05	280,57	1,79	1,91	2,75			
KRNAP_5_AV_2	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	105,05	288,08	1,97	1,83	2,74			
KRNAP_5_AV_3	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	104,3	289,28	2,03	1,7	2,77			
KRNAP_5_AV_4	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	106,09	289,5	2,82	2,61	2,73			
KRNAP_5_AV_5	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,34	278,75	306	2,59	2,75			
KRNAP_5_AV_6	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,94	291,24	3,84	3,13	2,80			
KRNAP_5_AV_7	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	102,93	282,31	2,78	2,49	2,74			
KRNAP_5_AV_8	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,5	285,08	3,03	2,73	2,75			
KRNAP_5_AP_9	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,46	533,7	3,63	2,66	5,26			
KRNAP_5_AV_10	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	100,61	276,69	2,58	2,19	2,75			

vzorek	druh	měřená tkáň	standard	signal standard	signal vzorek	cv standard	cv vzorek	poměr	populace	poloha	poznámky
KRNAP_5_AV_11	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,63	284,1	2,86	2,45	2,74			
KRNAP_5_AP_12	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,31	527,12	3,15	2,76	5,31			
KRNAP_5_AV_13	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,61	270,71	3,19	2,46	2,72			
KRNAP_5_AV_14	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,68	286,23	2,82	2,06	2,76			
KRNAP_5_AV_15	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,21	286,05	2,48	2,09	2,77			
KRNAP_5_AP_16	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	104,22	541,11	2,35	1,75	5,19			
KRNAP_5_AV_17	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	105,97	290,14	3,25	2,3	2,74			
KRNAP_5_AV_18	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,88	282,18	2,58	1,79	2,77			
KRNAP_5_AP_19	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,18	533,65	2,33	2,02	5,17			
KRNAP_5_AV_20	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	102,4	283,66	2,49	2,02	2,77			
KRNAP_5_AV_21	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,07	267,3	2,02	1,86	2,81			
KRNAP_5_AV_22	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,62	289,29	3,31	2,61	2,79			
KRNAP_5_AV_23	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	106,87	295,4	3	2,4	2,76			
KRNAP_5_AP_24	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,7	542,52	2,69	2,36	5,23			
KRNAP_6_AP_1	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	88,71	450,72	2,37	1,87	5,08			
KRNAP_6_AV_2	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	91,44	253,22	2,56	1,9	2,77			
KRNAP_6_AP_3	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,91	500,62	2,04	1,9	5,11			
KRNAP_6_AV_4	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,17	269,15	2,71	2,34	2,74			
KRNAP_6_AP_5	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,11	492,32	3,05	2,38	5,18			
KRNAP_6_AP_6	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	89,93	473,54	3,65	1,65	5,27			
KRNAP_6_AV_7	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	92,83	255,06	2,7	2,05	2,75			
KRNAP_6_AV_8	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,54	273,85	2,69	2,21	2,78			
KRNAP_6_AP_9	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,93	505,82	3,21	2,61	5,17			
KRNAP_6_AP_10	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,54	496,24	3,15	2,61	5,14			
KRNAP_6_AV_11	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,34	282,23	1,95	1,79	2,73			
KRNAP_6_AV_12	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,63	279,02	2,95	2,6	2,75			
KRNAP_6_AP_13	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,47	504,31	3,81	3,21	5,17			
KRNAP_6_AP_14	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	100,26	518,48	2,42	1,92	5,17			
KRNAP_6_AV_15	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,34	283,13	4,39	3,49	2,74			
KRNAP_6_AP_16	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,34	509,13	2,08	1,98	5,13			
KRNAP_6_AP_17	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,55	508,93	2,6	2,08	5,11			
KRNAP_6_AP_18	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	92,87	483,45	3,24	2,86	5,21			
KRNAP_6_AV_19	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,42	261,06	2,09	1,94	2,74			
KRNAP_6_AP_20	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	87,44	464,93	4,65	3,09	5,32			
KRNAP_6_AP_21	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	91,61	471,94	1,71	1,63	5,15			
KRNAP_6_AV_22	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	92,78	256,27	2,94	2,54	2,76			
KRNAP_6_AP_23	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	92,82	480,06	4,47	2,53	5,17			
KRNAP_7_AP_1	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	94,24	480,24	2,59	2,33	5,10			
KRNAP_7_AP_2	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,12	521,38	2,5	2,38	5,16			
KRNAP_7_AP_3	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,33	493,59	3,02	2,65	5,07			
KRNAP_7_AP_4	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,96	506,08	1,91	2,63	5,06			
KRNAP_7_AP_5	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,09	500,23	4,71	2,87	5,10			
KRNAP_7_AP_6	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	102,02	515,82	3,9	3,3	5,06			
KRNAP_7_AP_7	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,09	497,86	3,67	2,62	5,18			

vzorek	druh	měřená tkáň	standard	signal standard	signal vzorek	cv standard	cv vzorek	poměr	populace	poloha	poznámky
KRNAP_7_AP_8	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	92,3	473,63	2,92	2,79	5,13			
KRNAP_7_AP_9	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,32	500,18	4,22	3,64	5,09			
KRNAP_7_AP_10	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,86	490,25	2,24	1,84	5,11			
KRNAP_8_AV_1	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	92,06	252,61	2,57	1,82	2,74			
KRNAP_8_AV_2	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,57	273,83	3,06	2,12	2,78			
KRNAP_8_AV_3	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	93,39	258,45	2,46	1,82	2,77			
KRNAP_8_AV_4	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	94,81	259,95	1,91	2,02	2,74			
KRNAP_8_AV_5	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	105,23	294,22	2,75	2	2,80			
KRNAP_8_AV_6	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,05	267,75	3,24	2,33	2,76			
KRNAP_8_AV_7	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	106,3	295,52	3,3	2,99	2,78			
KRNAP_8_AV_8	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,94	262,91	2,46	2,1	2,74			
KRNAP_9_AV_1	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,27	283,74	1,62	1,62	2,75			
KRNAP_9_AV_2	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,09	280,32	1,98	1,79	2,77			
KRNAP_9_AV_3	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,84	280,62	2,59	2,05	2,81			
KRNAP_9_AV_4	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	105,24	291,09	1,73	1,63	2,77			
KRNAP_9_AV_5	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,92	275,43	2,37	2,05	2,81			
KRNAP_9_AV_6	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	102,86	287,06	2,27	1,99	2,79			
KRNAP_9_AV_7	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	100,9	277,64	2,42	2	2,75			
KRNAP_9_AV_8	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,47	276,07	2,42	1,89	2,80			
KRNAP_9_AV_9	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,93	270,26	1,98	1,9	2,76			
KRNAP_9_AV_10	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,27	275,3	3,47	2,29	2,77			
KRNAP_9_AV_11	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,53	277,27	2,22	1,83	2,79			
BESKYDY1_1AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	100,12	519,59	3,57	2,79	5,19	ČELADENKA, ČISTÁ POP	49.4781511N, 18.3429800E	hp, kv
BESKYDY1_2AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,28	530,84	2,73	2,4	5,14		49.4781511N, 18.3429800E	hp, kv
BESKYDY1_3AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	102,89	528,76	3,86	2,91	5,14		49.4781511N, 18.3429800E	hp, kv
BESKYDY1_4AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,17	485,91	1,75	1,73	5,11		49.4781511N, 18.3429800E	
BESKYDY1_5AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	107,64	547,18	3,44	2,72	5,08		49.4781511N, 18.3429800E	
BESKYDY1_6AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	94,09	487,62	4,34	3,27	5,18		49.4781511N, 18.3429800E	
BESKYDY1_7AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,1	518,59	2,05	1,78	5,29		49.4781511N, 18.3429800E	
BESKYDY1_8AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,72	509,18	2,51	1,65	5,21		49.4781511N, 18.3429800E	sem
BESKYDY1_9AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,28	509,44	3,78	2,59	5,13		49.4781511N, 18.3429800E	sem
BESKYDY1_10AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,22	505,34	2,88	2,55	5,16		49.4781511N, 18.3429800E	sem
BESKYDY1_11AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,91	525,93	2,55	2,37	5,08		49.4781511N, 18.3429800E	hp, kv, sem
BESKYDY1_12AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	109,82	558,31	3,14	2,21	5,20		49.4781511N, 18.3429800E	sem
BESKYDY1_13AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,47	496,4	3,88	2,94	5,18		49.4781511N, 18.3429800E	sem
BESKYDY1_14AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,3	524,34	3,09	2,82	5,20		49.4781511N, 18.3429800E	hp, kv, sem
BESKYDY1_16AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,74	528,67	2,82	2,52	5,16		49.4781100N, 18.3426911E	sem
BESKYDY1_17AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	108,39	559,22	1,61	1,48	5,20		49.4781100N, 18.3426911E	hp
BESKYDY1_18AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	107,84	561,02	3,69	3,06	5,17		49.4779622N, 18.3429136E	hp
BESKYDY1_19AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,85	526,45	3,53	2,97	5,27		49.4779622N, 18.3429136E	hp, kv
BESKYDY1_20AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,79	504,63	3,43	3,1	5,18		49.4779622N, 18.3429136E	hp, kv
BESKYDY1_21AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	91,41	473,41	1,92	1,85	5,23		49.4753933N, 18.3413389E	hp, kv
BESKYDY1_22AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	91,81	480,29	3,91	3,37	4,90		49.4753933N, 18.3413389E	hp
BESKYDY1_23aAF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	92,86	455,19	3,47	4,42	5,16		49.4753933N, 18.3413389E	hp

Příloha 2: VYHODNOCENÉ CYTOMETRICKÉ ANALÝZY

vzorek	druh	měřená tkáň	standard	signal standard	signal vzorek	cv standard	cv vzorek	poměr	populace	poloha	poznámky
BESKYDY1_23bAF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,39	502,15	3,64	3,01	5,16		49.4753933N, 18.3413389E	hp
BESKYDY1_24AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	89,82	458,47	2,49	2,64	5,10		49.4753933N, 18.3413389E	hp, sem
BESKYDY1_25AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	92,05	474,8	2,89	2,39	5,16		49.4753933N, 18.3413389E	hp, kv, sem
BESKYDY1_26AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,95	269,92	2,84	2,47	2,73	KÝČEROV, MIX	49.4836078N, 18.4046567E	hp, kv
BESKYDY1_27AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,33	502,96	2,51	2,1	5,06		49.4836078N, 18.4046567E	hp, kv
BESKYDY1_28AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	89,15	463,4	2,25	2,2	5,20		49.4902614N, 18.3951894E	
BESKYDY1_29AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	92,54	480,91	4,42	3,37	5,20		49.4902614N, 18.3951894E	
BESKYDY1_30AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	90,77	473,39	3,24	2,77	5,22		49.4902614N, 18.3951894E	
BESKYDY1_31aAF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	93,85	486,36	2,34	1,71	5,18		49.4901761N, 18.3952422E	
BESKYDY1_31bAF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	92,91	478,53	3,12	2,55	5,15		49.4901761N, 18.3952422E	
BESKYDY1_50aAV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,45	263,87	3,35	3,25	2,76	SMRADLAVÁ, ČISTÁ	49.4289783N, 18.4501292E	hp, pyl
BESKYDY1_50bAV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,09	266,32	3,82	3,68	2,77		49.4289783N, 18.4501292E	hp, pyl
BESKYDY1_51AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,84	266,2	1,52	1,4	2,69		49.4288931N, 18.4501222E	hp, pyl
BESKYDY1_52AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,03	262,76	2,08	1,86	2,74		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_53AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,8	274,09	2,76	2,72	2,69		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_54AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,75	268,77	4,51	3,66	2,75		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_55H	hybrid	list	<i>Bellis</i>	90,35	349,64	3,44	3,14	3,87		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_56AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,61	262,36	4,48	3,22	2,74		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_57AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,85	282,19	4,73	4,07	2,72		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_58AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,96	264,37	3,87	2,99	2,73		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_59AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	104,67	277,36	2,99	2,74	2,65		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_60AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,69	273,01	3,01	2,29	2,68		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_61AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,55	265,38	1,95	1,69	2,72		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_62AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,99	264,99	3,2	2,86	2,76		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_63AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,2	261,51	3,18	2,75	2,72		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_64AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,52	266,81	2,82	2,62	2,74		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_65AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	102,99	272,63	3,62	2,42	2,65		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_66AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,43	276,92	2,49	2,21	2,68		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_67AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	100,9	272,04	2,24	2,14	2,70		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_68AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,05	275,95	4,6	3,33	2,68		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_69AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	104,08	281,37	3,46	2,73	2,70		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_70AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	105,75	283,99	2,94	2,59	2,69		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_71AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	102,37	274,63	3,74	3,11	2,68		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_72AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,37	277,29	2,92	2,45	2,68		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_73AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,46	276,86	3,03	2,7	2,68		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_74AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,43	263,16	2,94	2,52	2,73		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_75AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	92,62	258,02	2,17	1,95	2,79		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_76AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,47	271,37	3,41	3,13	2,73		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_77AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	89,45	246,93	3,14	3,15	2,76		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_78AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,44	278,54	2,22	2,28	2,69		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_79AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,49	276,09	4,16	2,83	2,72		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_80AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,88	262,98	3,68	2,74	2,74		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_81AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,91	268,25	1,91	1,85	2,77		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_82AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	92,73	250,89	2,76	2,54	2,71		49.4288931N, 18.4501222E	

Příloha 2: VYHODNOCENÉ CYTOMETRICKÉ ANALÝZY

vzorek	druh	měřená tkáň	standard	signal standard	signal vzorek	cv standard	cv vzorek	poměr	populace	poloha	poznámky
BESKYDY1_83AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	100,93	276,84	1,75	1,64	2,74		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_84AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	94,72	262,23	3,62	2,86	2,77		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_85AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	89,92	246,48	3,34	3,4	2,74		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_86AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,74	273,89	3,27	2,81	2,69		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_87AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,97	274,37	1,25	1,11	2,69		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_88AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	102,91	281,22	3,36	2,97	2,73		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_89AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	102,32	279,69	2,36	1,97	2,73		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_90AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	106,09	288,2	2,36	2,1	2,72		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_91AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	106,2	289,46	3,61	3,44	2,73		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_92AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	100,31	270,83	3,33	3,27	2,70		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_93AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,55	263,28	2,29	1,92	2,73		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_94AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,89	267,88	3,46	3,16	2,71		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_95AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,54	260,8	3,1	2,91	2,73		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_96AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,3	268,28	3,11	2,85	2,70		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_97AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	89,14	241,93	3,23	3,04	2,71		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_98AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	93,68	250,67	4,27	3,98	2,68		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_99AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,6	274,58	2,5	2,61	2,78		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_100AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,86	274,26	3,24	3,29	2,75		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_101AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,27	279,08	4,02	3,53	2,70		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_102AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	87,11	239,95	4,82	4,74	2,75		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_103AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	94,41	259,46	3,21	2,85	2,75		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_104AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	81,59	224,39	3,03	3,05	2,75		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_105AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	93,62	255,27	2,51	2,79	2,73		49.4288931N, 18.4501222E	
BESKYDY1_106AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	107,75	549,15	1,78	2,04	5,10	KÝČERA, MIX	49.4223569N, 18.4019033E	hp, sem
BESKYDY1_107AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	109,21	557,64	1,63	1,34	5,11		49.4223569N, 18.4019033E	hp, sem
BESKYDY1_108AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	109,01	556,88	2,95	2,73	5,11		49.4223569N, 18.4019033E	hp, sem
BESKYDY1_109AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	108,56	553,63	2,05	1,51	5,10		49.4223569N, 18.4019033E	hp
BESKYDY1_110AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,22	534,64	3,67	2,82	5,28		49.4223569N, 18.4019033E	hp
BESKYDY1_111AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	109,15	559,76	2,77	2,65	5,13		49.4213864N, 18.3962239E	fial. hp, kv, pyl
BESKYDY1_112AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	111,67	300,15	3,22	2,54	2,69		49.4213636N, 18.3962203E	hp, kv
BESKYDY1_113AV	<i>A.variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	112,22	299,21	2,63	2,14	2,67		49.4213450N, 18.3961736E	hp, pyl
BESKYDY1_114AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,8	496,37	3,3	2,5	5,13		49.4215578N, 18.3961636E	hp,pyl
BESKYDY1_115AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,75	499,33	3,18	2,75	5,11		49.4215578N, 18.3961636E	
BESKYDY1_116AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	106,91	289,44	3,3	2,89	2,71		49.4215578N, 18.3961636E	hp, kv, pyl
BESKYDY1_117AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	110,23	300,68	3,41	3,16	2,73		49.4215578N, 18.3961636E	hp, pyl
BESKYDY1_118AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	108,21	296,03	2,92	2,67	2,74		49.4215578N, 18.3961636E	hp
BESKYDY1_119AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	110,29	561,36	2,38	2,09	5,09		49.4215578N, 18.3961636E	
BESKYDY1_120AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,7	272,8	3,47	2,26	2,74		49.4215578N, 18.3961636E	hp, kv, pyl
BESKYDY1_121H	hybrid	list	<i>Bellis</i>	109,02	426,21	3,55	2,85	3,91		49.4215578N, 18.3961636E	hp, pyl
BESKYDY1_122AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	100,32	516,19	2,03	1,94	5,15		49.4215578N, 18.3961636E	hp
BESKYDY1_123H	hybrid	list	<i>Bellis</i>	100,5	399,04	3,82	3,22	3,97		49.4216036N, 18.3961550E	hp, kv, pyl
BESKYDY1_124H	hybrid	list	<i>Bellis</i>	101,03	394,8	2,79	2,62	3,91		49.4216089N, 18.3966767E	hp, pyl
BESKYDY1_125aAF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,31	485,34	3,05	2,48	5,09	RADEGAST, MIX	49.4840422N, 18.2434564E	hp
BESKYDY1_125bAF	<i>A.firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	112,57	573,8	2,86	2,59	5,10		49.4840422N, 18.2434564E	hp, sem

Příloha 2: VYHODNOCENÉ CYTOMETRICKÉ ANALÝZY

vzorek	druh	měřená tkáň	standard	signal standard	signal vzorek	cv standard	cv vzorek	poměr	populace	poloha	poznámky
BESKYDY1_125cAF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	110,36	557,11	3,31	3,02	5,05		49.4840422N, 18.2434564E	
BESKYDY1_126AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	91,11	250,56	3,41	2,47	2,75		49.4840625N, 18.2434525E	hp, pyl, sem
BESKYDY1_127H	hybrid	list	<i>Bellis</i>	88,59	352,94	2,47	2,15	3,98		49.4839922N, 18.2436314E	hp, pyl
BESKYDY1_128AV	<i>A.variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	82,76	226,16	3,09	2,86	2,73		49.4839922N, 18.2436314E	hp, kv, pyl
BESKYDY1_129AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,57	487,09	2,47	1,44	5,10		49.4839922N, 18.2436314E	hp, kv, pyl
BESKYDY1_130AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,17	496,52	2,29	2,12	5,11		49.4839922N, 18.2436314E	hp, pyl
BESKYDY1_131AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,64	506,41	2,73	1,92	5,13		49.4839922N, 18.2436314E	hp, kv
BESKYDY1_132AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	93,75	474,45	3,45	2,96	5,06		49.4839922N, 18.2436314E	hp
BESKYDY1_133AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	92,1	468,54	2,95	2,45	5,09		49.4839922N, 18.2436314E	hp
BESKYDY1_134AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	90,54	476,7	3,37	2,48	5,27		49.4839922N, 18.2436314E	
BESKYDY1_135AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,98	495,57	3,29	2,28	5,16		49.4839922N, 18.2436314E	hp
BESKYDY1_136AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,34	503,78	2,11	1,73	5,12		49.4839922N, 18.2436314E	hp, kv
BESKYDY1_137AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,98	496,81	2,73	2,67	5,12		49.4839922N, 18.2436314E	hp, kv
BESKYDY1_138AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,81	497,03	3,57	2,63	5,13		49.4839922N, 18.2436314E	hp
BESKYDY1_139AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	91,76	493,4	3,45	1,9	5,38		49.4839922N, 18.2436314E	hp, kv
BESKYDY1_140AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	94,82	485,3	3,05	2,65	5,12		49.4839922N, 18.2436314E	hp
BESKYDY1_141AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,14	263,31	3,09	2,47	2,74		49.4839922N, 18.2436314E	hp
BESKYDY1_143AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,39	278,55	3,11	2,77	2,75		49.4839922N, 18.2436314E	hp, kv
BESKYDY1_144AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,33	509,91	3,92	2,96	5,13		49.4839922N, 18.2436314E	hp, pyl
BESKYDY1_145aAF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,48	498,84	2,02	1,75	5,12		49.4838064N, 18.2435286E	
BESKYDY1_145bAV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	87,77	240,6	3,9	3,46	2,74		49.4838064N, 18.2435286E	hp, kv
BESKYDY1_146AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,07	503,29	3,08	2,25	5,13		49.4837375N, 18.2432194E	hp
BESKYDY1_147H	hybrid	list	<i>Bellis</i>	92,86	366,25	2,61	2,16	3,94		49.4837375N, 18.2432194E	hp, pyl
BESKYDY1_147bAV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	93,66	256,34	2,81	2,25	2,74		49.4837375N, 18.2432194E	hp, kv
BESKYDY1_148AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	76,79	437,97	3,41	2,96	5,70		49.4837375N, 18.2432194E	hp, kv
BESKYDY1_149AF	<i>A. firmum</i>	list	<i>Bellis</i>	94,13	488,77	3,97	2,74	5,19		49.4837375N, 18.2432194E	hp, kv, pyl
KRNAP1_1AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,34	278,62	4,49	3,45	2,70	RÝCHORY, MIX	50.6610658N, 15.8494786E	hp, kv
KRNAP1_2AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,07	491,84	2,91	3,23	5,17		50.6611631N, 15.8494878E	hp, sem
KRNAP1_3AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	91,36	258,64	4,75	4,38	2,83		50.6612500N, 15.8495153E	hp, kv
KRNAP1_4AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	94,61	264,89	2,75	3,41	2,80		50.6612361N, 15.8494831E	
KRNAP1_5AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,24	274,04	3,33	2,94	2,71		50.6612361N, 15.8494831E	hp, sem, kv
KRNAP1_6AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,56	500,92	4,24	3,34	5,08		50.6612361N, 15.8494831E	hp, kv, sem nevyzrala
KRNAP1_7AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,5	260,93	4,07	3,31	2,73		50.6612361N, 15.8494831E	hp, kv
KRNAP1_8AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,63	506,15	4,79	3,36	4,98		50.6610808N, 15.8493361E	hp, kv
KRNAP1_9AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	102,25	516,31	3,9	2,41	5,05		50.6611986N, 15.8492511E	hp, kv
KRNAP1_11AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,47	513,83	2,2	1,83	5,06		50.6611986N, 15.8492511E	hp, kv+10APkv, sem nevyzr
KRNAP1_12AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	92,69	483,99	4,86	3,19	5,22		50.6609639N, 15.8493469E	hp, kv
KRNAP1_13AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,81	503,82	1,98	1,68	5,15		50.6609700N, 15.8494472E	
KRNAP1_14AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	102,34	277,27	3,89	2,73	2,71		50.6605464N, 15.8498075E	nevykvetl
KRNAP1_15AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	94,03	485,65	3,78	2,82	5,16		50.6572747N, 15.8494833E	
KRNAP1_16AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	85,11	436,81	4,78	3,32	5,13		50.6572964N, 15.8495125E	hp, pyl
KRNAP1_17AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	88,38	463,56	3,42	2,93	5,25		50.6574272N, 15.8495917E	hp
KRNAP1_18AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	89,68	465,36	2,64	1,96	5,19		50.6574983N, 15.8497131E	hp
KRNAP1_19AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	87,97	456,88	3,94	2,42	5,19		50.6574917N, 15.8497761E	hp

vzorek	druh	měřená tkáň	standard	signal standard	signal vzorek	cv standard	cv vzorek	poměr	populace	poloha	poznámky
KRNAP1_20AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	87,7	452,48	3,8	2,79	5,16		50.6574981N, 15.8497372E	hp, kv, sem nevyzr
KRNAP1_21AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	102,41	526,39	2,99	2,59	5,14		50.6575178N, 15.8498417E	hp
KRNAP1_23AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,67	499,18	2,51	2,12	5,11		50.6575425N, 15.8498661E	hp + 22AP: hp, ster
KRNAP1_24AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,74	517,44	2,96	2,89	5,09		50.6575333N, 15.8497989E	hp, kv, sem nevyzr
KRNAP1_25AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	86,39	457,11	4,94	2,8	5,29		50.6575147N, 15.8498036E	hp
KRNAP1_26AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	91,79	252,72	4,37	2,67	2,75		50.6575278N, 15.8497722E	hp, kv, pyl
KRNAP1_27AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	85,39	455,06	3,8	2,44	5,33		50.6575447N, 15.8498358E	hp
KRNAP1_28AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	106,14	536,39	3,65	2,59	5,05		50.6576339N, 15.8496711E	hp, kv
KRNAP1_29AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	90,09	464,29	3,63	2,94	5,15		50.6577058N, 15.8497486E	hp, sterilní
KRNAP1_30AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,19	499,3	4,17	3,49	5,09		50.6576644N, 15.8497056E	hp, sem
KRNAP1_31aAP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	88,36	464,69	3,95	2,76	5,26		50.6576392N, 15.8497314E	hp, kv
KRNAP1_31bAV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	92,36	252,77	2,82	2,59	2,74		50.6576392N, 15.8497314E	hp
KRNAP1_32AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,38	521,23	2,42	2,99	5,14		50.657675N, 15.849886E	hp
KRNAP1_33AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	106,41	538,13	2,01	1,97	5,06		50.6577303N, 15.8498300E	hp, sem
KRNAP1_34AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,19	511,41	3,65	2,79	5,21		50.6576789N, 15.8498797E	hp, kv
KRNAP1_35AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	91,97	465,18	3,08	2,73	5,06		50.6576714N, 15.8499650E	hp, kv
KRNAP1_36aAV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	100,59	279,25	3,13	2,84	2,78		50.6577069N, 15.8499042E	hp, sem nevyzr
KRNAP1_36bAP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	93,73	481,47	1,82	1,77	5,14		50.6577069N, 15.8499042E	hp
KRNAP1_38AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,44	264,85	3,22	2,81	2,72		50.6576353N, 15.8500053E	hp, divný
KRNAP1_39AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	88,91	458,19	2,35	2,47	5,15		50.6576811N, 15.8500500E	hp, kv
KRNAP1_40AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	104,22	538,2	4,67	3,79	5,16		50.6577089N, 15.8500761E	hp, hodně větv, sem nevyzr
KRNAP1_41AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	90,78	468,68	2,52	2,65	5,16		50.6576719N, 15.8499886E	hp, sem
KRNAP1_42AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,4	501,68	3,15	2,78	5,10		50.6577078N, 15.8500244E	hp, kv
KRNAP1_43aAP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	85,16	447,1	4,64	1,67	5,25		50.6577728N, 15.8501347E	hp, kv, krátký řapík?
KRNAP1_43bAP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	93,75	481,82	2,54	2,18	5,14		50.6577728N, 15.8501347E	hp, kv
KRNAP1_45AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	102,71	789,88	2,43	1,75	7,69	? divná hodnota - delphinium?	50.6588531N, 15.8499389E	hp
KRNAP1_46AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	89,44	489,1	3,47	2,98	5,47		50.6589089N, 15.8499572E	hp
KRNAP1_47AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	102,78	515,95	2,89	2,62	5,02		50.6589017N, 15.8499642E	hp, sem
KRNAP1_48AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,22	513,25	3,67	2,57	5,23		50.6588725N, 15.8499383E	hp, široký
KRNAP1_49AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,82	495,6	2,56	2,23	5,07		50.6588992N, 15.8498222E	hp, kv, sem
KRNAP1_50AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,57	516,43	3,09	2,36	5,19		50.6589233N, 15.8498886E	hp, kv
KRNAP1_51AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	94,61	491,61	4,19	3,14	5,20		50.6589233N, 15.8498886E	hp
KRNAP1_52AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	100,67	518,19	2,4	1,86	5,15		50.6588839N, 15.8498667E	hp, sem
KRNAP1_53AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	89,23	467,5	2,66	2,48	5,24	SKLENÁŘOVICE, MIX	50.6402519N, 15.8494217E	hp
KRNAP1_54AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	91,37	468,74	1,53	1,72	5,13		50.6402033N, 15.8496772E	hp
KRNAP1_55AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	92,02	468	2,39	2,25	5,09		50.6402275N, 15.8497733E	hp
KRNAP1_56AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	90,66	469	2,11	1,6	5,17		50.6402272N, 15.8497728E	hp, kv
KRNAP1_57AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	90,62	251,42	1,88	1,58	2,77		50.6402586N, 15.8497042E	hp
KRNAP1_58AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	90,96	465,62	3,1	2,76	5,12		50.6401050N, 15.8499914E	
KRNAP1_59AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	92,13	254,52	4,1	3,98	2,76		50.6399739N, 15.8499811E	hp, kv
KRNAP1_60AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	90,59	251,54	2,71	2,34	2,78		50.6400028N, 15.8499936E	hp, kv
KRNAP1_62AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	91,55	469,49	1,84	1,81	5,13		50.6401192N, 15.8501883E	
KRNAP1_64AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	93,94	480,1	2,09	1,84	5,11		50.6402167N, 15.8501764E	hp
KRNAP1_65AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	92,7	474,12	2,24	1,93	5,11		50.6402289N, 15.8502028E	hp, kv

vzorek	druh	měřená tkáň	standard	signal standard	signal vzorek	cv standard	cv vzorek	poměr	populace	poloha	poznámky
KRNAP1_66AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	91,06	466,96	3,03	2,41	5,13		50.6401903N, 15.8502225E	hp, kv
KRNAP1_67AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	94,34	486,69	2,81	2,44	5,16		50.6402956N, 15.8501697E	hp
KRNAP1_68AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	88,92	462,13	4,08	2,34	5,20		50.6402658N, 15.8502172E	hp, ster
KRNAP1_69AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	88,43	463,71	1,43	1,54	5,24		50.6402742N, 15.8502367E	hp
KRNAP1_70AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	94,27	489,14	3,64	3,24	5,19		50.6403175N, 15.8500153E	hp, kv
KRNAP1_71AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,35	497,64	2,81	2,84	5,06		50.6402944N, 15.8499522E	hp
KRNAP1_72AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,82	514,44	3,09	2,77	5,15		50.6403956N, 15.8500606E	hp, kv
KRNAP1_73AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	92,2	479,3	2,62	2,46	5,20		50.6403686N, 15.8498183E	hp, kv
KRNAP1_75AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	94,73	481,11	3,26	2,76	5,08	VÝROVKA_ČISTÁ POP	50.7177825N, 15.6832639E	hp
KRNAP1_76AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,38	490,51	2,15	1,63	5,14		50.7178386N, 15.6828972E	hp, kv
KRNAP1_77AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,69	485,87	3,12	2,65	5,08		50.7178842N, 15.6828569E	hp, kv
KRNAP1_78AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,12	486,74	2,45	2,43	5,12		50.7178561N, 15.6828722E	hp, kv
KRNAP1_79AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,88	499,77	2,64	1,89	5,16		50.7178947N, 15.6827892E	hp, sem nevyzr
KRNAP1_80AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	94,62	480,77	2,48	2,51	5,08		50.7179378N, 15.6826550E	hp, sem nevyzr
KRNAP1_81AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,24	493,14	2,16	2,18	5,12		50.7179756N, 15.6826583E	hp, sem nevyzr
KRNAP1_82AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,95	494,98	1,69	1,4	5,11		50.7179911N, 15.6825378E	hp, kv
KRNAP1_83AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	87,19	455,38	4,08	2,81	5,22		50.7179661N, 15.6825556E	hp
KRNAP1_85aAP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	85,11	435,64	3,35	2,74	5,12		50.7179417N, 15.6823231E	hp, kv
KRNAP1_85bAP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	80,34	425,28	3,37	2,82	5,29		50.7179417N, 15.6823231E	ster
KRNAP1_86AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	86,63	460,66	2,6	2,41	5,32		50.7179631N, 15.6823842E	hp
KRNAP1_87AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,99	498,91	2,12	1,93	5,14		50.7179647N, 15.6823775E	hp, kv
KRNAP1_88AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	93,74	482,85	3,19	2,49	5,15		50.7179983N, 15.6822475E	hp
KRNAP1_89AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,02	498,88	1,79	1,78	5,14		50.7180414N, 15.6822258E	hp, kv
KRNAP1_90AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	93,94	484,23	1,6	1,4	5,15		50.7180294N, 15.6821597E	hp, ster
KRNAP1_91AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,48	487,3	1,82	1,58	5,10		50.7180597N, 15.6821825E	hp, sem nevyzr
KRNAP1_92AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	94,25	485,58	3,14	2,54	5,15		50.7180361N, 15.6823422E	hp, kv
KRNAP1_93AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	89,65	459,42	4,57	3,11	5,12		50.7180322N, 15.6823611E	hp
KRNAP1_95AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	86,5	447,8	4,9	3,25	5,18		50.7180286N, 15.6824033E	
JESENIKY1_1AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	100,96	285,54	2,98	1,34	2,83	VELKÝ KOTEL, MIX	50.0500181N, 17.2504072E	hp, kv, pyl
JESENIKY1_2AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,69	272,19	4,12	3,94	2,82		50.0493497N, 17.2507161E	hp, kv, pyl
JESENIKY1_3AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	113,98	311,01	1,75	1,47	2,73		50.0493497N, 17.2507161E	hp, sem, pyl
JESENIKY1_5AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,19	272,42	4,35	3,9	2,83		50.0493497N, 17.2507161E	hp, sem
JESENIKY1_6AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	88,57	260,86	3,17	1,63	2,95		50.0493497N, 17.2507161E	hp, kv, pyl, sem
JESENIKY1_7AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	109,35	301,32	2,78	1,31	2,76		50.0493497N, 17.2507161E	
JESENIKY1_8AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,39	286,49	2,14	1,93	2,83	KLOBOUK, ČISTÁ	50.0256997N, 17.2612239E	hp, pyl
JESENIKY1_9AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	112,61	308,37	2,34	1,18	2,74		50.0252103N, 17.2558722E	hp, sem, pyl
JESENIKY1_10aAV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	115,3	314,59	1,75	1,35	2,73		50.0253556N, 17.2556650E	hp, kv, sem, pyl
JESENIKY1_10bAV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	112,35	310,33	2,27	1,25	2,76		50.0253556N, 17.2556650E	
JESENIKY1_11AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,57	292,47	2,78	1,18	2,82		50.0231492N, 17.2408303E	hp, kv, sem, pyl
JESENIKY1_12AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,8	262,9	4,09	3,88	2,74		50.0231492N, 17.2408303E	
JESENIKY1_13AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	102,56	287,46	2,07	1,13	2,80		50.0231492N, 17.2408303E	hp, pyl
JESENIKY1_14AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	105,34	284,47	4,41	3,63	2,70	MALÝ KOTEL, MIX	50.0379372N, 17.2130136E	
JESENIKY1_15AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	108,42	548,88	3,78	3,27	5,06		50.0379372N, 17.2130136E	
JESENIKY1_16AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	107,12	289,31	2,54	2,29	2,70		50.0379372N, 17.2130136E	

vzorek	druh	měřená tkáň	standard	signal standard	signal vzorek	cv standard	cv vzorek	poměr	populace	poloha	poznámky
JESENIKY1_17AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,18	282,45	4,07	3,6	2,74		50.0379372N, 17.2130136E	
JESENIKY1_18AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,7	283,94	3,59	2,9	2,74		50.0379372N, 17.2130136E	
JESENIKY1_19AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	91,96	262,55	3,09	1,72	2,86		50.0379372N, 17.2130136E	
JESENIKY1_20AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	107,93	292,76	3,11	2,6	2,71		50.0379372N, 17.2130136E	
JESENIKY1_21AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	106,09	287,71	2,23	2,49	2,71		50.0379372N, 17.2130136E	
JESENIKY1_22AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,19	270,25	4,24	3,45	2,78		50.0379372N, 17.2130136E	
JESENIKY1_23AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,92	271,6	4,54	4	2,83		50.0379372N, 17.2130136E	
JESENIKY1_24AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,02	269,42	3,53	2,88	2,78		50.0379372N, 17.2130136E	
JESENIKY1_25AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,67	272,24	3,12	2,48	2,79		50.0379372N, 17.2130136E	
JESENIKY1_26AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,74	278,02	3,97	3,38	2,84		50.0379372N, 17.2130136E	
JESENIKY1_31AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,03	487,98	3,93	2,75	4,98		50.0384206N, 17.2124808E	
JESENIKY1_32AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	114,3	581,36	4,38	3,49	5,09		50.0384206N, 17.2124808E	hp, sem+33AP sem
JESENIKY1_33AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,75	501,19	2,66	2,59	4,93		50.0384206N, 17.2124808E	hp
JESENIKY1_34AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	102,55	513,56	4,48	2,4	5,01		50.0384206N, 17.2124808E	hp, sem
JESENIKY1_35AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,62	484,29	4,36	2,88	4,91		50.0384206N, 17.2124808E	hp
JESENIKY1_36AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	116,88	591,1	3,46	3,18	5,06		50.0384206N, 17.2124808E	hp, kv, pyl
JESENIKY1_37AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,07	500,99	4,03	2,61	4,86		50.0384206N, 17.2124808E	
JESENIKY1_38AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,48	479,77	4,76	4,49	5,02		50.0384206N, 17.2124808E	hp, kv, pyl, sem
JESENIKY1_39AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	116,52	589,6	3,55	3,08	5,06		50.0384206N, 17.2124808E	sem
JESENIKY1_40AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,49	493,31	4,76	2,46	4,96		50.0384206N, 17.2124808E	hp, kv, pyl
JESENIKY1_41AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	104,8	508,38	3,42	2,71	4,85		50.0384206N, 17.2124808E	
JESENIKY1_42AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	90,76	508,62	3,6	4,6	5,60		50.0389544N, 17.2118358E	hp, sem
JESENIKY1_43AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,97	495,61	4,17	2,66	4,96		50.0389544N, 17.2118358E	hp, pyl, kv
JESENIKY1_45AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	110,51	562,5	2,72	2,19	5,09		50.0392228N, 17.2125039E	hp, pyl, kv
JESENIKY1_46AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,87	480,38	4,99	3,1	4,91		50.0392228N, 17.2125039E	hp, sem
JESENIKY1_47AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	106,7	543,97	4,76	3,36	5,10		50.0391592N, 17.2126911E	
JESENIKY1_48AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	104,58	535,43	3,18	1,55	5,12		50.0391592N, 17.2126911E	
JESENIKY1_49AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	100,6	524,64	3,23	2,71	5,22		50.0391592N, 17.2126911E	
JESENIKY1_50AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	100,07	525,23	3,28	2,79	5,25		50.0391592N, 17.2126911E	
JESENIKY1_51AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,04	508,77	4,65	3,92	5,14		50.0391592N, 17.2126911E	
JESENIKY1_52AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	109,32	552,16	4,17	4,1	5,05		50.0391592N, 17.2126911E	
JESENIKY1_61AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	93,33	266	3,87	3,12	2,85		50.0390639N, 17.2126836E	
JESENIKY1_62AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	109,19	555,14	3,09	2,11	5,08		50.0390639N, 17.2126836E	hp, sem+61AP semena
JESENIKY1_63AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	108,23	550,28	3,84	2,33	5,08	VOLÁRKA, MIX	50.0425056N, 17.2266433E	hp
JESENIKY1_64AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	109,69	554,76	3,57	2,61	5,06		50.0425056N, 17.2266433E	hp, sem
JESENIKY1_65AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	107,19	292,47	4,47	3,05	2,73		50.0431942N, 17.2272853E	hp, pyl, kv
JESENIKY1_66AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	94,61	257,85	4,23	3,35	2,73		50.0431942N, 17.2272853E	
JESENIKY1_67AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,4	273,32	3,15	1,02	2,86		50.0431942N, 17.2272853E	
JESENIKY1_68AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	93,44	264,26	3,47	2,37	2,83		50.0437283N, 17.2275550E	hp, pyl
JESENIKY1_69AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	93,17	517,58	3,55	2,23	5,56	VELKÝ KOTEL, MIX	50.0517347N, 17.2369031E	
JESENIKY1_71AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	105,19	556,4	2,9	1,83	5,29		50.0517347N, 17.2369031E	
JESENIKY1_72AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	104,12	534,07	2,96	2,39	5,13		50.0517347N, 17.2369031E	
JESENIKY1_73AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,69	512,12	1,96	1,9	5,04		50.0517347N, 17.2369031E	
JESENIKY1_74AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,05	525,71	3,74	3,11	5,10		50.0517347N, 17.2369031E	

vzorek	druh	měřená tkáň	standard	signal standard	signal vzorek	cv standard	cv vzorek	poměr	populace	poloha	poznámky
JESENIKY1_75AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	100,05	513,79	3,61	2,39	5,14		50.0517347N, 17.2369031E	
JESENIKY1_76AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	109,28	550,81	3,89	3,4	5,04		50.0516561N, 17.2369775E	hp
JESENIKY1_77AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	108,31	544,37	3,48	2,08	5,03		50.0516211N, 17.2364325E	hp
JESENIKY1_78AP	<i>A. Plicatum</i>	řapík	<i>Bellis</i>	102,74	497,57	4,14	2,93	4,84		50.0516211N, 17.2364325E	hp, měřeno z řapíku
JESENIKY1_79AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	108,04	531,44	4,1	3,53	4,92		50.0516211N, 17.2364325E	hp
JESENIKY1_80AP	<i>A.plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	105	536,96	3,98	2,1	5,11		50.0516211N, 17.2364325E	
JESENIKY1_81AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	108,88	537,47	3,11	1,87	4,94		50.0516211N, 17.2364325E	hp
JESENIKY1_82AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	104,95	536,15	4,71	2,95	5,11		50.0516211N, 17.2364325E	hp
JESENIKY1_83AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	109,7	544,5	3,77	2,07	4,96		50.0523514N, 17.2319833E	hp
JESENIKY1_84AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	108,1	525,64	4,27	2,83	4,86		50.0523514N, 17.2319833E	hp, sem
JESENIKY1_85AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	106,34	536,58	3,24	1,38	5,05		50.0523514N, 17.2319833E	hp
JESENIKY1_86AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,49	492,98	3,51	3,3	4,96		50.0523514N, 17.2319833E	hp, sem
JESENIKY1_87AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	104,83	519,7	3,73	2,84	4,96		50.0523514N, 17.2319833E	hp, málo jader, ošklivý materiál
JESENIKY1_88AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,46	499,22	3,58	3,03	4,92		50.0523514N, 17.2319833E	hp
JESENIKY1_89AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	108,39	557,08	3,04	2,58	5,14		50.0523514N, 17.2319833E	hp, sem+96AP
JESENIKY1_90AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	105,25	505,82	3,45	2,79	4,81		50.0520947N, 17.2321489E	hp, sem
JESENIKY1_91AP	<i>A. plicatum</i>	řapík	<i>Bellis</i>	105,33	529,72	3,75	3,66	5,03		50.0520947N, 17.2321489E	hp, sem, měřeno z řapíku
JESENIKY1_92AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	100,66	507,72	4,5	3,3	5,04		50.0520947N, 17.2321489E	hp
JESENIKY1_93AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	77,25	404,32	3,68	3,18	5,23		50.0520947N, 17.2321489E	hp, sem
JESENIKY1_94AP	<i>A.plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	109,73	539,24	3,5	2,82	4,91		50.0520947N, 17.2321489E	
JESENIKY1_95AP	<i>A.plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	104,47	524,69	2,77	1,43	5,02		50.0520947N, 17.2321489E	hp, sem
JESENIKY1_97AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	107,13	525,15	4,55	2,86	4,90		50.0520947N, 17.2321489E	hp, sem
JESENIKY1_96AP	<i>A.plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,61	488,65	4,86	3,08	4,96		50.0520947N, 17.2321489E	hp
JESENIKY1_98AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	109,12	559,91	3,77	2,76	5,13		50.0520947N, 17.2321489E	hp
JESENIKY1_99AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	104,56	522,46	4,17	3,2	5,00		50.0520947N, 17.2321489E	hp
JESENIKY1_100AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	100,37	518,28	4,82	2,65	5,16		50.0520947N, 17.2321489E	
JESENIKY1_101AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	102,97	511,84	4,07	2,3	4,97		50.0520947N, 17.2321489E	hp
JESENIKY1_102AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	89,42	460,34	4,24	4,19	5,15		50.0520947N, 17.2321489E	hp, sem
JESENIKY1_103AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	88,49	466,08	4,68	3,25	5,27		50.0520947N, 17.2321489E	hp, sem
JESENIKY1_104AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	102,13	504,55	3,81	2,3	4,94		50.0520947N, 17.2321489E	hp
JESENIKY1_105AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,55	492,84	4,89	3,44	4,95		50.0520947N, 17.2321489E	hp
JESENIKY1_106AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	94,61	500,83	3,6	2,49	5,29		50.0531564N, 17.2341131E	hp
JESENIKY1_107AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	112,92	570,45	4,11	3,19	5,05		50.0531564N, 17.2341131E	hp
JESENIKY1_108AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	107,87	545,55	3,52	2,68	5,06		50.0531564N, 17.2341131E	hp, sem
JESENIKY_110AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	104,78	521,2	3,67	3,29	4,97		50.0532206N, 17.2342389E	hp, sem
JESENIKY1_112AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	92,19	252,73	4,4	2,7	2,74		50.0532206N, 17.2342389E	hp
JESENIKY1_113AV	<i>A.variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,14	272,81	3,88	3,6	2,70		50.0532206N, 17.2342389E	hp, sem
JESENIKY1_114AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,21	265,02	4,41	2,71	2,67		50.0532206N, 17.2342389E	hp
JESENIKY1_115AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,21	261,73	3,6	4,72	2,67		50.0532206N, 17.2342389E	hp
JESENIKY1_116AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	109,69	293,35	4,38	3,07	2,67		50.0532206N, 17.2342389E	hp
JESENIKY1_117AP	<i>A.plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	104,31	526,01	4,07	2,72	5,04		50.0532206N, 17.2342389E	hp
JESENIKY1_118AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,74	496,35	3,48	1,63	5,13		50.0532206N, 17.2342389E	hp, sem
JESENIKY1_119AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	88,34	471,95	4,23	3,22	5,34		50.0532206N, 17.2342389E	hp
JESENIKY1_120AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	105,81	534,57	3,67	1,79	5,05		50.0532206N, 17.2342389E	hp

vzorek	druh	měřená tkáň	standard	signal standard	signal vzorek	cv standard	cv vzorek	poměr	populace	poloha	poznámky
JESENIKY1_121AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	100,34	515,92	3,43	2,86	5,14		50.0536764N, 17.2355022E	hp
JESENIKY1_122AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,76	524,25	2,88	1,69	5,05		50.0536764N, 17.2355022E	hp
JESENIKY1_124AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	94,68	497,89	3,96	2,68	5,26		50.0536764N, 17.2355022E	hp, sem+ 117,118AP
JESENIKY1_125AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	108,24	531,95	4,84	3,06	4,91		50.0533225N, 17.2359075E	hp, kv, pyl
JESENIKY1_126AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	111,86	549,57	3,96	2,79	4,91		50.0535019N, 17.2368142E	hp, sem
JESENIKY1_127AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	104,96	530,75	2,9	1,68	5,06		50.0535019N, 17.2368142E	hp
JESENIKY1_128AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	93,66	265,96	4,64	3,5	2,84		50.0535019N, 17.2368142E	hp, pyl
JESENIKY1_129AP	<i>A.plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	81,16	414,33	4,64	2,97	5,11		50.0535019N, 17.2368142E	hp, sem
JESENIKY1_130AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	100,82	280,56	4,46	2,96	2,78		50.0535019N, 17.2368142E	hp, pyl
JESENIKY1_131AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,74	506,82	3,82	2,51	5,19		50.0535019N, 17.2368142E	hp, kv, pyl
JESENIKY1_132AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	106,54	295,01	3,89	1,72	2,77		50.0535019N, 17.2368142E	hp, kv, pyl
JESENIKY1_133AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	104,91	287,31	3,24	2,41	2,74		50.0535019N, 17.2368142E	hp, kv, pyl
JESENIKY1_134AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,65	278,9	2,39	2,13	2,69		50.0535019N, 17.2368142E	hp
JESENIKY1_135AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	86,57	245,99	3,26	3,7	2,84		50.0535019N, 17.2368142E	hp, sem
JESENIKY1_136AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,7	270,29	3,12	3,01	2,71		50.0535019N, 17.2368142E	hp
JESENIKY1_137AP	<i>A.plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	89,64	453,13	2,96	3,62	5,05		50.0535019N, 17.2368142E	hp
JESENIKY1_138AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	199,92	250,84	2,24	1,83	2,76		50.0535019N, 17.2368142E	
JESENIKY1_139AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,78	264,27	4,42	3,25	2,73		50.0535019N, 17.2368142E	hp
JESENIKY1_140AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	94,8	442,45	4,2	4,86	4,67		50.0544442N, 17.2385833E	hp, sem
JESENIKY1_141AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	83,25	428,75	2,59	1,95	5,15		50.0551886N, 17.2383861E	hp, sem
JESENIKY1_142APa	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,22	498,46	2,86	2,89	5,18		50.0551886N, 17.2383861E	hp, sem, pyl
JESENIKY1_142APb	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	117,93	604,52	4,39	3,23	5,13		50.0551886N, 17.2383861E	hp, sem
JESENIKY1_143AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	102,03	517,61	3,9	2,25	5,07		50.0551886N, 17.2383861E	hp
JESENIKY1_144AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	105,64	530,33	3,1	2,79	5,02		50.0551886N, 17.2383861E	hp, kv, pyl, sem
JESENIKY1_209AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	113,45	573,89	3,06	1,85	5,06		50.0551886N, 17.2383861E	
KRNAP2_1AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	87,55	247,02	2,31	2,36	2,82	LABSKÝ DŮL, MIX	50.7635039N, 15.5505144E	hp, kv, pyl
KRNAP2_2AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,11	284,91	3,87	4,01	2,87		50.7635039N, 15.5505144E	hp, pyl
KRNAP2_3AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,79	287,29	3,36	3,35	3,00		50.7635394N, 15.5503592E	hp, kv, pyl
KRNAP2_4AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	111,67	310,17	2,2	1,49	2,78		50.7635394N, 15.5503592E	hp, kv, pyl
KRNAP2_5AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	94,88	266,5	3,9	4,14	2,81		50.7635394N, 15.5503592E	hp
KRNAP2_6AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,05	263,69	4,19	3,15	2,77		50.7635394N, 15.5503592E	
KRNAP2_7AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,49	273,82	4,35	3,57	2,78		50.7635394N, 15.5503592E	hp
KRNAP2_8AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,28	506,58	4,02	2,06	5,32		50.7635322N, 15.5506125E	hp
KRNAP2_9AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,47	507,43	3,79	1,74	5,15		50.7635322N, 15.5506125E	hp
KRNAP2_10AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,72	522,37	4,58	2,19	5,04		50.7635161N, 15.5504475E	hp
KRNAP2_11AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,24	525,79	4,23	2,64	5,19		50.7635161N, 15.5504475E	hp, sem
KRNAP2_12AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	107,24	562,46	4,54	2,54	5,24		50.7635161N, 15.5504475E	hp
KRNAP2_13AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,45	544,38	4,43	1,99	5,26		50.7635161N, 15.5504475E	hp, sem
KRNAP2_15AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	106,8	543,25	4,52	2,76	5,09		50.7635608N, 15.5501997E	hp, sem, 14AP pyl
KRNAP2_17AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	92,01	277,5	3,09	1,38	3,02		50.7635608N, 15.5501997E	hp
KRNAP2_18AV	<i>A. variegatum</i>	stonek	<i>Bellis</i>	113,84	315,53	2,2	1,2	2,77		50.7635608N, 15.5501997E	hp, kv, pyl, ze stonku
KRNAP2_19AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	112,43	307,59	1,45	1,54	2,74		50.7635608N, 15.5501997E	hp
KRNAP2_20AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	100,68	282,05	2,05	1,5	2,80		50.7635608N, 15.5501997E	hp, kv, pyl
KRNAP2_21AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	82,69	237,59	3,76	3,66	2,87		50.7635608N, 15.5501997E	sem

vzorek	druh	měřená tkáň	standard	signal standard	signal vzorek	cv standard	cv vzorek	poměr	populace	poloha	poznámky
KRNAP2_22AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	92,49	272,18	3,02	1,71	2,94		50.7635608N, 15.5501997E	hp
KRNAP2_23AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,38	277,58	4,29	3,16	2,79		50.7635681N, 15.5499894E	hp, pyl
KRNAP2_24AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	87,56	249,83	1,96	1,52	2,85		50.7635681N, 15.5499894E	hp, kv, pyl
KRNAP2_25AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,04	281,37	3,93	3,66	2,78		50.7635681N, 15.5499894E	hp, pyl
KRNAP2_26AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,11	268,8	3,57	3,03	2,80		50.7635681N, 15.5499894E	
KRNAP2_27AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,1	274,13	3,96	3,6	2,79		50.7635681N, 15.5499894E	hp, pyl
KRNAP2_28AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,97	272,29	4,77	6,97	2,81		50.7635681N, 15.5499894E	hp, kv, pyl
KRNAP2_29AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	114,73	316,25	1,48	1,24	2,76		50.7635681N, 15.5499894E	hp
KRNAP2_30AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,43	269,25	4,38	3,26	2,74		50.7635681N, 15.5499894E	hp, kv, pyl
KRNAP2_31AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	89,88	255,86	2,41	1,16	2,85		50.7635681N, 15.5499894E	hp, pyl
KRNAP2_32AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	90,4	260,67	2,33	1,39	2,88		50.7635681N, 15.5499894E	hp, pyl
KRNAP2_33AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,18	280,22	3,35	2,65	2,72		50.7635681N, 15.5499894E	hp, pyl
KRNAP2_34AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	118,26	322,1	3,12	2,35	2,72		50.7635681N, 15.5499894E	hp, kv, pyl
KRNAP2_35AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,74	277,29	2,85	1,56	2,90		50.7637856N, 15.5496667E	
KRNAP2_36AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,78	280,13	2,98	1,75	2,89		50.7637856N, 15.5496667E	
KRNAP2_37AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	107,89	297,32	2,57	1,3	2,76		50.7637856N, 15.5496667E	
KRNAP2_38AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	106,14	289,33	2,92	2,22	2,73		50.7637856N, 15.5496667E	
KRNAP2_39AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,26	274,97	3,17	1,74	2,77		50.7637856N, 15.5496667E	
KRNAP2_40AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	108,24	298	3,43	2,3	2,75		50.7637856N, 15.5496667E	
KRNAP2_41AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	90,81	256,26	2,61	1,6	2,82		50.7637856N, 15.5496667E	
KRNAP2_42AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,97	279,28	3,51	2,74	2,74		50.7637856N, 15.5496667E	
KRNAP2_43AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,57	281,91	2,81	1,98	2,72		50.7637856N, 15.5496667E	
KRNAP2_44AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	105,6	288,32	2,5	2,1	2,73		50.7637856N, 15.5496667E	
KRNAP2_45AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,93	274,14	2,14	1,05	2,74		50.7637856N, 15.5496667E	
KRNAP2_46AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	92,42	267,09	2,49	1,18	2,89		50.7637856N, 15.5496667E	
KRNAP2_47AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	106,44	298,3	2,14	1,03	2,80		50.7637856N, 15.5496667E	
KRNAP2_48AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	102,6	289,57	2,67	1,36	2,82		50.7637856N, 15.5496667E	
KRNAP2_49AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	110,99	304,79	2,24	1,6	2,75		50.7637856N, 15.5496667E	
KRNAP2_50AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	113,75	313,31	2,74	1,12	2,75		50.7637856N, 15.5496667E	
KRNAP2_51AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	113,81	310,8	2,03	1,35	2,73		50.7637856N, 15.5496667E	
KRNAP2_52AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	91,24	261,66	2,73	1,62	2,87		50.7637856N, 15.5496667E	
KRNAP2_65AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,33	275,62	2,17	1,32	2,86		50.7637856N, 15.5496667E	hp, kv, pyl+73AP pyl
KRNAP2_86AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	109,71	298,24	2,87	2,28	2,72		50.7642117N, 15.5492653E	
KRNAP2_87AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	108,59	297,3	3,29	2,57	2,74		50.7642117N, 15.5492653E	
KRNAP2_88AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	100,06	279,88	4,01	3,31	2,80		50.7642117N, 15.5492653E	
KRNAP2_89AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	109,12	295,71	3,27	2,55	2,71		50.7642117N, 15.5492653E	sem
KRNAP2_90AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	100,43	278,91	4,86	3,09	2,78		50.7642117N, 15.5492653E	sem
KRNAP2_91AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	106,02	291,32	3,85	2,48	2,75		50.7642117N, 15.5492653E	
KRNAP2_92AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	114,07	310,21	3,33	2,26	2,72		50.7642117N, 15.5492653E	
KRNAP2_93AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	110,35	303,97	3,24	2,68	2,75		50.7642117N, 15.5492653E	
KRNAP2_107AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	87,48	259,45	3,67	3,24	2,97		50.7633414N, 15.5488261E	
KRNAP2_108AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,85	283,73	3,62	2,69	2,79		50.7633414N, 15.5488261E	
KRNAP2_109AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	112,09	308,94	4,2	3,08	2,76		50.7633414N, 15.5488261E	
KRNAP2_110AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	102,71	290,11	4,14	3,18	2,82		50.7633414N, 15.5488261E	

Příloha 2: VYHODNOCENÉ CYTOMETRICKÉ ANALÝZY

vzorek	druh	měřená tkáň	standard	signal standard	signal vzorek	cv standard	cv vzorek	poměr	populace	poloha	poznámky
KRNAP2_119AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	107,3	539,07	4,57	2,79	5,02		50.7633414N, 15.5488261E	hp, kv, pyl
KRNAP2_120AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	104,93	540,67	3,08	2,6	5,15		50.7633414N, 15.5488261E	hp, sem
KRNAP2_121AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	106,71	534,91	4,05	2,62	5,01		50.7633414N, 15.5488261E	hp, sem, pyl
KRNAP2_122AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	107,72	565,01	2,78	1,94	5,25		50.7633414N, 15.5488261E	hp, sem
KRNAP2_123AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	102,31	527,07	3,51	2,53	5,15		50.7633414N, 15.5488261E	hp, sem
KRNAP2_125AP	<i>A.plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	111,98	559,59	4,83	3,27	5,00		50.7623628N, 15.5507025E	hp, pyl
KRNAP2_131AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,12	503,97	4,68	3,58	5,19		50.7616431N, 15.5559822E	hp, sem
KRNAP2_133AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	94,56	499,68	4,85	2,51	5,28		50.7616431N, 15.5559822E	hp, sem+ 127AP,128AP
KRNAP2_134AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,73	530,31	3,57	2,27	5,11		50.7616431N, 15.5559822E	hp, sem+ 138AP, 137AP pyl
KRNAP2_136AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,77	495,42	4,27	2,01	5,12		50.7616431N, 15.5559822E	hp, sem
KRNAP2_140AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,25	295,21	3,26	3,18	2,86	MICHLŮV MLÝN, ČISTÁ	50.6996964N, 15.5879372E	hp, kv, pyl
KRNAP2_141AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,05	286,57	4,18	3,64	2,89		50.6996964N, 15.5879372E	sem
KRNAP2_144AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	106,63	302,05	3,84	2,88	2,83		50.6996964N, 15.5879372E	hp, kv, pyl, sem+ 142AV, 143AV
KRNAP2_145AV	<i>A. variegatum</i>	řapík	<i>Bellis</i>	91,41	258,94	3,27	2,12	2,83		50.6996964N, 15.5879372E	semena, měřno z řapíku
KRNAP2_146AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	91,64	256,73	3,25	1,21	2,80		50.6996964N, 15.5879372E	hp, kv, pyl
KRNAP2_147AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	107,35	293,72	2,28	1,16	2,74		50.6996964N, 15.5879372E	sem
KRNAP2_148AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	106,25	292,68	3,8	3,51	2,75		50.6996964N, 15.5879372E	hp, sem, pyl
KRNAP2_149AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,82	282,3	3,4	2,89	2,83	RÝCHORY, MIX	50.6605964N, 15.8496450E	hp, sem
KRNAP2_150AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,25	284,26	3,83	3,01	2,92		50.6605964N, 15.8496450E	hp, kv, pyl, sem
KRNAP2_151AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,75	296,2	3,98	2,79	2,91		50.6605964N, 15.8496450E	hp, pyl, sem
KRNAP2_152AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	112,23	313,81	3,82	3,12	2,80		50.6605964N, 15.8496450E	hp, kv, pyl
KRNAP2_153AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	84,68	244,53	4,18	3,04	2,89		50.6605964N, 15.8496450E	
KRNAP2_154AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	104,53	285,36	4,02	3,57	2,73		50.6605964N, 15.8496450E	hp, kv, pyl
KRNAP2_155AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	106,08	294,02	1,95	1,56	2,77		50.6605964N, 15.8496450E	hp, sem, pyl
KRNAP2_156AH	hybrid	list	<i>Bellis</i>	109,79	449,66	3,79	2,46	4,10		50.6605964N, 15.8496450E	hp
KRNAP2_157AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	99,96	507,7	3,75	2,63	5,08		50.6605964N, 15.8496450E	ster
KRNAP2_158aAP	<i>A. plicatum</i>	řapík	<i>Bellis</i>	110,56	564,42	3,2	2,2	5,11		50.6605964N, 15.8496450E	ster
KRNAP2_158bAV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	111,36	311,51	3,38	2,42	2,80		50.6605964N, 15.8496450E	
KRNAP2_159AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	97,17	280,53	4,34	4,29	2,89		50.6605964N, 15.8496450E	
KRNAP2_160AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	108,88	307,2	3,48	2,72	2,82		50.6606442N, 15.8497564E	nízký, hp, kv, pyl
KRNAP2_161AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	103,92	291,19	3,18	2,29	2,80		50.6606442N, 15.8497564E	nízký, hp, kv
KRNAP2_162AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	102,62	300,5	3,64	2,49	2,93		50.6606442N, 15.8497564E	nízký,
KRNAP2_163AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	100,73	276,05	4,04	3,21	2,74		50.6606442N, 15.8497564E	nízký,
KRNAP2_164AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	83,03	249,52	4,26	3,22	3,01		50.6606442N, 15.8497564E	nízký, hp, kv, pyl
KRNAP2_165AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,55	282,46	4,19	2,9	2,93		50.6606442N, 15.8497564E	nízký, hp, sem
KRNAP2_166AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	92,85	263,23	3,87	3,2	2,84		50.6606442N, 15.8497564E	nízký, hp, pyl, sem
KRNAP2_167AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	105,71	285,62	3,7	2,82	2,70		50.6606442N, 15.8497564E	nízký, hp, kv, pyl
KRNAP2_168AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	104,67	285,57	4,26	3,08	2,73		50.6610992N, 15.8495700E	bílý, hp, kv, pyl
KRNAP2_169AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	109,3	299,59	2,38	1,78	2,74		50.6610992N, 15.8495700E	hp, kv, pyl
KRNAP2_170AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	98,21	281,75	4,74	2,44	2,87		50.6609253N, 15.8494300E	hp, sem
KRNAP2_171AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	94,24	279,49	4,13	3,58	2,97		50.6609253N, 15.8494300E	hp, sem+ 172AV,
KRNAP2_174AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	101,39	282,37	3,36	2,4	2,78		50.6609253N, 15.8494300E	hp, sem
KRNAP2_177AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	110,14	304,68	3,7	3,07	2,77		50.6611128N, 15.8493306E	hp, pyl, semena, + 176AV, 173AV, 1
KRNAP2_178AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	106,86	543,64	2,26	1,18	5,09		50.6611128N, 15.8493306E	semena + 173AP, 175AP, 178AP,

vzorek	druh	měřená tkáň	standard	signal standard	signal vzorek	cv standard	cv vzorek	poměr	populace	poloha	poznámky
KRNAP2_179AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	95,31	272,23	4,78	2,97	2,86		50.6611128N, 15.8493306E	hp, kv, pyl
KRNAP2_180AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	108,47	550,38	1,86	1,21	5,07		50.6611128N, 15.8493306E	hp, sem
KRNAP2_181AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	108,53	557,62	2,45	1,19	5,14	SKLENÁŘOVICE, MIX POP (z KR1)	50.6335092N, 15.8434564E	hp, sem
KRNAP2_182AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	108,77	554,06	4,48	2,23	5,09		50.6335092N, 15.8434564E	hp, sem
KRNAP2_183AP	<i>A. plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	110,06	561,39	1,91	1,65	5,10		50.6335092N, 15.8434564E	hp, sem (+184AP)
KRNAP2_184AP	<i>A.plicatum</i>	list	<i>Bellis</i>	111,88	562,81	3,76	2,83	5,03		50.6335092N, 15.8434564E	hp, sem
KRNAP2_185AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	107,62	297,84	3,59	2,37	2,77	r. ČISTÁ, ČISTÁ POP	50.6583764N, 15.7094433E	hp, kv, pyl
KRNAP2_186AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	109,47	305,27	2,35	1,36	2,79		50.6583764N, 15.7094433E	hp, kv, pyl
KRNAP2_187AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	124,57	346,84	2,33	1,62	2,78		50.6583764N, 15.7094433E	hp, kv, pyl
KRNAP2_188AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	96,68	275,82	2,66	1,57	2,85		50.6583764N, 15.7094433E	hp, pyl
KRNAP2_189AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	105,44	299,4	2,26	1,55	2,84		50.6583764N, 15.7094433E	hp
KRNAP2_190AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	109,46	302,65	3,16	2,89	2,76		50.6583764N, 15.7094433E	hp
KRNAP2_191AV	<i>A. variegatum</i>	list	<i>Bellis</i>	102,93	282,33	4,1	3,25	2,74		50.6583764N, 15.7094433E	hp, kv, pyl
0,7188866978											