

Úvod do studia evoluce a diverzity rostlin

Karol Marhold, Tomáš Fér, Patrik Mráz

karol.marhold@savba.sk

<http://ibot.sav.sk/karol01.html>

- (1) Pozice taxonomie, přístupy v klasifikaci, z historie taxonomie, taxonomické kategorie (druh, poddruh, varieta, forma), vymezení taxonů, postup práce při taxonomické studii (Marhold)**

- (2) Taxonomické publikace jako zdroj informací a jako produkt taxonomického výzkumu I – bibliografie, atlasy rozšíření, určovací klíče, Index Herbariorum, přehledy počtů chromozomů (Marhold)**

- (3) Taxonomické publikace jako zdroj informací a jako produkt taxonomického výzkumu II – Flóry, checklisty, monografie (Marhold)**

- (4) Herbáře, jejich role ve studiu biodiverzity, jak funguje herbář (Mráz)**

(5) Botanická nomenklatura, Mezinárodní kód nomenklatury řas, hub a rostlin, alternativní přístupy v botanické nomenklatuře (Marhold)

(6) Cytotaxonomie, karyologie, cytogenetika (historie, řešené otázky, metodický aparát) (Marhold): data používaná v cytotaxonomii (počet chromozomů, charakter karyotypu, meoitické chování, velikost genomu, "proužkování"); metodické přístupy (roztlakové preparáty, specifické barvení, FISH, GISH); průtoková cytometrie (podstata metody, historie, srovnání rostlinné a živočišné cytometrie, výhody/nevýhody); otázky řešené pomocí průtokové cytometrie (delimitace taxonů, hybridizace, cytogeografie, reprodukční způsoby); modelové studie.

(7) Multivariační morfometrika, geometrická morfometrika, rekonstrukce evoluce, tvorba fylogenetických stromů (Marhold)

(8) Uplatnění molekulárních přístupů ve studiu biodiverzity, v taxonomii a v rekonstrukci evoluce – I. (Fér)

(9) Uplatnění molekulárních přístupů ve studiu biodiverzity, v taxonomii a v rekonstrukci evoluce – II. (Fér)

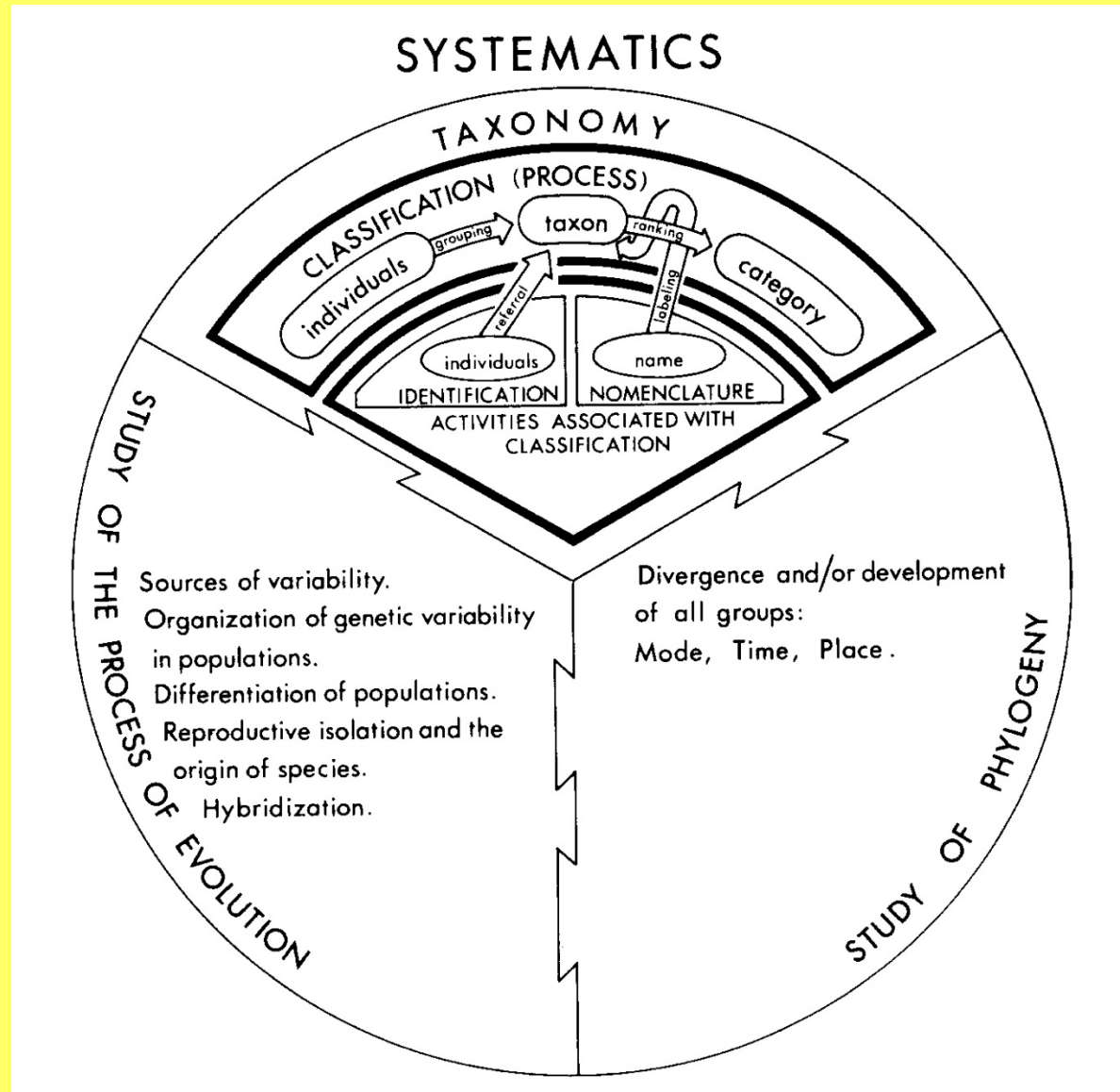
(10) Rozmnožovací systémy u rostlin (Mráz)

- Davis, P.H. & Heywood, V.H. (1963): Principles of Angiosperm Taxonomy.
- Radford, A.E., Dickison, W.C., Massey, J.R. & Bell, C.R. (1974): Vascular Plant Systematics.
- Stace C.A. (1989): Plant Taxonomy and Biosystematics.
- Stuessy, T.F. (1990): Plant Taxonomy, The Systematic Evaluation of Comparative Data.
- Stuessy, T.F. (2009): Plant Taxonomy. Ed. 2.
- Judd, W.S., Campbell, Ch.S., Kellogg, E.A. & Stevens P.F. (1999): Plant Systematics, A Phylogenetic Approach.
- Briggs, D. & Walters, S.M. (2001): Proměnlivost a evoluce rostlin.
- Greuter W. et al., eds. [preložil Marhold, K.], 2000: Medzinárodný kód botanickej nomenklatúry (Saint Louis Code) [International code of botanical nomenclature (Saint Louis Code)]. - Zprávy Čes. Bot. Společn., Příloha 2000/1; Bull. Slov. Bot. Spoločn. Supplement 6.
- Turland, N. et al., eds., 2018: International Code of Nomenclature for algae, fungi and plants (Shenzhen Code) <https://www.iapt-taxon.org/nomen/main.php>

Časopisy: Taxon, Systematic Botany, Plant Systematics & Evolution, American Journal of Botany, Botanical Journal of the Linnean Society, Willdenowia, Preslia, Folia Geobotanica

Taxonómia – De Candolle (1813),
Theorie elementaire de la botanique – metódy a princípy klasifikácie organizmov

syntetická veda – čerpá z poznatkov morfológie, anatómie, cytológie, genetiky, cytogenetiky, molekulárnej biológie, chémie ...



Stuessy (1990)

Klasifikácia (ako proces) – tvorba logického systému kategórií, z ktorých každá zahŕňa ľubovoľné množstvo organizmov, klasifikácie sú rôzne a môžu byť tiež predmetom klasifikácie (fenetická, kladistická, fylogenetická ...)

Identifikácia, určovanie, determinácia – pomenovávanie organizmu (organizmov) odkazom na už existujúcu klasifikáciu

Nomenklatúra – systém a metódy pomenovávania organizmov, tvorba, interpretácia a použitie pravidiel, ktoré riadia tento systém

Taxón – akékoľvek taxonomické zoskupenie organizmov

Opis taxónu – súhrn charakteristík taxónu, ktorý definuje taxón

Diagnóza – skrátený opis, ktorý zahŕňa len znaky, ktoré ho odlišujú od iných, blízko príbuzných taxónov

Vymedzenie taxónu – šírka chápania taxónu, môže sa výrazne líšiť u rôznych autorov

Štádiá floristického a taxonomického výskumu (podľa Valentine & Löve):

Exploračná fáza – zber materiálu, klasifikácia na základe obmedzeného množstva herbárových dokladov

Systematická fáza – terénne štúdium, klasifikácia na základe rozsiahleho množstva materiálu

Biosystematická fáza – zahŕňa aj genetické a cytologické štúdium (dnes by sme už pridali aj molekulárno-systematické štúdium)

Encyklopedická fáza – cieľ, k dispozícii sú dáta zo širokého okruhu disciplín umožňujúce zostaviť prirodzené a dostatočne prediktívnu klasifikáciu

Turrill – alfa až omega taxonómia

Z histórie ...

Theophrastus (ca. 370-285 p. n. l.) – „otec botaniky“ – prvý pokus o klasifikáciu rastlín – rozlišoval asi 480 taxónov, Lýceum v Aténach, niektoré dnešné rodové mená pochádzajú z jeho *De Historia Plantarum*

Dioskorides (1. stor. n.l.) – Grék, lekár v rímskej armáde, *De Materia Medica*, ca. 600 taxónov

stredoveké herbáre

L. Fuchs (1542), P. Matthioli (1544), C. L'Ecluse (1601)

- drevoryty, informácie o využití, najmä v medicíne, nepokúšali sa o klasifikáciu

17. storočie – počiatky taxonómie

A. Caesalpino (1519-1603), *De Plantis* (1583) – klasifikácia asi 1500 taxónov, dôraz na funkčné, tiež reprodukčné znaky, rozoznával napr. skupiny zodpovedajúce *Brassicaceae*, *Asteraceae*

J. Bauhin (1541-1613); **G. Bauhin** (1560-1624) – *Pinax Theatri Botanici* (1623), uvádza 6000 druhov, synonymá odkazujúce na predošlé práce, rozoznával aj rody, aj keď nedôsledne, používal už binómy

J. P. de Tournefort (1656-1708) – *Institutiones Rei Herbariae* (1700), asi 9000 druhov v 698 rodoch

J. Ray (1627-1705) – *Methodus Plantarum Nova* (1682, 1703), *Historia Plantarum* (1686-1704), druhé vydanie *Methodus* zahŕňalo 18 000 druhov, používal množstvo znakov na kvetoch; frázové mená

C. Linnaeus (1707-1778)

Genera Plantarum (1737), *Species Plantarum* (1753) – spolu asi

7 700 druhov v 1 105 rodoch

popri frázových menách aj triviálne mená - epitetá

8. THLASPI filiculis obcordatis, foliis radicalibus *ca-montanum*.
neiformibus integerrimis.

Thlaspi filiculis obverse cordatis, foliis imis spatulatis; summis amplexicaulibus sagittatis. *Sauv. monsp.*
121.

Thlaspi alpinum, bellidis cæruleæ folio. *Bauh. pin.*
106.

Thlaspi montanum, bursæ pastoris folio. *Col. ephr.* 1.
p. 275. t. 276.

Thlaspi montanum 2. *Clus. hist.* 2. p. 131.

Habitat in Helvetiæ, Austriæ, Italiæ, Mouspelii petrosis.

alliacum. 3. THLASPI filiculis subovatis ventricosis, foliis oblongis obtusis dentatis glabris. *Roy. lugdb.* 334.

Thlaspi allium redolens. *Morif. hist.* 2. p. 297. f. 3. t. 18. f. 28.

Scorodo-Thlaspi ulyssis aldrovandi. *Bauh. hist.* 2. p. 932.

Habitat in Europa australi.

Antecedenti similis, sed Siliculæ ovato-ventricosæ, margine minore.

C. L. Willdenow - 4. vydanie *Species Plantarum* (1797-1830), šesť zväzkov (13 častí), 16 000 druhov, posledná svetová monografia, ktorá zahŕňa všetky cievnaté rastliny

J. de Lamarck (1744-1829) – *Flore Française* (1778), botanická časť *Encyclopédie Méthodique* (1783-1798), dokončené J. L. M. Poiretom (1804-1817)

A. P. de Candolle (1778-1841) – *Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis* (1823-1873), 17 zväzkov, 35 autorov, dokončené **A. de Candolle** (1806-1893), 58 000 druhov, 161 čeľadí, kryptogamy a jednoklíčne však chýbajú

A. W. Eichler (1839-1887) – *Syllabus der Vorlesungen über Spezielle und Medicinisch-Pharmaceutische Botanik* (1883) –
prvá fylogenetická klasifikácia

H. G. A. Engler (1844-1930) – *Die Natürlichen Pflanzenfamilien* (1887-1915, s **K. A. E. Prantl**om, druhé vydanie od 1924 nekompletné); *Syllabus der Pflanzenfamilien* (1. vyd. 1892), *Das Pflanzenreich* (1900-1953), pre mnohé čeľade je *Pflanzenreich* poslednou celosvetovou monografiou

...

Taxonomická hierarchia

Taxón – zoskupenie organizmov akejkoľvek taxonomickej hodnoty

Kategórie – stupeň taxonomickej hodnoty

Medzinárodný kód nomenklatúry rias, húb a rastlín (ICN):

3.1. **Základné hierarchické úrovne taxónov v zostupnom poradí sú: ríša** (*regnum*), **oddelenie alebo kmeň** (*divisio, phylum*), **trieda** (*classis*), **rad** (*ordo*), **čel'ad'** (*familia*), **rod** (*genus*) a **druh** (*species*). Každý druh sa teda dá priradiť do niektorého rodu, každý rod do niektorej čel'ade atď.

4.1. **Druhotné hierarchické úrovne taxónov v zostupnom poradí sú tieto: tribus** (*tribus*) medzi úrovňou čel'ade a rodu, **sekcia** (*sectio*) a **séria** (*series*) medzi úrovňou rodu a druhu a **varieta** (*varietas*) a **forma** (*forma*) pod úrovňou druhu.

4.2. Ak je potrebný väčší počet hierarchických úrovní, tvoria sa pre ne termíny pripojením predpony „**sub-**“ k termínom označujúcim základné a druhotné hierarchické úrovne. Potom možno rastlinu priradiť k taxónom týchto hierarchických úrovní (v zostupnom poradí): **regnum, subregnum, divisio alebo phylum, subdivisio alebo subphylum, classis, subclassis, ordo, subordo, familia, subfamilia, tribus, subtribus, genus, subgenus, sectio, subsectio, series, subseries, species, subspecies, varietas, subvarietas, forma, subforma.**

Subordinácia – napr. každá varieta musí patriť do nejakého poddruhu

Pulsatilla montana var. *serbica* W. Zimm.

P. montana subsp. *australis* (Heuff.) Zämelis var. *serbica* W. Zimm.

P. montana subsp. *dacica* Rummelsp. var. *serbica* W. Zimm.

Kategórie **nemajú** absolútne stanovené **definície**, ich používanie je v podstate konvenciou

Rôzni autori môžu aplikovať **rovnaké kategórie rôznym spôsobom** (rôzne prístupy ku klasifikácii polyploidných komplexov, rôzny spôsob aplikácie kategórie variety v európskej a americkej literatúre)

Druh

Biologická koncepcia druhu – Ernst Mayr (1963, 1969), vychádzal z Dobzhanského prác (1935, 1937) – vzájomne krížiteľné populácie reprodukčne izolované

Nominalistická koncepcia – druh je arbitrárna jednotka (Sokal a Crovello 1970, Raven 1986)

Morfologická koncepcia – druh je najmenšia skupina, ktorá je trvale a konzistentne odlišiteľná bežnými prostriedkami (Cronquist 1978)

Genetická koncepcia – Gottlieb (1977, 1981), Crawford (1983) – založená na genetickej vzdialenosti

Paleontologická koncepcia

Evolučná koncepcia – Simpson (1951) – druh ako línia (sekvencia populácií, ktoré sú vo vzťahu predok – potomok)

Kladistická koncepcia – Wiley (1978) = druh ako vetva kladogramu

Vnútrodruhové kategórie

subspecies, varietas, subvarietas, forma, subforma

varieta

Linnaeus (1753): *Species Plantarum*
označené písmenami gréckej abecedy
nekonzistentné použitie, niekedy pomenované,
inokedy nie

ICN: 37.4. Ak sa v jednej celej publikácii (Čl. 37.5) pred 1. januára 1890 rozoznáva iba jedna vnútrodruhová hierarchická úroveň, považuje sa za varietu s výnimkou prípadov, keď by to bolo v rozpore s vyhlásením príslušného autora v tej istej publikácii.

37.1. Nové meno alebo kombinácia uverejnená od 1. januára 1953 bez zreteľného označenia hierarchickej úrovne príslušného taxónu nie je platne uverejnená.

poddruh

prevzaté zo zoológie

prvé použitie – Ehrhart (1788), poddruh = *Scheinarten*,
dedičné rozdiely, varieta = *Spielarten*, environmentálna
plasticita

Persoon (1805): *Synopsis Plantarum*

Link (1798): *Philosophiae Novae Prodomus*

De Candolle (1867): *Lois de la nomenclature botanique*
varieta aj poddruh

De Candolle (1844-1873): *Prodromus Systematis*
Naturalis Regni Vegetabilis – len variety

Európa – geografická variabilita – poddruh (Wettstein,
Čelakovský, Du Rietz, Rothmaler ...)

USA – geografická variabilita – varieta (Asa Gray,
Cronquist, Rollins, Stuessy ...)

TABLE 12.1 Characteristics Useful for Distinguishing Subspecies, Varieties, and Forms in Sexually Reproducing Flowering Plants.

<i>Category</i>	<i>Characteristic</i>				
	<i>Morphological distinctions</i>	<i>Geographical patterns</i>	<i>Genetic divergence</i>	<i>Likelihood of natural hybridization</i>	<i>Fertility of hybrids</i>
Subspecies	several conspicuous differences	cohesive; largely allopatric or peripatric	usually markedly multigenic	possible along contact zones	markedly reduced fertility
Variety	one to few conspicuous differences	cohesive; largely allopatric with some overlap	multigenic or with some simple control	probable in overlap region	reduced fertility
Form	usually a single conspicuous difference	sporadic; sympatric	simple control (usually single gene)	always expected	complete fertility

Stuessy (1990)

Table 2. Numbers of species with infraspecific taxa recognized, according to rank(s) employed, in monographs, revisions, and other articles as indicated in Table 1.

rank(s)	species	percent of total
subspecies only	425	41.7 %
varieties only	531	52.1 %
formae only	29	2.8 %
subspecies + varieties	23	2.3 %
subspecies + formae	3	0.3 %
varieties + formae	8	0.8 %
subspecies + varieties + formae	1	0.1 %
Total	1020	100 %

Table 3. Extramorphological – geographic, ecologic, and/or phylogenetic – integrity of subspecies and varieties, as employed 1987-1990, with numbers of authors tabulated (cf. Tables 1 & 2).

rank	with extra-morphological integrity	without extra-morphological integrity	other justification	evidence lacking or ambiguous
subspecies	129	3	2	20
variety	105	14	5	46

Hamilton & Reichard (1992): Current practice in the use of subspecies, variety, and forma in the classification of wild plants. *Taxon* 41: 485-498.

Table 4. Numbers of species with infraspecific taxa recognized, according to rank(s) employed and journal, U.S. journals, 1987-1990

journal	species subdivided	subsp.	var.	f.	other ¹
Amer. Fern J.	7	2	5	0	0
Ann. Missouri Bot. Gard.	57	29	25	2	1
Brittonia	31	5	25	0	1
Fieldiana, Bot.	21	1	20	0	0
J. Arnold Arbor.	15	2	13	0	0
Madroño	28	14	7	6	1
Mem. New York Bot. Gard.	61	12	49	0	0
Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.	2	2	0	0	0
Phytologia	206	16	169	10	11
Selbyana	7	0	6	0	1
Sida	29	3	23	3	0
Syst. Bot.	63	34	28	1	0
Syst. Bot. Monogr.	34	11	21	1	1
Total	561	131	391	23	16

¹ Species with two or three ranks employed simultaneously.

Hamilton & Reichard (1992): Current practice in the use of subspecies, variety, and forma in the classification of wild plants. *Taxon* 41: 485-498.

Table 5. Numbers of species with infraspecific taxa recognized, according to rank(s) employed and journal. non-U.S. journals, 1987-1990.

journal	species subdivided	subsp.	var.	f.	other ¹
Austral. Syst. Bot/Brunonia	21	18	3	0	0
Blumea	42	14	25	1	2
Bull. Brit. Mus., Bot.	21	21	0	0	0
Edinburgh J. Bot. / Notes Royal Bot. Gard. Edinburgh	56	22	28	0	6
J. Linn. Soc., Bot.	32	27	2	0	3
Kew Bull.	135	73	53	5	4
Kew Bull., Add. Ser.	0	0	0	0	0
Muelleria	7	4	3	0	0
New Zealand J. Bot.	10	10	0	0	0
Nord. J. Bot.	26	14	10	0	2
Pesquisas	0	0	0	0	0
S. African J. Bot.	25	11	13	0	1
Willdenowia	84	80	3	0	1
Total	459	294	140	6	19

¹ Species with two or three ranks employed simultaneously.

Hamilton & Reichard (1992): Current practice in the use of subspecies, variety, and forma in the classification of wild plants. *Taxon* 41: 485-498.

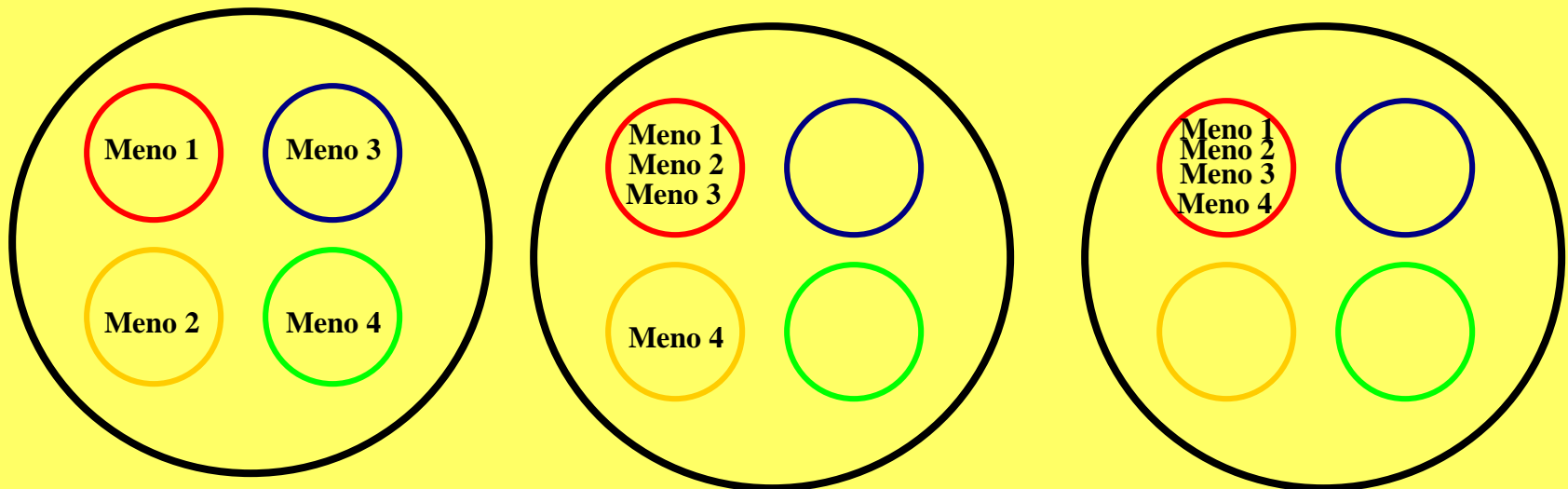
Postup práce pri taxonomickej štúdii

1. Identifikácia problému (od formulácie problému závisí voľba metód, zber materiálu ...)

- (a) Vymedzenie taxónov, vymedzenie hraníc medzi taxónmi**
- (b) Analýza evolučných vzťahov medzi taxónmi**
- (c) Vymedzenie hraníc medzi taxónmi + analýza evolučných vzťahov**
- (d) Problémy hybridizácie**
- (e) Iné**

Postup práce pri taxonomickej štúdii

2. Neverit' autoritám !!!!! – nesnažiť sa za každú cenu dokázať existujúcu klasifikáciu, všetko môže byť inak ...



Postup práce pri taxonomickej štúdii

3. Identifikácia taxónov

- (a) Prehľad akceptovaných mien a synonym, týkajúcich sa nášho problému (kde ich hľadať?) – skutočnosť že niektoré mená sa považujú sa akceptované a iné za synonymá nie je nemenná**
- (b) Ako interpretovať mená – súčasné použitie vs. interpretácia podľa typu**
- (c) Pôvodné opisy**
- (d) Odkiaľ boli príslušné taxóny opísané?**
- (e) Kde hľadať typové herbárové doklady?**

Postup práce pri taxonomickej štúdii

4. Plánovanie zberu materiálu potrebného k riešeniu problému

- (a) Celkový areál (rovnomé zastúpenie materiálu z rôznych častí areálu)**
- (b) Reprodukčný mechanizmus (klonálne rozmnožovanie – problém definície jedinca, apomixia ...)**
- (c) Známa morfológická a karyologická variabilita**
- (d) Čo by sme radi analyzovali a aké reálne možnosti máme**
- (e) Aké množstvo materiálu potrebujeme – morfológické, molekulárne, karyologické analýzy**

Postup práce pri taxonomickej štúdií

5. Vyhodnotenie karyologickej variability

- (a) Počítanie chromozómov**
- (b) Prietoková cytometria (možnosť analyzovať veľké množstvo materiálu)**
- (c) Veľkosť peľových zrn a iné znaky zvyčajne korelované so stupňom ploidie (treba overiť na materiáli so známym počtom chromozómov, nie vo všetkých skupinách rastlín to funguje rovnako)**
- (d) Kvalita peľových zrn (analýza hybridov)**

Postup práce pri taxonomickej štúdií

6. Vyhodnotenie morfolologickej variability

- (a) Populačné vzorky (možnosť analýzy počtov chromozómov), málo populácií a veľa rastlín z populácie alebo veľa populácií a málo rastlín z populácie
- (b) Využitie existujúceho herbárového materiálu (problémy: botanici často zbierajú atypické jedince, neznámy stupeň ploidiie ...)
- (c) OTU je vždy jedinec – aj keď predpokladáme na lokalite klon
- (d) Kvalitatívne a kvantitatívne znaky
- (e) Znaky použiteľné na kladistickú analýzu
- (f) Metódy na tvorbu hypotéz
- (g) Metódy na testovanie hypotéz

Postup práce pri taxonomickej štúdii

7. Vyhodnotenie molekulárnej variability

- (a) Izozymy (prítomnosť al. neprítomnosť alel, frekvencia alel)**
- (b) Analýza reštrikčných fragmentov (AFLP, RAD ..)**
- (c) Sekvencie DNA (HybSeq, celkový genóm)**
- (d) Metódy vyhodnotenia molekulárnych dát (kladistické, fenetické a iné)**

Postup práce pri taxonomickej štúdii

8. Syntéza výsledkov

- (a) Taxonomická klasifikácia vs. fenológia, ekológia, rozšírenie**
- (b) Reprodukčný mechanizmus – inak klasifikujeme variabilitu u apomiktov a inak u sexuálne množiacich sa druhov**

Postup práce pri taxonomickej štúdii

9. Otázky nomenklatúry

- (a) Typifikácia existujúcich mien – voľba lektotypov, neotypov alebo epitypov**
- (b) Výber správnych mien pre akceptované taxóny**
- (c) Synonymá – identifikujeme a zaradujeme na základe typov**

Cardamine amara v str. Európe – príklad riešenia tax. problému

Dostál (1948): Květena ČSR

● □ 349. *C. amara* L. — Ř. hořká — Ž. horká.

4 bez růžice; oddenek plazivý, výběžkatý; lodyha poměrně tenká, dělení vyplněná, 15—45 cm vys., dole plazivá, kořenující, vystoupavá, řídce a rovnoměrně listnatá, 8—12listá, jednoduchá nebo chudě větvená, lysá, žídka dole mrtnatá; listy 2—4jařmé o lístcích většinou střídavých, vejčitých, oddáleně mělce zubatých, s koncovým větším, u spodních listů okrouhlým, naspodu skoro srdčitým, u horních podlouhlým a hrubě zubatým; hrozen 5—11(30)květy; C plátky bílé, žídka světle fialové s tmavší žilnatinou, 7½—10 mm dlouhé, prašníky fialové; přímo odstálé šešule nepřevyšují květy, blizna stejně široká jako 2—3 mm dlouhá čnělka. — V.—VI. — U pramenů, na březích lučních a lesních potoků, v olšových luzích, hlavně v nižších polohách dosti hojně, ale zasahuje až do horského pásma.

350. *C. Opizii* PRESL — Ř. Opizova — Ž. Opizova.

Syn.: *C. amara* subsp. *Opizii* DOMIN. — 4 s velmi tlustým, výběž-

katým oddenkem; lodyha tlustší, dole dutá, jednoduchá nebo chudě větvená, i s řapíky a květními stopkami srstnatá, s listy často nahloučenými pod květenstvím; listy 5—8jařmé, přitloustlé o lístcích vejčitě podlouhlých až okrouhlých, vstřícných, na okraji brvitých; hrozen 2—5květy; C plátky nezřetelně nehetnaté, 6—7 mm dl.; šešule 20—30 × 1½ mm, vzprímené, shloučené, převyšují květy; čnělka 2 mm dlouhá. — V.—VII. — U horských potoků a kolem pramenů, v horském a vysokohorském pásmu, u nás v Krkonoších, na Kladském Sněžníku, v Jeseníku a v Karpatech, většinou pospolitě.

Dostál (1954): Klíč k úplné květeně ČSR

7a) Prašníky žluté: 345. *C. pratensis* — 8.

b) Prašníky tmavofialové, C plátky bílé: 349. *C. amara* — 11.

11a) Lístky 2-4jařmé, lodyha lysá n. na basi mrtnatá, hrozen 5-11květý, plátky 7,5-9 mm dl.: I. ssp. *eu-amara*.

b) Lístky 5-8jařmé, lodyha srstnatá, květenství zkrácené, plátky 6-7 mm dl.: II. ssp. *opizii*.



Markgraf in Hegi (1958): Illustrierte Flora von Mittel-Europa



1) Fig. 107. *Cardamine amara* L. ssp. *opicii* (PRESL) ČELAK zwischen Kalkblöcken der Watschiger Alm am Gartnerkofl (Kärnten), 1700 m. (Aufn. P. MICHAELIS)

ssp. *amara*. Rhizom unverdickt. Stengel 20–60 cm hoch, oberwärts verzweigt. Grundblätter 2- bis 3-paarig gefiedert, Stengelblätter kleiner, locker stehend, 3- bis 4-paarig gefiedert, Endfieder bei allen breit-eiförmig. Blütenstand mit 6–30 (meist 15) Blüten. Schoten die obersten Blüten nicht überragend.

f. hirsuta (RETZ.) Mgf. (var. *hirsuta* RETZ. aus O. E. SCHULZ a.a.O. 500). Pflanze stark rauhaarig. – *f. pubescens* (LEJ. et COURTOIS) Mgf. (var. *pubescens* LEJ. et COURTOIS, Compend. Florae Belg. 2 (1831); var. *umbrosa* O. E. SCHULZ a.a.O.; var. *hirta* WIMM. et GRAB. a.a.O.) Stengel und Blätter zerstreut rauhaarig. – *f. umbraticola* (SCHUR) Mgf. (var. *umbraticola* SCHUR in Verh. Naturw. Vereins Brünn 15, 78 (1877); var. *subglabra* O. E. SCHULZ a.a.O.). Stengel am Grunde behaart. – *f. aequiloba* (HARTM.) Mgf. (var. *aequiloba* HARTM., Handb. i Skand. Flora, 9. Aufl. (1864). Fiedern länglich-lanzettlich, etwas zugespitzt. – *f. petiolulata* (O. E. SCHULZ) Mgf. (var. *petiolulata* O. E. SCHULZ a.a.O. 502). Fiedern gestielt. – *f. macrophylla* (WEND.) Mgf. (var. *macrophylla* WENDER., Flora Hassiaca (1846) 224; var. *grandifolia* BERTOL. Flora Ital. 7, 31 (1847)). Blätter 12 cm lang, Endfieder über 2 cm breit. – *f. stricta* (O. E. SCHULZ) Mgf. (var. *stricta* O. E. SCHULZ a.a.O.). Stengel steif, Fiedern der oberen Blätter linealisch. – *f. minor* LANGE, Handb. Dansk Flora (1864) 491 (var. *investita* SCHUR, Enum. Plant. Transsilv. (1866) 49). Blätter klein, 1–3 cm lang, Endfiedern nur 2½–8 mm breit. – *f. aquatica* (RUPR.) Mgf. (var. *aquatica* RUPR., Flora Ingrica (1860) 82). Blätter 1- bis 2-paarig gefiedert. Fiedern rundlich, gestielt. Stengel kriechend und wurzelnd. – *f. lilacina* BECK, Flora v. Niederösterreich 2, 453 (1892) (var. *erubescens* PETERM. aus O. KUNTZE, Flora v. Leipzig (1867) 178). Kronblätter an der Spitze hellviolett, seltener ganz rosa oder rot.

ssp. *opicii* (PRESL) ČELAK., Prodr. d. Flora v. Böhmen (1874) 449. (*Cardamine Opicii* PRESL, Flora čechica (1819) 136; *C. amara* var. *umbrosa* WIMM. et GRAB., Flora silesiaca 2, 265 (1829); var. *subalpina* KOCH, Synops. Florae German. et Helvet. 2. Aufl. 1, 47 (1843); *C. amara* ssp. *multijuga* ÜCHTR. in Verh. Bot. Vereins Prov. Brandenburg 14, 66 (1872)). Rhizom verdickt. Stengel 10–50 cm hoch, kaum verzweigt. Grund- und Stengelblätter ziemlich gleich, 5- bis 8-paarig gefiedert. Fiedern länglich-eiförmig (auch die Endfiedern). Die oberen Stengelblätter zusammengedrängt. Blütenstand mit 2–5 Blüten. Unterste Schoten die obersten Blüten überragend. Keine ausgesprochene Wasserpflanze. Chromosomen: $n = 8$. Verbreitung: Karpaten (Tatra und Fatra); Ostsudeten: Babia Gora, Gesenke, Glatzer Schneeberg. Westsudeten: Riesengebirge (Weißwassertal, Melzergrube, Brunnberg, Blaugrund, Riesengrund, Wiesenbaude, Neue Schlesische Baude). Ostalpen: Lungau (1100–1900 m, REITER); Gastein. Hoher Wechsel (Niederösterreich/Steiermark); Tirol: Patscherkofel (2000 m), Griesbachtal, Stubai (Oberriß, Pfandleralp, Maria Waldrast, Heiligwasser), Farntaler Köpfe, Trafoi, Schlanders, Laugenspitze, Kematen, Prags, Mendel, Schlern, Duron-Tal. Unterengadin: Val Sesvenna; Oberengadin: Samaden; Davos; St. Gotthard. – *f. bielzii* (SCHUR) Mgf. (*Cardamine Bielzii* SCHUR 1866; var. *Bielzii* O. E. SCHULZ in Bot. Jahrb. 32, 499 (1903)). Ganze Pflanze weiß-rauhaarig (Glatzer Schneeberg, Altvater, Siebenbürgen). (Fig. 107.)

PHYTON

ANNALES REI BOTANICAE

VOL. 10. FASC. 3. — 4. PAG. 161—302 31. XII. 1963

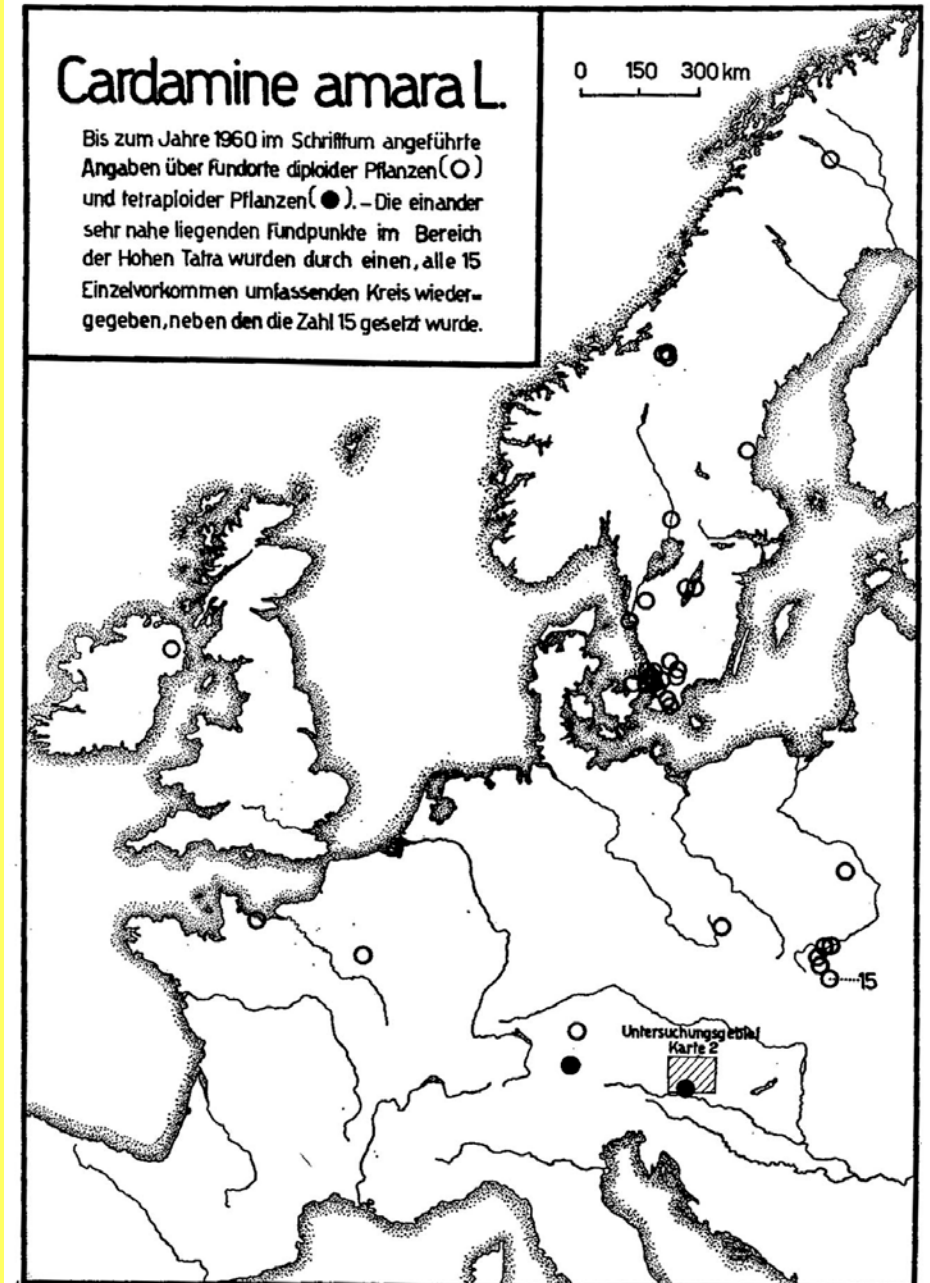
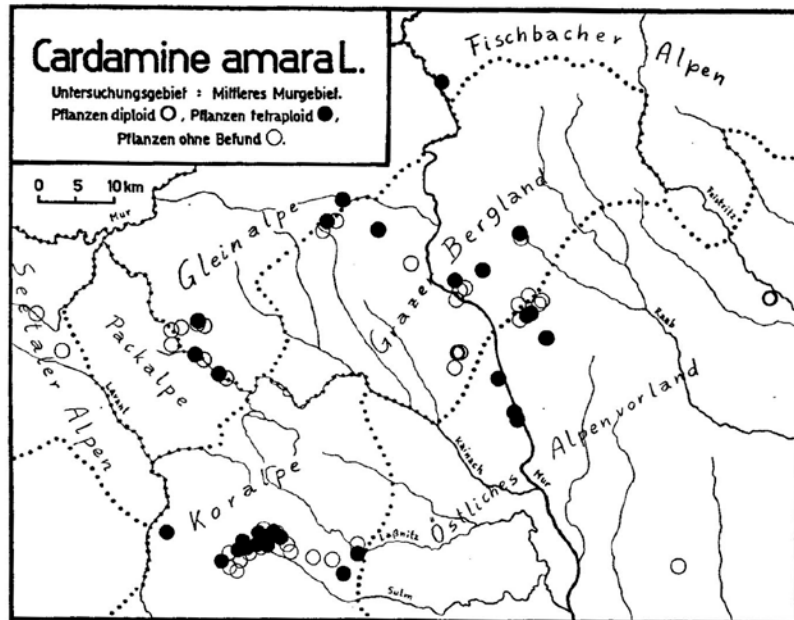
Cytotaxonomie von *Cardamine amara* des Alpen-Ostrandes

Von
Edda HABELER

Aus dem Botanischen Institut der Universität Graz

Mit 22 Abbildungen und 3 Karten

Eingelangt am 27. Februar 1963



7. Zusammenfassung

(1) *C. amara* ist eine gut abgegrenzte Art, die einen großen Abänderungsspielraum aufweist, der jedoch nicht dazu berechtigt, sie in einzelne Sippen zu gliedern. Selbst die Sippe *Opicii* kann mangels stets wiederkehrender Merkmale nicht aufrecht erhalten werden.

(2) Es werden die wichtigsten Theorien besprochen, die zum Problem des Cruciferendiagramms aufgestellt wurden; davon scheint die Aborttheorie wohl kaum mehr Bedeutung zu haben und die Blütenstandstheorie noch durch zu wenig Beweise gestützt zu sein. Es wird die Verdopplungstheorie vertreten und in diesem Sinne auch das theoretische Diagramm und die Formel von *C. amara* gebildet.

(3) *C. amara* besitzt zwei euploide Chromosomenrassen mit den somatischen Zahlen $2n = 16$ (diploid) und $2n = 32$ (tetraploid).

(4) Das Areal der Art erstreckt sich ~~nahezu über ganz Europa~~ ohne den äußersten Norden, Westen und Süden, und in Asien vereinzelt bis zum Altai.

(5) Die Diploiden scheinen fast das ganze europäische Areal zu bewohnen, Tetraploide wurden bis jetzt lediglich in den Alpen, genauer in den Ostalpen gefunden. Hier konnte die diploide Sippe erst einmal, und zwar am äußersten Alpen-Ostrande, festgestellt werden.

(6) Ein Zusammenhang zwischen Chromosomenzahl und Morphologie dieser beiden Sippen konnte nicht gefunden werden. Selbst die Mittelwerte des Pollens zeigen laut Statistik keinen eindeutigen Unterschied.

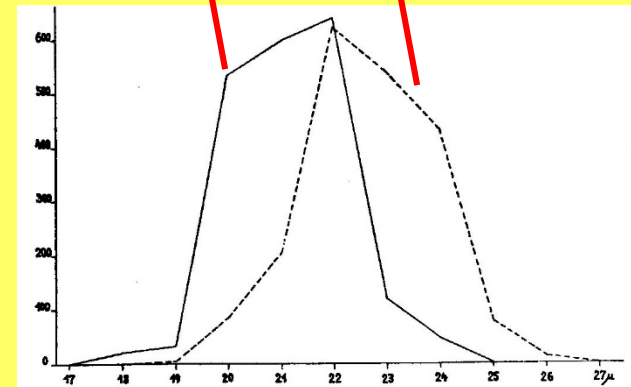
(7) In unserem auf der Morphologie aufbauenden System konnte daher diesen Sippen weder Artrang noch eine infraspezifische Bezeichnung zugesprochen werden.

(8) Bei den Tetraploiden könnte es sich um eine junge Sippe handeln, deren Areal noch engbegrenzt ist und die erst am Beginne ihrer morphologischen Differenzierung steht.

Vel'kost' pe'ových zrníek

$$2n=2x=16$$

$$2n=4x=32$$



Cardamine amara (Brassicaceae)

subsp. *amara*



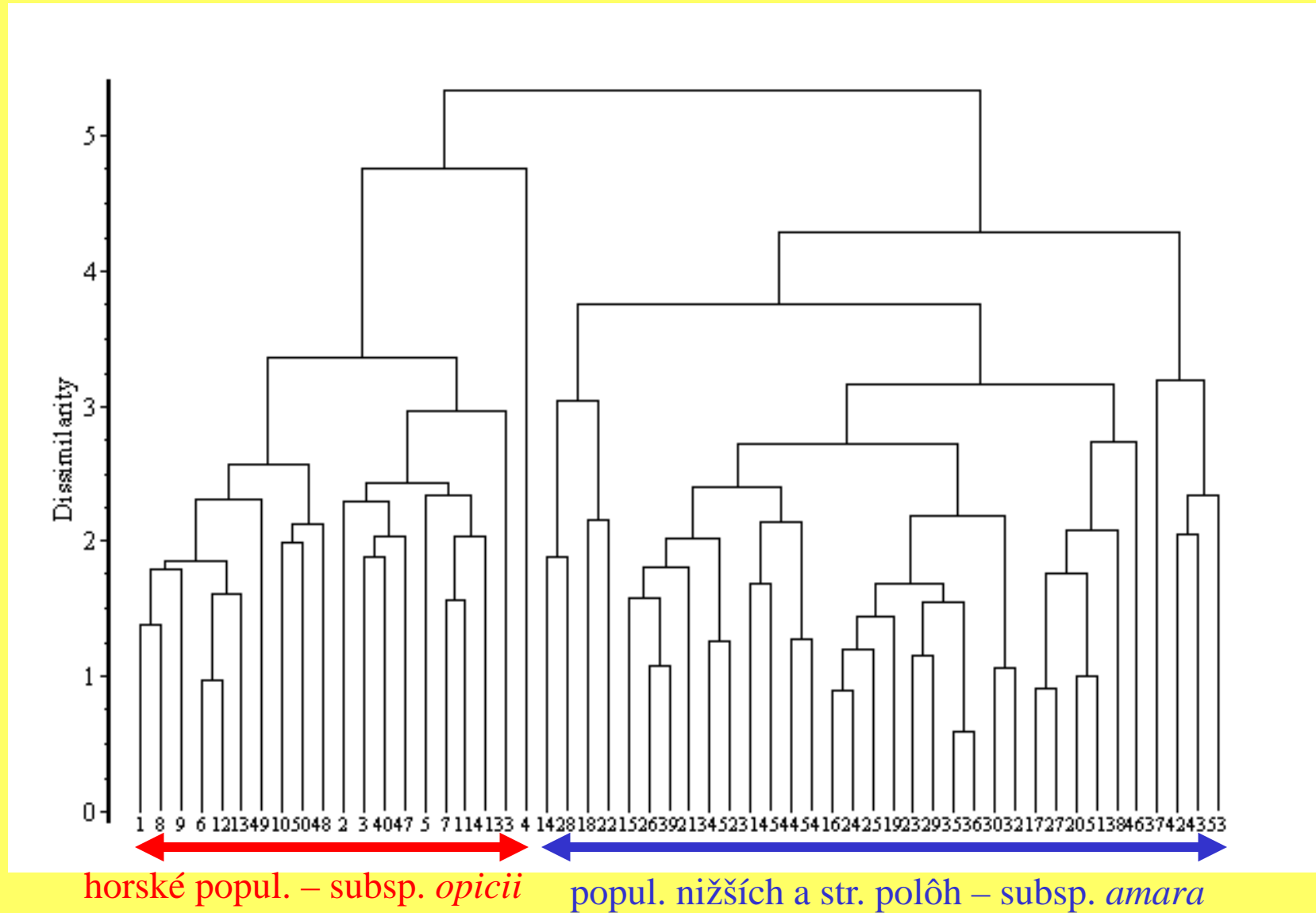
subsp. *opicii*



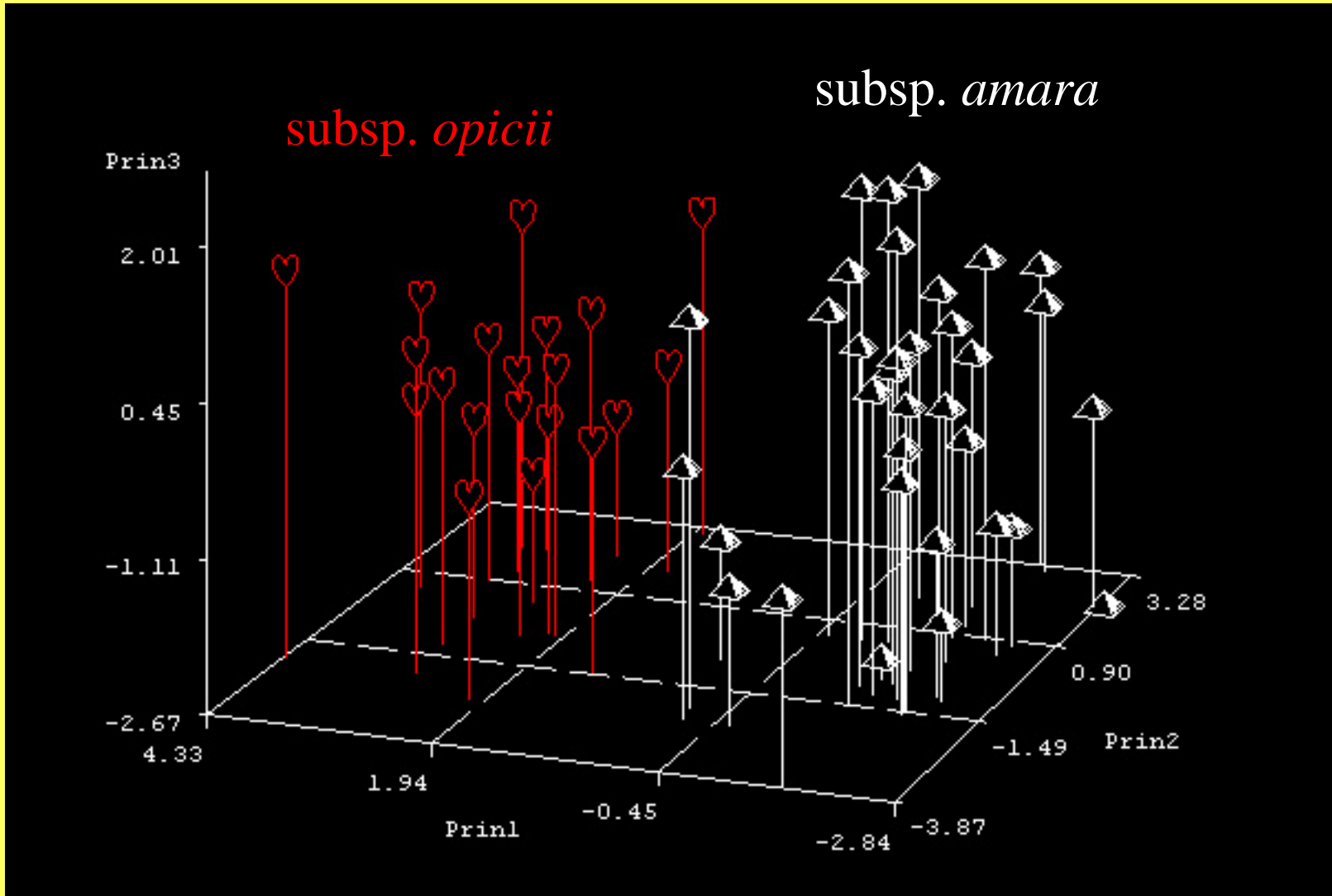
Materiál a metódy:

- (1) zber populačných vzoriek, ca. 30-40 rastlín z lokality (celkove 55 vzoriek pre analýzu diploidných populácií *C. amara* subsp. *amara* a subsp. *opicii*, a 17 populačných vzoriek tetraploidných populácií, subsp. *austriaca*), vrátane populácie z jednej z typových lokalít – Králický Sněžník
- (2) analýza počtov chromozómov z populačných vzoriek a ďalších lokalít (vrátane druhej typovej lokality – Studniční hora v Krkonošiach)
- (3) morfometrické vyhodnotenie – 10 znakov, ktoré sa uvádzali v určovacích kľúčoch (počet jariem na stonkových listoch, počet kvetov v súkvetí, dĺžka korunných lupienkov) alebo tie, ktoré sa ukazovali užitočné na rozlíšenie nížinných a horských populácií (počet listov, šírka stonky na báze, nahromadenie listov pod súkvetím)
- (4) neskôr boli využité aj RAPD, AFLP a izozýmy

UPGMA – populácie, priemerné hodnoty morfológických znakov



PCA – populácie, priemerné hodnoty morfológických znakov



PC1

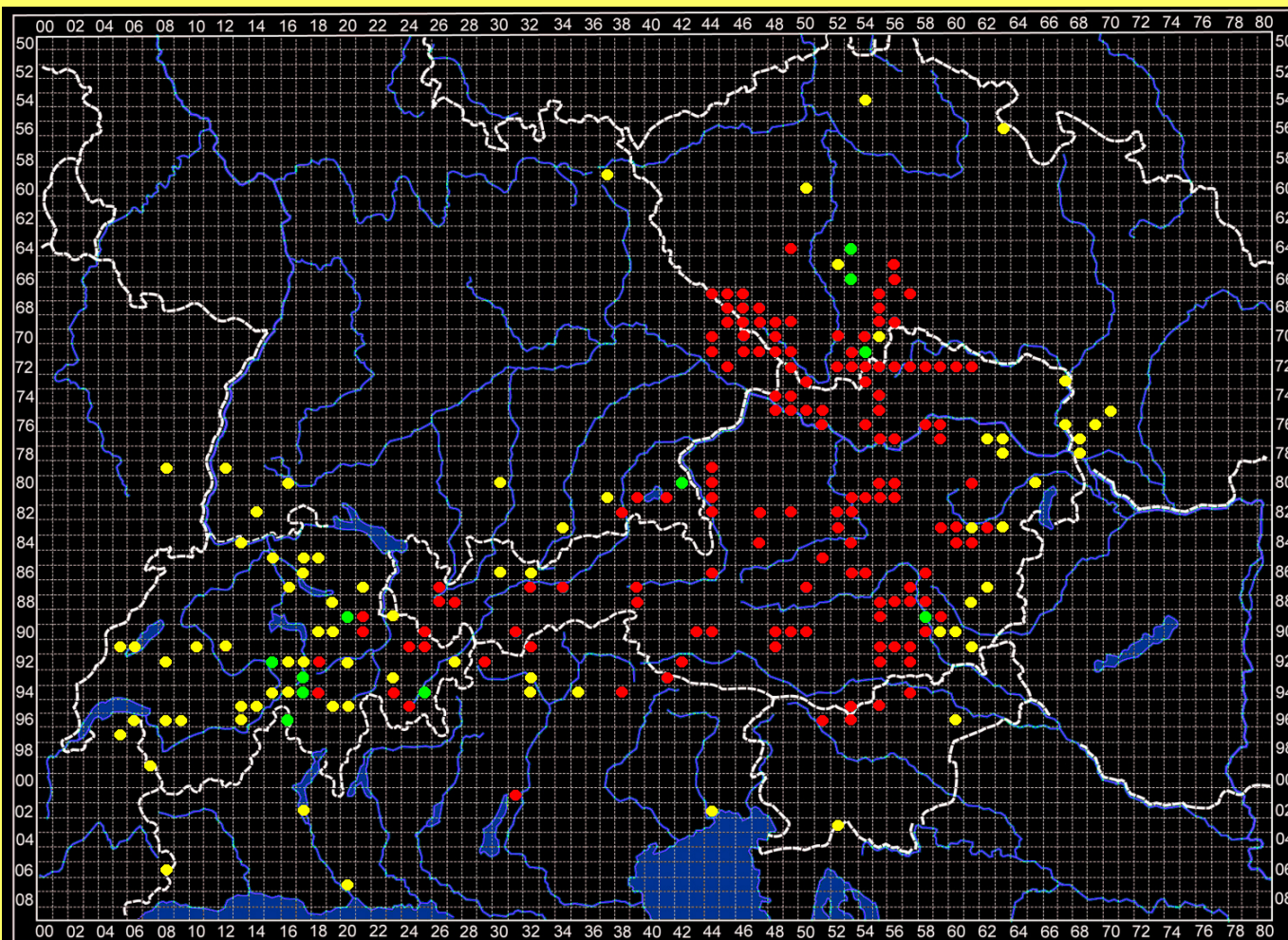
PC2

PC3

PERCENTAGE OF VARIANCE OF VARIABLES ACCOUNTED FOR BY EACH COMPONENT

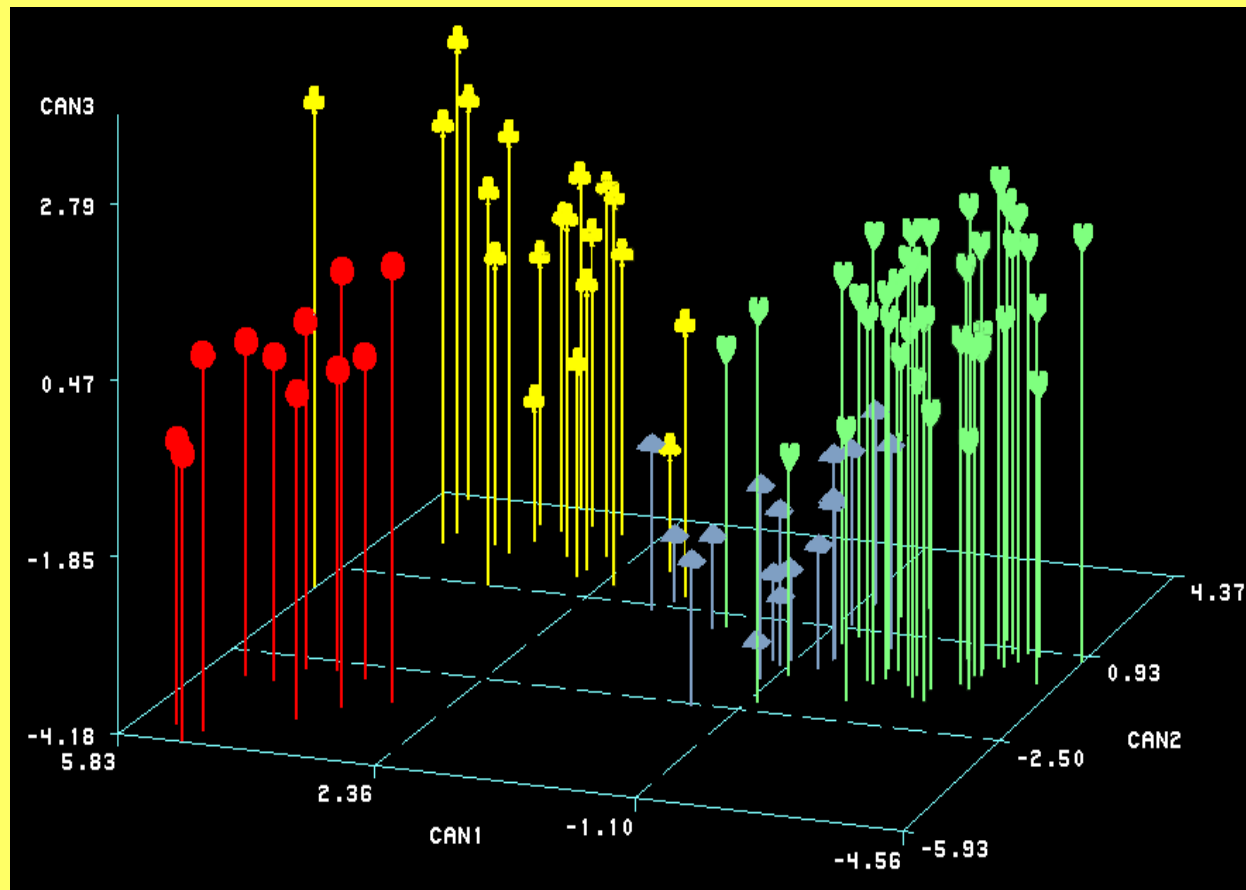
VARIABLE	1	<i>(šířka báze lodyhy)</i>		
	74.352	6.290	7.935	
VARIABLE	2	<i>(délka nitek delších tyčinek)</i>		
	1.395	65.706	16.284	
VARIABLE	3	<i>(délka kališních lístků)</i>		
	48.986	28.849	2.002	
VARIABLE	4	<i>(šířka korunních lístků)</i>		
	35.274	42.023	.322	
VARIABLE	5	<i>(délka korunních lístků)</i>		
	4.887	78.187	6.603	
VARIABLE	6	<i>(počet květů v hlavním květenství)</i>		
	14.201	31.260	44.392	
VARIABLE	7	<i>(počet lístků na lodyžních listech)</i>		
	90.539	.204	.002	
VARIABLE	8	<i>(větvení lodyhy)</i>		
	51.548	6.499	34.909	
VARIABLE	9	<i>(počet lodyžních listů)</i>		
	88.628	.010	.019	
VARIABLE	10	<i>(nahloučení listů pod květenstvím)</i>		
	93.148	.002	.275	

Sieťová mapa rozšírenia diploidného a tetraploidného cytotypu *C. amara* v str. Európe (vlastné analýzy, nepubl. analýzy Landolta a Urbanskej, údaje z literatúry)



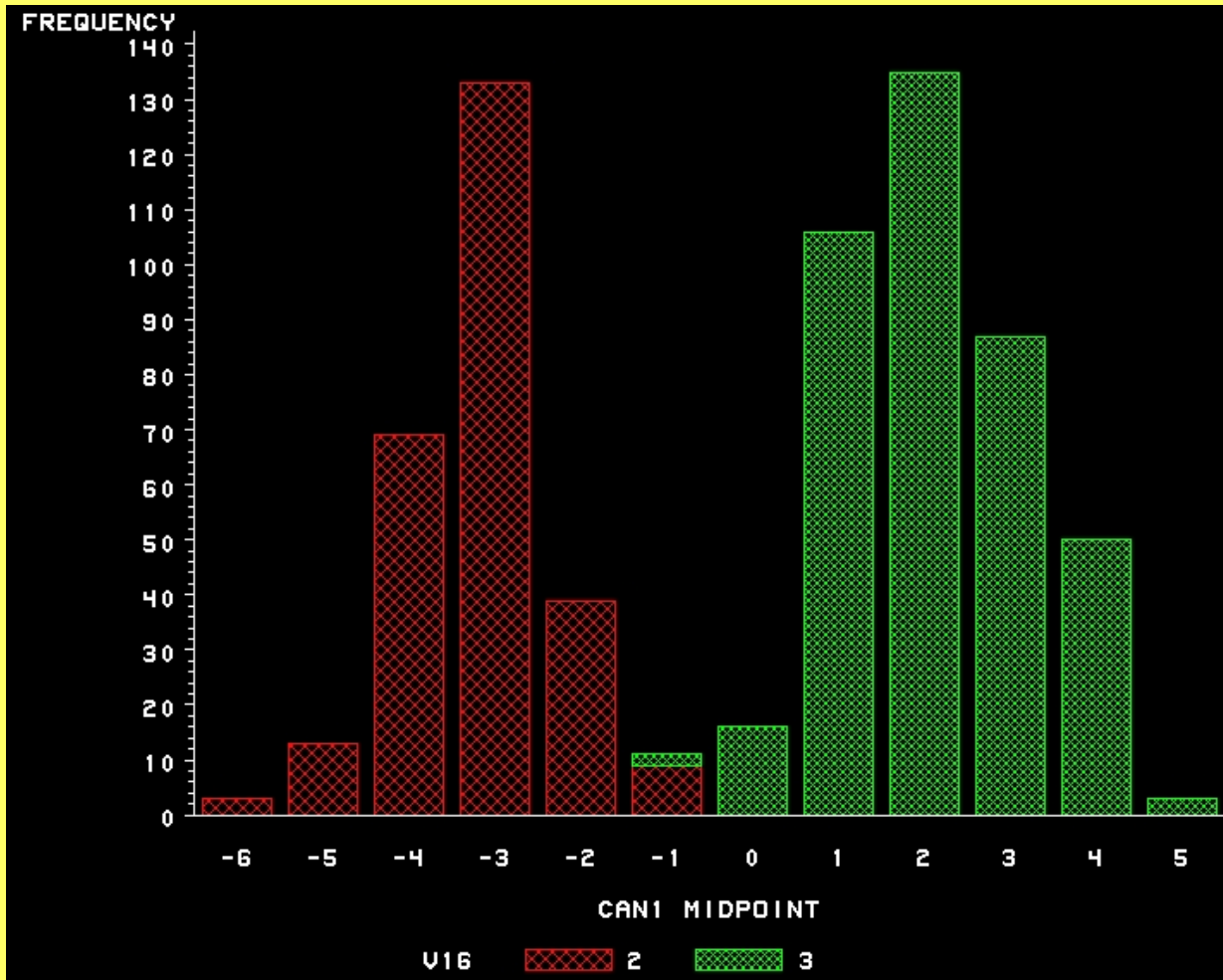
- $2n=32$, subsp. *austriaca*
- $2n=16$, subsp. *amara*
- oba poddruhy

Kanonická diskriminačná analýza populačných vzoriek – morfologické znaky, bez veľkosti peľových zrníek



- ▲ subsp. *austriaca*
- ♥ subsp. *amara*
- ♣ subsp. *opicii*
- subsp. *balcanica*

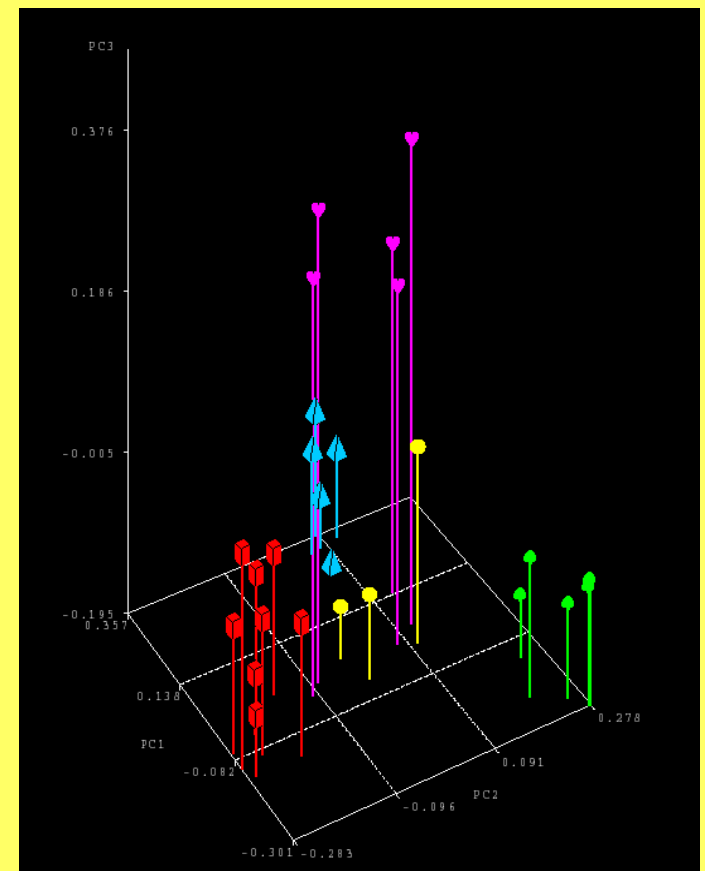
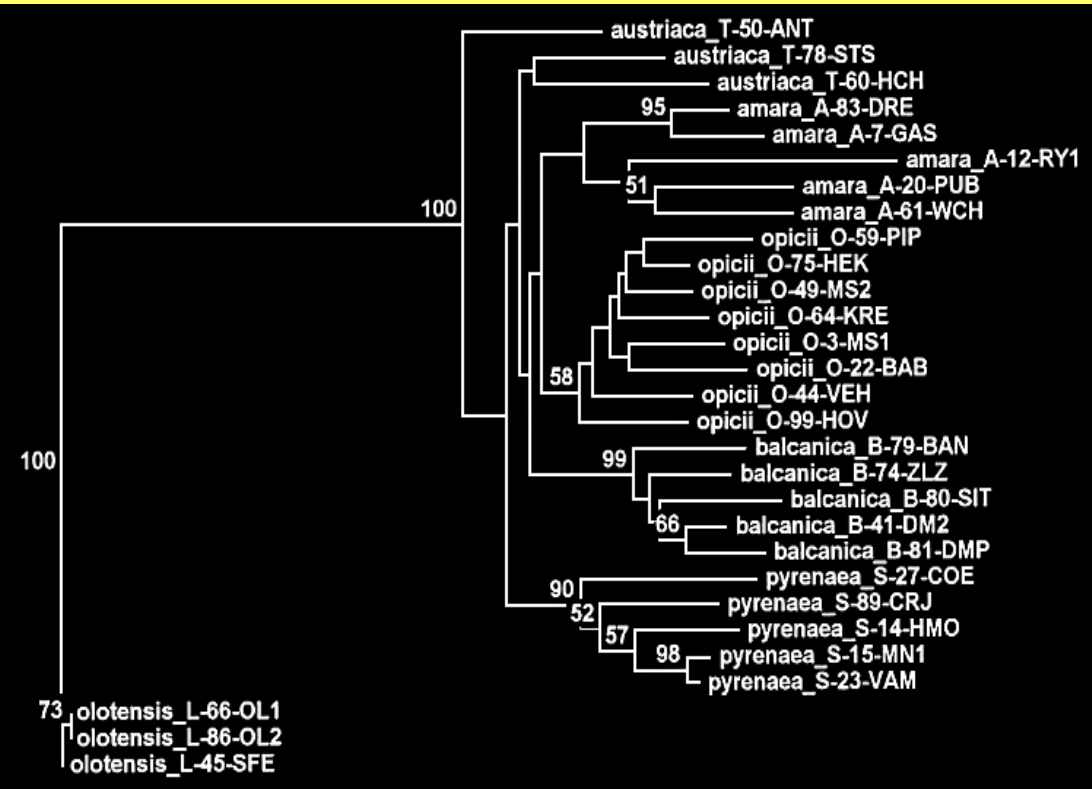
Diskriminačná analýza diploidných a tetraploidných rastlín, morfologické znaky, vrátane veľkosti peľových zrníek



■ 2n=32, subsp.
austriaca

■ 2n=16, subsp.
amara

RAPD dáta, neighbor-joining tree, PCoA (analýza hlavných koordinát)



- ♥ subsp. *amara*, 2n=16
- ♠ subsp. *pyrenaea*, 2n=16
- ▲ subsp. *balcanica*, 2n=16
- subsp. *opicii*, 2n=16
- subsp. *austria*, 2n=32

Cardamine amara L.

**subsp. *amara* 2n = 16 nižšie a stredné polohy vo
väčšej časti Európy**

subsp. *opicii* (J. & C. Presl) Čelak.

**2n = 16 SK PL CZ UA RO (Karpaty,
Sudetské pohoria)**

subsp. *austriaca* Marhold

2n = 32 AU CZ DE CH I SLO