

Morfometrie listů *Rumex crispus*, *R. obtusifolius* a jejich křížence (*R. x pratensis*)

Morphometry of leaves of *Rumex crispus*, *R. obtusifolius* and their hybrid (*R. x pratensis*)

Leoš Klimeš

Institute of Botany, Section of Plant Ecology, Academy of Sciences of the Czech Republic, Dukelská 145, CZ-379 82 Třeboň, Czech Republic

Klimeš L. (1993): Morphometry of leaves of *Rumex crispus*, *R. obtusifolius* and their hybrid (*R. x pratensis*). - Preslia, Praha, 65:219-224 [in Czech].

Keywords: Hybridization, *Rumex crispus*, *Rumex obtusifolius*, morphometry

The dock *Rumex x pratensis* (= *R. crispus* x *R. obtusifolius*) is a common hybrid which is sometimes even more abundant than its parents. Its determination causes problems, especially in the case of sterile plants which are usually determined on the basis of lamina shape. Laminae of *R. obtusifolius* are broad whereas those of *R. crispus* are narrow. Laminae of *R. x pratensis* are intermediate in their shape. Almost 81 % of leaves were correctly classified into species/hybrid by discriminant analysis on the basis of lamina length/width ratio. When lamina length and width were considered separately, the proportion of correctly classified leaves increased up to 83.9%. Exclusion of small leaves from the analysis (< 15 cm) resulted in the increase of correctly classified leaves up to 90 %.

Úvod

Jednou z charakteristik používaných při vymezení druhů je jejich neschopnost se křížit s druhy ostatními (Mayr 1963). U cévnatých rostlin se sice setkáváme s velkým počtem kříženců (ve flóře Velké Británie existuje na každých 1000 druhů 308 hybridních kombinací - Stace 1986), rostliny kříženců však jsou většinou poměrně vzácné v porovnání s počty jedinců rodičovských druhů.

Jednou z výjimek jsou šťovíky nominálního podrodu (*Rumex* subgen. *Rumex*). Zde dochází k hybridizaci velmi často (Stace 1975). Kříženci šťovíků jsou však zpravidla sterilní, takže se nevytvářejí hybridní roje. Přesto v případě *R. x pratensis* (= *R. crispus* x *R. obtusifolius*) může být počet rostlin křížence na lokalitě větší než počet jedinců rodičovských druhů (Ziburski et al. 1986, Klimeš 1989).

Fertilní rostliny kříženců šťovíků se vyznačují nízkou klíčovostí nažek, které jsou často zřetelně nedovyvinuté; rostliny mají „prutovitá“ květenství a variabilita velikosti krovek na ječné rostlině je mnohem větší než u rodičovských rostlin (Reichert 1971, Kubát 1979). Intermediární charakter listů je dalším typických znakem kříženců šťovíků (Reichert 1971, Stace 1975). Poměr délky a šířky listů je charakteristikou, pomocí které lze často úspěšně rozlišit křížence *R. x pratensis* od jeho rodičovských druhů (Reichert 1971, Stace 1975).

V této práci byla studována variabilita v délce a šířce čepelí přízemních listů u *R. crispus*, *R. obtusifolius* a *R. x pratensis*. Úspěšnost determinace sterilních rostlin byla vyhodnocena kvantitativně diskriminační analýzou.

Tab. 1. - Biometrické charakteristiky listových čepelí (l.č.) *Rumex* spp. Rozdíly byly testovány jednofaktorovou analýzou rozptylu (F a P hodnoty) a testem LSD. Průměrné hodnoty proměnné nelišící se na hladině P=0,05 jsou označeny stejnými malými písmeny, průměry nelišící se na hladině významnosti P=0,01 jsou označeny stejnými velkými písmeny. SD - směrodatná odchylka.

Table 1. - Biometrical characteristics of *Rumex* spp. leaves. The differences were tested using ANOVA and LSD test. Means not significantly different are followed by the same letter rowwise (P=0,05 for lower case, P=0,01 for upper case). SD - standard deviation, délka l.č. = lamina length, šířka l.č. = lamina width.

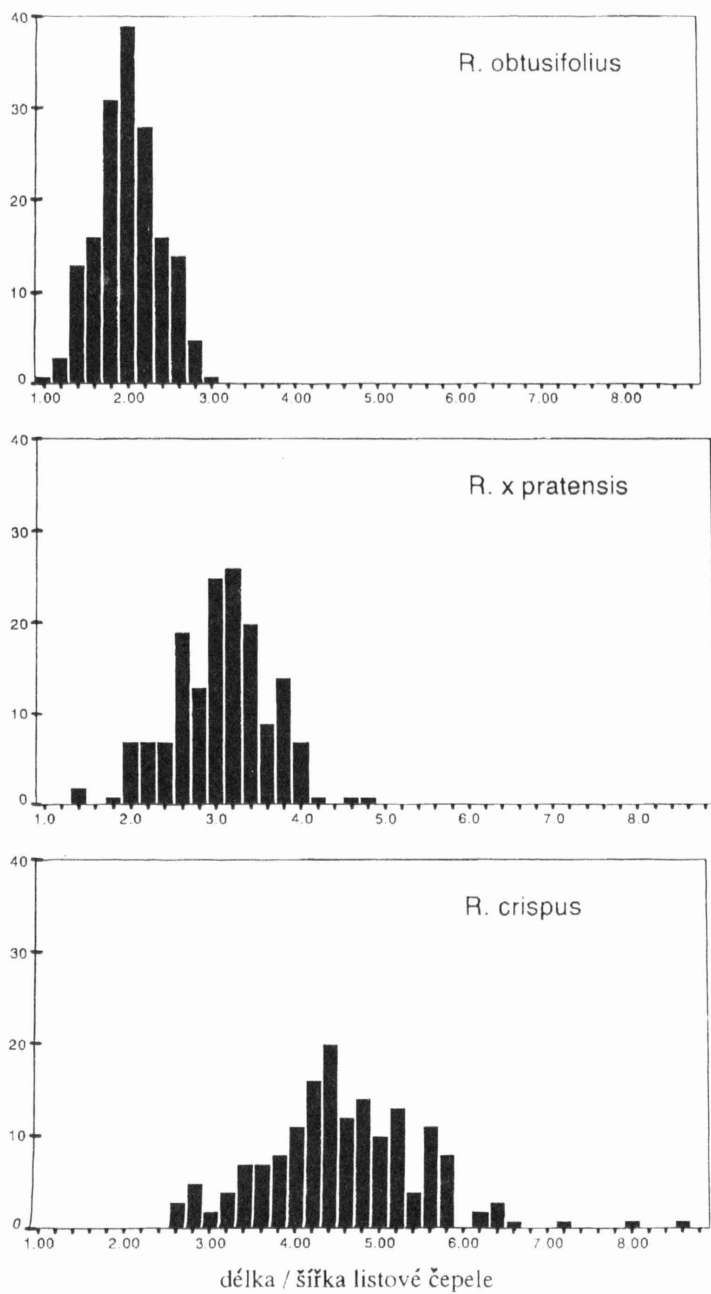
	<i>R. obtusifolius</i>	<i>R. x pratensis</i>	<i>R. crispus</i>	F	P
délka l.č.	187,3 ^a	209,3 ^b	219,1 ^b	9,2	<0,0002
SD	68,1	72,5	66,3		
šířka l.č.	93,5 ^A	65,6 ^B	52,6 ^C	202,8	<0,0001
SD	28,9	20,55	11,3		
délka/šířka	2,00 ^A	3,06 ^B	4,59 ^C	559,3	<0,0001
SD	0,390	0,662	1,090		

Materiál a metody

Rostliny druhů *R. crispus*, *R. obtusifolius* a jejich křížence *R. x pratensis* byly studovány koncem září 1992 v Göttingen (Německo) c. 100 m západně od lokality, kterou popisují Schmidt et Brübach (1993). Na opuštěné ploše o velikosti c. 30 x 20 m vzniklé převrstvením v roce 1990 bylo vybráno 15 fertálních rostlin od každého druhu tak, že byly sebrány fertální rostliny šťovíků v soustředných, postupně se zvětšujících kruzích se středem uprostřed plochy. Vzhledem k odlišné hustotě *R. crispus*, *R. obtusifolius* a *R. x pratensis* byly rostliny prvního druhu sebrány v kruhu o poloměru c. 8 m, druhého druhu c. 6 m a jejich křížence v kruhu o poloměru c. 5 m. Determinace byla provedena na základě znaků na krovkách. U každé rostliny byla změřena délka a šířka všech listových čepelí - celkem u 491 listů. Zhodnocení naměřených údajů bylo provedeno běžnými statistickými metodami (Hebák et Hustopecký 1987, Zar 1974).

Výsledky

Rostliny druhu *R. obtusifolius* měly delší a širší listové čepele než rostliny *R. crispus* a *R. x pratensis*, poměr délky a šířky byl u *R. obtusifolius* výrazně menší. Rostliny druhu *R. crispus* tvořily ve stejných charakteristikách opačný extrém, zatímco kříženec *R. x pratensis* byl intermediární. Rozdíl v délce listových čepelí u *R. x pratensis* a *R. crispus* však nebyl průkazný (tab. 1). Průměrnými hodnotami šířky listových čepelí a poměru délka/šířka listové čepele se studované druhy a jejich kříženec významně lišily. Distribuce těchto proměnných se však značně překrývaly, a to i v případě poměru délka/šířka listové čepele (obr. 1), který vykazoval velmi významné rozdíly průměrných hodnot. Závislost šířky listové čepele na její délce se liší mezi studovanými druhy a jejich křížencem (obr. 2). Pro *R. obtusifolius* je proložena



Obr. 1. - Rozložení poměru délka/šířka listové čepele u *Rumex crispus*, *R. obtusifolius* a *R. x pratensis*.
 Fig. 1. - Length/width distribution of laminae in *Rumex crispus*, *R. obtusifolius* and *R. x pratensis*.

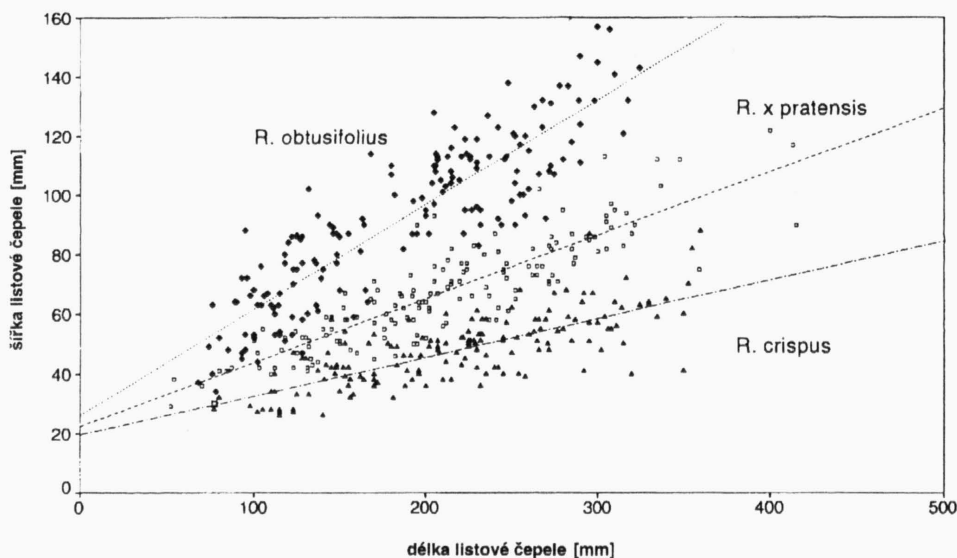
Tab. 2. - Procentická úspěšnost klasifikace *Rumex crispus*, *R. obtusifolius* a *R. x pratensis* diskriminační analýzou v závislosti (a) na indexu délka/šířka listové čepele a (b) na délce a šířce listové čepele listů z přízemní růžice. (Celkový počet listů: *Rumex obtusifolius*: 167, *R. x pratensis*: 160, *R. crispus*: 164.)

Table 2. - Percentage of correctly classified laminae of *Rumex crispus*, *R. obtusifolius* and *R. x pratensis* by discrimination analysis based on (a) lamina length/width ratio and (b) lamina length and lamina width. (Total number of leaves: *Rumex obtusifolius*: 167, *R. x pratensis*: 160, *R. crispus*: 164.)

	<i>R. obtusifolius</i>		<i>R. x pratensis</i>		<i>R. crispus</i>	
	a	b	a	b	a	b
<i>R. obtusifolius</i>	89,8	82,0	10,2	18,0	0,0	0,0
<i>R. x pratensis</i>	16,3	3,1	73,1	85,0	10,0	11,9
<i>R. crispus</i>	1,2	0,0	20,7	15,2	78,1	84,8

přímka nejstrmější, u *R. crispus* narůstá šířka listové čepele s délkou nejmaleji (rozdíly ve sklonech přímek popisujících tuto závislost pro studované druhy a jejich křížence jsou vysoce průkazné - $P < 0,001$).

Klasifikace listových čepelí pomocí diskriminační analýzy byla při použití jediné proměnné - poměru délky a šířky listové čepele - správná z 80,7% (tab. 2). Při použití dvou proměnných - délky a šířky listové čepele - bylo procento správně klasifikovaných



Obř. 2. - Závislost šířky na délce listové čepele u *Rumex crispus*, *R. obtusifolius* a *R. x pratensis*.

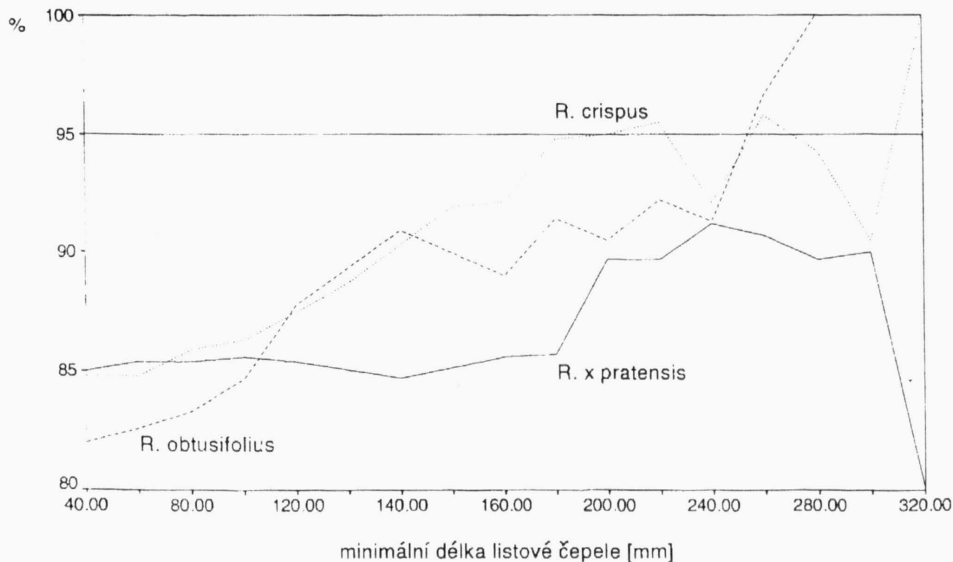
Fig. 2. - The relationship between lamina length and width in *Rumex crispus*, *R. obtusifolius* and *R. x pratensis*.

listu mírně vyšší - 83,9. Přitom významně vzrostl podíl správně klasifikovaných listů *R. x pratensis* (z 73,1 na 85%), zvýšila se i úspěšnost klasifikace *R. crispus* a naopak pokleslo procento správně klasifikovaných listů *R. obtusifolius* (tab. 2). K „omylům“ při klasifikaci docházelo jak v případě malých, tak velkých listů. V případě, že v diskriminační analýze použijeme jen větší listy, podíl správně klasifikovaných listů roste, avšak ani pro listy velkých rozměrů není procento správně klasifikovaných listů větší než c. 90-95 (obr. 3).

Příslušnost listů k druhům *Rumex crispus*, *R. obtusifolius* a jejich kříženci *R. x pratensis* určíme pomocí následujících vztahů: (a) $Y = 1,4609 \times (\text{délka/šířka listové čepele}) - 4,6899$ nebo (b) $Y = -0,0211 \times (\text{délka listové čepele}) + 0,08348 \times (\text{šířka listové čepele}) - 1,4527$. Zařazení pak provedeme podle následujících pravidel: (a) $Y < -0,956$: *R. obtusifolius*; $-0,956 \leq Y < 0,876$: *R. x pratensis*; $Y \geq 0,876$: *R. crispus*; (b); $Y > 1,014$: *R. obtusifolius*; $1,014 \geq Y > -1,173$: *R. x pratensis*; $Y < -1,173$: *R. crispus*.

Diskuse

Druhy *R. obtusifolius*, *R. crispus* a jejich kříženec *R. x pratensis* vykazují ve sterilním stavu značnou podobnost. Jejich rozlišení na základě poměru délky a šířky je zatíženo značnou chybou i v případě, že máme k dispozici listy velkých rozměrů. Reichert (1971) použil pro odlišení *R. obtusifolius*, *R. crispus* a *R. x pratensis* poměr délky a šířky čepele nejspodnějšího listu na stonku. U *R. obtusifolius* a *R. x pratensis* zjistil prakticky stejné hodnoty poměru délka/šířka listové čepele jako já. U *R. crispus* uvádí poněkud nižší poměr (4,0). Také



Obr. 3. - Závislost procenta správně klasifikovaných listů *Rumex crispus*, *R. obtusifolius* a *R. x pratensis* na minimální délce listových čepele zahrnutých do diskriminační analýzy. Délka a šířka listových čepele byly uvažovány jako dvě proměnné.

Fig. 3. - The relationship between percentage of the correctly classified *Rumex* laminae and the minimum length of laminae included into the discrimination analysis. Lamina length and width were considered as two variables.

variabilita zjištěných hodnot je u Reichertových a mých měření prakticky stejná. Je tedy zřejmé, že použití nejspodnějšího listu na stonku nepřináší žádnou výhodu oproti měření listů z listové růžice, nehledě na to, že je jen krátké období, kdy rostliny mají již vyvinuté stonky a ještě nenesou plody s krovkami, podle nichž je lze určit jednoznačně.

Pomocí diskriminační analýzy se podařilo správně zařadit téměř 84% listů. Přestože ani v případě, kdy byly z analýzy vyloučeny listy malých rozměrů, nebylo dosaženo 95% úspěšnosti klasifikace, jeví se diskriminační analýza poměrně účinnou metodou, zvláště při zahrnutí dalších proměnných. Je však třeba zdůraznit, že poměrně vysoký podíl správně klasifikovaných listů bude při použití stejných diskriminačních pravidel na materiál z jiných populací šťovíku pravděpodobně nižší, protože úspěšnost klasifikace zde byla hodnocena na témže materiálu, na základě kterého byla určena diskriminační pravidla.

Na základě orientačních pozorování v jižních Čechách se zdá, že závěry vyplývající ze zpracování výsledků z Göttingen jsou dobře použitelné i u nás, a to i v případě, že je *R. obtusifolius* subsp. *obtusifolius* - oceánický poddruh zastoupený na studované lokalitě - nahrazen i u nás místy hojnějším poddruhem subsp. *sylvestris*. Na sterilních rostlinách šťovíků jsou pro odlišení druhů, popř. kříženců, použitelné i další znaky jako jsou papíry na řapíku (Stace 1975, Ziburski et al. 1986), bazální úhel listové čepele (Ziburski et al. 1986), počet žilek listů na stonku (Stace 1975), rozsah aerenchymu a sklerenchymu u řapíku či tloušťka listové čepele (Klimeš, nepublikováno). U distribucí těchto charakteristik jsou však značné překryvy stejně jako u velikostních charakteristik listových čepelí, takže bezpečné rozlišení *R. obtusifolius*, *R. x pratensis* a *R. crispus* bude nadále možné pravděpodobně pouze u (a) fertilních rostlin, (b) u rostlin s velmi dobře vyvinutými listy a (c) za současného použití většího počtu proměnných.

Poděkování

Za cenné připomínky děkuji J. Květovi, K. Prachovi, K. Kubátovi, P. Pyškovi a J. Š. Lepšovi.

Literatura

- Hebák P. et Hustopecký J. (1987): Vícerozměrné statistické metody s aplikacemi. - SNTL/Alfa, Praha.
- Klimeš L. (1989): Rozšíření a ekologická diferenciacie širokolistých šťovíků (*Rumex L.*) v nivě Lužnice mezi Novou Vsí a Suchdolem v jižních Čechách. - Preslia, Praha, 61:129-144.
- Kubát K. (1979): Poznámky k rozlišování *Rumex crispus*, *R. obtusifolius*, *R. sanguineus* a *R. conglomeratus*. - Severočes. Přír., Litoměřice, 10:56-60.
- Mayr E. (1963): Animal species and evolution. - Harvard University Press, Cambridge.
- Reichert H. (1971): Morphologisch-taxonomische Beobachtungen an einer Mischpopulation der beiden Ampferarten *Rumex obtusifolius* L. und *Rumex crispus* L. - Faun.-Flor. Not. Saarland, Saarbrücken, 4:17-23.
- Schmidt W. et Brübach M. (1993): Plant distribution patterns during early succession on an artificial protoisol. - J. Veget. Sci., Uppsala, 4:247-254.
- Stace C. A. (1975): Hybridization and the flora of the British Isles. - London.
- Stace C. A. (1986): Hybridization and plant taxonomy. - In: Jonsell B. et Jonsell L. [red.], Biosystematics in the Nordic flora, Symbol. Bot. Upsal., Uppsala, 27(2):9-18.
- Zar J. H. (1974): Biostatistical analysis. - Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- Ziburski A., Kadereit J. W. et Leins P. (1986): Quantitative aspects of hybridization in mixed populations of *Rumex obtusifolius* L. and *R. crispus* L. (*Polygonaceae*). - Flora, Jena, 178:233-242.

Došlo 3. února 1993
Přijato 17. června 1993