

Variabilita znaků jehlic u komplexu *Pinus mugo* a u *Pinus sylvestris*

Variability of needle characters in the *Pinus mugo* complex
and in *Pinus sylvestris*

Ivan Musil

MUSIL I. (1977): Variabilita znaků jehlic u komplexu *Pinus mugo* a u *Pinus sylvestris*. [Variability of needle characters in the *Pinus mugo* complex and in *Pinus sylvestris*.] — Preslia, Praha, 49 : 23—32.

The present paper describes the variability of sixteen morphological and anatomical needle characters in eight Czechoslovak localities. The height of epidermal cells, the number of resin ducts, the quotient of the needle width and height, and the quotient of the needle width and the distance between vascular bundles, seem to be the most suitable distinguishing characters in the *Pinus mugo* complex and *P. sylvestris*. The results show that the variation is almost continuous, without any outstanding hiatus, and that in order to determine it it is necessary to use not only a single character but a group of them. The use of quotients and indexes (especially Marec's cross-section index) is discussed.

Lesní závod, 749 11 Vítkov, o. Opava, Československo.

ÚVOD

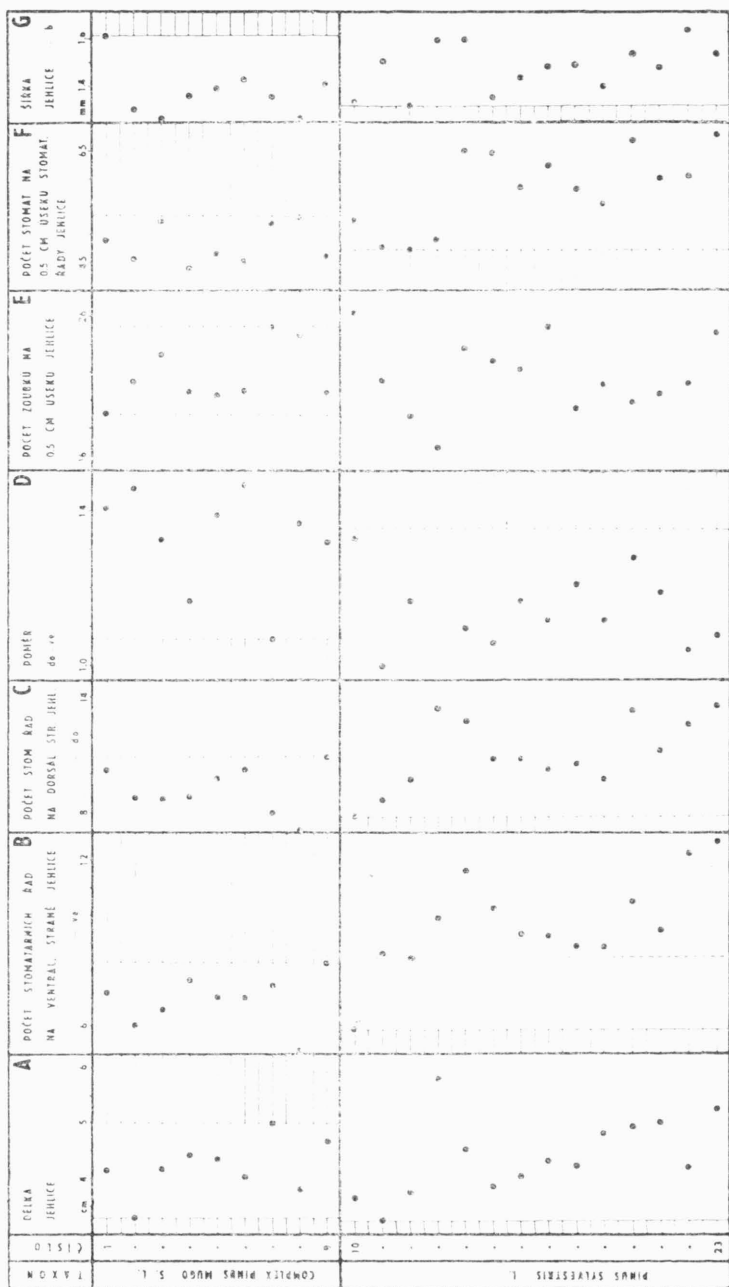
V posledních letech se obnovuje zájem dendrologů o studium nesmírně variabilního komplexu borovice horské (*Pinus mugo* s.l.), včetně jeho rašeliníštních keřovitých a stromovitých taxónů, nazývaných *Pinus uncinata* RAMOND subsp. *rotundata* (LINK) JANCHEN et NEUMAYER, *P. mugo* TURRA subsp. *uncinata* (RAMOND) DOM., *P. mugo* subsp. *uliginosa* (NEUMANN) O. SCHWARZ, *P. uliginosa* NEUMANN, *P. rotundata* LINK (resp. *P. × rotundata* LINK), *P. mugo* subsp. *uncinata* var. *pseudopumilio* (WILLK.) DOM., *P. mugo* subsp. *pseudopumilio* (WILLK.) HOLUBIČKOVÁ aj. Příčinou zvýšeného zájmu je neuspokojivý stav dosavadního taxonomického hodnocení a systematického řazení jednotlivých taxónů tohoto komplexu. Není jednotného náhledu na obsah a rozsah zvolených jednotek, ani na jejich postavení v hierarchii systému včetně příbuzenských vztahů, o vývojových souvislostech ani nemluvě. Přirozená variabilita na různých stanovištích je tu často komplikována hybridizací, vytvářením hybridních rojů a introgresí mezi jednotlivými složkami komplexu, i s příbuznými taxóny, stojícími mimo vlastní komplex (*Pinus sylvestris* L.), nebo na jeho okraji (*P. uncinata* RAM.). To vše dělá z komplexu *Pinus mugo* kritickou skupinu, jejíž studium přesahuje možnosti klasických morfologicko-geografických metod v tradičním pojetí. Aby bylo možno učinit pokus o objektivnější taxonomické a systematické zpracování, včetně stanovení vztahů k taxónům stojícím na okraji komplexu, bude nezbytné naše znalosti podstatně rozšířit použitím modernějších metod statické diagnózy (SATO 1949), které by měly být dovršeny průběžným vyhodnocováním připravovaných kultivačních pokusů — experimentální diagnózou (SATO 1949).

Předkládaná studie je příspěvkem ke statické diagnóze na úseku morfo-

Tab. 1. — Přehled použitého materiálu (M — minerální podklad, R — rašelinný podklad). —
 Tab. 1. — Survey of material used (A, taxon; B, number; C, locality; D, altitude; E, soil; M,
 mineral; R, peat)

Taxón		Číslo	Lokalita	Nadm. výška m	Podklad
A		B	C	D	E
Komplex <i>Pinus mugo</i> s. l.	<i>P. mugo</i> subsp. <i>pumilio</i> *	1	Harrachovy kameny Krkonoše	1420	M
	<i>P. uncinata</i> subsp. <i>rotundata</i> ♂	2	Rejvíz, Jeseníky	750	R
	<i>P. mugo</i> s. l.	3	Medzi Borami Zuberec, Orava	830	R
	hybrid?	4	Medzi Borami Zuberec, Orava	830	R
	<i>P. uncinata</i> subsp. <i>rotundata</i> ♂	5	Velké Dářko, Česko- moravská vřehovina	620	R
	<i>P. uncinata</i> subsp. <i>rotundata</i>	6	Rejvíz, Jeseníky	750	R
	<i>P. uncinata</i> subsp. <i>rotundata</i> ? ♂	7	Medzi Borami Zuberec, Orava	830	R
	hybrid?	8	Medzi Borami Zuberec, Orava	830	R
	<i>P. uncinata</i> subsp. <i>rotundata</i>	9	Velké Dářko, Česko- moravská vřehovina	620	R
<i>Pinus sylvestris</i> L.	<i>P. sylvestris</i> f. ♂	10	Medzi Borami Zuberec, Orava	830	R
	<i>P. sylvestris</i> ? ♂	11	Medzi Borami Zuberec, Orava	830	R
	<i>P. sylvestris</i> f. <i>gibba</i>	12	Medzi Borami Zuberec, Orava	830	R
	<i>P. sylvestris</i> f. <i>plana</i>	13	Velké Dářko, Česko- moravská vřehovina	620	R
	<i>P. sylvestris</i> ?, pnie, hybrid? ♂	14	Medzi Borami Zuberec, Orava	830	R
	<i>P. sylvestris</i> ♂	15	Suchá Hora, Orava	750	M
	<i>P. sylvestris</i>	16	Medzi Borami Zuberec, Orava	830	R
	<i>P. sylvestris</i> (černý kmen)	17	Suchý vrch, Jeseníky	920	M
	<i>P. sylvestris</i> f. <i>plana</i>	18	Zámecký vrch Jeseníky	850	M
	<i>P. sylvestris</i> f. <i>plana</i>	19	Suchý vrch, Jeseníky	920	M
	<i>P. sylvestris</i> f. <i>gibba</i>	20	Borek u Belé, Jeseníky	775	M
	<i>P. sylvestris</i> f. <i>plana</i>	21	Borek u Belé, Jeseníky	775	M
	<i>P. sylvestris</i> f. <i>plana</i>	22	Suchá Hora, Orava	750	M
	<i>P. sylvestris</i> f. <i>gibba</i>	23	Suchá Hora, Orava	750	M

* Odběr proveden z exemplárů, které byly Ing. J. Fantou, CSc., označeny jako autochtonní.



Obr. 1. — Variabilita znaků jehlic (aritm. průměry) komplexu *Pinus mugo* a *P. sylvestris* L. — Fig. 1. — Variability of needle characters (mean values) of the *Pinus mugo* complex and *P. sylvestris* L.

logicko-anatomické variability jehlic. Navazuje především na práci prof. Marceta (MARCET 1967) a některých jeho následovníků. Jejím cílem je získání orientačního přehledu, se zřetelem k eventuální diagnostické hodnotě jednotlivých znaků při rozlišování příslušníků komplexu *Pinus mugo* (sensu lato) a *P. sylvestris* L.

MATERIÁL A METODIKA

Jako základní materiál byly použity jehlice z 23 skupin stromů či keřů, event. jedinec, rostoucích na osmi lokalitách (tab. 1), které byly převážně vybírány tak, aby obsahovaly obě taxonomické skupiny (komplex *Pinus mugo* a *P. sylvestris*), případně aby lokality s jednotlivými taxonomickými skupinami ležely poblíž sebe. Odběr jehlic a jejich vyhodnocení bylo provedeno na základě metodiky prof. Marceta (MARCET 1967), která byla doplněna o další studované znaky (obr. 1 a 2). Z každého jedince bylo odebíráno — pokud možno na osluněné straně — 20 plně vyvinutých jehlic, vyrostlých v r. 1971. Na jehlicích bylo měřeno 28 charakteristik, z nichž pro konečné zpracování bylo vybráno 16 (MARCET 1967 použil pouze dva hlavní znaky — počet stomat na 0,5 cm úseku jedné stomatární linie a index průřezu jehlice — „Querschnittsindex“ — dále jen QI — a dva vedlejší znaky — poměr počtu pruhových řad na dorsální a ventrální straně a počet pryskyřičných kanálků na průřezu).

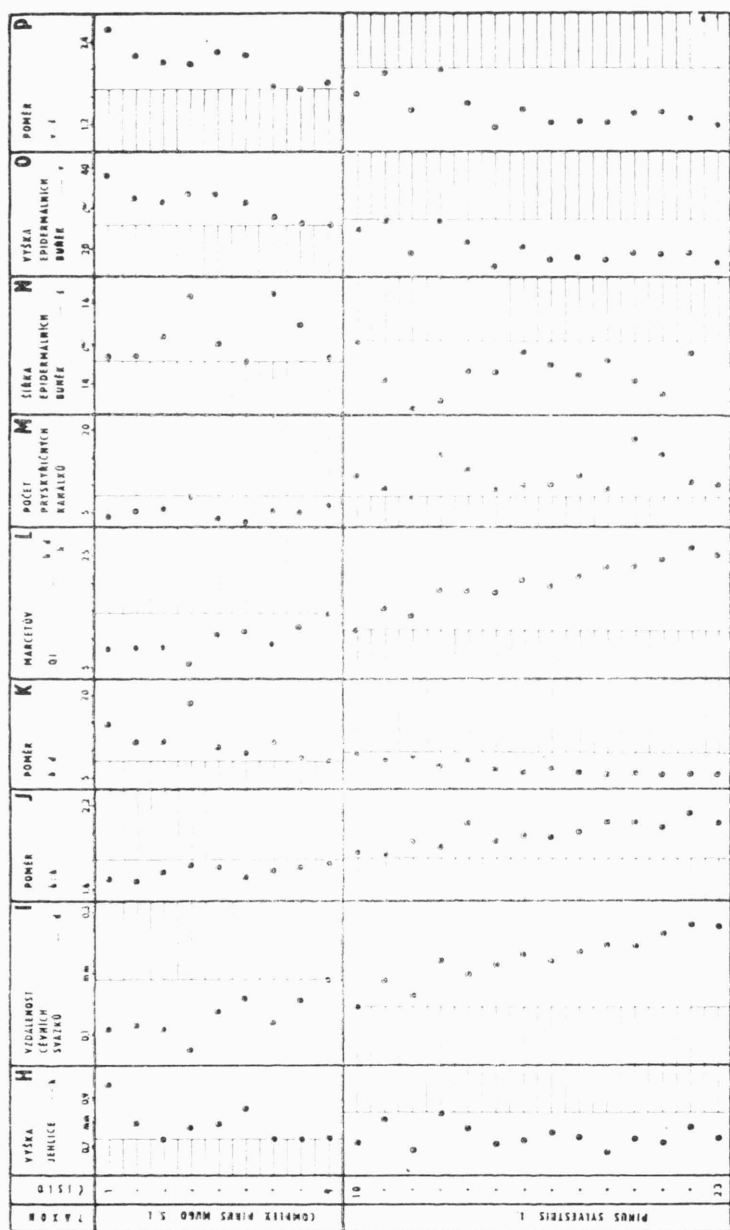
Charakteristiky A–F (obr. 1) jsou aritmetické průměry; z každého jedince bylo měřeno 20 jehlic. U znaku G–P (obr. 1 a 2) bylo pro výpočet aritmetického průměru použito 5 — ve shodě s prof. Marcetem — z každého jedince pouze 5 jehlic. Charakteristika L (QI) nebyla počítána z absolutních jednotek, nýbrž z průměrných čtení na mikroskopu, který byl nastaven stejně, jako mikroskop použitý prof. Marcetem (MARCET 1967), aby bylo možné eventuální srovnání. Znaky G–P byly měřeny na přímém průřezu jehlice, vedeném přibližně v jejím středu. Pro orientační posouzení diagnostické hodnoty jednotlivých znaků vzhledem ke komplexu *Pinus mugo* a *P. sylvestris* — byl použit tzv. překryt, kterým se označuje relativní rozsah úseku příslušné stupnice, společný měřením obou taxónů — ve vztahu k celkovému zjištěnému rozptýlení komplexu *P. mugo* a *P. sylvestris*.

VÝSLEDKY A DISKUSE

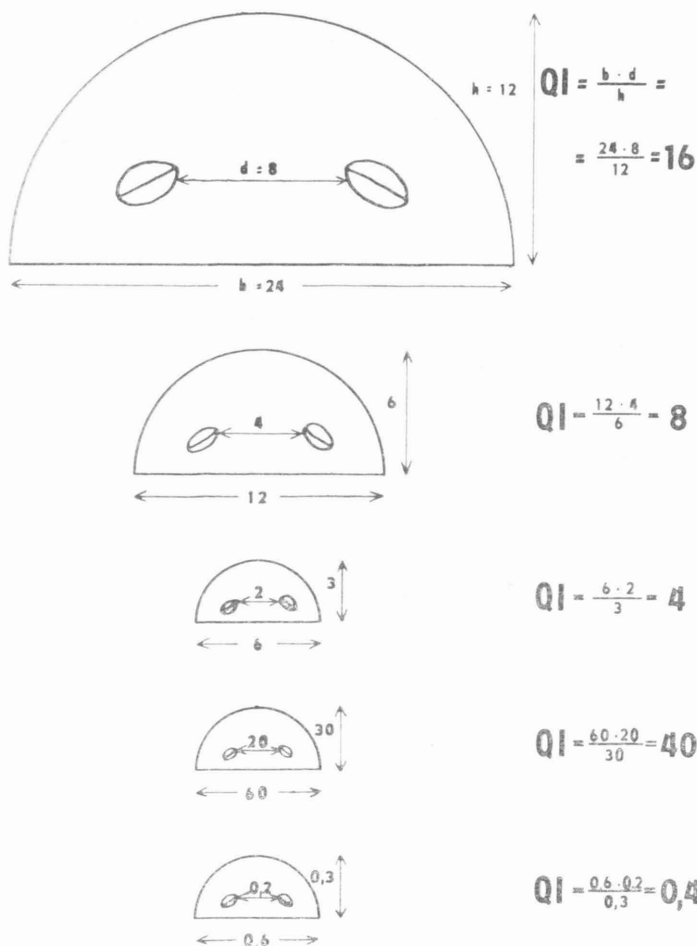
Výsledky šetření jsou zřejmé z obr. 1 a 2. (Označení jednotlivých položek 1–23, tak jak bylo stanoveno v terénu, je uvedeno v tab. 1.). Pokusíme-li se na daném materiálu stanovit znaky, pomocí nichž by se obě taxonomické skupiny (komplex *Pinus mugo* a *P. sylvestris*) co nejlépe odlišily, dostaneme následující pořadí:

Největší rozdíly vykazují charakteristiky počet pryskyřičných kanálků (M — překryt 0 %) a výška epidermálních buněk na průřezu jehlice (O — překryt 3 %). Druhý znak (O) — obecně hodnocený jako nejlepší — MARCET (1967) odmítá pro údajnou úplnou dominanci příslušné alely *P. sylvestris*, zjištěnou u umělých hybridů. První znak (M) však též autor používá jako vedlejšího znaku mezi čtyřmi charakteristikami, určenými pro determinaci hybridů mezi *Pinus mugo* a *P. sylvestris*. Současně poukazuje na jeho pozoruhodně vysokou variabilitu, což však na svém materiálu nemohu potvrdit.

Ostatní jednoduché znaky vykazaly menší rozdíly u obou taxonomických skupin a tím i větší překryt. Mezi nimi však překvapivě nízký překryt ukázal znak šířka epidermálních buněk (N — překryt 17 %). Předběžná šetření na jiném materiálu však ukazují, že se může jednat o náhodný výsledek a proto tuto charakteristiku nelze bez dalšího prověření doporučit k používání. Jen o málo větší překryt mají znaky vzdálenost cévních svazků (I — překryt 20 %) a počet stomat na 0,5 cm úseku jedné stomatární linie ventrální strany jehlice (F — překryt 24 %). Poslední charakteristiku MARCET (1967) používá jako jeden ze dvou hlavních znaků. Za pozornost stojí ještě charakteristika počet stomatárních řad na ventrální straně jehlice (B), kde rovněž



Obr. 2. — Variabilita znaku jehlic (aritm. průměru) komplexu *Pinus mugo* a *P. sylvestris* II. — Fig. 2. — Variability of needle characters (mean values) of the *Pinus mugo* complex and *P. sylvestris* II.

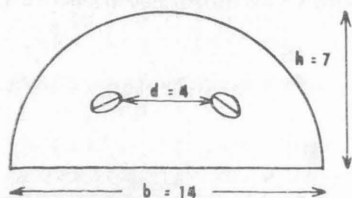


Obr. 3. — Schéma Marcetova koeficientu (QI) pro různé hodnoty. — Fig. 3. — Diagram of the Marcet coefficient (QI) for different values.

k překrytu nedochází, pomineme-li položku číslo 10, která byla v terénu označena jako *P. sylvestris* s otazníkem.

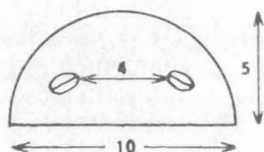
Ostatní použité jednoduché znaky se nedají zatím doporučit pro potřeby rozlišování obou taxonomických skupin.

Z charakteristik vzniklých kombinací dvou nebo více jednoduchých znaků se jeví nejlepším poměr šířky jehlice k její výšce (J — je tu 12% hiát). Poněkud horší výsledky jsou u poměrů: šířka jehlice ku vzdálenosti cévních svazků (K — překryt 12 %), u Marcetova indexu (QI) — šířka jehlice dělená její výškou a násobená vzdáleností cévních svazků (L — překryt činí 13 %) a u poměru výšky a šířky epidermálních buněk (P — překryt 18 %). Jako nevyhovující se ukazuje v daném materiálu poměr počtů stomatárních řad na dorzální a ventrální straně jehlice (D — překryt 55 %), který MARCET (1967) používá jako jeden z vedlejších znaků.

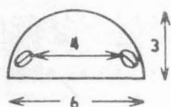


$$QI = \frac{b \cdot d}{h} =$$

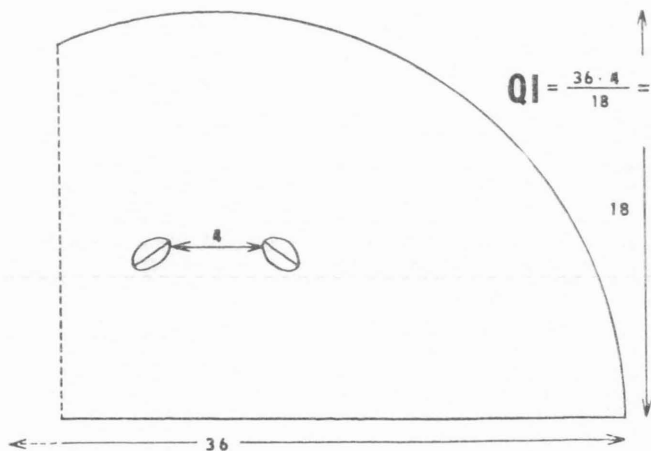
$$= \frac{14 \cdot 4}{7} = 8$$



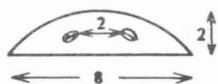
$$QI = \frac{10 \cdot 4}{5} = 8$$



$$QI = \frac{6 \cdot 4}{3} = 8$$



$$QI = \frac{36 \cdot 4}{18} = 8$$



$$QI = \frac{8 \cdot 2}{2} = 8$$

Obr. 4. — Schéma Marcetova koeficientu (QI) pro různé typy průřezu jehlice. — Fig. 4. — Diagram of the Marcet coefficient (QI) for different types of the needle cross-section.

Jak je z uvedeného vidět, jsou při posuzování diagnostické hodnoty jednotlivých znaků rozdíly mezi závěry MARCETOVÝMI (1967) a výsledky mých šetření. Příčiny je asi nutno hledat v odlišnostech populací rostoucích ve Švýcarsku a v Československu, a především však v dosud nedostatečném poznání celé amplitudy variability jednotlivých charakteristik v rámci areálu. Obr. 1 a 2 také ukazují, že neexistuje v daném výběru ani jeden znak,

který by měl výrazný hiát mezi oběma taxonomickými skupinami, zaručující bezpečné rozlišování. Naopak rozložení jednotlivých použitých hodnot naznačuje, že v rámci daného materiálu existuje více-méně plynulá řada přechodů mezi oběma skupinami, s větším či menším překrytem. Příčiny tohoto stavu mohou být v podstatě dvě: a) přirozená šíře variability jednotlivých znaků; b) existence hybridů mezi oběma skupinami (případně i s jinými taxóny) a vytváření hybridních rojů a introgrese.

Pokusíme-li se porovnat číselné výsledky Marcetovy s mými, zjistíme velkou podobnost u počtu stomat na 0,5 cm úseku jedné stomatární linie (F), u poměru šířka jehlice ku její výšce (J), u QI (L) a u počtu pryskyřičných kanálků. Menší shoda je u poměru počtů stomatárních řad na dorzální a ventrální straně jehlice (D). Rozptyl je v mém materiálu u tohoto znaku značný, střední hodnoty jsou však u komplexu *P. mugo* a *P. sylvestris* posunuty blíže k sobě, než v materiálu prof. Marceta.

V Polsku — po příkladu Marcetově — několik autorů použilo morfologicko-anatomické znaky jehlic při studiu komplexu *Pinus mugo* a při jeho rozlišování s *P. sylvestris*. STASZKIEWICZ a TYSZKIEWICZ (1969, 1972) používají charakteristiky: tvar epidermálních buněk, počet pryskyřičných kanálků, počet stomat na 5 mm úseku stomatární linie a QI. Aniž se zabývají podrobnějšími rozborů, uvádějí, že nejstálějším znakem je tvar epidermálních buněk, zatímco ostatní charakteristiky jsou plastičtější. SZWEYKOWSKI (1969) používá 16 znaků (včetně kombinovaných jako je QI). Ani on se však hodnocením jednotlivých charakteristik nezabývá. U nás se problematikou variability jehlic — na švédských proveniencích *P. sylvestris* — zabýval PAULE (1971). Z deseti použitých charakteristik považuje délku jehlice pro hodnocení rozdílů mezi proveniencemi za statisticky nejvýznamnější.

Z výše uvedeného vyplývá, že je dosud značná nejasnost v posuzování diagnostické hodnoty jednotlivých znaků jehlic a že bude nezbytné další široce založené studium této problematiky v rámci celého areálu všech taxónů komplexu *Pinus mugo*, jakož i taxónů, které přicházejí v úvahu pro případnou hybridizaci nebo introgresi. Podobně jako u znaků šišek (HOLUBIČKOVÁ 1965) je však zřejmé, že diagnostickou hodnotu může mít jen skupina znaků, nikoli pouze znak jeden.

Samostatnou otázkou je použití kombinovaných charakteristik, vzniklých vzájemným násobením či dělením (nebo obojím) jednoduchých znaků. MARCET (1967) — u dvou rozlišovacích znaků ze čtyř použitých — má takovéto složené charakteristiky, proti nimž jsou námitky z hlediska matematicko-statistického vyhodnocování a testování, protože nemají normální distribuci. Navíc jeden z těchto znaků — QI — je složen dokonce ze tří veličin. Z teoretického hlediska je tento znak — možno to snad říci — nepřijatelný. Jen chyba v zaokrouhlování tu může při běžné aplikaci dosáhnout až kolem 10%! Tím, že používáme vztahu tří měřených hodnot — násobením nepojmenovaného čísla (poměr šířky a výšky jehlice) číslem udaným v určitých jednotkách (vzdáleností cévních svazků) — si přivodíme značné komplikace. Aby výsledky byly srovnatelné, je nutné, aby všechna měření (nebo alespoň měření jedné složky indexu) byla provedena ve stejných jednotkách ve všech pracech, protože již jen vyjádření měřených hodnot např. v milimetrech místo v centimetrech výslednou hodnotu QI zvětší 10 × (obr. 3 — dolní část). Prof. MARCET však používá k výpočtům hodnot, které přečetl na mikroskopu, aniž je přepočítal na absolutní jednotky. V citované práci jsou sice uvedeny údaje, které by umožnily dodatečný přepočet, avšak některé další studie, navazující na Marceta, tuto skutečnost přehlédly a roz-

dílné hodnoty QI interpretovaly nesprávně odlišností materiálu. Dalším závažným nedostatkem QI je jeho neschopnost vyjádřit zvětšené či zmenšené průřezy téže jehlice stejným číslem a naopak schopnost vyjadřovat stejným číslem různé veliké průřezy jehlic při zachování poměru šířky a výšky jehlice, avšak (např.) při konstantní vzdálenosti cévních svazků (obr. 3 a 4). Může mít tedy — teoreticky — stejný QI velká jehlice s cévními svazky blízko sebe, v centru jehlice (jak tomu bývá u komplexu *P. mugo*), jakož i malá jehlice s cévními svazky relativně vzdálenými, umístěnými směrem k okraji průřezu (což je typičtější pro *P. sylvestris*). Vzdor však těmto teoretickým námitkám se užívání tohoto indexu ujal, jak ukazují již uvedené práce (SZWEYKOWSKI 1969, STASZKIEWICZ et TYSZKIEWICZ 1969, 1972, PAULE 1971). Z výsledků se dá předpokládat, že posledně uvedený nedostatek QI se na konkrétním materiálu uplatňuje jen malou měrou.

SOUHRN

Předložená práce se zabývá studiem a předběžným hodnocením variability morfologicko-anatomických znaků jehlic u komplexu *Pinus mugo* a *P. sylvestris*. Metodicky navazuje na studii Marcetovu (MARCET 1967). Jím použitý počet znaků (čtyři) je rozšířen na šestnáct. Materiál byl sbírán na osmi lokalitách v Krkonoších, Jeseníkách, na Českomoravské vrchovině a na Oravě. Vzhledem ke studované problematice byly vybírány především lokality, na nichž roste *Pinus mugo* s. l. společně s *P. sylvestris*, nebo kde posledně jmenovaný taxon má poblíž autochtonní výskyt.

Výsledky šetření ukazují, že rozsah variability zkoumaných znaků se u obou hlavních taxonů téměř vždy překrývá. Z jednoduchých charakteristik se pro event. diagnózu jako nejnadějnější jeví počet pryskyřičných kanálků a výška epidermálních buněk na příčném průřezu jehlice. Za nimi následují znaky vzdálenost cévních svazků a počet stomat na 0,5 cm úseku jedné stomatární linie ventrální strany jehlice. Ze složených znaků, které však nejsou výhodné z hlediska matematicko-statistického vyhodnocování a testování, se jevil nejlepším poměr šířky a výšky průřezu jehlice. U tohoto znaku se dokonce v daném materiálu objevil mezi oběma hlavními taxony menší hiát. Dobrou rozlišovací schopnost vykazovaly ještě charakteristiky poměr šířky jehlice ke vzdálenosti cévních svazků, Marcetův QI (poměr šířky jehlice k její výšce, násobený vzdáleností cévních svazků) a poměr výšky a šířky epidermálních buněk na příčném průřezu jehlice. I když číselné výsledky prof. Marceta a moje jsou ve značné shodě (s jednou výjimkou), vlastní hodnocení znaků je poněkud odlišné.

Jak z výše uvedeného (a z obr. 1 a 2) vyplývá, spolehlivější diagnostickou hodnotu může mít pouze skupina znaků, nikoli jen znak jeden. Pro definitivní posouzení diagnostické hodnoty jednotlivých charakteristik, včetně rozhodování zda se eventuálně nejedná o výsledek hybridizace či introgrese, je však nutné ještě další zkoumání v nejrůznějších částech areálu, včetně kultivačních pokusů.

Kriticky jsou hodnoceny možnosti QI (obr. 3 a 4). Jeho nedostatky jsou ve vzrůstu chyby ze zaokrouhlování a ve skutečnosti, že stejný průřez jehlice může mít při použití různých jednotek délkové míry různé hodnoty. Totéž platí pro zvětšené nebo zmenšené průřezy (geometricky „podobné“), při použití stejné jednotky délkové míry. Naopak je možno stanovit úplně odlišné průřezy, mající tutéž hodnotu QI. I když se zřejmě v konkrétním materiálu uvedené nedostatky markantně neprojevují, lze doporučit — místo QI — spíše používání jednoduššího znaku — poměru šířky a výšky příčného průřezu jehlice. (Obecně však pro biometrické účely je nutno preferovat znaky jednoduché.)

SUMMARY

The present paper deals with the variability and preliminary evaluation of sixteen morphological and anatomical needle characters in the *Pinus mugo* complex and in *P. sylvestris* L. From the methodical point of view the study follows up the Marcet's work (MARCET 1967). The material (needles grown up in 1971) was collected in the Krkonoše Mountains, Jeseniky Mountains, Bohemian-Moravian Highlands and Orava region (Tab. 1). The characters A—F were estimated on the needle surface, G—P on the needle cross-sections (Figs. 1 and 2).

The results show that the variation is almost continuous (Figs. 1 and 2) and that the character ranges of the *P. mugo* complex and *P. sylvestris* largely overlap (with one exception). Following characters seem to be the most suitable to distinguish the two main taxa: height of epidermal cells (O) and number of resin ducts (M) of the "simple" characters, and quotient of the needle width and height (J — with a small hiatus between the *P. mugo* complex and *P. sylvestris*) of the "synthetic" characters. There follows the distance of vascular bundles (I), number of stomata on the 0.5 cm section of a ventral row (F) (of the "simple" characters), and quotient of the needle width and distance between vascular bundles (K), Marcet's QI (L), and quotient of the width and height of epidermal cells (P) (of the "synthetic" characters).

The other characters, such as needle length (A), number of ventral (B) and dorsal (C) stomata rows, thier ratio C/B (D), number of serrulations on the 0.5 cm section of the middle part of needle margin (E), needle width (G) and height (H) and width of epidermal cells (N), do not seem to be suitable for diagnostic purposes.

Even when this evaluation of needle characters is not identical with Marcet's results, the numerical values are similar enough. To differentiate between the two main taxa, it is necessary to use a group of characters, not only a single one. With regard to hybridization and introgression, further studies in different parts of the distribution area are required, to understand the diagnostic value of needle characters in full.

The use of "synthetic" characters (quotients and indexes) was discussed. Simple characters should be used wherever possible because they may be supposed to have a normal distribution in accordance with mathematical statistics. Marcet's QI (L) is not theoretically advantageous. Just the error, caused by rounding off the values of the three components (distance between vascular bundles $\times$ width/height of needle cross-section) may reach about 10%. Another disadvantage is the fact that the results are only comparable when all the authors use the same units (Fig. 3). Further theoretical defect is that different indexes may express the same type of the needle cross-section or on the contrary (Figs. 3 and 4). But in spite of all these disadvantages, the QI is generally used and the above theoretical defects seem to become practically evident only rarely (in a small measure — except for the comparability of different authors). Nevertheless, I should recommend to substitute it with the simple ratio of the needle width to height.

LITERATURA

- HOLUBIČKOVÁ B. (1965): A study of the *Pinus mugo* complex. — *Preslia*, Praha, 37 : 276—288.
 MARCET E. (1967): Über den Nachweis spontaner Hybriden von *Pinus mugo* Turra und *Pinus sylvestris* L. aufgrund von Nadelmerkmalen. — *Ber. Schweiz. Bot. Ges.*, Bern, 77 : 313—361.
 PAULE L. (1971): Anatomická a morfologická variabilita ihlič borovice sosny zo švédskych proveniencií. — *Zborník Vedeckých Prác*, Zvolen, 13 (1) : 111—128.
 SATO K. (1949): Forest tree breeding. — Tokyo. [Non vidi.]
 STASZKIEWICZ J. et J. TYSZKIEWICZ (1969): Naturalne mieszańce *Pinus mugo* Turra $\times$ *Pinus sylvestris* L. v Kotlinie Nowotarskiej. — *Fragm. Flor. Geobot.*, Kraków, 15 : 187—212.
 — (1972): Zmienność naturalnych mieszańców *Pinus sylvestris* L. $\times$ *Pinus mugo* Turra (= *P. $\times$ rotundata* Link) w południowo-zachodniej Polsce oraz na wybranych stanowiskach Czech i Moraw. — *Fragm. Flor. Geobot.*, Kraków, 18 : 173—191.
 SZWEJKOWSKI J. (1969): The variability of *Pinus mugo* Turra in Poland. — *Bull. Soc. Amis Sci. Lettres Poznań*, 10, Ser. D : 39—54.

Došlo 30. září 1975

Recenzent: B. Holubičková