

Numerická metoda v taxonomii kvasinek

ANNA KOCKOVÁ-KRATOCHVÍLOVÁ, Chemický ústav SAV, Bratislava

582.282.232

V taxonomii bakterií se dnes velmi často používá numerické metody, založené na rovnocennosti znaků, která se opírá o Adansonův systém, vypracovaný pro vyšší rostliny asi před 200 lety. Do živé bakteriologické praxe ji zavedl *Sneath* [1, 2]. Metoda se zakládá na výpočtech podobnosti mezi kmeny, zpravidla zpracovává velké množství kmenů a informací o nich a proto se neobejde bez programovaného počítačového stroje. Obrovské množství zpracovávaných údajů hovoří ve prospěch objektivnosti této metody, a proto se dnes její použití v taxonomii bakterií velmi rozšířilo. Samozřejmě souběžně jde i kritika této metody a jejího použití. To je zcela pochopitelné, když uvážíme, že taxonomie sama jako teoretická disciplína vyžaduje především ujasnění filosofického stanoviska, které by ukázalo pracovníkovi, jak s kterou metodou zacházet, jak ji nejvhodněji používat, aby dospěl úspěšně k cíli svého zkoumání. Podrobněji jsem hovořila o filozofických hlediscích, které usměrňují vývojovou a pragmatickou taxonomii mikroorganismů na několika mezinárodních symposiích (Smolenice 1964, Zagreb 1964, Vídeň 1935) a poslední přednáška byla uveřejněna v plném znění [3].

Není pochybnosti o tom, že s dialekticko-materialistickým přístupem k vědeckému bádání je spjata vývojové pojetí taxonomie. Tato skutečnost, jakož i to, že klasifikační analýza se řídí zákonem „obsaženosti v“ ukazují, že chápání klasifikačních znaků jako rovnocenných, je v rozporu s vývojovou taxonomií. Naskytá se proto otázka, do jaké míry se může numerická taxonomie uplatnit jako metoda pro vývojové pojetí této vědy, aniž by svedla z cesty za přirozeným systémem.

Mykologové používají kvasinek jako výborného nástroje a modelu pro studium biochemie, biofyziky, genetiky, cytologie apod. a sledují hlavně vlastnosti, které se uplatňují v kvasném průmyslu, v medicíně, potravinářství, v půdní mikrobiologii apod.

Proto také vlastnosti a klasifikační znaky vycházejí hlavně z požadavků aplikovaných odvětví. Tím už ovšem trpí objektivnost klasifikační metody, která je založena na podobnosti rovnocenných znaků. Když se zvětší počet znaků jednoho druhu, např. biochemických proti morfologickým, dělá se velká náhodná chyba ve výpočtech podobnosti mezi kmeny. U kvasinek, kde klasifikačních znaků není tak mnoho, jako v bakteriologii, a testy jsou mnohem pracnější a zdoluhavější, nebylo dosud použito numerické taxonomie. A přece se ukázala tato metoda při vhodném použití cennou i zde. Její vhodnost vidím v použití ani ne tak při vlastní klasifikaci, jako při zkoumání vztahů mezi kmeny a druhy, nač chci v tomto článku upozornit.

Jak jsem se již zmínila, kvasinky dnes slouží nejen kvasné výrobě jako přímí činitelé, ale také jako modely pro zkoumání nejrůznějších procesů a zákonitostí. Tak jen v biochemickém badatelském výzkumu byly zpracovány desetitisíce experimentů na obchodním pekařském droždí, množství cytologických, cytochemických, sérologických a jiných studií bylo provedeno právě tak na špatně determinovaných, nedeterminovaných nebo biologicky nečistých kmenech, a tím často i velmi přesné a významné studie ztrácejí na vědeckosti pro svoji neopakovatelnost a nekontrolovatelnost a nemohou sloužit za podklad pro usuzování o všeobecných zákonitostech. Když uvážíme, jak často se dnes s kvasinkami pracuje, jistě si představíme nesmírnou proměnlivost kmenů, zaviněnou prostředím a podmínkami a také obrovskou možností křížení nejen mezi kmeny, ale i mezi druhy. V porovnání s tím jistě překvapí časté používání typových kultur, jako porovnávacích, které byly izolovány nejvíce ještě v druhé polovině minulého století. Na tyto typové kultury se vztahuje původní popis a jsou uloženy většinou v Holandsku v Centraalbureau voor Schimmelcultures (CBS). I kdyby tyto typové kultury byly ve sbírce tak vhodně pěstovány, že by nepodlehly ani v nejmenším promě-

livosti, je důležité, co se s výchozími kmeny od té doby stalo v přírodě, v technologických podmínkách nebo podmínkách parazitismu. Tak jako se technologie mění v podmínkách ekonomie, musí se novým podmínkám přizpůsobit i kmeny. Nejvhodnějším se ukáže ten kmen, který se přizpůsobí kolísání výrobních podmínek a pomáhá vyrobit produkt požadované jakosti. Takové snadno přizpůsobitelné kmeny jsou potom ukazatele směru vývoje druhu v technických podmínkách.

Kromě těchto samovolně se vyvíjejících kmenů je i mnoho těch, které byly pro nové podmínky cílevědomě vyšlechtěny. Není proto divu, že se vlastnosti těchto kmenů od původních porovnávacích typových kultur v některých směrech odlišují. Proto se zdá být přirozenější používat pro porovnávání raději typických kultur v statistickém slova smyslu. Tyto typické kmeny se mohou přirozeně vybrat jen tam, kde je k dispozici velká množina kmenů téhož druhu, u tzv. velkých druhů. Typický kmen představuje potom statistický průměr vybraný na základě množiny volených vlastností a znaků. Obvykle, čím je druh obsahově větší, tím bývá plastičtější, tím bývá větší jeho vnitrodruhová variabilita.

Z toho vysvítá, že není lhostejné, který kmen z takové množiny se vezme do práce za daných okolností, má-li zastupovat druh, nebo představovat nejextremnější formu ap., prostě má-li být přesně definovaný. Takový zdánlivě teoretický průzkum má také svůj velmi praktický dosah. Může se očekávat, že tam kde se druhy formovaly v podmínkách technologií, bude se krýt statistický typ s osvědčenou produkční kulturou v daných podmínkách. Poznání vzájemných vztahů podobnosti mezi kmeny uvnitř druhu, je dobrým vodítkem k uplatnění kmenů v kolísajících nebo změněných podmínkách. K prozkoumání takového vnitrodruhového polymorfismu a vztahů mezi kmeny se může použít i numerické metody.

Numerická metoda

Výpočty podobnosti

Podobnost se vypočte podle vzorce [1, 2, 4]:

$$S \% = \frac{n_s}{n_s + n_d} \cdot 100$$

přitom S znamená podobnost, n_s počet pozitivních znaků u obou porovnávaných kmenů, n_d počet pozitivních znaků u prvního kmene, ale negativních u druhého a počet pozitivních znaků u druhého kmene, ale negativního u prvního. Např.:

	Morfologický znak pseudo- mycelium	Fyziologický znak spory	Biochemický znak asimilace malto- triózy	Sérologický znak antigén „C“
<i>Sacch. carlsbergensis</i>	—	+	+	+
<i>Sacch. cerevisiae</i> <i>var. ellipsoideus</i>	+	+	—	—
<i>Sacch. logos</i>	+	+	+	+

Označení kmenů: *Sacch. carlsbergensis* 1, *Sacch. cerevisiae var. ellipsoideus* 2, *Sacch. logos* 3

Výpočet podobnosti

Výpočet n_s :				
	1	2	3	
1	3	1	2	
2		2	2	
3			3	
Výpočet n_d :				
	1	2	3	
1	0	3	2	
2		0	1	
3			0	
Výpočet $n_s + n_d$:				
	1	2	3	
1	3	4	4	
2		2	3	
3			3	
Výpočet $\frac{n_s}{n_s + n_d}$:				
	1	2	3	
1	1	1/4	2/4	
2		1	2/3	
3			1	
Výpočet S %:				
	1	2	3	
1	100	25	50	
2		100	66	
3			100	

Na základě těchto čtyř vlastností je mezi *Sacch. carlsbergensis* a *Sacch. cerevisiae var. ellipsoideus* 25% podobnost, mezi *Sacch. carlsbergensis* a *Sacch. logos* 50% a mezi *Sacch. logos* a *Sacch. cerevisiae var. ellipsoideus* 66%.

Při porovnávání kmenů uvnitř téhož druhu jsou mnohdy důležité i kvantitativní stupně určitých znaků. S výhodou zde používáme kódování, přičemž zavádíme kromě pozitivního a negativního znaku ještě znak N . Tento znak N neporovnáváme s žádným jiným v témže sloupci. To má některé výhody, především tu, že jeho vsazení do kódu umožní regulovat rovnoměrně vztahy podobnosti mezi jednotlivými stupni dané vlastnosti, jak ukazují příklady.

Příklad 1

Kód pro danou vlastnost		Podobnosti mezi stupni dané vlastnosti				
Kvantitativní stupeň	Kód	Kvantitativní stupeň				
		A	B	C	D	
A	+ + — —					
B	+ N + —	100	50	50	50	
C	+ N N + —		100	50	50	
D	+ N N N +			100	50	
					100	

Bez zavedení znaku N by tento příklad měl nepravdělné odstupňování podobnosti mezi jednotlivými stupni dané vlastnosti:

Kód pro danou vlastnost		Podobnosti mezi stupni dané vlastnosti				
Kvantitativní stupeň	Kód	Kvantitativní stupeň				
		A	B	C	D	
A	+ — — —					
B	+ + — —	100	50	33	25	
C	+ + + —		100	66	50	
D	+ + + +			100	75	
					100	

Jestliže vlastnost, kterou posuzujeme není odstupňována, ale projevuje se na venek různě, např. vzhled obrovské kolonie nebo posuzování sedimentace kvasinek ap., použijeme takový typ kódování, kde nejsou žádné vztahy podobnosti, jak ukazuje příklad druhý.

Příklad 2

Kód pro danou vlastnost				Podobnosti mezi vlastnostmi			
Vlastnost		Kód		Vlastnost	A	B	C
A	+	N	N	A	100	0	0
B	N	+	N	B		100	0
C	N	N	+	C			100

Použití znaku *N* umožňuje zařadit do kódovacích tabulek i takový případ, kde některá vlastnost nebyla zkoumána anebo se nedala posoudit jednoznačně jako pozitivní nebo negativní. Tak např. u kmene 26-34-1 nebyly zjištěny všechny vlastnosti takže může být porovnáván s ostatními kmeny jen v těch vlastnostech, které byly vyhodnoceny. Proto např. v sloupcích 17-19 v *tabulce 1* tento kmen v řádce 28 má *NNN*, což znamená, že jeho obrovská kolonie není posuzována.

Kódy si můžeme libovolně volit a upravovat tak, abychom vztahy mezi stupni udržovali v pravidelné podobnosti a vyjadřovali je logicky. Tam, kde daný znak v každém případě existuje, má však různou hodnotu nebo rozměr, sestavujeme kód tak, aby první sloupec byl zastoupen pozitivními znaky, např. u rozměru buněk a jiných biometrických hodnot. Tam, kde první stupeň vyjadřuje chybění zna-

ku, např. kmen nesporuluje, netvoří pseudomycelium, nesedimentuje ap., tam musí být vyjádřen tak, aby mezi tímto stupněm a ostatními nebyl vztah podobnosti.

Příklad 3

Kód pro danou vlastnost				Podobnosti mezi stupni dané vlastnosti				
Kvantitativní stupeň		Kód		Kvantitativní stupeň	A	B	C	D
A	—	N	N	A	100	0	0	0
B	+	—	—	B		100	50	50
C	+	+	—	C			100	50
D	+	N	+	D				100

Tak např. v *tabulce 1* jsme použili tohoto způsobu kódování:

Čísla
v řádcích

		Vlastnost a použitý kód				
1—5	Délkošířkový poměr buněk:					
	pod 1,1	+	+	—	—	—
	od 1,1 do 1,2	+	N	+	—	—
	od 1,2 do 1,3	+	N	N	+	—
	vyšší než 1,3	+	N	N	N	+
6—10	Kvocient povrch/objem buněk:					
	menší než 1	+	+	—	—	—
	rovný 1	+	N	+	—	—
	větší než 1 a					
	menší než 1,5	+	N	N	+	—
	větší než 1,5	+	N	N	N	+
11—14	Korelační koeficient délky a šířky:					
	do 40 %	+	+	—	—	—
	od 40 % do 75 %	+	N	+	—	—
	nad 75 %	+	N	N	+	—
15—16	Pseudomycelium:					
	Žádné (A)	—	?			
	Slabé (B)	+	—			

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1. 48-78	+	N	N	N	+	+	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	—	—	+	—	—	+	+	+	+	+	N	N	+
2. 21-1-1	+	N	N	N	+	+	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	—	—	+	—	—	+	+	+	+	+	N	N	+
3. 48-54	+	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	—	—	+	—	—	+	+	+	+	+	N	N	+
4. 48-63	+	N	+	—	—	+	+	—	—	+	+	N	+	—	—	N	+	N	—	—	+	—	—	+	+	+	+	+	N	N	+
5. 48-19	+	+	—	—	—	+	+	+	+	+	+	N	N	+	+	N	+	N	—	—	+	—	—	+	+	+	+	+	N	N	+
6. 21-4-26	+	N	+	—	—	+	+	N	N	+	+	+	+	+	+	+	N	N	—	—	+	—	—	+	+	+	+	+	N	N	+
7. 21-4-17	+	N	+	—	—	+	+	N	N	+	+	+	N	N	+	+	+	N	N	—	—	+	—	—	+	+	+	+	N	N	+
8. 21-4-14	+	N	N	N	+	+	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	N	+	N	—	—	+	—	—	+	+	+	+	N	N	+
9. 21-45-1	+	N	N	N	+	+	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	—	—	+	—	—	+	+	+	+	+	N	N	+
10. 28-33	+	N	N	N	+	+	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	—	—	+	—	—	+	+	+	+	+	N	N	+
11. 28-108	+	N	+	—	—	+	+	N	N	+	+	+	+	+	+	+	N	N	—	—	+	—	—	+	+	+	+	+	N	N	+
12. 28-10	+	+	—	—	—	+	+	N	N	+	+	+	N	N	+	+	+	N	N	—	—	+	—	—	+	+	+	+	N	N	+
13. 21-21-15	+	N	+	—	—	+	+	N	N	+	+	+	N	N	+	+	+	N	N	—	—	+	—	—	+	+	+	+	N	N	+
14. 21-21-6	+	N	N	+	—	+	+	N	N	N	+	+	N	N	+	+	+	N	N	—	—	+	—	—	+	+	+	+	N	N	+
15. 21-21-9	+	N	N	+	—	+	+	N	N	+	+	+	N	N	+	+	+	N	N	—	—	+	—	—	+	+	+	+	N	N	+
16. 21-6-2	+	N	N	N	+	+	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	—	—	+	—	—	+	+	+	+	N	N	+
17. 21-15-2	+	N	N	N	+	+	N	N	+	+	+	+	N	+	—	+	+	N	N	—	—	+	—	—	+	+	+	+	N	N	+
18. 21-15-5	+	N	N	N	+	+	N	N	+	+	+	+	N	N	+	+	+	N	N	—	—	+	—	—	+	+	+	+	N	N	+
19. 21-31-2	+	N	N	N	+	+	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	—	—	+	—	—	+	+	+	+	N	N	+
20. 35-7-2	+	N	+	—	—	+	+	N	N	N	+	+	N	N	+	+	+	N	N	—	—	+	—	—	+	+	+	+	N	+	—
21. 35-8-2	+	+	—	—	—	+	+	N	N	+	+	+	N	N	+	+	+	N	N	—	—	+	—	—	+	+	+	+	N	+	—
22. 21-34-1	+	N	+	—	—	+	+	N	N	N	+	+	N	N	+	+	+	N	N	—	—	+	—	—	+	+	+	+	N	+	—
23. 26-7-1	+	+	—	—	—	+	+	N	N	N	+	+	N	N	+	+	+	N	N	—	—	+	—	—	+	+	+	+	N	+	—
24. 26-7-2	+	N	N	N	+	+	N	N	+	+	+	+	N	N	+	+	+	N	N	—	—	+	—	—	+	+	+	+	N	N	+
25. 26-15-2	+	N	+	—	—	+	+	N	N	N	+	+	N	N	+	+	+	N	N	—	—	+	—	—	+	+	+	+	N	+	—
26. 26-37-1	+	N	+	—	—	+	+	N	N	+	+	+	N	N	+	+	+	N	N	—	—	+	—	—	+	+	+	+	N	+	—
27. 26-42-1	+	+	—	—	—	+	+	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	N	N	—	—	+	—	—	+	+	+	+	N	+	—
28. 26-34-1	+	N	N	N	+	+	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	+
29. 26-50-1	+	+	—	—	—	+	+	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	N	N	+
30. 29-14-3	+	N	N	N	+	+	N	N	+	+	+	+	N	+	—	+	+	N	+	—	—	+	—	—	+	+	+	+	N	N	+
31. 29-12-1	+	N	N	N	+	+	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N	+	—	—	+	—	—	+	+	+	+	N	N	+
32. 29-45-1	+	N	N	+	—	+	+	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	N	+	—	—	+	—	—	+	+	+	+	N	+	—
33. 29-60-1	+	N	N	N	+	+	N	N	+	+	+	+	N	N	+	+	+	N	+	—	—	+	—	—	+	+	+	+	N	N	+
34. 29-7-6	+	N	+	—	—	+	+	N	N	+	+	+	N	N	+	+	+	N	+	—	—	+	—	—	+	+	+	+	N	+	—
35. 29-7-12	+	N	N	+	—	+	+	N	N	+	+	+	N	N	+	+	+	N	+	—	—	+	—	—	+	+	+	+	N	+	—
36. 29-7-17	+	N	N	+	—	+	+	N	N	+	+	+	N	N	+	+	+	N	+	—	—	+	—	—	+	+	+	+	N	N	+
37. 29-6-1	+	N	+	—	—	+	+	N	N	N	+	+	N	+	—	+	+	N	+	—	—	+	—	—	+	+	+	+	N	+	—

Tabulka 1

Pokračování tabulky 1

	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64		
1. 48-78	+	N	+	-	+	+	-	-	N	N	+	-	-	N	+	-	+	+	+	-	-	+	N	+	+	-	-	+	+	-	N	N			
2. 21-1-1	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-	N	-	N	+	-	+	+	+	-	-	+	N	+	-	N	N	+	+	-	N	N			
3. 48-54	+	N	+	-	+	+	-	-	N	N	+	-	-	N	-	N	+	+	+	-	-	+	+	-	-	N	N	+	-	-	N	N			
4. 48-63	+	N	+	-	+	+	-	-	N	N	+	-	-	N	-	N	+	+	+	-	-	+	+	-	-	N	N	+	-	-	N	N			
5. 48-19	+	N	+	-	+	+	-	-	N	N	-	N	-	N	-	N	+	+	+	-	-	-	N	N	+	+	-	+	-	-	N	N			
6. 21-4-26	+	+	-	-	+	+	-	+	N	+	-	N	-	N	+	+	-	+	+	-	-	+	N	+	+	N	+	+	-	-	N	N			
7. 21-4-17	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-	N	-	N	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	N	N			
8. 21-4-14	+	N	N	+	+	+	-	+	-	-	-	N	-	N	-	N	+	-	+	-	-	-	N	N	+	N	+	+	+	-	-	N	N		
9. 21-45-1	+	N	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	N	+	-	+	+	+	-	-	-	N	N	+	N	+	+	+	-	-	N	N		
10. 28-33	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	N	-	N	+	+	+	+	+	-	-	+	N	+	-	-	+	-	-	-	N	N			
11. 28-108	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	N	-	N	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	N	N	+	-	-	-	N	N		
12. 28-10	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	N	-	N	+	+	+	+	-	-	-	+	N	+	+	N	+	+	-	-	-	N	N		
13. 21-21-15	+	+	-	-	+	+	-	-	N	N	-	N	-	N	+	+	+	+	+	-	-	+	N	+	+	N	+	+	-	-	-	N	N		
14. 21-21-6	+	+	-	-	+	+	-	-	N	N	-	N	-	N	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	N	N		
15. 21-21-9	+	+	-	-	+	N	+	-	N	N	-	N	-	N	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	N	N	
16. 21-6-2	+	+	-	-	+	+	-	-	N	N	-	N	-	N	+	-	+	+	+	-	-	+	N	+	+	-	-	+	-	-	N	+	+	-	
17. 21-15-2	+	N	+	-	+	+	-	+	-	-	-	N	-	N	-	N	+	+	+	-	-	+	N	+	+	N	+	-	-	N	+	+	+	-	
18. 21-15-5	+	+	-	-	+	N	+	-	N	N	-	N	-	N	+	-	+	-	+	+	-	-	+	N	+	+	-	-	-	N	+	+	+	-	
19. 21-31-2	+	N	+	-	+	N	+	-	N	N	-	N	-	N	+	+	+	+	+	-	-	+	N	+	+	-	-	+	+	-	-	N	N		
20. 35-7-2	+	+	-	-	+	N	+	-	N	N	+	-	-	N	+	-	-	N	+	+	-	-	+	N	N	+	N	+	+	+	-	-	N	N	
21. 35-8-2	+	+	-	-	+	N	+	+	+	-	+	-	-	N	+	+	+	+	+	-	-	+	N	+	+	N	+	+	+	-	-	N	N		
22. 21-34-1	+	+	-	-	+	N	+	-	N	N	+	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	N	N	+	N	+	+	+	-	-	N	N		
23. 26-7-1	+	+	-	-	+	+	-	-	N	N	-	N	-	N	-	N	+	+	+	+	-	-	+	N	+	+	N	+	+	+	-	-	N	N	
24. 26-7-2	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-	N	-	N	+	-	+	+	+	-	-	+	N	+	+	N	+	+	+	-	-	N	N		
25. 26-15-2	+	+	-	-	+	N	+	+	-	-	-	N	-	N	+	-	+	+	+	-	-	-	N	N	+	+	-	+	-	-	-	-	N	N	
26. 26-37-1	+	+	-	-	+	-	-	-	N	N	+	+	+	-	-	N	-	N	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	N	+	+	-
27. 26-42-1	+	+	-	-	-	N	N	+	+	+	-	+	-	N	+	+	+	+	+	-	-	-	N	N	+	N	+	+	-	-	N	+	+	-	
28. 26-34-1	+	N	+	-	-	N	N	-	N	N	+	+	-	N	+	+	+	+	+	-	-	-	N	N	+	-	-	+	+	-	-	N	N		
29. 26-50-1	+	+	-	-	-	N	N	+	+	-	-	N	+	+	-	+	-	N	+	-	-	-	N	N	-	N	N	-	N	+	+	+	+	-	
30. 29-14-3	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	N	+	+	+	+	+	-	-	-	N	N	-	N	+	+	-	-	-	N	N		
31. 29-12-1	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	N	+	+	+	
32. 29-45-1	+	+	-	-	-	N	N	+	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	N	N		
33. 29-60-1	+	+	-	-	+	N	+	+	N	+	-	N	+	+	-	N	-	N	+	+	-	-	-	N	N	+	-	+	-	-	-	-	N	N	
34. 29-7-6	+	+	-	-	+	+	+	+	N	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	N	+	+	N	+	+	-	-	N	+	+	-	
35. 29-7-12	+	+	-	-	+	+	-	+	N	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	N	+	+	-	-	+	+	-	-	-	N	N	
36. 29-7-17	+	+	-	-	+	+	-	+	N	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	N	+	+	+	+	-	-	-	N	N
37. 29-6-1	+	+	-	-	+	N	+	-	N	N	-	N	+	+	-	N	-	N	+	-	-	-	+	+	N	+	N	+	+	-	-	N	+	-	

Pokračování tabulky 1

	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	
1. 48-78	+	+	+	-	+	N	+	+	+	-	+	-	+	N	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	
2. 21-1-1	-	+	+	+	+	N	+	+	-	-	+	N	+	+	N	+	+	-	+	N	+	-	N	N	+	+	-	+	+	+	-	
3. 48-54	-	+	+	+	+	N	+	+	-	-	+	N	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	N	N	+	+	-	+	+	N	+	
4. 48-63	-	+	+	+	+	N	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	N	N	+	+	-	+	+	N	+	
5. 48-19	-	+	+	+	+	N	+	-	N	N	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	N	N	+	-	-	+	+	N	+	
6. 21-4-26	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	+	N	+	
7. 21-4-17	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	N	+
8. 21-4-14	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	N	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	
9. 21-45-1	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	N	N	N	N	N	N	+	+	-	+	N	+	-	N	N	+	-	+	-	+	-	
10. 28-33	+	+	+	-	+	-	-	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	N	N	+	+	-	+	+	N	+	
11. 28-108	-	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	N	+	+	N	+	+	N	+	+	-	-	+	-	-	+	N	+	
12. 28-10	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	-	N	N	+	+	-	
13. 21-21-15	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	N	N	+	+	+	+	-	+	+	+	-	N	N	+	-	-	+	+	+	-	
14. 21-21-6	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	N	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	-	
15. 21-21-9	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	N	+	+	N	+	+	+	-	+	N	+	+	-	-	-	N	N	+	-	-	
16. 21-6-2	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	N	+	+	+	+	+	+	-	+	N	+	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	
17. 21-15-2	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	N	N	+	-	-	+	+	N	+	
18. 21-15-5	-	-	N	+	+	-	-	-	N	N	+	+	-	+	+	+	-	-	+	N	+	-	N	N	+	-	-	+	+	+	-	
19. 21-31-2	-	-	-	-	N	N	-	N	N	+	+	-	+	+	-	N	N	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+	-	
20. 35-7-2	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	N	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	N	N	+	-	-	+	+	N	+	
21. 35-8-2	-	-	N	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	N	+	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	
22. 21-34-1	+	-	-	-	+	-	+	+	-	-	N	N	N	N	N	N	N	N	N	+	+	+	-	N	N	+	-	+	+	+	-	
23. 26-7-1	-	-	-	-	N	N	-	N	N	+	+	-	+	+	N	+	+	+	+	+	+	-	N	N	+	-	-	+	+	+	-	
24. 26-7-2	-	+	+	-	-	N	N	-	N	N	+	-	+	+	+	+	+	+	+	N	+	+	-	N	N	+	-	+	-	-	N	N
25. 26-15-2	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	N	N	N	N	N	N	N	N	N	+	+	-	N	N	N	+	+	-	+	+	-	
26. 26-37-1	-	-	-	-	N	N	-	N	N	-	N	N	+	+	+	+	+	-	+	N	+	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	
27. 26-42-1	-	-	N	+	-	N	N	+	+	-	+	-	+	N	+	N	N	N	+	N	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	
28. 26-34-1	+	+	+	+	-	N	N	+	+	-	N	N	N	N	N	N	N	N	N	+	N	+	+	-	-	-	N	N	+	N	+	
29. 26-50-1	+	+	+	+	-	N	N	-	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	+	N	+	-	-	-	+	+	-	+	+	-	
30. 29-14-3	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	N	N	-	N	N	+	+	-	N	N	-	N	N	-	N	N	-	N	N	N	
31. 29-12-1	-	N	+	+	N	N	N	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
32. 29-45-1	-	+	+	+	-	N	N	+	+	-	+	N	+	+	+	+	N	+	+	N	+	+	-	N	N	+	+	-	+	+	-	
33. 29-60-1	-	+	+	-	-	N	N	+	+	-	-	N	N	+	-	+	N	+	+	N	+	+	-	-	+	-	+	-	+	+	N	+
34. 29-7-6	-	+	+	+	-	N	N	+	+	-	-	N	N	+	+	-	+	-	+	+	-	-	N	N	+	-	-	+	-	+	-	-
35. 29-7-12	-	+	+	+	-	N	N	+	+	-	-	N	N	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-
36. 29-7-17	-	+	+	+	-	N	N	+	+	-	-	N	N	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	N	N
37. 29-6-1	N	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	N	N

17—19	Stromečkovité (D) Obrovské kolonie:	+	+	
	Hladké (S)	+	N	N
	Matné (SR)	N	+	N
	Drsné (R)	N	N	+
20	Asimilace dusičnanu draselného			
21	Asimilace D-lysinu			
22—24	Sporulace:			
	Žádná	—	N	N
	do 5 %	+	—	—
	od 5 % do 20 %	+	+	—
	nad 20 %	+	N	+
25—27	Asimilace etanolu, etylenglykolu a glycerolu			
28—31	Respirační kvocient glukózy RQ:			
	Menší než 1	+	+	—
	větší než 1 a			
	menší než 2	+	N	+
	větší než 2	+	N	N
32—35	Respirační kvocient galaktózy RQ:			
	menší než 1 (anebo rovný s endogenním metabolismem)	+	+	—
	větší než 1 a			
	menší než 2	+	N	+
	větší než 2	+	N	N
36—38	Růst při teplotě 5 °C:			
	Neroste	—	N	N
	slabě roste	+	—	—
	dobře roste	+	+	—
	optimálně roste	+	N	+
39—41	Růst při 40 °C			
42—43	Jako předešlý kód			
	Žádné	—	N	
	slabé	+	—	
	dobré	+	+	
44—45	Štěpení eskulinu:			
	žádné	—	N	
	slabé	+	—	
	dobré	+	+	
46—47	Redukce seleničitanu:			
	jako u předešlého			
48—49	Redukce teluricitanu:			
	jako u předešlého			
50—51	Test s kyselinou fosfomolybdenovou:			
	bleděmodrý	+	—	
	tmavomodrý	+	+	
52—53	Asimilace celobiózy a salicinu			
54—56	Potřeba vitamínů podle rozmnožování na prostředí bez vitamínů a aminokyselin:			
	už po 3. přeočkování neroste	—	N	N
	neroste po 4. př.	+	—	—
	neroste po 5. př.	+	+	—
	roste i při 6. př.	+	N	+
57—59	Vysýchavost kultur; podle ztráty životaschopnosti:			
	po 2 týdnech	—	N	N
	po 4 týdnech	+	—	—
	po 5 týdnech	+	+	—
	roste i po 6 týdnech	+	N	+
60—64	Anaerobióza a aerobióza:			
	1. Prokvašení od			
	spodu	+	+	
	růst od spodu	+	—	
	růst od vrchu	—	N	
	2. Neroste od vrchu	—	N	N
	roste od vrchu			
	1 cm hluboko	+	—	—
	roste od vrchu			
	2 cm hluboko	+	+	—
	roste ještě hlouběji	+	N	+
65	Tvorba kyseliny mléčné			
66	Kvašení galaktózy			
67	Asimilace galaktózy			
68	Asimilace maltotriózy			
69—71	Kvašení rajinózy:			
	nekvasí	—	N	N
	kvasí do 1/3	+	—	—
	kvasí do 2/3	+	+	—

72—74	kvasí do 3/3	+	N	+
	Aktivita dehydrogenazy etanolu:			
	indikátor se neodbarvuje	—	N	N
	odbarvuje se slabě	+	—	—
	odbarvuje se po 2 h	+	+	—
	odbarví se po 1 h	+	N	+
75—77	Aktivita dehydrogenazy kyseliny mléčné (jako předešlý)			
78—83	Aktivita dehydrogenazy kyseliny jantarové (jako předešlý)			
81—83	Aktivita dehydrogenazy kyseliny octové (jako předešlý)			
84—86	Aktivita dehydrogenazy kyseliny jablečné (jako předešlý)			
87—89	Redukce metylénové modři:			
	neodbarvuje se	—	N	N
	odbarvuje se déle než za 2 h	+	—	—
	odbarvuje se slabě už za 1—2 h	+	+	—
	odbarvuje se za 1 h	+	N	+
90—92	Redukce TTC (jako předešlý)			
93—95	Redukce tioninu (jako předešlý)			

Kmeny použité v tabulce 1

21-1-1	<i>Saccharomyces logos</i> , Výzkumný ústav pivovarský, Praha 1943
48-78	<i>Saccharomyces uvarum</i> , ATCC 1959, Biologický ústav ČSAV, Praha č. 00323/1
48-63	<i>Saccharomyces carlsbergensis</i> , Bratislava „B-S“, 1958—62, střední typ
48-19	<i>Saccharomyces carlsbergensis</i> , Plzeň 1950, malý typ
48-54	<i>Saccharomyces carlsbergensis</i> , Plzeň 1952, velký typ
21-4-14	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , Kvasný průmysl, Trenčín, E. Piš, „Čukarica“, 1954, velký typ
21-4-26	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , před tím <i>Sacch. anamensis</i> „Amyloprocess yeast“, ATCC 4126, 1957, střední typ
21-4-17	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , Kvasný průmysl, Trenčín, E. Piš, rasa IV anglická, 1954
21-45-1	<i>Saccharomyces diastaticus</i> , CBS 1782, 1964
28-10	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> var. <i>ellipsoideus</i> , Kolachov P., Louisville USA, 1947, malobuňkový kmen
28-108	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> var. <i>ellipsoideus</i> , Magarač, Jalta Krym SSSR, kmen Kavkazskaja, 1958, střední kmen
28-33	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> var. <i>ellipsoideus</i> , VÚOZ, Praha, kmen Champagne, 1950, velkobuňkový kmen
21-15-2	<i>Saccharomyces willianus</i> , IZ Brazílie, 1957
21-21-6	<i>Saccharomyces oviformis</i> , malobuňkový kmen, izolovaný z vinných kvasinek
21-21-15	<i>Saccharomyces oviformis</i> , izolovaný z vinných kvasinek
21-21-9	<i>Saccharomyces oviformis</i> , izolovaný z vinných kvasinek
21-15-5	<i>Saccharomyces bayanus</i> , původně <i>Sacch. willianus</i> , ATCC 1957, Biologický ústav ČSAV 328/1
21-6-2	<i>Saccharomyces pastorianus</i> , CBS 1947
21-31-2	<i>Saccharomyces heterogenicus</i> , CBS 715, 1961
35-7-2	<i>Saccharomyces fermentati</i> , původně <i>Sacch. florentinus</i> , Kocková 1958
35-8-2	<i>Saccharomyces fermentati</i> , Biologický ústav ČSAV č. 0325, 1963
21-34-2	<i>Saccharomyces veronae</i> , CBS 459, 1964
26-7-1	<i>Torulopsis colliculosa</i> , CBS 1947
26-15-2	<i>Torulopsis sake</i> , CBS 159, 1964
26-37-1	<i>Torulopsis globosa</i> , CBS 162, 1964
26-34-1	<i>Torulopsis cylindrica</i> , CBS 1947, 1964
26-50-1	<i>Torulopsis versatilis</i> , CBS 1752, 1964
29-14-3	<i>Candida robusta</i> , N. v. Uden, Lisboa, Portugalsko 1962
29-7-6	<i>Candida tropicalis</i> , Biologický ústav ČSAV, Praha 1965, původně <i>Torulopsis murmanica</i>

- 29-7-12 *Candida tropicalis*, M. Petrů, vaginální mykóza, Praha 1958
 29-7-17 *Candida tropicalis*, M. Petrů, vaginální mykóza, Praha 1958
 29-6-1 *Candida pelliculosa*, CBS 1941
 29-12-1 *Candida intermedia*, B. A. Bourne ATCC 12089, 1959
 29-60-1 *Candida obtusa*, N. v. Uden, Lisboa, Portugalsko, 1962
 29-45-1 *Candida langeroni*, N. v. Uden, Lisboa, Portugalsko, 1962

Kromě uvedených vlastností v tabulce 1 měly zkoumané kmeny základní kvasný diagram stejný:

1. Kvasily glukózu, mannózu, fruktózu, maltózu, sacharózu.

2. Nekvasily laktózu.

Uvedená tabulka je příkladem souhrnu podkladů pro rozlišení zástupců čtyř rodů: *Saccharomyces*, *Zygosaccharomyces*, *Torulopsis* a *Candida*, které mají hlavní biochemickou charakteristiku podobnou. Pokusíme-li se o výpočty podobnosti, zjistíme, že na základě rovnocennosti znaků nedospějeme k očekávaným výsledkům. Tak např. se ukáže, že mezi *Saccharomyces carlsbergensis* a *Candida tropicalis* lze vypočítat ještě 56% podobnost, mezi velkokuřkovou formou *Sacch. carlsbergensis* a *Sacch. logos*, kde bychom očekávali podobnost těsnou je tato jen 76%.

Tomuto nedostatku uvedené metody při třídění druhů různých rodů se lze vyhnout, jestliže roztrídíme nejprve znaky podle jejich významu na:

1. Znaky rodové a vyšších tax;
2. Znaky druhové;
3. Znaky na úrovni vnitrodruhové.

Podle znaků rodových a vyšších tax lze vytvořit vnější kostru pro trojúhelník podobnosti, podle znaků druhových podrobnější vnitřní rozčleňování a na úrovni vnitrodruhové provést vlastní výpočty a uspořádání podle těsnosti vztahů. Za znaky druhové pokládáme ty, které jsou společné všem kmenům toho druhu, za znaky rodové ty, které jsou společné všem druhům jednoho rodu. Znaky druhovými se liší jednotlivé druhy uvnitř rodu, znaky rodovými se liší jednotlivé rody uvnitř čeledí. Tak např. z uvedené tabulky kódů musí být především

vysazena do popředí vlastnost, týkající se sporulace, protože tato náleží vyšším taxám. Dále se ukázalo, že velmi důležitou vlastností je např. stupeň kvašení rafinózy, protože koreluje s řadou jiných, také důležitých vlastností, a to nejen u rodu *Saccharomyces*, ale i u rodu *Candida*.

Jak jsem se již zmínila na začátku, hodí se dobře numerická metoda pro posuzování vnitrodruhové variability anebo pro hodnocení vztahů u druhů velmi blízkých. Tabulka 2 ukazuje, jak možno se skupit kmeny podle podobnosti. Tato tabulka je seřazena podle kódování, uvedeného v tabulce 3.

Kódování znaků v tabulce 3:

- 1—5 poměr délky a šířky buněk
 6—10 kvocient povrch/objem
 11—14 korelační koeficient délky a šířky buněk
 15—16 pseudomycelium
 17—19 obrovské kolonie
 20 a 21 osmofilnost
 22—25 tolerance k etanolu
 26 asimilace trehalózy
 27 asimilace celobiózy
 28 asimilace manitu
 29 asimilace inulinu
 30 asimilace dulcitu
 31 asimilace d-lysinu
 32 asimilace maltotriózy
 33—35 sporulace
 36 aglutinace buněk se sérem proti kmenu 28-108
 37 aglutinace buněk se sérem proti kmenu 21-15-2

Přehled kmenů, použitých při tomto třídění:

- 21-29- *Saccharomyces formosensis*, původem z Technologického ústavu v Tajwane [prof. dr. P. Nemec], 1956
 28-70 Doc. inž. E. Minárik, kmen Malá třída, muškát žlutý, 1954
 21-14-1 *Saccharomyces cartilaginosus* Lindner, CBS, 1947
 21-7-1 *Saccharomyces intermedius* Hansen, CBS, 1947
 21-15-6 Vysoká škola chemickotechnologická, Praha, 1951, jako *Saccharomyces willianus* Sacc.
 21-28-1 *Saccharomyces odessa* Schnegg et Oehlkers, CBS, 1948
 21-15-4 *Saccharomyces willianus* Saccardo, ATCC, 1957
 21-18-1 *Saccharomyces tubiformis* Osterwalder, CBS, 1948
 21-15-2 *Saccharomyces willianus* Saccardo, IZ, Brazílie, 1957
 21-13-2 *Saccharomyces bayanus* Sacc., doc. inž. E. Minárik, Bratislava, 1964

Tabulka 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
1. 21-29-1	+	N	N	N	+	N	N	+	+	+	+	N	N	+	N	N	+	N	N	-	N	N	N	N	N	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	N	-
2. 28-70	+	N	N	N	+	N	N	+	+	+	+	+	-	+	+	+	N	N	+	+	+	N	N	N	N	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	N	-
3. 21-7-1	+	N	N	N	+	N	N	+	+	+	+	+	-	+	+	+	N	N	+	+	+	N	N	N	N	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	N	-
4. 21-15-6	+	N	N	N	+	N	N	+	+	+	+	+	-	+	+	+	N	N	+	+	+	N	N	N	N	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	N	+
5. 21-15-4	+	N	N	N	+	N	N	+	+	+	+	+	-	+	+	+	N	N	+	+	+	N	N	N	N	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	N	+
6. 21-18-1	+	N	N	N	+	N	N	+	+	+	+	+	-	+	+	+	N	N	+	+	+	N	N	N	N	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	N	+
7. 21-15-2	+	N	N	N	+	N	N	+	+	+	+	+	-	+	+	+	N	N	+	+	+	N	N	N	N	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	N	+
8. 21-13-2	+	N	N	N	+	N	N	+	+	+	+	+	-	+	+	+	N	N	+	+	+	N	N	N	N	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	N	+
9. 21-14-1	+	N	N	N	+	N	N	+	+	+	+	+	-	+	+	+	N	N	+	+	+	N	N	N	N	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	N	+
10. 21-28-1	+	N	N	N	+	N	N	+	+	+	+	+	-	+	+	+	N	N	+	+	+	N	N	N	N	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	N	+
11. 21-4-43	+	N	N	N	+	N	N	+	+	+	+	+	-	+	+	+	N	N	+	+	+	N	N	N	N	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	N	+
12. 21-4-11	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	N	N	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	N	+
13. 28-8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	N	N	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	N	+
14. 26-22	+	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	N	N	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	N	+
15. 26-31	+	N	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	N	N	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	N	+
16. 28-53	+	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	N	N	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	N	+
17. 28-99	+	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	N	N	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	N	+
18. 28-108	+	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	N	N	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	N	+
19. 28-135	+	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	N	N	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	N	+
20. 21-4-26	+	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	N	N	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	N	+
21. 22-3-33	+	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	N	N	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	N	+
22. 21-4-15	+	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	N	N	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	N	+
23. 21-4-13	+	N	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	N	N	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	N	+

- 28-31 vinná kvasinka, kmen „Mělník-Bourgogne“, Výzkumný ústav pro ovoce a zeleninu, Praha
 28-53 vinná kvasinka, kmen „Eger 1“, Budapešť 1954
 28-99 vinná kvasinka, kmen „Maienfeld 1“, doc. inž. E. Minárik, 1958
 28-8 vinná kvasinka, kmen „Nevrocop“, prof. dr. B. Hampl, 1943
 28-108 vinná kvasinka, kmen „Kavkazskaja“, Magarč, Jalta, Krym, SSSR, 1958
 28-22 vinná kvasinka, kmen „Champagne“, Výzkumný ústav pro ovoce a zeleninu, Praha 1950
 21-4-43 *Saccharomyces turbidans*, Vysoká škola chemicko-technologická, Praha 1951
 21-4-11 *Saccharomyces marschallanus* (Kuff.) Dekker, Carlsberg Laboratorium, Copenhagen 1947
 28-135 vinná kvasinka, kmen „Sudak VI-5“, Jalta, Krym, SSSR, 1958
 21-4-13 *Saccharomyces cerevisiae* rasa XII, Trenčín 1954
 22-3-33 7 R, izolát Lindegrena z DCL, Bratislava 1961
 21-4-15 *Saccharomyces cerevisiae* rasa M, Trenčín 1954
 21-4-26 *Saccharomyces anamensis*, kmen „Amyloprocess yeast“, 1957 ATCC 4126

Kmeny použité v tabulce 2 k zkoumání vztahů podobnosti mají významné biochemické znaky společné:

1. Kvašení maltózy a a sacharózy (II. kvasný typ);
2. Kvašení galaktózy;
3. Kvašení rafinózy do 1/3;
4. Neschopnost asimilovat a kvasit laktózu;
5. Neschopnost asimilovat dusičnan draselný;
6. Asimilace etanolu a glycerolu.

Proto tyto znaky jsou vyloučeny z klasifikace. Hlavním vodítkem k rozlišení skupin jsou znaky morfologické, ať už jsou to přímo tvary buněk, nebo tvorba pseudomycelia na okraji kolonií, anebo vzhled obrovských kolonií. Kromě toho k rozlišení skupin přispívá ještě několik jiných znaků, jako např. schopnost využívat maltotriózu nebo charakter sérologický. Tak byly rozlišeny tři skupiny:

1. 1–10 kmeny s buňkami protáhlými, s délkou širkovým poměrem buněk větším než 1,3.
2. 11–17 kmeny s buňkami oválnými až protáhlými.
3. 18–23 kmeny s buňkami středně oválnými.

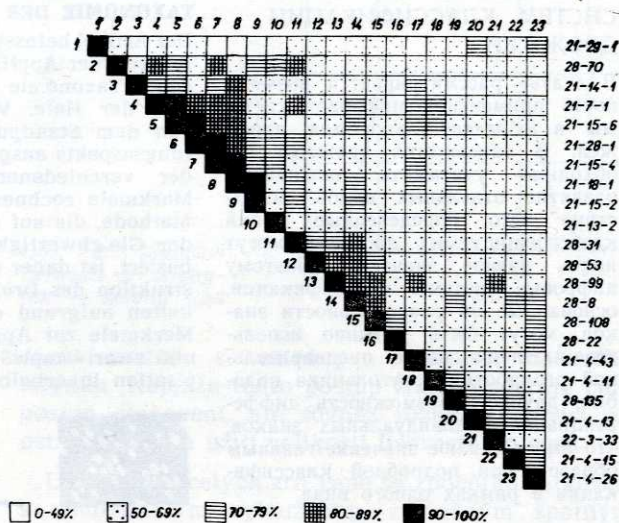
Tyto tři skupiny reprezentují druhy:

1. *Saccharomyces willianus* Saccardo
2. *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus* Stell.-Dekker
3. *Saccharomyces cerevisiae* Hansen.

Tyto tři skupiny ukazují na přirozený vývoj druhů z podmínek přírodních až do podmínek technologických (*Sacch. willianus* → *Sacch. cerevisiae*). Jednotlivé skupiny tvoří uzly na linii tohoto vývoje.

Numerická metoda má dokonce v takovémto případě velmi důležitý význam. Ukazuje, že je možno na základě podobnosti shrnout do jedné skupiny — jednoho druhu, více samostatných taxonomických jednotek, jako synonymní druhy. Např. v první skupině mají těsnou podobnost *Saccharomyces willianus*, *Saccharomyces cartilaginosis*, *Sacch. in-*

Tabulka 3



termedius, *Sacch. odessa*, *Sacch. tubiformis* apod., kteréž možno označit jako synonyma druhu *Sacch. willianus* Sacc. Pokusili jsme se ověřit některé takové kmeny v podmínkách různých technologií [5, 6, 7] a ukázala se dokonalá shoda s výsledky, které poskytla numerická metoda v předběžné klasifikaci. Má-li však sloužit také při výběru produkčních kmenů, je třeba vycházet přitom také z vlastností a znaků, které si kmeny získávají, adaptací a selekcí v podmínkách technologií. Numerická metoda pomáhá tedy při klasifikaci a při zjednodušování identifikace tam, kde nastalo v minulosti nadměrné drobení v samostatné druhy.

Máme-li nakonec posoudit užitečnost uvedené metody, je třeba zdůraznit, že její prospěšnost velmi závisí na tom, jak volíme znaky, z jakého filosofického hlediska vycházíme a k jakému cíli metodu použijeme.

Souhrn

V článku se hovoří o možnostech uplatnění numerické taxonomie v klasifikaci kvasinek. Vycházíme-li však z vývojového hlediska, počítáme nutně s různým významem znaků. Proto numerická metoda, založená na rovnocennosti znaků, se dá vhodně uplatnit až po konstrukčním uspořádání trojúhelníka podobnosti na základě významnějších znaků, hlavně pro vnitrodruhovou typizaci.

Literatura

- [1] Sneath, P. H. A.: The Application of Computers to Taxonomy. = „J. Gen. Microbiol.“, 17, 1957: 201.
- [2] Sneath, P. H. A.: Some Thoughts on Bacterial Classification. = „J. Gen. Microbiol.“, 17, 1957: 184.
- [3] Kocková-Kratochvílová, A.: Probleme auf dem Gebiet der Hefesystematik. = „Mitteilungen“, 19, 1965: 63–75 (Wien).
- [4] Kocková-Kratochvílová, A. — Šandula, J. — Vojtková-Lepšíková, A.: The Genus *Candida* Berkhout. III. Intermediate forms between fermentation type I and II. = „Folia microbiologica“, 8, 1963: 342–350.
- [5] Minárik, E. — Kocková-Kratochvílová, A. — Laho, L.: Nachprüfung der taxonomischen Zugehörigkeit von Weinhefen und verwandten Arten. = „Die Weinwissenschaft“, 20, 1965: 193–205.
- [6] Kocková-Kratochvílová, A. — Stuchlík, V. jr. — Tomášek, K.: Bewertung einiger atypischen Hefestämme unter technologischen Bedingungen der Bierbereitung. = „Brauwissenschaft“, 18, 1965: 328–345.
- [7] Kocková-Kratochvílová, A. — Sedlářová, L. — Pokorná, M.: Overovanie príbuznosti k druhu *Saccharomyces cerevisiae* Hansen technologicky dôležitým testom. = „Biologia“, 21, 1965: 19.

Došlo do redakce 6. 1. 1966.

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ КЛАССИФИКАЦИИ ДРОЖЖЕЙ

В статье рассматривается возможность применения цифровой системы в области таксономии дрожжей. В таксономии дрожжей необходимо учитывать дальнейшее развитие отдельных видов, вследствие чего определенные знаки классифицируемых дрожжей могут иметь разное значение. Поэтому цифровые системы классификации, основанные на равносильности знаков, могут быть успешно использованы лишь после предварительной разработки треугольника подобия, дающего возможность дифференциации индивидуальных знаков, что имеет важное значение главным образом при подробной классификации в рамках одного вида.

NUMERISCHE METHODE IN DER TAXONOMIE DER HEFEN

Der Artikel befasst sich mit der Möglichkeit der Applikation der numerischen Taxonomie bei der Klassifikation der Hefe. Wenn man jedoch von dem Standpunkt des Entwicklungsaspekts ausgeht, muss man mit der verschiedenen Bedeutung der Merkmale rechnen. Die numerische Methode, die auf der Voraussetzung der Gleichwertigkeit der Merkmale basiert, ist daher erst nach der Konstruktion des Dreiecks der Ähnlichkeiten aufgrund der bedeutenderen Merkmale zur Applikation geeignet, und zwar hauptsächlich für die Typisation innerhalb der Hefearten.

**APPLICATION OF NUMERICAL METHODS IN THE TAXONOMY OF YEAST**

The article deals with the possibilities offered by numerical classification methods and analyses the prospects for their application in the taxonomy of yeast. Taxonomy must express also dynamic phenomena of development and in this sphere individual, and practically identical, features and signs may have very different importance. Consequently numerical systems must be duly adapted by developing a comprehensive system of similarity triangles for important attributes this being necessary especially for detailed classification within the frame of one species.