

# Pivovazství a sladažství

## Vztah chemického složení a senzorického charakteru piva

Ing. JIRÍ CURÍN, CSc., Pokusné a vývojové středisko ORPS, Praha

863.41:543.92

863.41:53

Předneseno na 17. pivovarsko-sladařském semináři v Plzni

### 1. Úvod

Snaha odvodit senzorický charakter piva z jeho chemického složení je v současné době velmi živá. Hlavním impulsem se v tomto směru staly možnosti, které otevírá v oblasti poznání kvalitativního i kvantitativního složení piva plynová chromatografie. Bezesporné úspěchy, ke kterým vedla aplikace plynové chromatografie, způsobují však časté přeceňování významu dosažených výsledků. Setkáváme se s velmi optimistickými názory, jejichž zastánci neváhají dělat již za současného stavu znalostí z výsledků chemické analýzy dalekosáhlé závěry o senzorickém charakteru piva. Podrobně-li však dosud získané výsledky v oblasti vztahu chemického složení a senzorického charakteru piva důslednému kritickému rozboru, je zřejmé, že byly v tomto směru učiněny teprve první, víceméně přípravné kroky. Bude proto jistě zajímavé, blíže se zamyslet nad možnostmi studia vztahu mezi chemickým složením a senzorickým charakterem piva i nad kořeny předčasně optimistických názorů v této otázce.

Mnoho nedostatků, s nimiž se setkáváme v oblasti studia vztahů mezi chemickým složením a senzorickým charakterem piva, je způsobeno nesprávným obecně metodickým přístupem k této otázce. Při hledání správného, obecně metodického přístupu k otázce jakéhokoliv typu je nutno vycházet vždy z nejobecnějších principů, zakotvených v marxistické materialistické filosofii. Engels ve své Dialektice přírody rozděluje obecně pojatý pohyb na pohyby fyzikálního, chemického, biologického a společenského typu. Každý z kvalitativně vyšších typů pohybu zahrnuje v sobě vždy všechny typy pohybů kvalitativně nižších, nedá se však na ně beze zbytku redukovat [1]. Otázky související s tvorbou senzorického dojmu chutnosti leží v oblasti biologického typu pohybu, který sice v sobě zahrnuje i pohyby chemického typu, nedá se však na ně beze zbytku redukovat.

Studiem vztahů mezi chemickým složením a senzorickým charakterem piva se zpravidla zabývají pracovníci s chemickým vzděláním, kteří si bohužel často uveřejňují obecnou skutečnost neuvědomují a automaticky předpokládají, že i v této oblasti platí zákony kvalitativně obdobné zákonům platným v chemii. Národně vyjádřeno, že jde o zákonitosti stejné kvalitativní úrovně

jako je třeba zřetelovací zákon či zákon chemických rovnováh, v jejichž oblasti složitost výpočtů nepřevyšuje zpravidla úroveň jednoduchých úkonů a nevyžaduje rozsáhlejší aplikaci matematicko-statistických metod. Z důvodů, které již byly uvedeny, jsou však zákonitosti tvorby senzorického dojmu daleko komplikovanější. I když o těchto zákonitostech ví se stále ještě málo, ty znalosti, které již jsou k dispozici, předešlý obecně odvozený závěr plně potvrzují.

### 2. Některé kvalitativní a kvantitativní vztahy platné při tvorbě senzorického dojmu chutnosti

O mechanismu tvorby senzorického dojmu chutnosti byla sice vyslovena řada více či méně doložených teorií, konečné řešení však stále není k dispozici. Obdobně nejsme schopni na základě chemické struktury látky stále ještě jednoznačně určit její chutnost, i když v některých směrech (např. v oblasti sladkých látek) již byly získány velmi nadějně výsledky [2]. Nejsme-li schopni určit chutnost čistých látek z jejich chemické struktury, tím méně jsme schopni tak učinit ve směsi látek. Situace však není nijak příznivá ani v tom případě, jestliže se snažíme určit výslednou chutnost směsi látek, jejichž individuální chutnosti známe. Podíl jednotlivých látek na výsledné chutnosti totiž není přímo úměrný jejich koncentraci ve směsi, nýbrž se řídí daleko komplikovanějšími zákonitostmi.

K tomu, abychom senzoricky identifikovali přítomnost nějaké látky, je nezbytné, aby její koncentrace dosáhla určité minimální hodnoty, nazývané prahovou hodnotou. Vlastnosti každé látky jsou definovány dvěma prahovými hodnotami, a to prahem vnímání a prahem rozlišení. S údaji o prahových hodnotách různých látek v pivě se velmi často setkáváme v literatuře. Praktický význam těchto údajů však není zpravidla velký. Musíme si totiž být neustále vědomi, že prahová hodnota je konstantní pouze u samotné čisté látky, rozpuštěné v destilované vodě, zjišťované za definovaných podmínek hodnotiteli o definované citlivosti. Ve směsi látek je však prahová hodnota každé z nich výrazně ovlivněna ostatními látkami. Je to patrné z tohoto příkladu: V pivu obsahujícím 0,35 % hm  $\text{CO}_2$  byla zjištěna prahová koncentrace diacetylu 0,2 mg/l. Jestliže bylo totéž pivo uměle dosyce-



no na obsah 0,45 % hm  $\text{CO}_2$ , potom se prahová hodnota diacetylů zvýšila o 0,3 mg/l, tedy na plných 150 % původní hodnoty [3]. Tato skutečnost je ostatně plně potvrzována každodenní praxí. Ze zkušenosti je dobře známo, že vysokým řízem mohou být překryty různé nedostatky v chuti piva.

Vedle variability prahových hodnot je jejich praktický význam výrazně snižován i tím, že na tvorbě výsledné chutnosti se podílejí i ty složky piva, které jsou přítomny v podprahové koncentraci. V tomto směru je velice významný vztah, označovaný jako kompenzace chuti. Kompenzaci chuti se rozumí zvětšení (kompenzace pozitivní) a nebo zmenšení (kompenzace negativní) chuťového pocitu, vyvolaného základní chutí vlivem přítomnosti malé (někdy i podprahové) intenzity chuti jiného druhu. Klasickým příkladem pozitivní kompenzace je zesílení sladké chuti kuchyňskou solí a negativní kompenzace je zeslabení slané chuti cukrem [3].

Dalšími významnými vztahy, uplatňujícími se při tvorbě chuti, jsou konkurence a zastírání chuti. O zastírání či maskování chuti již byla zmínka v souvislosti s variabilitou prahových hodnot. Rozumí se jí potlačení slabšího chuťového podnětu podnětem silnějším při současném působení nejméně dvou chuťových podnětů. Konkurenčním vztahem se rozumí takový vztah dvou chuťových komponent, při němž malé množství chuťově kontrastní látky nijak neovlivňuje vjem, vyvolaný látkou základní. Jedná se tedy o právě opačný vztah, než při kompenzaci chuti. Svůj význam při tvorbě chuti má konečně i tak zvaná následná chuť, již rozumíme přetrvávání chuťového pocitu i po skončení účinku chuťového podnětu.

Neméně složitý než dosud popsané vztahy je i vztah mezi intenzitou podnětu a počítka. Studium tohoto vztahu zahájil již před téměř 140 lety Weber, který zjistil, že hodnota minimální změny podnětu, která vyvolává právě postřehnutelnou změnu intenzity počítka, je závislá, respektive úměrná výchozí intenzitě podnětu. Matematicky vyjádřen má tento vztah (tzv. Weberův zákon) tvar:

$$\frac{\Delta S}{S} = K,$$

kde

$\Delta S$  je minimální změna intenzity podnětu, vyvolávající právě postřehnutelnou změnu intenzity smyslového počítka,

$S$  — výchozí intenzita podnětu,

$K$  — konstanta.

Podle současných názorů není sice Weberův zákon pravým psychofyzickým zákonem, je však přesto pro některé psychofyzické vztahy platný. Platí většinou pouze v poměrně malých intervalech, neboť v řadě případů se konstanta úměrnosti  $K$  mění s intenzitou podnětu. Základní princip nelinearity vztahu mezi intenzitou podnětu a počítka, plynoucí z Weberova zákona, je však všeobecně uznáván [4].

Z Weberova zákona odvodil v r. 1860 vztah mezi intenzitou podnětu a počítka Fechner. Původní Fechnerova formulace (známá jako Fechnerův zákon) není však již v současné době pokládána za správnou a byly proto navrženy nové formulace tohoto vztahu [4]. Při studiu souvislosti mezi senzorickým a přístrojovým hodnocením čirosti piva, které jsme nedávno uskutečnili, experimentálně získaným údajům velmi dobře vyhovovala jednodušší forma vztahu navrženého Stevensem [5], určená pro oblast vyšších intenzit podnětů. Matematicky je tento vztah vyjádřen jako

$$R = k \cdot S^n,$$

kde

$R$  je intenzita počítka,

$S$  — intenzita podnětu,  
 $K, n$  — konstanty.

Konkrétní hodnota exponentu není univerzálního typu, nýbrž závisí na druhu látky, způsobující podnět. Například u heptanu má exponent hodnotu 0,60, u sacharinu 0,80, u sacharózy 1,30. Vlastnosti kávové vůně jsou charakterizovány hodnotou exponentu 0,55 [4]. Ve vztahu mezi intenzitou zákalu, vyjádřenou v j. EBC a mezi intenzitou odpovídajícího počítka (při zákalu 0,35 j. EBC se předpokládá intenzita počítka rovna jedné) má podle našeho zjištění vztah navržený Stevensem konkrétní podobu [6]

$$R = 1,919 \cdot S^{0,622}$$

Nejdůležitějším důsledkem, plynoucím z popsaných vztahů je skutečnost, že vyjádřením rovnoměrné senzorické stupnice fyzikálními jednotkami získáme vždy stupnici z fyzikálního hlediska nerovnoměrnou. Konkrétně u čirosti piva je podle našeho zjištění situace tato [6]:

intenzita počítka [rel. j.]	1	2	3
intenzita podnětu [j. EBC]	0,35	1,07	2,05

### 3. Možnosti studia vztahu chemického složení a senzorického charakteru piva

Vzhledem k neobyčejné komplikovanosti vztahů uplatňujících se při tvorbě výsledné chutnosti, je studium závislosti senzorického charakteru a chemického složení piva komplikovanou a náročnou záležitostí. Při tomto studiu je třeba na každý vzorek piva pohlížet jako na více či méně originální konfiguraci senzoricky aktivních látek (absolutní shoda ve složení není možná ani u výrobků téhož závodu se zřetelem na nutné kolísání kvality surovin a průběhu technologického procesu), které více či méně originálním způsobem vytvářejí rovněž více či méně originální chutnost. Je rovněž třeba se vyhýbat klasifikaci senzoricky aktivních složek piva na složky žádoucí a nežádoucí. Jak totiž vyplývá z našich pokusů, výrazné senzorické změny, probíhající při dokvašování piva, jsou vyvolávány převážně kvantitativními a nikoliv kvalitativními změnami [7]. Žádoucnost či nežádoucnost jednotlivých komponent vyplývá v kontextu s ostatními složkami a se zřetelem na požadovaný charakter piva především z jeho množství. Totéž množství stejné látky může být se zřetelem na složení a charakter piva v jednom případě považováno za žádoucí a v druhém za nežádoucí. Základními předpoklady úspěchu studia vztahu mezi chemickým složením a senzorickým charakterem piva je proto dodržení komplexnosti přístupu k problematice a zajištění vysoké metodické i absolutní kvality výsledků chemické a senzorické analýzy. Opomenutí kterékoliv z uvedených zásad vede zpravidla k závěrům nevelké hodnoty.

Nutnost komplexního přístupu ke studiu vztahu mezi chemickým složením a senzorickým charakterem piva je dána komplexním charakterem tvorby chutnosti. Teoretická nezbytnost však ještě nijak neznámá, že by se tento přístup při praktické realizaci nesetkával s velmi obtížně překonatelnými překážkami. Komplexní přístup vyžaduje totiž jak komplexní pojetí senzorické, tak i chemické analýzy, což je dosud ve většině případů nedostupné. Podle posledních údajů obsahuje pivo více než 400 složek, z čehož 300 se vyskytuje v nízkých koncentracích [8]. Praktické možnosti nutí proto výzkumné pracovníky omezovat rozsah chemických analýz. Nesmí se však při tom nikdy zapomenout na skutečnost, že čím více se ustoupí od komplexnosti pohledu, tím nespolehlivější závěry je možno učinit ze získaných výsledků. Zjednodušení by však nikdy nemělo dostoupit té míry, kdy je chemická analýza piva vedle základního rozboru



omezena pouze na jedinou skupinu látek (např. na vyšší alkoholy). Za těchto podmínek již zpravidla ztrácí srovnání výsledků chemické a sensorické analýzy praktický význam.

Mezi základní podmínky úspěšného studia vztahu mezi chemickým složením a sensorickým charakterem piva patří zajištění stejné metodické i absolutní úrovně výsledků sensorické analýzy, jaké dosahují výsledky analýzy chemické. Znamená to, že vedle dobrého výběru a kvalitního výcviku hodnotitelů musí být zajištěno i provedení sensorické analýzy piva vhodnou metodou. Základními podmínkami, kladenými v popsané souvislosti na použitou metodu sensorické analýzy piva je co nejostřejší rozlišení oblastí objektivní a subjektivní senzoričky. Ve výsledcích se nesmí nekontrolovatelně prolínat objektivní sensorické posouzení (tzn. co nejpřesnější popis chutnosti piva) se subjektivním sensorickým posouzením (tzn. s hodnocením oblíbenosti). Pro studium vztahu mezi chemickým složením a sensorickým charakterem piva mají význam pouze výsledky objektivní sensorické analýzy. Promísí-li se objektivní a subjektivní sensorické posuzování, nejsou takto získané výsledky použitelné pro studium vztahu chemického složení a sensorického charakteru piva. Vzhledem k tomu, že prakticky všechna bodovací schémata zmíněné směřování připouštějí, nejsou již proto podle nich získané výsledky použitelné [9].

Pro účely studia vztahů chemického složení a sensorického charakteru piva jsou nejvýhodnější výsledky získané metodou profilu chutnosti a metodami z ní vycházejícími. Profil chutnosti totiž představuje zatím nej přesnější kvalitativně-quantitativní vyjádření chutnosti, které lze relativně snadno konfrontovat s výsledky chemické analýzy. Z hlediska formy hodnocení jde o to, aby kvantitativní hodnocení bylo uskutečňováno podle navzájem shodných a rovnoměrných stupnic intenzity, snadno transformovatelných do číselné podoby, nutné pro další zpracování výsledků. Ačkoliv by se mohlo na první pohled zdát, že bodovací postupy jsou z tohoto hlediska velmi výhodné, ve skutečnosti tomu tak není. Základním předpokladem úspěšné použitelnosti výsledků sensorické analýzy k serióznímu studiu jejich vztahu k chemickému složení piva je požadavek, aby vyšší intenzitě chuťového počítka odpovídala vždy i vyšší hodnota číselného vyjádření. Logická stavba bodovacích schémat tuto podmínku neumožňuje splnit, neboť maximum bodů odpovídá vždy optimální hodnota intenzity posuzovaného kritéria [9].

Stanovení profilu chutnosti je po všech stránkách neobvykle náročnou záležitostí. Z tohoto důvodu se často používá jednodušších metod, vycházejících z metody profilu chutnosti. Jako příklad takové metody, vhodné ke studiu vztahu mezi chemickým složením a sensorickým charakterem piva, může posloužit současná metoda používaná při povinném hodnocení, jejíž výsledky jsou však po číselné transformaci zpracovány vypočtením průměrných hodnot. Způsob zpracování je patrný z výsledků uvedených v tabulce 1.

Jednoduché není ani vlastní vyhodnocování vztahu mezi sensorickým charakterem a chemickým složením piva. Vzhledem k tomu, že jde o problematiku ležící v oblasti biologického typu pohybu, nelze očekávat jednoznačnou, nýbrž spíše statistickou formu závislosti. Znamená to, že závěry nelze činit pouze z několika získaných podkladů, nýbrž až ze značného množství experimentálně získaných dat. Velké množství podkladů spolu s komplexností vztahů naprosto vylučují použití klasického způsobu zpracování, představovaného logickou úvahou řešitele. Jedinou možností je proto použití matematicko-statistických metod rozboru, jehož rutinní část zajistí samočinný počítač.

Číselné vyjádření průměrných výsledků sensorické analýzy piva

Vůně	celková intenzita		2,33
	cizí vůně	intenzita	1,33
		slovní popis	kvasničná
Chut	říz		3,11
	plnost		2,78
	hořkost	intenzita	3,00
		charakter	2,22
	cizí chut	intenzita	1,89
		slovní popis	kvasničná

Pro počáteční fázi rozboru se osvědčilo použití Spearmanova koeficientu pořadové korelace. Tímto způsobem byl uskutečněn rozbor vzájemně korespondujících asi 600 výsledků chemické analýzy a 400 výsledků analýzy sensorické. Byla tak zjištěna řada zajímavých statisticky významných souvislostí, vysoká závislost však byla zjištěna pouze u hořkosti zjišťované Klopferovou metodou a intenzity hořkosti určené sensoricky. Plně se tak potvrdil předpoklad komplexního charakteru vztahů, uplatňujících se při tvorbě sensorického dojmu chutnosti [7].

Další fáze studia bude vyžadovat použití dalších specifických metod rozboru, jejíž aplikace bude samozřejmě plně vázána na použití samočinných počítačů.

## Závěr

Kritický rozbor dosud získaných výsledků ukazuje, že na poli studia vztahu mezi chemickým složením a sensorickým charakterem piva byly učiněny teprve prvé, víceméně přípravné kroky. Studium této problematiky je neobvykle komplikováno komplexností vztahů, uplatňujících se při tvorbě chutnosti. Základními podmínkami úspěšného studia vztahu mezi chemickým složením a sensorickým charakterem piva je komplexní přístup k celé problematice a vysoká absolutní i metodická úroveň výsledků chemické i sensorické analýzy. Konkrétní studium vztahů je nemyslitelné bez aplikace matematicko-statistických metod, jejichž rutinní část zajistí samočinný počítač.

## Literatura

- [1] KONSTANTINOV, F. V. a kol.: Marxisticko-leninská filosofie, Svoboda Praha 1973
- [2] HARRISON, G. A. F., J. Inst. Brew. 76, 1970, s. 488
- [3] KRÜGER, E., Tagesztg. Brauerei 65, 1968
- [4] AMERINE, M. A. - PANGBORN, R. M. - ROESSLER, E. B.: Principles of Sensory Evaluation of Food, Academic Press, New York and London 1955
- [5] STEVENS, S. S., Am. Scientist, 48, 1960, s. 226
- [6] CUŘÍN, J., ŠTICHAUER, J., Kvas. prům. 20 1974, s. 268
- [7] CUŘÍN, J.: Závěrečná zpráva PVS, 1973
- [8] PALAMAND, S. R., Tech. Quart. M. B. A. A. 11, 1974, s. 90
- [9] CUŘÍN, J., Kvas. prům. 17, 1971, s. 29

Cuřín, J.: Vztah chemického složení a sensorického charakteru piva. Kvas. prům., 21, 1975, č. 3, s. 51—54.

Základním předpokladem úspěchu při studiu vztahů mezi chemickým složením a sensorickým charakterem piva je plně respektování kvalitativních odlišností zákonů platných v oblasti chemie a senzoričky. K problematice je třeba přistupovat komplexně a je nutno zajistit vysokou absolutní i metodickou úroveň výsledků chemické i sensorické analýzy. Konkrétní studium vztahů je nemyslitelné bez aplikace matematicko-statistických metod, jejichž rutinní část zajistí samočinný počítač.



Цуржин, Ю.: Зависимость вкусовых качеств пива от его химического состава. Квас. прум. 21, 1975, № 3, стр. 51—54.

Для того, чтобы изучение зависимости вкусовых качеств пива от его химического состава дало объективные результаты, необходимо считаться с коренными различиями, существующими между законами химии и законами вкусовых ощущений. Обязательным условием является комплексный подход как к химическому анализу, так и органолептической оценке. Конкретные и достоверные результаты может дать лишь применение статистическо-математических методов и обработка данных с помощью ЭВМ.

Cuřín, J.: Relation Between the Chemical Composition of Beer and its Organoleptic Properties. Kvas. prům. 21, 1975, No. 3, pp. 51—54.

Studying the relation between the chemical composition of beer and its organoleptic properties it is necessary to keep in mind basic differences between the laws of chemistry and laws of sensorial world. The problem must be seen in its complexity. Applied methods, both analytic and other must be reliable and

provide data for objective evaluation. The relation in question cannot be studied without applying mathematical statistics and without using a computer for large amount of necessary calculations.

Cuřín, J.: Zusammenhänge zwischen der chemischen Zusammensetzung und dem sensorischen Charakter des Bieres. Kvas. prům. 21, 1975, No. 3, S. 51—54.

Das erfolgreiche Studium der Zusammenhänge zwischen der chemischen Zusammensetzung und dem sensorischen Charakter des Bieres setzt die volle Respektierung der qualitativen Unterschiede zwischen den Gesetzen, die einerseits auf dem Gebiet der Chemie und andererseits auf dem Gebiet der Sensorik gelten, voraus. Der Autor unterstreicht die Notwendigkeit der komplexen Problemanalyse; man muß dabei ein hohes absolutes und methodisches Niveau der Ergebnisse der chemischen sowie auch sensorischen Analyse gewährleisten. Das konkrete Studium der Beziehungen wäre undenkbar ohne Applikation mathematisch-statistischer Methoden, deren Routineteil von Computeranlagen durchgeführt werden kann.