

Přístrojové hodnocení čirosti piva

Ing. JIŘÍ CURÍN, CSc. - Ing. JOSEF ŠTICHAUER, Pokusné a vývojové středisko, OŘPS Praha

1. Úvod

K nejdůležitějším kritériím jakosti piva patří bezesporu čirost. Význam tohoto kritéria plyne především ze skutečnosti, že zakalení piva patří mezi příznaky signalizující zkázu výrobku. Ke špatně zfiltrovanému, jinak však kvalitativně plně vyhovujícímu pivu, přistupuje konzument automaticky s nedůvěrou. Kvalitní pivo, pokud samozřejmě nejde o pivo kvasnicové, musí být proto dokonale čiré.

Čirost piva se u nás posuzuje pro účely ohodnocení kvality zatím výlučně senzoričky. Tento stav však neodpovídá dosažené úrovni přístrojové měřicí techniky. V zahraničí i v některých našich výrobních závodech se již běžně měří čirost piva velice přesně speciálními přístroji [např. Fotometr firmy Sigrisť Zürich, Hazemeter firmy Radiometer Copenhagen atd.]. Výsledky získané měřením však mají zatím pouze informativní význam, neboť pro hodnocení kvality je rozhodující senzoričké posouzení. Aby však bylo možno nahradit senzoričké posouzení přístrojovým posouzením, je nutno nejprve vypracovat příslušnou stupnici vyjádřenou fyzikálními jednotkami, korespondující s dosavadní senzoričskou stupnicí.

Náhrada senzoričského posuzování čirosti piva posouzením přístrojovým přinese řadu výhod. Posouzení čirosti se stane naprosto objektivním, usnadní se práce hodnotitelů, kteří se budou moci více soustředit na posouzení chutnosti piva a v neposlední řadě bude možno senzoričky posuzovat pivo v neprůhledných nádobách a zvýšit tak objektivitu výsledků. Barva, pěnivost a průzračnost piva ovlivňuje totiž v nemalé míře přístup hodnotitele k výrobku, ať jsou či nejsou hodnoceny. Jediným důvodem, hovořícím zatím pro senzoričké posuzování piva v průhledných nádobách, je právě posouzení čirosti, neboť posouzení pěnivosti lze již za současného stavu snadno uskutečnit laboratorně. Laboratorní posouzení čirosti umožní proto vyřešit současný rozpor, kdy hodnotitel je ovlivňován barvou a pěnivostí piva, aniž je senzoričky posuzuje. [Metodu současného posuzování pěnivosti, uskutečňovaného před senzoričským posouzením piva, nelze považovat za senzoričskou metodu [1].]

Popsané změny v posuzování piva nebude samozřejmě možno uskutečnit jednorázově, neboť závisí na vybavení závodových laboratoří příslušnou technikou. V současné době je však vybavení laboratoří v rámci našeho pivovarského oboru dostatečné k tomu, aby se přístrojové posuzování čirosti stalo rozhodčí metodou. V těch závodech, kde jsou již příslušné přístroje k dispozici, je potom plně opodstatněné běžně posuzovat čirost piva přístrojem.

2. Metodika práce

První pokus o vytvoření fyzikální stupnice, určené pro posouzení čirosti piva, byl u nás učiněn pracovníky VÚPS před více než deseti lety. Škála, sestavená především z hlediska posouzení kvality filtrace byla:

0	— 0,40 j EBC	čirost výborná
0,41	— 0,55 j EBC	čirost velmi dobrá

0,56 — 0,70 j EBC	čirost dobrá
0,71 — 0,85 j EBC	čirost vyhovující
0,85 a výše	čirost nevyhovující

Hlavní vadou uvedené stupnice je z hlediska obecného posuzování kvality piva skutečnost, že nijak nenavazuje na senzoričké posuzování čirosti piva. Má-li však mít škála stupnice čirosti piva široký praktický význam, potom návaznost na senzoričké hodnocení je naprosto nezbytná, neboť spotřebitelé posuzují a v budoucnosti stále budou čirost piva posuzovat výlučně senzoričky. Senzoričská škála musí být proto východiskem pro sestavení škály vyjádřené fyzikálními jednotkami.

Základním požadavkem, striktně kladeným na každou senzoričskou stupnici, je zajištění senzoričké rovnoměrnosti jednotlivých jejích stupňů [2]. Při vyjádření rovnoměrné senzoričké stupnice fyzikálními jednotkami však nemůžeme obdržet rovněž rovnoměrnou stupnici, nýbrž musíme získat stupnici z hlediska fyzikálních jednotek nerovnoměrnou. Vyplývá to ze skutečnosti, že vztah mezi intenzitou podnětu a intenzitou smyslového počítku není lineární.

Základní poznatky o vztahu mezi intenzitou podnětu a intenzitou smyslového počítku jsou již starého data. Téměř před 140 lety se tímto problémem zabýval Weber [3]. Při svém studiu zjistil, že hodnota minimální změny intenzity podnětu, která vyvolává právě postřehnutelnou změnu intenzity počítku, je závislá, resp. úměrná východí intenzitě podnětu. Matematicky vyjádřen má tento vztah tvar:

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

kde

ΔS je minimální změna intenzity podnětu, vyvolávající právě postřehnutelnou změnu intenzity smyslového počítku,

S — východí intenzita podnětu,

K — konstanta.

V roce 1860 potom Fechner [3] na základě Weberova zákona definoval intenzitu smyslového počítku vztahem:

$$\frac{\Delta S}{S} = k \cdot \Delta R,$$

kde

ΔR je změna intenzity smyslového počítku,

k — konstanta;

zbývající symboly jako dříve.

Za předpokladu, že ΔS a ΔR jsou skutečnými limitními hodnotami, získal jednoduchou diferenciální rovnici:

$$\frac{dR}{dS} = \frac{1}{k \cdot S},$$

jejíž integrací vznikne vztah

$$R = a \cdot \log S + b,$$

kde

R je intenzita smyslového počítku,

S — intenzita podnětu,

a, b — konstanty.

Ověřováním platnosti *Weberova* a *Fechnerova* zákona se zabývala řada autorů. Ukázalo se, že *Weberův* zákon sice není pravým psychofyzickým zákonem, že je však přesto pro některé psychofyzické vztahy platný. Platí většinou pouze poměrně v malých intervalech, neboť v řadě případů se konstanta úměrnosti K mění s intenzitou podnětu. Základní princip nelineárnosti vztahu mezi intenzitou podnětu a počítka, plynoucí z *Weberova* zákona, je však všeobecně uznáván.

Pokud se týče *Fechnerova* zákona, zdá se, že jeho původní formulace není správná. Z tohoto důvodu navrhl *Stevens* [4] pro vyjádření závislosti počítka R a intenzitou podnětu S vztah:

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

kde

R je intenzita počítka,

S — intenzita podnětu,

k, n — konstanty,

který pro nízké intenzity podnětu doplnil na tvar

$$R = k \cdot (S - S_0)^n,$$

kde

S_0 je korekční faktor,

ostatní symboly jako výše.

Uvedenými teoretickými vztahy mezi intenzitou podnětu a počítkem je sice dán základní charakter stupnice pro posuzování čirosti piva, nelze z nich však odvodit konkrétně hodnoty stupnice. Vzhledem k tomu, že sestavovaná stupnice musí vycházet ze současného způsobu posuzování čirosti, rozhodli jsme se vzít za základ pro návrh hodnot stupnice podklady získané širokým průzkumem mezi hodnotiteli. Průzkum byl uskutečněn tak, že každý z hodnotitelů byl vyzván, aby dosavadním způsobem ohodnotil předložené vzorky zákalů. Rozumí se tím, že každý ze vzorků ohodnotil jednou ze slovních charakteristik dosavadního způsobu hodnocení čirosti piva, tj. dokonalá čirost, bez jiskry, zřetelná opalescence a zákal.

Tab. 1 Označení a čirost zákalů použitých při průzkumu

Označení vzorku	Čirost v j EBC
21	0,04
14	0,20
3	0,40
12	0,60
5	0,80
17	1,00
4	1,40
2	1,80
25	2,20
7	2,60
1	3,00
10	3,40
22	3,80

Tab. 2. Formulář použitý při průzkumu

Jméno:

Podnik:

V tabulce laskavě vyznačte, jakými slovními charakteristikami čirosti jste ohodnotil(a) jednotlivé předložené vzorky:

Slovní charakteristika	dokonalá čirost	bez jiskry	zřetelná opalescence	zákal
Číslo vzorku				

Datum a podpis:

Jako porovnávací vzorky byly použity formazinové zákalové přípravky připravené postupem, uvedeným v Analytice EBC [5]. K ředění základního zákalu o intenzitě 100 j EBC bylo použito destilované vody obarvené kulérem a zfiltró-

vané křemelinou. Barva vzorku byla 9 j EBC, intenzita zákalů byla po zředění kontrolována fotometrem firmy Sigris. Hodnotitelům bylo předkládáno celkem 13 vzorků naplněných ve 150 ml lahvičkách čtvercového půdorysu (lahvičky běžně používané pro standardní škálu barvy piva). Vzorky byly označeny náhodnými, navzájem neuvazujícími čísly. Posuzované vzorky zákalů ležely v intervalu 0—3,8 j EBC, přičemž v intervalu 0—1 j EBC byla gradace stupnice 0,2 j EBC, nad 1 j EBC o 0,4 j EBC. Gradace byla určena především počtem vzorků, který nesměl být příliš velký, aby si předložený soubor udržel patřičnou přehlednost. Vzorky zákalů byly hodnotitelům předkládány náhodně seřazené. Další detaily o vzorcích, předkládaných při průzkumu hodnotitelů, jsou patrné z tabulky 1, formulář použitý při průzkumu je v tabulce 2.

Tab. 3. Výsledky průzkumu

Komise	Hraniční hodnoty slovních charakteristik			Počet hodnotitelů
	pivo dokonalé čiré	pivo bez jiskry	zřetelná opalescence	
A	0,35 s = 0,12	1,10 s = 0,28	2,13 s = 0,29	12
B	0,40 s = 0,15	1,29 s = 0,32	2,66 s = 0,53	7
C	0,48 s = 0,22	1,08 s = 0,46	2,36 s = 0,08	5
D	0,34 s = 0,17	1,16 s = 0,24	2,31 s = 0,38	14
E	0,20 s = 0,00	0,92 s = 0,30	2,24 s = 0,23	5
F	0,29 s = 0,14	1,17 s = 0,21	2,37 s = 0,21	7
Oborová přehlídka	0,21 s = 0,27	0,87 s = 0,45	1,33 s = 0,61	19
Celkem	0,31 s = 0,20	1,07 s = 0,34	2,05 s = 0,54	69

s = směrodatná odchylka

Průzkum, který obsáhl celkem 69 hodnotitelů, byl proveden mezi členy podnikových hodnotitelských komisí Pražských pivovarů, Jihočeských pivovarů a Jihomoravských pivovarů, dále mezi členy hodnotitelských komisí VÚPS, odboru technologie OŘPS, PVS Braník a konečně mezi členy hodnotitelských komisí sestavených v rámci jedné oborové přehlídky. Získané výsledky byly zpracovány tak, že z hraničních hodnot jednotlivých slovních charakteristik byl vypočten aritmetický průměr a směrodatná odchylka. Výsledky průzkumu jsou patrné z tabulky 3.

3. Rozbor získaných výsledků

Získané výsledky plně potvrzují předpoklad, že vyjádřením senzorické stupnice fyzikálními jednotkami musí vzniknout nerovnoměrná škála. Získané výsledky rovněž již na první pohled potvrzují neplatnost *Fechnerovy* formulace vztahu mezi intenzitou podnětu a počítka. Velmi dobře však souhlasí s jednodušší formou *Stevensova* vztahu $R = k \cdot S^n$. Přesvědčili jsme se o tom tak, že z hraničních hodnot slovních senzorických charakteristik „bez jiskry“ ($R = 2$) a „zřetelná opalescence“ ($R = 3$) jsme vypočetli hodnoty konstant k a n . Do takto získaného vztahu jsme dosadili $R = 1$, odpovídající hraniční hodnotě slovní senzorické charakteristiky „čirost dokonalá“. Vypočtenou hodnotu S jsme pak porovnali s hodnotou zjištěnou experimentálně.

Výpočtem zjištěný vztah mezi intenzitou zákalu vy-

jádřenou v jednotkách EBC a mezi intenzitou smyslového počítku je

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

Vypočtená hodnota S pro $R = 1$ (čirost dokonalá) je 0,35 j EBC, což velmi dobře souhlasí s experimentálně zjištěnou hodnotou 0,31 j EBC.

Vzhledem k tomu, že experimentálně získané hraniční hodnoty stupnice pro hodnocení čirosti velmi dobře souhlasí s teoretickými předpoklady (stupnice je senzoričky rovnoměrná), bylo možno se při konečné redukci stupnice omezit pouze na vhodné zaokrouhlení necelých hodnot. Z tohoto hlediska připadají v úvahu dvě varianty hraničních hodnot (j EBC):

$$0,35 - 1,10 - 2,00$$

$$0,35 - 1,10 - 2,10$$

První variantě (vypočteno z druhé a třetí hraniční hodnoty) odpovídá vztah:

$$R = 1,875 \cdot S^{0,622}.$$

a pro $R = 1$ (pivo dokonalé čiré) vychází hodnota $S = 0,39$. Druhé variantě odpovídá vztah:

$$R = 1,884 \cdot S^{0,622}.$$

a pro $R = 1$ vychází hodnota $S = 0,36$.

Vzhledem k tomu, že druhá varianta hodnot je bližší původní experimentálně zjištěné závislosti, je vhodnější k aplikaci.

Dalším nutným krokem při sestavování stupnice hodnocení čirosti piva, je stanovení přesnosti, s níž se budou hodnoty čirosti vyjadřovat. Rozhodujícím činitelem v tomto směru je přesnost přístrojů, použitých pro měření čirosti piva. V našich podmínkách připadá v úvahu buď fotometr firmy Sigris, nebo Hazemeter firmy Radiometer. Při měření v kyvetě je přesnost obou přístrojů shodná a dosahuje výše $\pm 1\%$ z naměřené hodnoty. Vzhledem k tomu, že nejvyšší hraniční hodnotou škály je 2,1 j EBC, kterou lze změřit s přesností $\pm 0,02$ j EBC, je plně postačitelé, vyjadřovat čirost s přesností na 0,05 j EBC. Při nižších hodnotách zákalu by pochopitelně byla na místě větší přesnost vyjadřování výsledků. Z praktického hlediska by však nebylo únosné, aby v rámci jedné a téže stupnice bylo použito dvou nebo více způsobů uvádění výsledků měření.

Provádíme-li rozbor získaných výsledků, nelze opomenout ještě jeden zajímavý závěr, který plyne z velikosti směrodatných odchylek průměrných výsledků jednotlivých etap průzkumu. Nejvyšší hodnoty směrodatné odchylky vykazují s jedinou výjimkou výsledky průzkumu uskutečněného v rámci oborové přehlídky. Znamená to, že názory hodnotitelů v rámci oborové přehlídky (náhodně sestavené komise) se vzájemně lišily podstatně více, než tomu bylo v ostatních případech (hodnotitelé navzájem trvale spolupracují). Tato skutečnost poukazuje na mimořádný význam výcviku hodnotitelů pro získání dobrých výsledků senzoričky analýzy. Již pouhá vzájemná spolupráce dokáže zřetelně sjednotit názory hodnotitelů, skutečný výcvik potom přináší další podstatné zlepšení.

4. Závěr

Na základě výsledků průzkumu a na základě teoretických předpokladů navrhuje pro přístrojové hodnocení čirosti piva tuto stupnici:

Rozsah čirosti v j EBC	Slovní charakteristika senzoričky hodnocení	jakost
0 — 0,35	dokonalá čirost	výborná (A)
0,40 — 1,10	bez jiskry	dobrá (B)
1,15 — 2,10	zřetelná opalescence	nestandardní (CA)
2,15 a výše	zákal	hrubě porušená (CB)

Výsledky měření čirosti se udávají s přesností na 0,05 j EBC. Hodnoty od A,B8 až A,(B+1)2 se zaokrouhlují na A,(B+1)0 a hodnoty od A,B3 do A,B7 na A,B5.

Příklad: 0,38 zaokrouhlí se na 0,40,

0,43 zaokrouhlí se na 0,45,

0,42 zaokrouhlí se na 0,40.

Základní předností navržené stupnice pro přístrojové hodnocení čirosti piva je její bezprostřední návaznost na senzoričky hodnocení. Tato skutečnost dává nejen předpoklad pro souběžnou aplikaci senzoričky a přístrojového hodnocení čirosti a pro funkci přístrojového hodnocení čirosti piva jako metody rozhodčí, nýbrž je i zárukou praktické správnosti navržené stupnice.

Z výsledků průzkumu je možno učinit dva zajímavé závěry. Výsledky průzkumu jednak potvrzují správnost Steversonova vztahu mezi intenzitou podnětu a počítku, jednak dokumentují význam soustavného výcviku hodnotitelů.

Literatura

- [1] ČUŘÍN, J.: Závěrečná zpráva PVS 1973
- [2] ČUŘÍN, J.: Kvas. prům. 14, 1968, č. 4, s. 81
- [3] AMERINE, M. A. PANGBORN, R. M. ROESSLER, E. B.: Principles of Sensory Evaluation of Food, Academic Press New York 1965
- [4] STEVENS, S. S.: Am. Scientist, 48, 1960, s. 226
- [5] BISHOP, L. R.: Analytica EBC, Elsevier Pub. Comp. London 1963

Čuřín, J. - Štichauer, J.: Přístrojové hodnocení čirosti piva. Kvas. prům., 20, 1974, č. 12, s. 268—271.

Autoři navrhuji na základě širokého průzkumu mezi členy pivovarských hodnotitelských komisí stupnici přístrojového hodnocení stupně kvality čirosti piva. Navrhovaná stupnice navazuje na odpovídající senzoričku stupnici a vyhovuje všem teoretickým požadavkům. Výsledky, získané v rámci průzkumu potvrzují platnost vztahu mezi intenzitou podnětu a počítku navrženého Stevenssem.

Цуржин, Ю. — Штихауер, Ю.: Шкала для классификации прозрачности пива определяемой с помощью приборов. Квас. прум. 20, 1974, № 12, стр. 268—271.

На основании мнений, высказанных при обсуждении данного вопроса со специалистами, входящими в состав жюри для органолептической оценки качества пива, включая его прозрачность, была разработана шкала для классификации прозрачности определяемой с помощью измерительных приборов. Шкала сообразована со шкалой применяемой при органолептической оценке и отвечает всем требованиям, вытекающим из теоретических положений. Изучение вопроса подтвердило обоснованность формулы Стивенса, выражающей отношение интенсивности возбуждения и восприятия.

Čuřín, J. - Štichauer, J.: Classification Scale for Beer Clarity Measured with Instruments. Kvas. prům. 20, 1974, No. 12, pp. 268—271.

After extensive consultations with many members of commissions for sensory evaluation of beer quality including its clarity, the author presents a scale to be used to classify the clarity of beer when measured with instruments. The scale corresponds with that used for sensory evaluation and meets all requirements of theoretical rules. The results of the study confirm the validity of the Stevens formula for the incitement intensity-to-reaction intensity relation.

Čuřín, J. - Štichauer, J.: Apparaturbeurteilung der Klarheit des Bieres. Kvas. prům. 20, 1974, No. 12, S. 268—271.

Die Autoren haben aufgrund einer breiten Umfrage bei Mitgliedern der Bierbeurteilungskommissionen eine

Skala für die Apparaturbeurteilung des Qualitätsgrades der Bierklarheit vorgeschlagen. Die vorgeschlagene Bewertungsskala knüpft an die entsprechende sensorische Skala an und entspricht allen theoretischen Forderungen.

gen. Die bei der Umfrage gesammelten Ergebnisse bestätigen die Gültigkeit des von Stevens vorgeschlagenen Verhältnisses zwischen der Intensität der Anregung und Empfindung.