

Z výzkumu a praxe

HODNOCENÍ ŘÍZU PIVA A JEHO VLIV NA SENZORICKOU JAKOST

Doc.Ing.Jaroslav ČEPIČKA,CSc., Ing.NGUYEN THI THANH HUONG, Prof.Ing.Jan POKORNÝ,DrSc.

Ústav kvasné chemie a bioinženýrství a Ústav chemie a analýzy potravin, Vysoká škola chemicko-technologická, 166 28 Praha 6

Klíčová slova: pivo, senzorické vlastnosti, oxid uhličitý

663.4

1. ÚVOD

Říz piva patří k jeho významným, i když obtížně definovatelným vlastnostem, neboť je výsledkem působení různých faktorů, jejichž taxativní vymezení i míra uplatnění nebyly dosud plně objasněny.

Podle *Cuřína* [1] se řízem piva, zjednodušeně vyjádřeno, rozumí štiplavý pocit, vyvolaný tímto nápojem v ústech a všeobecně se dává do souvislosti s nasycením piva oxidem uhličitým [2,3,4]. Říz piva má výrazný vliv na oblibu piva a tím i na jeho konzumaci. Uplatňuje se nejen při uhašení fyziologické žízně konzumenta, ale zdůrazňuje u něho i pocit osvěžení. Přispívá bezesporu k souboru vlastností dobrého piva, které podle názorů starých sládků má vybízet k dalšímu napití.

Organoleptický charakter piva českého typu je dotvářen silným řízem, který je hlavním původcem osvěžujícího účinku tohoto nápoje [5]. Pro uvedený typ piva je charakteristický střední (10% piva) až silný (12% piva) říz [6]. U nás je kritérium říz piva zahrnuto do schématu senzorické analýzy piva od roku 1970 [7] a od té doby bylo jeho hodnocení dále upřesňováno [1,8,9].

Říz piva patří k těm jeho senzorickým vlastnostem, u nichž se dosud nepodařilo nalézt ani empiricky ani teoreticky přímý a jednoduchý vztah k chemickému složení piva [10,11], i když v posledních letech je této problematice věnováno mnoho pozornosti. *Langstaff, Guinard a Lewis* [12,13] při sledování senzorických atributů ovlivňujících chuť piva zařadili říz spolu s pěnivostí, velikostí bublinek a obsahem oxidu uhličitého do skupiny atributů souvisejících výrazně s nasycením piva oxidem uhličitým. Podrobně analyzovali 30 vzorků komerčně dostupných piv, z nichž však pouze 1 vzorek představoval pivo českého typu. K vyhodnocení souvislostí získaných analytických a senzorických hodnot použili metodu PCA (Principal component analyses - analýza metodou hlavní složky). Pro záznam senzorických hodnot používali nestrukturovaných 10 cm stupnic. Výsledkem jejich bádání bylo zjištění korelačních koeficientů pro závislosti mezi vybranými senzorickými a analytickými kritérii, které však kolísaly v příliš širokém rozmezí a neumožňovaly jednoznačné závěry. Obdobné poznatky však byly publikovány u nás již dříve [1].

2. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Jako faktory určující říz jsme sledovali vliv teploty, obsahu oxidu uhličitého, senzorické zvětralosti, obsahu isosloučenin a senzorické hořkosti.

2.1 Materiál

Bylo zkoumáno 43 vzorků piv vyrobených v různých pivovarech České republiky, tj. piv 10%, 11%, 12%, tmavých piv a nízkoalkoholového piva Pito. Vzorky byly odebírány z pivovarů ihned po výrobě, skladovány v chladničce při 4 °C a nejpozději do 3 dnů byly analyzovány (senzorické i chemické analýzy proběhly ve stejný den).

2.2 Metodika

Hořké látky byly stanoveny po extrakci isooktanem spektrofotometricky při 275 nm podle *Klopper*a [14]. Oxid uhličitý byl stanoven třemi metodami: titračně po zalkalizování analyzovaného vzorku volumetrickou titrací kyselinou chlorovodíkovou na fenolftalein, dále stejným postupem, ale konduktometrickou titrací na přístroji OK-104 (*Radelkis*, Budapešť, Maďarsko) [15] a konečně manometricky metodou dle *Robertse* a *Stewart*a v modifikaci podle *Hummela* [16]. Teplota byla změřena rtuťovým teploměrem děleným na 0,1 K. Při senzorické analýze jsme postupovali podle mezinárodní normy [17] v místnosti vybavené podle předpisů normy ISO [18] skupinou hodnotitelů s odbornými znalostmi, vyškolených standardní metodou [19] s následující nejméně šestiměsíční praxí a s použitím standardních kategoriíových a grafických hodnotitelských stupnic [20].

Stupeň vychlazení piva byl hodnocen dvěma metodami. Předně měli hodnotitelé za úkol odhadnout teplotu degustovaného piva ve stupních Celsia. Dále hodnotili hedonicky přiměřenost vychlazení podle stupnice: 1 - příliš silně vychlazené, 2 - poněkud více vychlazené, 3 - přiměřeně, optimálně vychlazené, 4 - poněkud méně vychlazené, 5 - příliš teplé.

Hořkost piva byla hodnocena po ochutnání 30 - 50 ml vzorku (vzorek byl ponechán v ústech 10 s) za 10 až 20 spo spolknutí podle stupnice: 1 - vzorek neobyčejně, nesmírně hořký, 2 - velice hořký, 3 - dosti hořký, 4 - středně, průměrně, přiměřeně hořký, 5 - méně hořký, podprůměrně hořký, 6 - málo, velmi málo hořký, 7 - hořkost nepostřehnutelná.

Zvětralost piva byla hodnocena 5 min po nalití do degustační sklenky (150 ml piva ve sklenice na 200 ml, sklenka měla průměr 60 mm a tloušťku stěny 4 mm, hladina piva byla 40 mm pod horním okrajem - měřeno po usazení pěny) s použitím stupnice: 1 - pivo naprosto čerstvé, 2 - nepatrně zvětralé, 3 - málo zvětralé, 4 - dosti zvětralé, 5 - naprosto zvětralé.

Říz piva byl hodnocen s použitím grafické nestrukturované stupnice, představované úsečkou 145 mm dlouhou, jejíž konce byly popsány takto: 0 mm - žádný říz, 145 mm - pivo nesmírně řízné. Hodnocení probíhalo za stejných podmínek, jako je popsáno u zvětřlosti. Poprvé byl vzorek hodnocen 20 s po naliití, podruhé po dalších 20 s po první degustaci, potřetí po dalších 20 s po druhé degustaci.

Statistické vyhodnocení výsledků probíhalo s využitím programu Statgraphics. Byly vypočteny výběrové korelační koeficienty (r) lineární regrese ($y = a \cdot x + b$) na hladině pravděpodobnosti $P = 95\%$. Dále byly vypočteny čtverce korelačního koeficientu r^2 vyjadřující tu část proměnlivosti v závisle proměnné, kterou můžeme vysvětlit její závislostí na nezávisle proměnné. Tato hodnota vynásobená 100 bude tedy přibližně udávat procento změn v závisle proměnné y , které bylo způsobeno změnami hodnot nezávisle proměnné x . Obdobně je tomu u mnohonásobné regrese. Vliv několika nezávisle proměnných byl vypočten metodou mnohonásobné regrese, při jejímž výpočtu se vzaly v úvahu také interakce mezi proměnnými a kvadratické členy. Těsnost vztahu vypočtených a experimentálně zjištěných výsledků byla vyjádřena s použitím výrazu r^2 .

3. VÝSLEDKY A DISKUSE

Prvním ze zkoumaných faktorů byla teplota vychlazení piva, protože je rozšířen názor, že říz je výraznější při nižší teplotě. Teplota piva byla změřena těsně před degustací. Při hodnocení piva, zchlazeného na různé teploty, měli hodnotitelé za úkol odhadnout teplotu piva a určit podle výše uvedené stupnice, jak se jim jevílo vychlazené, tj. určit stupeň vychlazení. Mezi skutečnou (naměřenou) teplotou a odhadem teploty při degustaci byla zjištěna statisticky významná závislost, ale korelační koeficient byl poměrně nízký (tab. 1), což bylo způsobeno nadhodnocením teplot nižších než 8 °C a podhodnocením teplot vyšších než 12 °C. Menší chybou byl zatížen vztah mezi skutečnou teplotou a odhadem stupně vychlazení.

Tab. 1. Vztahy mezi teplotou piva, sensorickým hodnocením teploty a stupněm vychlazení piva (vztah $y = a \cdot x + b$, $N = 27$)

Srovnávané parametry	Korelační koeficient r	Hodnota r^2 (%)
Teplota x odhad teploty	0,5412	29,3
Teplota x stupeň vychlazení	0,7176	51,5
Odhad teploty x stupeň vychlazení	0,8075	65,2

Převládá názor, že při větším vychlazení má pivo větší říz. U 27 piv jsme srovnali říz při dvou teplotách, které se lišily o 0,5 až 10 K, ale průměrné rozdíly v říznosti byly nepatrné, i když v individuálních případech jsme pozorovali znatelné rozdíly. U piva o vyšší teplotě určilo 50 % degustátorů říz větší než u piva degustovaného při nižší teplotě, kdežto v druhých 50 % případů tomu bylo naopak.

Při porovnání výsledků stanovení obsahu oxidu uhličitého třemi různými metodami (kolorimetrickou titrací, konduktometrickou titrací a manometricky) byla zjištěna velmi těsná závislost mezi výsledky obou titračních metod (tab. 2), zatímco méně těsná byla závislost výsledků

titračních stanovení a manometrického stanovení. Průměrný obsah oxidu uhličitého v celém souboru zkoumaných piv byl 0,42 % u obou titračních metod, a o něco menší hodnota (0,37 %) byla zjištěna metodou manometrickou. Na obsah oxidu uhličitého v pivu má určitý vliv teplota, jak ukazují výsledky v tab. 3.

Tab. 2. Statistické zpracování vztahů mezi výsledky metod stanovení obsahu oxidu uhličitého v pivě ($N = 29$, vztah $y = a \cdot x + b$)

Srovnávané parametry	Korelační koeficient r	Hodnota r^2 (%)
Kolorimetrická x konduktometrická titrace	0,9858	97,2
Konduktometrická x manometrická	0,9134	83,4
Manometrická x titrační	0,9270	85,9

Tab. 3. Vliv teploty piva na obsah oxidu uhličitého

Kód piva	Teplota piva (°C)	Obsah oxidu uhličitého (% hm.)	
		kolorimetrická titrace	konduktometrická titrace
A	10,5	0,40	0,41
	12,0	0,36	0,37
B	6,0	0,46	0,46
	15,0	0,36	0,37
C	6,0	0,42	0,40
	8,5	0,41	0,40
D	7,5	0,37	0,37
	12,0	0,32	0,31

Říz byl stanovován třikrát při opětovné degustaci téhož vzorku v intervalech 20 s. Korelace mezi jednotlivými výsledky po různých časech je velmi těsná, i když určitá proměnlivost zde je (tab. 4). Pro jednoduchost jsme proto pro další výpočty brali průměr všech tří odečtení, který byl v těsné korelaci s kterýmkoli z jednotlivých stanovení. Vypočetli jsme průměrné hodnoty řízu při uvedených třech stanoveních v celém zkoumaném souboru piv a zjistili jsme při prvním ochutnání průměrnou hodnotu 70 mm stupnice, při druhém rovněž 70 mm a při třetím 69 mm. I když jsou individuálně větší rozdíly, v průměru větších souborů se vyrovnávají a použití průměru ze všech tří stanovení je tedy oprávněné.

Tab. 4. Korelační koeficienty vztahů lineární regrese ($y = a \cdot x + b$, $N = 27$) mezi výsledky hodnocení řízu po 20, 40 a 60 s a průměrné hodnoty těchto měření

Srovnávané veličiny	Korelační koeficient r	Hodnota r^2 (%)
Říz 20 s x Říz 40 s	0,9546	91,1
Říz 20 s x Říz 60 s	0,9052	82,0
Říz 40 s x Říz 60 s	0,9388	88,1
Říz 20 s x Průměr	0,9766	95,4
Říz 40 s x Průměr	0,9853	97,1
Říz 60 s x Průměr	0,9649	93,1

U piva se často dává do vztahu říz se zvětřlostí tak, že čím menší je říz, tím větší je zvětřlost piva. Existuje názor,

že pivo zvětřává tím, že se zvyšuje jeho teplota a klesá obsah oxidu uhličitýho. Údaje v tab. 5 ukazují, že sice existují průkazné vztahy mezi teplotou, oxidem uhličitým a zvětřalostí, ale hodnoty r^2 jsou celkem nízké, takže podíl těchto faktorů na proměnlivosti zvětřalosti piva je jen malý a převahu mají jiné faktory, nejpravděpodobněji oxidační procesy.

Tab. 5 Vztahy mezi zvětřalostí piva, teplotou a obsahem oxidu uhličitýho (vztah lineární regrese $y = a \cdot x + b$, $N = 27$)

Srovnávané parametry	Korelační koeficient r	Hodnota r^2 (%)
Zvětřalost x naměřená teplota	0,2942	8,7
Zvětřalost x odhad teploty	0,3813	14,5
Zvětřalost x stupeň vychlazení	0,3846	14,8
Zvětřalost x oxid uhličitý (titr.)	-0,4136	17,1
Zvětřalost x oxid uhličitý (kond.)	-0,4479	20,1
Zvětřalost x oxid uhličitý (mano.)	-0,4363	19,0

V tab. 6 jsou shrnuty hodnoty korelačních koeficientů mezi hodnotou řízu a dalšími sledovanými ukazateli. Poměrně těsný vztah byl zjištěn mezi řízem a zvětřalostí, samozřejmě ve smyslu negativní korelace, což je ve shodě s očekáváním. Méně těsný, ale stále ještě statisticky průkazný, byl vztah mezi obsahem volného oxidu uhličitýho a zvětřalostí. Korelační koeficient pro vztah mezi řízem a obsahem oxidu uhličitýho byl poměrně vysoký. Zato vztah mezi řízem piva a obsahem isosloučenin byl podstatně méně těsný, i když stále ještě byl statisticky průkazný. Vztah mezi řízem a senzoričky hodnocenou hořkostí byl však statisticky neprůkazný.

Tab. 6 Vztahy mezi řízem, zvětřalostí, teplotou, obsahem oxidu uhličitýho a obsahem hořkých látek (vztah lineární regrese $y = a \cdot x + b$)

Srovnávané veličiny	Korelační koeficient r	Hodnota r^2 (%)
Soubor různých piv ($N=27$):		
Říz x Odhad teploty	-0,6174	38,1
Říz x Stupeň vychlazení	-0,5648	31,9
Říz x Zvětřalost	-0,7720	59,6
Říz x Oxid uhličitý (titračně)	0,6224	38,7
Říz x Oxid uhličitý (konduktometricky)	0,6382	40,7
Říz x Oxid uhličitý (manometricky)	0,6960	48,4
Říz x Obsah isosloučenin	0,5128	26,3
Říz x Senzorická hořkost	-0,2775	7,7
Piva Staropramen 12% ($N=21$):		
Říz x Oxid uhličitý	-0,1617	2,6
Říz x Obsah isosloučenin	0,2222	4,9
Říz x Senzorická hořkost	-0,0362	0,1

U souboru 21 výsledků hodnocení piva Staropramen 12% byl sice vztah mezi řízem a teplotou průkazný (i když dosti volný), ale mezi obsahem isosloučenin nebo intenzitou hořkosti zjištěnou senzoričky a řízem piva nebyla nalezena průkazná závislost.

Z uvedeného hodnocení je tedy zřejmé, že jediný analytický faktor nestačí k vysvětlení řízu piva, ale že se uplatňu-

je patrně několik faktorů. Pro zpřesnění závislosti řízu piva na různých faktorech jsme proto použili metody mnohonásobné regrese, kde jsme pro výpočet vzali v úvahu následující faktory:

R_{iz} = říz zjištěný senzoričky (mm stupnice)

C_{ou} = obsah oxidu uhličitýho stanovený konduktometricky (% hm.); výpočty s těmito hodnotami poskytovaly lepší výsledky než výpočty s použitím ostatních dvou použitých metod

I_{so} = obsah isosloučenin stanovený spektrofotometricky podle Kloppea (mg/l); zkoušeli jsme použít k výpočtům také hodnoty senzoričky hořkosti, ale zavedení tohoto faktoru se neosvědčilo, takže není zahrnut v konečném vzorci

Z_{ve} = zvětřalost piva stanovená senzoričkou analýzou (vyjádřenou v mm grafické stupnice)

V_{ch} = odhad stupně vychlazení piva (hodnoceno jako subjektivní dojem výše uvedenou senzoričkou metodou); toto hodnocení dalo lepší výsledky než výsledky skutečného měření teploty teploměrem, a proto výsledky zjištěné teploměrem nejsou do konečného vzorce jako jeden z faktorů zahrnuty.

Po vyzkoušení mnoha různých kombinací jsme jako nejvhodnější získali vztah:

$$R_{iz} = 18,6 \cdot Z_{ve} + 939,8 \cdot C_{ou} - 600,8 \cdot C_{ou2} - 0,054 \cdot I_{so2} - 134,06 \cdot V_{ch} \cdot C_{ou} - 1,228 \cdot Z_{ve} \cdot I_{so} - 2,095 \cdot V_{ch} \cdot I_{so} - 139,8$$

Pro tento vztah platil čtverec koeficientu korelace

$$r^2 = 0,8284.$$

Tato veličina udává stupeň, do jaké míry vyjadřuje celkovou proměnlivost řízu. V našem případě to tedy znamená, že více než 80 % veškeré proměnlivosti řízu piva bylo možno vysvětlit uvedeným vztahem a pouze zbývajících 20 % je způsobeno jinými faktory, které jsme neuvažovali. Vztah tedy můžeme považovat za vyhovující.

LITERATURA

- [1] CUŘÍN, J.: Kvas. prům., 23, 1977, č.9, s.198
- [2] NARZI, L.: Abriss der Bierbrauerei, F. Enke Verlag, Stuttgart, 1972
- [3] HOUGH, J.S. a kol.: Malting and Brewing Science, Chapman and Hall Ltd., London 1980
- [4] PIENDL, A., HABERL, H.: Brauwelt, 120, 1980, s.1356
- [5] CUŘÍN, J.: Kvas. prům., 33, 1987, č.8/9, s.233
- [6] CUŘÍN, J.: Kvas. prům., 38, 1992, č.2, s.41
- [7] CUŘÍN, J.: Kvas. prům., 16, 1970, č.7/8, s.156
- [8] CUŘÍN, J., ŠTICHAUER, J.: Kvas. prům., 20, 1974, č.12, s.268
- [9] ČERNÝ, M., ŠTICHAUER, J.: Kvas. prům., 35, 1989, č.7, s.195
- [10] CUŘÍN, J.: Kvas. prům., 21, 1975, č.7, s.145
- [11] CLAPPERTON, J.F.: J.Inst.Brew., 79, 1973, s.495
- [12] LANGSTAFF, S.A., GUINARD, J.-X., LEWIS, M.J.: J.Inst.Brew., 97, 1991, s.427
- [13] LANGSTAFF, S.A., GUINARD, J.-X., LEWIS, M.J.: J.Am.Soc.Brew.Chem., 49, 1991, s.54
- [14] KLOPPER, W.J.: Brauwissenschaft 8, 1955, 101
- [15] SZABÓ, A., BENDE, E., HAJOS, B.: Élelmiszervizsgálati Közlemények 19, 1973, 249
- [16] VANČURA, M. a kol.: Pivovarsko-sladařská analytika, 1.vydání, SNTL, Praha 1966.

- [17] ISO 6658: Sensory analysis - Methodology - General guidance. International Organization for Standardization, Geneva, 1985.
- [18] ISO 8589: Sensory analysis - General guidance for the design of test rooms. International Organization for Standardization, Geneva, 1988.
- [19] ISO 8586: Sensory analysis - General guidance for the selection, training and monitoring of assessors - selected assessors. International Organization for Standardization, Geneva, 1989.
- [20] ISO 4121: Sensory analysis - Grading of food products by methods using scale categories. International Organization for Standardization, Geneva, 1985.

ČEPIČKA, J.-Nguyen Thi THANH HUONG, - POKORNÝ, J.: Hodnocení řízu piva a jeho vliv na senzorní jakost. Kvas. prům., 39, 1993, č. 11, s. 330 - 333

U souboru 43 piv české výroby byl stanoven říz, dále obsah oxidu uhličitého třemi metodami, teplota, hořkost, a senzorní také teplota, hořkost a kromě toho zvětralost. Byly zjištěny statisticky průkazné lineární korelace mezi jednotlivými ukazateli, ale závislost mezi řízem a sledovanými faktory lépe vystihl výraz, kde byly kromě těchto faktorů zahrnuty také interakce mezi nimi a některé kvadratické členy. Na říz piva se tedy podílí teplota, obsah oxidu uhličitého, v menší míře obsah hořkých látek a produkty vzniklé při zvětrávání piva.

Чепичка, Я. - Нгуен Ти Тан Хуонг, - Покорны, Я.: Оценка крепости пива и ее влияние на сенсорное качество. Квас. прум., 39, 1993, № 11, стр. 330 - 333

Для ансамбля 43 пив чешского производства была определена крепость, далее содержание двуокси углерода 3 способами также температура, горькость и кроме того выдыхание. Были установлены статистически доказательные линейные корреляции между отдельными показателями. Однако зависимость между крепостью и исследуемыми факторами более точно постигло выражение, в котором кроме этих факторов были включены также взаимодействия между ними и некоторые квадратические члены. Следовательно, на крепости пива

принимают участие температура, содержание двуокси углерода, в меньшей мере содержание горьких веществ и продукты, возникшие при выдыхании.

ČEPIČKA, J.- Nguyen Thi THANH HUONG - POKORNÝ, J.: Evaluation of Beer Vigour and Its Effect on the Sensorial Quality. Kvas. prům., 39, 1993, No. 11, pp. 330-333.

The estimation of beer vigour, the level of carbon dioxide by three methods, temperature, bitterness and sensorically also temperature, bitterness and staleness were performed with a collection of 43 Czech-made beers. The statistically determined linear correlations among the individual parameters were proved. Nevertheless, the plot between the beer vigour and the other factors could be described with the term including not only the factors proper but some interactions among them and some square terms, as well. Therefore, the beer vigour is dependent on a temperature, level of carbon dioxide and less significantly on a level of bitter substances and products resulting from the staleness of beer.

ČEPIČKA, J.- Nguyen Thi THANH HUONG - POKORNÝ, J.: Beurteilung der Rezenz des Bieres und ihr Einfluß auf die sensorische Qualität. Kvas. prům., 39, 1993, Nr. 11, S. 330 - 333

Bei einer Auswahl von 43 tschechischen Bieren wurden folgende Parameter bestimmt: Rezenz, Kohlendioxidgehalt mittels drei Methoden, Temperatur, Bitterstoffe und sensorisch auch Temperatur, Bitterkeit und außerdem noch Schalheit (abgestandener Geschmack). Statistisch wurden beweiskräftige lineare Korrelationen zwischen den einzelnen Merkmalen ermittelt, aber die Abhängigkeit zwischen der Rezenz und den verfolgten Faktoren wurde treffender durch einen Ausdruck charakterisiert, in dem neben den erwähnten Faktoren auch die Interaktionen zwischen ihnen und auch einige quadratische Glieder enthalten sind. An der Rezenz beteiligen sich also die Temperatur und der Kohlendioxidgehalt, in einem geringeren Ausmaß auch der Gehalt an Bitterstoffen und die beim Schalwerden des Bieres entstehenden Produkte.