

Význam analyzy piva pro efektivnost

Václav Bílek, Lounsko-žatecké pivovary, n. p., Louny

663.41:543/545

V péči o jakost piva je důležité dodržovat základní kriterium, které charakterisuje druh piva, t. j. stupňovitost původní mladiny vystavovaného piva, která je zárukou, že výrobek je hodnotný a neošizený. ČSN 36 6635 předpisuje u jednotlivých druhů piv původní stupňovitost mladiny, kterou je nutno v praxi udržovat těsně nad minimální hranicí předepsané normou. Piva normě nevyhovující (ne-standardní) se do oběhu nesmějí uvádět; pouze v ojedinělých případech se toleruje odchylka max. do 0,2 % váh. S hlediska hospodárnosti je ovšem také nutno dodržet spotřební normu sladu. Ve snaze udržet ji, pohybuje se někdy stupňovitost původní mladiny před zakvašením na spodní hranici dovoleného rozpětí, takže je nebezpečí, že výrobním postupem klesne pod dovolenou mez, zejména tehdy, neuznává-li se rozmezí chyb.

Z analýzy piva zjištujeme množství alkoholu, zdánlivý a skutečný extrakt. Z nich vypočítáme pak stupňovitost původní mladiny a tato nám říká: pivo, které analysujeme a vystavujeme, vzniklo zkvašením mladiny, která by před zakvašením měla tuto vypočtenou sacharisaci, aby vzniklo toto právě analysované pivo. Pro posouzení původní stupňovitosti je tedy rozhodující analytický údaj zaokrouhlený na jedno desetinné místo. Máme-li zjištěnu stupňovitost původní mladiny, máme tím také určeno množství extraktu, které v pivě vystavovaném prodáváme. Porovnáním s množstvím extraktu, které jsme dali do výroby, můžeme přehledně sledovat i jeho ztráty během výroby. Z této okolnosti vyplývá otázka, jak přesně nám analýza piva reprodukuje původní sacharisaci mladiny před zakvašením a jak spolehlivě máme prostředky k jejímu stanovení, aby zjištěné výsledky mohly sloužit ke kontrole hospodaření s extraktem při výrobním postupu.

Pokusme se zodpovědět tyto otázky. Hodnotově je stupňovitost piva rovna extraktu mladiny před zakvašením. Ve skutečnosti obě hodnoty spolu přesně nesouhlasí vlivem řezání várek, filtrace a chyb při stanovení. Ve spilce se koncentrace mladiny zjišťuje přesným sacharometrem nebo pyknometricky při normální teplotě 20/20 °C za užití Platový tabulky upravené podle Goldiner a Klemana pro laboratorní kvotient 20/20 °C a hutnotu 20/4 °C. Při analyse piva postupuje se zpravidla dle standardní metody destilační, k určení alkoholu a extraktu a k výpočtu původní stupňovitosti užije se Ballingova formule, u níž nutno počítat s chybou ± 0,1 %, při refraktometrickém stanovení nutno počítat s minimální chybou ± 0,15 % u světlých piv, u piv ostatních (s barevným sladem a kulérem) i více. Opomeneme-li tyto okolnosti, stane se často, že pivo s ohledem na připomínky dříve již uvedené, svou stupňovitostí neobstojí při rozboru a tyto případy jsou pak zdrojem mnohých nedorozumění.

Ballingova formule byla stanovena empiricky pro 12 ° pivo světlé spodně kvašené a zní

$$p = \frac{(2,0665 A + n) 100}{100 + 1,0665 A}$$

kde p = stupňovitost původní mladiny, A = váhové procento alkoholu, n = skutečný extrakt piva ve váhových procentech. Je tedy p zjišťováno výpočtem z hodnot A a n , stanovených chemickým rozborom (destilací a pyknometrickým stanovením hutnot). Jaký byl myšlenkový pochod Ballingův pro vytvoření tohoto vzorce z empirických zjištění? Stručně tento:

$$p = A + CO_2 + kvasnice + n \text{ a empiricky zjištěno: } 2,0665 \text{ g extraktu dalo } 1 \text{ g alkoholu} \\ + 0,9565 \text{ g } CO_2 + 0,11 \text{ g kvasnic} \\ 1,0665 \text{ g}$$

a g alkoholu vznikne tedy z $a \times 2,0665$ g extraktu, v mladině pak zbývá ještě n g extraktu, takže veškeré množství extraktu = $(a \cdot 2,0665 + n)$ g. Za každý g alkoholu uniká z mladiny současně 1,0665 g CO_2 a kvasnic, tedy pro a g alkoholu $a \cdot 1,0665$ g těchto látek, pak tedy

100 g extraktu dalo by 48,39 g A + 46,30 g CO_2 + 5,31 g kvasnic; teoreticky dalo by 100 g glukosy 51,14 g A + 48,86 g CO_2 a poněvadž mladinu tvoří převážně maltosa, dala by tato po hydrolyze a zkvašení

$$100 \text{ g maltosy } 53,84 \text{ g } A + 51,42 \text{ g } CO_2.$$

V praxi máme za to, že při kvašení se objem nemění, že tedy 100 ml 10 ° mladiny dá 100 ml piva; při tom přehlížíme skutečnost, že při růstu kvasnic je odebírána nejen cukr (snížení extraktu) ale i voda (zvyšování koncentrace). Myslíme-li váhově, pak

100 g piva získá se ze $(100 + A \cdot 1,0665)$ g mladiny, jež obsahuje $(A \cdot 2,0665 \text{ g} + n)$ g extraktu. Poněvadž tedy $(100 + A \cdot 1,0665)$ g mladiny obsahuje $(A \cdot 2,0665 + n)$ g extraktu

$$100 \text{ g mladiny obsahuje } p \text{ g extraktu, čili} \\ p : (A \cdot 2,0665 + n) = 100 : (100 + A \cdot 1,0665) \text{ g} \\ z \text{ čehož } p = \frac{(A \cdot 2,0665 + n) 100}{100 + A \cdot 1,0665}$$

Ballingův vzorec, ač tedy nevystihuje přesně skutečnost, dává přesto výsledky relativně správné, jelikož počítáme extrakt v g ve 100 g piva a klademe 100 g piva = 100 g mladiny a dělíme jmenovatelem měnícím se stupňovitostí piva.

Ballingův vzorec byl postupem času upravován, v roce 1914 Schönfeldem, jenž místo faktoru 2,0665 doporučoval faktor 2,0145, později pak 2,0195 a Doemensem, jenž pokládal výpočty p za příliš vysoké o asi 0,1—0,2, použil však pro alkohol tabulku Holznerovu, dávající výsledky vyšší než tabulky NEK.

Vratme se ještě k refraktometrickému stanovení alkoholu a skutečného extraktu. Výsledky se počítají za přibližné. Řada autorů hledala vzorec, který by z odklonu paprsku v pivě určil spolehlivě alkohol a skutečný extrakt k výpočtu p . Pracovali nejprve s tabulkou Windischovou, pak s Pla-

tovou, specifická váha určována nejprve při 15°C , pak při $17,5^{\circ}\text{C}$, refrakce prováděna při $17,5^{\circ}\text{C}$.

Staněk a Miškovský vypracovali korekční tabulkou pro refrakci při různých teplotách a v r. 1914 Lehman a Gerum sestavili tyto vzorce pro ponorný refraktometr Zeissův pro práci při $17,5^{\circ}\text{C}$:

$$A = \frac{(Ro - L) 2}{7 s} \quad a \quad n = \frac{(Ro + L) 0,9}{7 s} + \text{korr.}$$

kde $Ro = R - 15$ a $L = (s - 1) 1000$, při čemž R = refrakce při $17,5^{\circ}\text{C}$ a s = spec. váha piva při $15/15^{\circ}$. V roce 1924 navrhl Adam zkrácený při-

bližný vzorec $p = \frac{R - 15}{2}$. Na výsledky sta-

novení může mít vliv nedodržení přesné teploty při refrakci, nepřesnosti užitého teploměru (1° rozdíl teploty se projeví rozdílem $0,2^{\circ}$ v refraktometru a v $0,15\%$ v původní stupňovitosti), nedodržení předepsané doby temperování. Dalším zdrojem chyb může být malá citlivost vah (má být alespoň 1 mg na 100 g), nepřesnost závaží, váha pyknometru a jeho vodní hodnota, ev. chyba při navažování piva k destilaci, při destilaci piva a doplňování vodou, při odpíchnutí pyknometrů. Chyby učiněné při stanovení v ovlivňují výpočet p jen málo, ale chyba při stanovení alkoholu má na výpočet p velký vliv. Chyba při stanovení m má vliv pro výpočet p hlavně při analyse refraktometrické. Chyba v hutnotě $\pm 0,00010$ se odrazí ve výpočtu p rozdílem $\pm 0,05\%$, ba i více zvláště u piv slabých. Náhodným součtem chyb může rozdíl v odečtení dosáhnout až $\pm 0,2$ dílku, což se projeví v propočtu p již velmi nepříznivě. Uvádíme ještě vzorec pro práci při 20°C podle N. Bulgakova (Techno-chimický kontrol i učet pivovarenного производствa, Moskva 1952) pro refraktometr:

$$A = 0,2691 (R-14,5) - 2,774 (s-1) 100 + 0,323$$

$$n = 0,1179 (R-14,5) + 1,298 (s-1) 100 + 0,251,$$

kde R = refrakce piva a s = specifická váha.

Tolik o prostředcích, jimiž získáváme potřebné hodnoty A a n pro výpočet p . Jde nyní dál o to zjistit, jak přesně reprodukuje analýsa piva p původní mladiny, čili jaký je vztah mezi koncentrací mladiny stanovené před zakvašením (ev. ve spilce) a vypočteným p při analyse piva. Všeobecně lze říci, že extrakt mladiny stanovený před zakvašením se snižuje přidáním kvasnic, protláčkou ve vedení, vyloučením bílkovin a pryskyřic při kvašení (před kvašením jsou v mladině zachyceny jako extrakt) a na konec i zbytky vody v plněných nádobách. Rozmnožování kvasnic při hlavním kvašení má vzápětí ztráty na hutnotě mladiny (snížení obsahu extraktu) a ztráty na obsahu vody (zvyšování koncentrace mladiny). Thorpe Brown udává, že pro 1 hl vyloučí se asi 0,475 g extraktu a do kvasnic se ztrátí asi 0,536 g vody. Objem se tedy mění při kvašení, i když to nepozorujeme. V podnikové laboratoři Lounsko-žateckých pivovarů byly provedeny pokusy se světlými mladinami k osvětlení vztahu mezi koncentrací mladiny před zakvašením a vypočteným p z rozboru piva vzniklého z této mladiny po zkvašení, aby bylo lze sledovat z rozboru piva přes hodnotu p extraktové ztráty ve vý-

robě. Současně byly srovnávány výsledky analýs destilací piva a refraktometricky. Užitím refraktometru zvýšila by se pohotovost rozborů piva pro provozní potřeby. Výpočty p provedeny podle různých navrhovaných vzorců pro rozbor piva.

Průměrné výsledky

Mladina	Zjištěné váh. % před zakvašením	Rozbor vzniklého piva					
		destilaci			refraktometrem		
		A	n	p	A	n	p
7°	6,90	1,94	3,06	6,88	1,81	3,01	6,70
10°	9,97	2,98	4,08	9,93	2,88	4,32	9,98

Průměrné výsledky rozboru piv destilací a refrakcí:

	při $17,5^{\circ}$	při 20°	podle předpisu
A	2,92	2,94	2,97
n	4,10	4,10	4,18
m	2,71	2,69	2,70
p	9,82	9,88	10,00

Mladiny 10° (před zakvašením) daly po vykvašení průměrně piva s $2,91\%$ alkoholu a s $4,35\%$ extraktu skutečného. Výsledky výpočtem pro p :

podle formule Ballingovy . . . 9,94 %

podle formule Schönfeldovy . . . 9,82 %

podle formule Doemensovy . . . 9,93 %

podle formule $2A + n + \text{korr.}$. . . 9,96 %

Vypočtené p z analys piv různé stupňovitosti:

p před zakvašením	7°S	10°S	12°S
p vypočtené po zkvašení:			
podle Ballinga	6,89	9,94	11,90
podle Doemensa	6,91	9,93	11,90
podle Schönfelda	6,84	9,82	11,76
$2A + n + \text{korr.}$	6,92	9,96	11,94
arithm. průměr	6,89	9,91	11,87
rozdíl	0,11	0,09	0,13
max. odchylka od \bar{x}	0,05	0,09	0,11

Z těchto stručných přehledů je zřejmé, že nelze popřít určitou nejistotu ve výsledcích, jde-li o absolutní zjištění p . Bylo by nutno, aby A i n byly skutečně přesně analyticky určeny a vzorec Ballingův, empiricky zjištěný pro 12° spodně kvašené světlé pivo, byl přezkoušen na užití k rozborům pro pivá slabší. Nelze popřít skutečnost, že určení p závisí také na úrodě kvasnic. Rozmnožením kvasnic nastávají ztráty v obsahu vody; koncentrace mladiny se zvyšuje. Z přehledu lze usuzovat, že ve výrobě nutno počítat s tím, že mladina, ježíž procento extraktu bylo před zakvašením stanoveno, bude se po prokvašení při rozboru vzniklého piva lišit od původního stanovení průměrně asi o $0,1\%$. Také voda ulpělá na stěnách dopravních nádob po mytí působí nepřímo na výpočet p (1 litr vody v 1 hl snižuje p o $0,1\%$ vah.). To vše nutno mít na zřeteli, chceme-li se v praxi pohybovat na spodní hranici povolené stupňovitosti a dodržet nejen normu jakosti, ale i normu spotřební a chceme-li pak analysou piva sledovat pohyb extraktu během výroby.