

Výpočet extraktů míchaného nápoje z piva

Calculation of Extracts of Beer-Mixed Drinks

Petr KOŠIN, Jan ŠAVEL, Adam BROŽ, Budějovický Budvar, n.p., České Budějovice, Karolíny Světlé 4, 370 21 / Budweiser Budvar, České Budějovice, Karolíny Světlé 4, CZ-370 21
e-mail: petr.kosin@budvar.cz

Recenzovaný článek / Reviewed Paper

Košin, P. – Šavel, J. – Brož, A.: Výpočet extraktů míchaného nápoje z piva. Kvasny Prum. 59, 2013, č. 9, s. 258–261

Článek diskutuje problematiku stanovení extraktu původní mladiny míchaných nápojů z piva velkým Ballingovým vzorcem. V současnosti se velký Ballingův vzorec pro míchané nápoje z piva používá nesprávně, protože se do výsledku promítá i extrakt (cukr) nepivní složky (sirupu) nápoje. Takto použitý vzorec nejen omezuje řízení jakosti výroby míchaných nápojů, ale také nesprávně vypočítává výši spotřební daně z těchto nápojů. Navrhuje se úprava vzorce tak, aby vypočtený extrakt původní mladiny odpovídal skutečně pouze extraktu, který do míchaného nápoje vnese pivo.

Košin, P. – Šavel, J. – Brož, A.: Calculation of extracts of beer-mixed drinks. Kvasny Prum. 59, 2013, No.9, p. 258–261

The paper discusses the calculation of original wort extract and other extract by Balling's formula. Currently the Balling's formula is used incorrectly for beer-mixed drinks, because the result is influenced by sugars that are brought to beer-mixed drink by syrup after fermentation. Such a use of Balling's formula restricts the quality control of beer-mix drink, but also incorrectly calculates the amount of excise tax of these drinks. The paper proposes modification of Balling's formula so it can calculate only the extract, which is brought to beer-mixed drink by beer.

Košin, P. – Šavel, J. – Brož, A.: Die Berechnung des Extrakts eines Mischgetränkes aus dem Bier. Kvasny Prum. 59, 2013, Nr. 9, S. 258–261

In dem Artikel wird die Problematik der Berechnung unter Anwendung des großen Balling Formel des Extrakts der ursprünglichen Würze für die Herstellung eines Mischgetränkes aus dem Bier diskutiert. Zur Zeit wird die große Balling Formel für die Herstellung eines Mischgetränkes aus dem Bier nicht richtig angewandt, weil im Ergebnis auch der Extrakt des Nichtbierteiles (Syrup) eingeschlossen ist. In dieser Weise angewandte Formel nicht nur die Qualitätssteuerung der Herstellung von Gemischtgetränken beschränkt aber auch die Verbrauchssteuer aus diesen Getränken unrichtig kalkuliert. Deshalb wurde eine Anpassung der Formel vorgeschlagen, so der kalkulierte Extrakt der ursprünglichen Würze nur dem Extrakt aus dem für die Herstellung angewandten Bier entsprach.

Klíčová slova: míchaný nápoj z piva, Balling, Plato, extrakt původní mladiny

Keywords: beer-mixed drink, Balling, Plato, original wort extract

1 ÚVOD

Vyhláška č. 335/1997 Sb., oddíl 3, člení nápoje na dva druhy: piva a nápoje na bázi piva. Nápojem na bázi piva může být kvašený sladový nápoj, nebo míchaný nápoj z piva (beercooler), který se vyrábí smícháním piva s nealkoholickým nápojem nebo s nápojovým koncentrátem pro přípravu nealkoholických nápojů a sodovou vodou. Míchaný nápoj z piva se na českém trhu těší rostoucí oblibě a odhaduje se, že v roce 2012 činila jeho spotřeba 450 000 hl.

Podstatou technologie výroby míchaných nápojů je ředění piva syčenou vodou a zahušťování nápojovým koncentrátem (sirupem). Pivo, voda a sirup se mohou míchat v přetlačném tanku, pro dokonalejší homogenizaci se často využívá směšovací zařízení, které dává sirup do piva zředěného technologií HGB. Pro úvahy o řízení jakosti míchaného nápoje z piva je snazší si technologii představit jako míchání piva o běžné stupňovitosti s limonádou (sodová voda s nápojovým koncentrátem).

Sirup si může pivovar vyrábět sám ze složek běžných v nealkoholických nápojích (cukerné produkty, citronová kyselina, koncentráty nebo extrakty různého ovoce, aroma, barviva, kalící prostředky, stabilizátory zákalu a další prostředky), nebo si jeho výrobu zajišťuje u specializovaného výrobce sirupů.

Kvalitu míchaných nápojů z piva charakterizují vybrané jakostní znaky známé u piva, jako jsou obsah alkoholu, CO₂, zákal, pěnivost a stabilita pěny, popř. mikrobiologická a senzorická stabilita. Koloidní stabilita nemá kvůli často požadovanému zákalu význam do porušení čirosti, ale doby do usazení kalících složek nápoje. Běžné měření barvy je korektní pouze pro nápoje s odstínem podobným pivu, u ostatních odstínů lze využít měření jiné nebo více vlnových délek, nebo měření v barevném prostoru CIELAB (Basařová a Šavel, 2010).

Kvůli přidavku cukerného extraktu ze sirupu má omezený význam znak „extrakt původní mladiny“ nápoje vypočtený podle Ballingova vzorce. Protože výsledný senzorický dojem z nápoje je silně ovlivněn směšovacími poměry piva a limonády, je nutné umět tento poměr zpětně počítat z rozboru míchaného nápoje. Následující sdělení pojednává o výpočtech, které lze využít jak při řízení jakosti míchaných nápojů z piva, tak pro úpravu sporného stanovení spotřební daně.

1 INTRODUCTION

Czech ministerial regulation No 335/1997, part 3, divides drinks into two categories: beers and beer based drinks. Beer based drink can be either fermented malt beverage, or beer-mixed drink, which is produced by mixing of beer with non-alcoholic beverage, or with syrup and carbonated water. Beer-mixed drinks are becoming more and more popular on Czech market, the total consumption is estimated to be 450 000 hl for year 2012.

The production technology of beer-mix drinks is based on diluting of beer by carbonated water and thickening by syrup. Beer, water and syrup can be simply mixed in bright beer tank, but blending/mixing device which doses syrup to HGB diluted beer is often used to achieve better homogenization. It is better to imagine the production technology as mixing regular beer with lemonade for the quality assurance discussions.

Syrup can be either prepared directly in the brewery from common components (sugar products, acids, concentrates or extracts of various fruit, aromas, colorants, cloudifiers and other substances), or the brewery can outsource the ready syrup from special supplier.

Quality of beer-mixed drinks can be described by chosen quality parameters known from beer production, like the alcohol and CO₂ content, haze, foam stability, or microbial and sensorial stability. Colloidal stability does not have to have the meaning of time to haze development, but rather a time to settlement of claudifiers. Common measurement of color is proper only for beer-mix drinks with hue similar to beer, color of drinks with other shades should be evaluated by other wavelengths, or by measurement in CIELAB color space (Basařová and Šavel, 2010).

The meaning of original wort extract calculated by Balling's formula differs for beer and beer-mixed drinks due to the addition of sugar extract during production of beer-mixed drinks. It is necessary to be able to calculate the content and ratio of beer and lemonade from the analysis of the made beer-mixed drink, because of the influence of these parameters on the sensorial quality.

This paper discusses the calculations of beer-mixed drink extracts that can be used for quality control of beer-mixed drinks and at the same time for calculation of original wort extract for assessment of excise tax of beer-mixed drinks.

2 EXTRAKTY PIVA

Pivovarská analytika rozlišuje tři druhy extraktu piva, které jsou dobře známy všem pivovarským odborníkům.

- Skutečný extrakt piva (E_R) – označuje obsah nezkvašených rozpuštěných látek ze sladu a surogátů v pivu.
- Zdánlivý extrakt piva (E_A) – je hodnota, která se získá z extrakto-
vých tabulek pro změřenou hustotu piva. Protože je hustota piva
snižována přítomným alkoholem, neoznačuje E_A obsah extraktu.
Kvůli jednoduchosti jeho stanovení je často využíván pro kontrolu
průběhu kvašení.
- Extrakt původní mladiny (p) – odpovídá obsahu látek ze sladu
a surogátů, které se rozpustily v mladině před zakvašením.

V mladině před zakvašením se extrakt stanovuje densitometricky,
po prokvašení se počítá z alkoholu (A) a skutečného extraktu (E_R)
podle velkého Ballingova vzorce (1). Všechny proměnné jsou uvede-
né v hmotnostních procentech.

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

V odborné literatuře se pravidelně objevují články poukazující na
nízkou přesnost vzorce, která spočívá například v zkvašování glu-
kose místo maltosy, použití kvasnic s odlišným výtěžnostním koe-
ficientem, nebo neúměrně hluboké prokvašování při Ballingových
pokusech (Nielsen a Kristiansen, 2007).

Jistou nedokonalost bilance je možné ověřit z průběhu vypočte-
ného extraktu původní mladiny při kvašení. Ačkoliv se tento para-
metr obecně považuje za konstantní, první dny kvašení nejprve
klesá, a poté roste. Extrakt původní mladiny vypočtený Ballingo-
vým vzorcem z piva je oproti změřenému extraktu mladiny před
zakvašením asi o 0,1 až 0,4 hm. % vyšší. Tyto nepřesnosti jsou
však vyváženy jednoduchostí použití vzorce v každodenních roz-
borech, a proto se vzorec pevně usídlil v pivovarských analytikách
celého světa.

Vzorec je s jistou nepřesností použitelný i pro piva využívající
technologii HGB, avšak získává zcela nový význam u míchaných
nápojů z piva.

3 EXTRAKTY MÍCHANÉHO NÁPOJE Z PIVA

3.1 Význam extraktů míchaného nápoje

Pro míchané nápoje z piva je možné definovat celkem pět dru-
hů extraktů. Jejich přesné názvy a zkratky doposud nebyly publiko-
vány a obecně přijaty, následující výčet může být proto považován
za prvotní návrh, který vyžaduje širší oborovou diskusi. Zkratka D
označuje nápoj (drink – míchaný nápoj z piva), L označuje limonádu
a ostatní zkratky odpovídají zvyklostem oboru.

- Extrakt skutečný z piva (E_R) – nezkvašený extrakt mladiny, který
do míchaného nápoje dodalo pivo. Kdyby se pivo místo s limoná-
dou smíchalo se stejnou hmotností vody, odpovídal by E_R skuteč-
nému extraktu takto naředěného piva.
- Extrakt limonády (E_L) – extrakt, který do míchaného nápoje dodala
limonáda (sirup). Kdyby se limonáda místo s pivem smíchala se
stejnou hmotností vody, měl by extrakt význam hmotnosti cukrů
(extraktu) ze sirupu vztažený na celkovou hmotnost takto naředě-
ného nápoje.
- Skutečný extrakt míchaného nápoje (E_D) – součet skutečného ex-
traktu z piva a extraktu limonády. Stanoví se z hustoty míchaného
nápoje po odpaření alkoholu a doplnění na původní hmotnost vo-
dou, nebo výpočtem podle Tabarieho vzorce.
- Extrakt původní mladiny (p) – součet zkvašeného a nezkvašeného
extraktu mladiny, které do míchaného nápoje přineslo pivo. Kdyby
se pivo místo s limonádou smíchalo se stejnou hmotností vody,
vypočetl by se p pomocí velkého Ballingova vzorce (1).
- Původní extrakt míchaného nápoje (p_D) – celkový extrakt, který do
míchaného nápoje dodala limonáda a původní mladina. Vypočítá
se z velkého Ballingova vzorce (1) dosazením E_D za E_R a význa-
mem odpovídá součtu $p + E_L$. Matematicky tento součet nevychází
kvůli zlomku velkého Ballingova vzorce, který skutečný extrakt dělí
alkoholem.

Pro řízení jakosti míchaného nápoje jsou velice důležité parametry
 p , E_L a p_D . Extrakt původní mladiny (p) vypovídá o podílu pivní chuti
nápoje, E_L limonádové chuti nápoje a p_D celkové plnosti míchaného
nápoje.

2 EXTRACTS OF BEER

Brewing analytics distinguishes three kinds of beer extract, which
are well known to brewing technologists.

- Real extract of beer (E_R) – the percentual content of non-ferment-
ed dissolved substances from malt and adjuncts in beer.
- Apparent extract of beer (E_A) – value obtained from extract tables
for the density of beer. E_A actually does not have a meaning of
extract, because the density of beer is lowered by present alcohol.
It is often used for control of fermentation because of the simplicity
of its determination.
- Original wort extract, often called Plato degree (p) – the percentual
content of substances from malt and adjuncts dissolved in wort
before fermentation.

Extract in wort before fermentation is determined by densitometer,
after fermentation is calculated from the content of alcohol (A) and
real extract according to Balling's formula (1). All variables are in
weight percent.

$$p = \frac{2.0665 \cdot A + E_R}{1.0665 \cdot A + 100} \cdot 100 \quad (1)$$

There is number of articles in the literature about low accuracy of
Balling's formula, caused by fermenting of glucose instead of malt-
ose, use of yeast strain with different biomass yield, or very deep
fermentation during Balling's experiments (Nielsen and Kristiansen,
2007).

Imperfection of Balling's formula can be seen from the course of
calculated original wort extract during fermentation of one batch of
wort. Although the original wort extract is supposed to be constant,
it actually decreases during the first part of fermentation and then in-
creases. Original wort extract of beer calculated by Balling's formula
is usually about 0,1 – 0,4 % higher than that measured directly in
wort. These inaccuracies are neglectable compared to the ease of
use of Balling's formula and its strong rootage in brewing analytics
all over the world.

The Balling's formula can be with slight inaccuracy used for beer
made by HGB technology, but gets completely new meaning for
beer-mixed drinks.

3 EXTRACTS OF BEER-MIXED DRINKS

3.1 The meaning of extracts of beer-mixed drinks

For beer-mix drinks can be defined five different kinds of extract.
Their exact names have not been published and accepted yet. Fol-
lowing listing can be considered as first proposal, which needs wider
branch discussion. Index D is for beer-mixed Drink, L stands for lem-
onade and other abbreviations have their usual meanings.

- Real extract from beer (E_R) – not fermented extract of wort, which
was brought to beer-mix drink by beer. If beer was mixed with the
same weight of water instead of lemonade, E_R would be the real
extract of such diluted beer.
- Extract from lemonade (E_L) – extract, that was brought to beer-mix
drink by lemonade (syrup). If lemonade was mixed with the same
weight of water instead of beer, E_L would have the meaning of
weight of sugar (extract) from syrup related to the total weight of
such diluted drink.
- Real extract of beer-mixed drink (E_D) – sum of real extract from
beer and extract of lemonade. It is determined from the density of
beer-mixed drink after volatilization of alcohol and addition of water
to the original weight, or calculated according to Tabarie formula.
- Original wort extract (p) – the sum of fermented and non-fermented
extract from wort, that was brought to beer-mixed drink just by beer.
If beer was mixed with the same weight of water instead of lemon-
ade, p would be calculated according to the Balling's formula (1).
- Original extract of drink (p_D) – the total extract brought to beer-
mix drink by lemonade and beer. It can be calculated from the
Balling's formula by using E_D instead of E_R . It doesn't precisely
correspond to its logical meaning of sum $p + E_L$, because of the
mathematical expression of Balling's formula, which illogically di-
vides the real extract by alcohol.

The most important quality parameters for the quality control of
beer-mixed drink are p , E_L and p_D . Original wort extract (p) corre-
sponds to the beer taste of beer-mixed drink, E_L corresponds to the
lemonade taste of beer-mixed drink and p_D corresponds to the total
fullness of beer-mixed drink.

Currently the only extract used for quality control of beer-mixed
drink, but also for the calculation of excise tax, is the original extract

V současnosti se nejen pro řízení jakosti, ale i pro stanovení výše spotřební daně, používá pouze parametr p_D , který se získá prostou aplikací velkého Ballingova vzorce na míchaný nápoj a nesprávně se nazývá extrakt původní mladiny.

Dvě proměnné velkého Ballingova vzorce (1) jsou alkohol a skutečný extrakt nápoje. Při ředění piva limonádou klesá obsah alkoholu přibližně podle ředícího poměru a odpovídá extraktu původní mladiny, který také klesá přibližně podle ředícího poměru, podobně jako při úpravě piva technologií HGB. Densitometricky stanovený skutečný extrakt při ředění piva limonádou však neklesá podle ředícího poměru, protože cukerné složky limonády dodatečně zvyšují hustotu vznikajícího míchaného nápoje z piva.

Teoreticky by bylo možné použít velký Ballingův vzorec pro výpočet extraktu původní mladiny míchaného nápoje z piva v případě, kdy by se densitometrické stanovení skutečného extraktu nahradilo metodou, která dokáže rozlišit extrakt pocházející z mladiny od extraktu z limonády.

Využitelná by byla například technologie HPLC, kterou lze stanovit glukosu, fruktosu a sacharosu, které se v pivu vyskytují v minimálním množství a do míchaného nápoje jsou vnášeny téměř výlučně limonádou. Odečtením koncentrace těchto cukrů od E_D by se získal skutečný extrakt E_R , který do nápoje dodalo pivo. Jinou možností je stanovení glukosy míchaného nápoje enzymovou metodou před a po inverzi sacharosy a při uvážení stechiometrického poměru glukosy a fruktosy odečíst tyto cukry od E_D .

Obě tyto metody jsou však pro běžné použití v pivovarských laboratořích příliš časově a finančně náročné. Navíc se pro výrobu limonády mohou využívat i další cukerné zdroje (hydrolyzáty různých škrobů), které nelze ani technologií HPLC odlišit od zbytkových sacharidů původní mladiny.

Praktičtější řešením je úprava Ballingova vzorce tak, aby výsledek nebyl ovlivněn extraktem pocházejícím z limonády.

3.2 Úprava Ballingova vzorce pro výpočet p míchaného nápoje z piva

Úprava vzorce spočívá v nahrazení skutečného extraktu parametrem, který není ovlivněn extraktem limonády. Vhodným parametrem je skutečný stupeň prokvašení původního piva, ze kterého se míchaný nápoj vyrábí. Skutečný stupeň prokvašení je relativní parametr, který nezávisí na extraktu původní mladiny a zároveň je jedním z nejstabilnějších jakostních znaků piva. Ze vzorce (2), který definuje skutečné prokvašení (RDF)

$$RDF = \frac{p - E_R}{p} \cdot 100 \quad (2)$$

a velkého Ballingova vzorce (1), lze snadno odvodit modifikovaný tvar Ballingova vzorce ve tvaru (3).

$$p = \frac{2,0665 \cdot A}{1,0665 \cdot A + RDF} \cdot 100 \quad (3)$$

Pro účely řízení jakosti míchaných nápojů z piva lze v informačních systémech jako charakteristiku vzorku zaznamenat skutečný stupeň prokvašení původního piva, ze kterého se šarže míchaného nápoje vyrobila. Tento parametr se poté použije jako vstup do modifikovaného Ballingova vzorce (3) spolu s alkoholem stanoveným přímo v míchaném nápoji z piva. Extrakt původní mladiny míchaného nápoje vypočtený podle vzorce (3) odpovídá původnímu extraktu pocházejícímu pouze z piva (p).

Odečtením p vypočteného modifikovaným Ballingovým vzorcem (3) od p_D vypočteného velkým Ballingovým vzorcem (1) se získá přibližný extrakt z limonády E_L (4).

$$E_L \sim p_D - p \quad (4)$$

Přesnější výpočet lze získat nahrazením E_R rozdílem $E_D - E_L$ ve velkém Ballingově vzorci (1) a porovnáním tohoto tvaru s modifikovaným Ballingovým vzorcem (3). Extrakt limonády lze poté vyjádřit jako (5).

$$E_L = 2,0665 \cdot A + E_D - 2,0665 \cdot A \cdot \left(\frac{1,0665 \cdot A + 100}{1,0665 \cdot A + RDF} \right) \quad (5)$$

Odděleně vypočtené extrakty z piva a limonády (p a E_L), nebo jejich poměr, umožňují zpětnou kontrolu dávkování piva a sirupu do míchaného nápoje. Tyto parametry také lépe vypovídají o sensorických charakteristikách míchaného nápoje z piva, zejména o intenzitě „pivní“ a „limonádové“ chuti.

of drink (p_D), which is obtained by simple application of Balling's formula (1) to the beer-mixed drink and is incorrectly called the original wort extract (p).

The two variables of Balling's formula (1) are alcohol and the real extract of drink. When beer is diluted by lemonade, the alcohol content decreases almost linearly according to the dilution ratio and corresponds to the original wort extract, which also decreases almost linearly according to the dilution ratio, like during HGB dilution. The real extract of beer determined from density however does not decrease linearly when diluting beer by lemonade, because sugar substances from lemonade additionally increases the density of produced beer-mixed drink.

It would be theoretically possible to use Balling's formula (1) for calculation of original wort extract of beer-mixed drink (p), when determination of real extract from beer by density measurement would be replaced by a method that can differentiate extract coming from beer from extract coming from lemonade.

Theoretical solution could be HPLC, which can separate glucose, fructose and sucrose, which are in beer in minimal amounts and which come to beer-mixed drink almost exclusively from lemonade. Subtraction of these sugars from E_D would give E_R , which was brought to beer-mix drink by beer. Alternative would be enzymatic determination of glucose before and after inversion of sucrose and with consideration of stoichiometric ratios subtracting these sugars from E_D .

Both of these methods are too time and labor demanding to be used in routine brewery laboratories. Moreover sugars in lemonade can be more complex than glucose, fructose and sucrose, like various hydrolysates of starch, which cannot be differentiate from beer carbohydrates even by HPLC.

More practical is modification of Balling's formula (1) so the result would not be influenced by the extract coming from lemonade.

3.2 Modification of Balling's formula for calculation of original wort extract of beer-mixed drink

The modification of Balling's formula is based on replacing of real extract by a quality parameter, which is not influenced by the extract of lemonade. Suitable parameter is the real degree of fermentation of original beer, of which is beer-mixed drink produced. Real degree of fermentation is relative parameter, which does not depend directly on the original wort extract and at the same time is the one of the most stable quality parameter of beer brand. If real degree of fermentation (RDF) defined by formula (2).

$$RDF = \frac{p - E_R}{p} \cdot 100 \quad (2)$$

is combined with the Balling's formula (1), then the modified Balling's formula can be obtained in the form (3).

$$p = \frac{2,0665 \cdot A}{1,0665 \cdot A + RDF} \cdot 100 \quad (3)$$

For the quality control purposes there can be recorded the real degree of fermentation of original beer in the laboratory information and management system. This parameter of original beer used for mixing is then used as a variable in modified Balling's formula (3) together with the alcohol content determined directly in beer-mix drink. Original wort extract calculated by formula (3) corresponds to the original wort extract coming only from beer.

Subtracting p calculated by formula (3) from p_D calculated by formula (1) can be obtained rough extract of lemonade E_L (4).

$$E_L \sim p_D - p \quad (4)$$

More correct calculation can be done by replacing E_R by the difference $E_D - E_L$ in original Balling's formula (1) and comparing this formula with modified Balling's formula (3). Extract of lemonade is then expressed in form (5).

$$E_L = 2,0665 \cdot A + E_D - 2,0665 \cdot A \cdot \left(\frac{1,0665 \cdot A + 100}{1,0665 \cdot A + RDF} \right) \quad (5)$$

Separately calculated extracts from beer and lemonade (p, E_L) or their ratio enable the control of dosing beer and syrup to beer-mixed drink. These parameters more accurately describe the sensorial characteristics of beer-mixed drink, mainly about the intensity of beer and lemonade taste.

Tab. 1 Výpočet extraktů modelových míchaných nápojů z piva / Calculation of extracts of model beer-mixed drinks

Mích. nápoj / Beer-mixed drink	Složky nápoje / Components of drink		Míchaný nápoj / Beer-mixed drink					
	pivo / Beer		Limonáda / Lemonad					
	p	A	Brix	Podíl piva / Beer ratio	A	p _D	p	Podíl piva / Beer ratio
	%	hm.% / % w/w	hm.% / % w/w	obj. % / % vol.	hm.% / % w/w	hm.% / % w/w	hm.% / % w/w	
A	9.5	3.1	4	50	1.54	6.8	4.8	9.6
B	9.7	3.2	11	50	1.57	10.4	4.9	9.8
C	11.3	3.7	8	40	1.46	9.3	4.5	11.3
D	11.8	4	10	60	2.36	11.1	7.2	12.0

3.3 Extrakt původní mladiny míchaného piva pro výpočet spotřební daně

Spotřební daň míchaných nápojů z piva se v současné době odvádí podle extraktu, který se počítá z velkého Ballingova vzorce (1). Ve vzorci se však místo E_R dosazuje E_D stanovený denzitometricky po odpaření alkoholu (nebo Tabarieho vzorcem) a výsledek tak ve skutečnosti není p, ale původní extrakt míchaného nápoje (p_D).

Výrobce míchaných nápojů z piva tedy platí daň i ze sirupu, který se použil pro výrobu míchaného nápoje. Na trhu tak vznikají nerovné podmínky, protože stejný nápoj vyrobený do daňového skladu pivo-
varu je daněn vyšší daní než nápoj, který je vyrobený z již zdaněného piva například v restauraci prostým smícháním piva a limonády. Odvod spotřební daně z extraktu cukru staví výrobce míchaných nápojů z piva do nerovného postavení i ve srovnání s výrobcí nejrůznějších slazených nealkoholických nápojů, kteří ze stejných sirupů neodvádějí žádnou spotřební daň.

Tato nevýhoda se může napravit počítáním extraktu původní mladiny míchaného nápoje modifikovaným Ballingovým vzorcem tak, že se skutečné prokvašení použitého piva nahradí konstantou. Skutečný stupeň prokvašení piva vyráběných v ČR se pohybuje v úzkém rozmezí přibližně 56 – 67 %, přičemž přílišné překročení těchto mezí buď vede k pivu s nevyhovujícím senzorickým charakterem, nebo není technicky možné.

Pro účely odvodu spotřební daně je možné nahradit skutečné prokvašení RDF ve vzorci (3) konstantou 65, což je přibližná nejčastější hodnota skutečného stupně prokvašení alkoholických piv na českém trhu, které se používají pro výrobu míchaných nápojů z piva. Modifikovaný Ballingův vzorec pro výpočet extraktu původní mladiny míchaných nápojů (p) pro odvod spotřební daně (6) by proto měl tvar

$$p = \frac{2,0665 \cdot A}{1,0665 \cdot A + 65} \cdot 100 \quad (6)$$

Nahrazení skutečného prokvašení konstantní hodnotou 65 % mírně znevýhodňuje výrobce, kteří používají více prokvašené pivo, a naopak zvýhodňuje výrobce méně prokvašených piv. Skutečný rozdíl však málokdy překročí hranici pásma spotřební daně, které je široké 1,0 % EPM a navíc je tato mírná výhoda v souladu se zvýhodňováním nápojů s nižším obsahem alkoholu. Extrakty modelových příkladů míchaných nápojů zobrazuje *tab. 1*.

Modelové příklady míchaného nápoje z piva z *tab. 1* se vyrobily smícháním piva o známém p a alkoholu s limonádou o známém obsahu cukru (Brix) v definovaném poměru. Původní extrakt nápoje (p_D) se vypočetl z velkého Ballingova vzorce (1) s dosazením E_D místo E_R . Extrakt původní mladiny (p) míchaného nápoje se vypočetl z modifikovaného Ballingova vzorce (6). Extrakt původní mladiny míchaného nápoje vztažený na původní pivo ($p \cdot 100$ / podíl piva) slouží k zpětnému ověření, že p vypočtený podle modifikovaného Ballingova vzorce (6) skutečně odpovídá extraktu pocházejícímu výlučně z piva.

Míchaného nápoje z piva je oproti původnímu pivu přibližně dvojnásobné množství (podle podílu piva), a pro odvod spotřební daně pouze z piva proto musí být vypočtený extrakt původní mladiny přibližně poloviční. Navržený vzorec (6) umožňuje odvádět spotřební daň pouze z piva použitého v míchaném nápoji, tj. pouze z extraktu, který se do nápoje vnesl před zakvašením.

LITERATURA / REFERENCES

Basařová, G., Šavel, J., Basař, P., Lejsek, T., 2010: Pivovarství – teorie a praxe výroby piva. VŠCHT, Praha. ISBN 978-80-7080-734-7.

3.3 Original wort extract for the calculation of excise tax

Excise tax of beer-mixed drink is currently calculated from the extract, that is calculated by original Balling's formula (1). In the formula is actually used E_D instead of E_R and so the result is not original wort extract p, but original extract of drink p_D .

As a result producers of beer-mix drink pay excise tax even from syrup, which was used for production of beer-mixed drink. Therefore there are uneven conditions on the market, because beer-mixed drink produced to the tax warehouse of brewery is taxed substantially higher than the same beer-mixed drink produced by simple mixing of beer and lemonade in the bar. Paying excise tax from sugar in the syrup is also wrongful for beer-mixed drinks producers in comparison with producers of other sweetened drinks, who from the same syrups do not pay any excise taxes.

This situation can be fixed by calculation of original wort extract of beer-mix drink by modified Balling's formula, in which the variable RDF would be replaced by a constant. The real degree of fermentation calculated from formula (2) of alcoholic beers on Czech market fluctuates in narrow range between 56 – 67 %. Crossing these limits leads either to beer with unsuitable sensory character, or is not technically possible.

The real degree of fermentation (RDF) in formula (3) can be replaced by constant 65 for the calculation of excise tax of beer-mixed drink. The constant 65 is rough most frequent RDF of beer used for beer-mixed drink production. Modified Balling's formula for calculation of original wort extract p for the excise tax would have the form (6).

$$p = \frac{2.0665 \cdot A}{1.0665 \cdot A + 65} \cdot 100 \quad (6)$$

Replacing RDF by the constant 65 slightly handicaps producers, who use more fermented beer for beer-mix drinks and contrarywise gives benefit to producers with less fermented beer. True difference however seldom crosses the board of excise tax zones, which are wide 1.0 % p and moreover this slight advantage is in conformity of benefiting drinks with lower alcohol. Model beer-mixed drinks and their extracts are in *Tab. 1*.

Model examples of beer-mixed drinks from *Tab. 1* were made by mixing of beer with known p and A together with lemonade with known sugar content (Brix) in defined ratio. Original extract of drink (p_D) was calculated from original Balling's formula (1) using E_D instead of E_R . Original wort extract (p) of beer-mix drink was calculated by modified Balling's formula (6). Original wort extract of beer-mix drink related to the original beer ($p \cdot 100$ / Beer ratio) serves for verification, that original wort extract calculated by formula (6) really corresponds to the original extract coming exclusively from beer.

The volume of beer-mixed drink is approximately two times higher than the volume of original beer before mixing (according to the beer ratio) and that is why the calculated extract for excise tax should be roughly two times lower. Proposed formula (6) enables the taxation only of beer used for beer-mixed drink production that is only of extract, which was brought to beer-mixed drink before fermentation.

Nielsen, H., Kristiansen, A. G., Krieger Lassen, K. M., Erikstrom C., 2007: Balling's formula – scrutiny of a brewing dogma. *Brauwelt Int.*, 25(2): 90–93.

Do redakce došlo / Manuscript received: 16. 1. 2013
Přijato k publikování / Accepted for publication: 28. 7. 2013