Pitelnost piva a metoda jejího stanovení

Drinkability of Beers and the Methods Applied for its Assessment

PAVEL ČEJKA[1], JOSEF DVOŘÁK[1,2], VLADIMÍR KELLNER, JIŘÍ ČULÍK[1], JANA OLŠOVSKÁ[1]
[1] Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a. s., Lípová 15, 120 44 Praha 2 / *Research Institute of Brewing and Malting, Lipová 15, 120 44 Praha 2, Czech Republic*
[2] Ústav kvasné chemie a bioinženýrství, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Technická 5, 166 28 Praha 6 / *Department of Fermentation Chemistry and Bioengineering, Institute of Chemical Technology Prague, Technická 5, 166 28 Praha 6, Czech Republic*
e-mail: olsovska@beerresearch.cz

Čejka, P. – Dvořák, J. – Kellner, V. – Čulík, J. – Olšovská, J.: Pitelnost piva a metoda jejího stanovení. Kvasny Prum. **57**, 2011, č. 11–12, s. 406–412.

Cílem publikace je podat přehled o významu a definici pojmu pitelnost piva, o faktorech, které ji ovlivňují a o metodách jejího hodnocení. Pitelnost piva je všeobecně chápána jako vlastnost piva, která nabádá konzumenta k dalšímu napití. Spočívá v celkové harmonii chuti, vůně a vzhledu tohoto nápoje; zákazník se musí těšit na další sklenici.

Při hodnocení pitelnosti je třeba postupovat odlišně od běžného senzorického hodnocení piva. Předmětem sledování musí být především fyziologická, tedy nevědomá reakce spotřebitele, a ne reakce vědomá, která vychází z jeho názorů, zvyklostí atd. To lze provést sledováním způsobu jeho chování při konzumaci nápoje, tj. jaký je časový profil konzumace. Lze předpokládat, že pivo pobízející k dalšímu napití (pitelnější pivo), bude konzumováno rychleji než pivo méně pitelné. Čili objem spotřebovaného piva v určitém časovém úseku bude korelovat s pitelností piva. Z této skutečnosti vycházejí i navržené metodiky stanovení pitelnosti piva, k jejichž vyhodnocení se použijí matematicko-statistické metody.

Čejka, P. – Dvořák, J. – Kellner, V. – Čulík, J. – Olšovská, J.: Drinkability of beers and the methods applied for its assesment. Kvasny Prum. **57**, 2011, No. 11–12, p. 406–412.

The aim of this study is to outline a definition for beer drinkability, the influencing factors and the methods applied for its assessment. Drinkability of beer is generally understood as a beer attribute which encourages the consumers to drink more. It implies the total harmony of flavour, aroma and appearance of a drink. The consumer must be looking forward to drinking the next glass.

For the evaluation of drinkability different approaches other than for sensory assessment must be applied. The issue is mainly physiological; hence an unconscious reaction of the consumer and not a conscious reaction based on his mind or habit. These could be factors accomplished by monitoring his drinking behaviour with regard to a time profile. It is assumed that beer which encourages drinking (beer with higher drinkability) would be consumed faster than a beer with lower drinkability. This means that the volume of beer drunk in a definite time will correlate with the beer drinkability. The suggested methods for drinkability assessment are based on this fact. Statistical methods were used for their evaluation.

Čejka, P. – Dvořák, J. – Kellner, V. – Čulík, J. – Olšovská, J.: Die Trinkbarkeit des Bieres und die Methode zur ihren Feststellung. Kvasny Prum. **57**, 2011, Nr. 11–12, S. 406–412.

Der Artikel befasst sich mit der Bedeutung und der Definition des Begriffs „Trinkbarkeit des Bieres“, mit den die Trinkbarkeit beeinflussenden Faktoren und mit den zur ihren Auswertung angewandten Faktoren. Allgemein unter dem Begriff „Trinkbarkeit“ ist eine Biereigenschaft gemeint, die den Bierkonsument zum weiteren Biertrinken fordert und gestaltet eine gesamte Geschmack- , Duft- und Aussehensharmonie des Getränkes, der Kunde muss sich freuen, ein weiteres Glass genießen zu dürfen. Im Vergleich mit laufender sensorischen Bierauswertung man muss mit der Auswertung der Trinkbarkeit anders arbeiten, der Forschungsgegenstand ist vor allem die physiologische (also eine unbewusste) Reaktion, also im diesen Falle handelt sich nicht um die bewusste Reaktion, die durch die Gewohnheit oder durch die Ansicht des Biertrinkers usw. beeinflusst werden kann. Die unbewusste Reaktion kann durch die Verfolgung des Biertrinkerverhaltens während des Trinkens festgestellt werden, das heißt, man muss ein Zeitprofil der Bierkonsumation feststellen. Es ist klar, dass man ein gutes Bier mehr und schneller trinkt als das Bier mit schlechter Qualität, dass heißt im einem Zeitraum die Menge des Bieres, was der Biertrinker getrunken hat, der Bierqualität entspricht. Aus dieser Tatsache werden die Methodiken zur Feststellung der Biertrinkbarkeit zusammengefasst, weiter werden die mathematisch-statistische Methoden zur Verarbeitung der Ergebnisse angewandt.

Klíčová slova: *pivo, pitelnost, konzumace, statistika*

Keywords: *beer, drinkability, consumption, statistics*

1 ÚVOD

Prodat co největší množství piva je hlavním cílem každého pivovaru, bez ohledu na zemi a typ piva. Pití piva poskytuje radost a zahrnuje vnímání vůně, chuti, ale i barvy, čirosti a pěny. Všechny tyto atributy se stávají faktorem požitku. Je ale třeba si uvědomit, že definice „nejlepší pivo“ je osobní. Výběr profesionálního sládka je pravděpodobně odlišný od výběru člověka, který nikdy neměl co do činění s pivovarskou technologií. Čili pivo, které má nejraději profesionální pivovarník, nemusí být nutně preferováno většinou konzumentů. Z toho automaticky vyplývá, že toto pivo nemusí být nejvíce prodáváno [1, 2].

Vnímání piva konzumenty je ovlivněno mnoha faktory. Anticipace (očekávání, předjímání) produktu je pravděpodobně založena na charakteru balení a prezentace [3] a ovlivňuje chování konzumenta ještě předtím, než je pivo natočeno. Přirozená kvalitativní kritéria jako pěna, barva, čirost a senzorické vlastnosti individuálně a interaktivně ovlivňují přijatelnost piva. Informace spojené s pivem tedy mohou působit

1 INTRODUCTION

To sell the largest amount of beer is the main target of each brewery regardless of the country or the type of beer. Drinking beer provides a pleasure and includes a perception not only of aroma and flavour but also of colour, clarity and foam. All these attributes become a part of the pleasure. Nevertheless, the definition of “the best beer” is very individual. A professional brewer will probably choose a different beer than a person without any experience in the brewing industry. This means that a beer preferred by a brewer need not necessarily be preferred by the majority of the consumers and need not be a best seller [1, 2].

Beer evaluation by the consumer is influenced by many factors. Product anticipation is apparently based on the kind of packaging and presentation [3] and influences the consumer behaviour even before the beer has been served. The natural quality criteria such as foam, colour, clarity and sensory properties influence the acceptability of the beer both individually and interactively. Therefore professional information

na preferenční chování [4, 5]; například znalost technologického postupu může mít vliv na hodnocení senzorického panelu. Aby mohla být provedena zasvěcená rozhodnutí o pozici piva na trhu, sládek musí chápat konzumentův názor a brát na něj zřetel. Pivovarské podniky a společnosti by měly zjišťovat, jak konzumenti piva chápou jejich produkt, a měly tak zpětnou vazbu, která jim umožní lépe se přizpůsobit jejich názorům a požadavkům.

V posledních letech se etabloval v pivovarství jako jeden z významných atributů senzorické kvality piva termín „pitelnost" (např. v r. 2006 byla Pitelnosti/ Drinkability věnována celá vědecká konference v Edinburgu).

Cílem této studie je definovat termín „pitelnost" a popsat faktory, které ji ovlivňují, shrnout všechny dosavadní poznatky, které byly v této problematice dosaženy, a konečně navrhnout nové metody, kterými lze „pitelnost piva" porovnávat.

1.1 Význam a definice termínu „pitelnost"

Fenomén pitelnosti je předmětem výzkumů a existuje mnoho definic, kterými lze pitelnost popsat. Pivo, které má vysokou pitelnost, lze jednoduše definovat například takto: „*Pivo musí zákazníkovi chutnat a musí se těšit na další sklenici*". Pitelnost také může být definována jako „*vlastnost piva, která zabraňuje konzumentovi v tom, aby se cítil přesycený, jestliže zkonzumuje větší objem piva*". Pravděpodobně nejvýstižnější definice je: „*Pitelnost piva je harmonie chuti, vůně a vzhledu stimulující k napití".*

Existuje zásadní rozdíl mezi senzorickým posouzením piva a jeho pitelností. Cílem hodnocení organoleptického charakteru piva metodami senzorické analýzy je získání co nejpřesnějšího popisu jeho senzorických vlastností. Objektivní senzorickou analýzu většinou provádějí vyškolení, pravidelně trénovaní a vyzkoušení specialisté, kteří jsou schopni správně a komplexně zhodnotit organoleptický charakter předloženého vzorku, popř. posoudit rozsah odchylek konkrétního výrobku od stanoveného standardu. Postupy senzorického hodnocení jsou dobře popsány (např. Analytica EBC) [6]. Výsledky získané tímto způsobem je možné využít k odpovědím na otázky týkající se konkrétních senzorických vlastností plynoucích ze způsobu výroby, skladování piva atp. Posouzení pitelnosti na rozdíl od senzorického hodnocení, jak bude podrobněji vysvětleno dále v textu, může provádět hodnotitelská komise z řad poučených laiků.

1.2 Historický vývoj metod stanovení pitelnosti

I když byla v minulosti publikována řada prací zabývající se stanovením pitelnosti, nebyl dosud popsán žádný, široce akceptovatelný a ve smyslu vědecké metodiky přijatý postup stanovení pitelnosti piva.

V roce 1979 autoři Ferkl a Čuřín [8] studovali změny organoleptických parametrů piva ve vztahu k užití surogátů a zkrácení dokvašování piva. Tato piva poté testovali metodou, která byla založena na klasifikaci piv posuzovateli po uhašení žízně a po vypití 0,5 l a 1,5 l piva. Po konzumaci každého objemu vyjadřovali posuzovatelé míru ochoty k dalšímu napití pomocí hodnocení na strukturované škále, která obsahovala pět stupňů [9]. Tuto metodu lze považovat za jednu z prvních metod stanovení pitelnosti. French et al. [10] korelovali pitelnost s výslednou žízní po konzumaci piva. Posuzovatelé byli požádáni, aby hodnotili pivo každých 15 min. Mezi vzorky bylo vždy každému subjektu servírováno předem určené množství vody; přesný objem vypité vody byl vztažen k žízni způsobené vypitím piva těsně před tím. Guinard et al. [11] se snažili definovat, které senzorické, žízeň hasící atributy, určují charakter piva. Autoři došli k závěru, že pitelnost, občerstvující schopnost a hašení žízně jsou v silném vzájemném vztahu. Říz piva a hustota bublin byly statisticky signifikantní atributy pitelnosti. Autoři také dospěli k názoru, že senzorický dojem hašení žízně je spojen s vysokou hladinou řízu piva a nízkou celkovou intenzitou vůně. Nagao [12] osvětluje post-ingestivní vliv piva na pitelnost. Autoři měřili objem žaludku a korelovali tuto hodnotu se senzorickým hodnocením piva. Táž skupina výzkumníků dospěla v r. 1999 k závěru, že rychlost vyprazdňování žaludku koreluje s kladným senzorickým hodnocením piva.

1.3 Faktory ovlivňující pitelnost piva

Komplexní přehled faktorů, které ovlivňují pitelnost piva, je uveden na *obr. 1*. Z obrázku je patrné, že tyto faktory lze rozdělit na tzv. *kontrolovatelné*, neboli ovlivnitelné, které lze nějak specifikovat, a *nekontrolovatelné, které se* nedají nijak ovlivnit, a které jsou dány vnějším prostředím. Takové faktory působí na konzumenta pouze podvědomě.

Celkově lze působící faktory shrnout do následujících skupin [7]:

1. Charakteristické vlastnosti konzumenta (věk, pohlaví, sociální postavení, žízeň, nasycenost, fyzická kondice atd.) a jeho zvyky spojené s pitím piva;

about beer can influence the preferences [4, 5]; for example, the knowledge about the technological process can have an impact on the evaluation by a sensory panel. The brewer must understand the view of the consumer and take it into account, if he wants to make a professional decision about the position of the beer in the market. The breweries should monitor consumer opinion about their products to get feedback which allows reacting better to their ideas and demands.

For the last two years the term "drinkability" has established itself as an important attribute in the sensory evaluation of beer quality. In Edinburgh in the year 2006 the whole scientific congress was dedicated to drinkability.

The aim of this study is to define the term "drinkability", to describe influencing factors, summarize all pieces of knowledge about this topic and lastly to suggest a new technique for the evaluation of drinkability.

1.1 The Meaning and the Definition of Term "Drinkability"

The term drinkability is a research topic and can be described by several definitions. For example, beer with a high drinkability could be simply described as follows:

"*The beer must be tasty for the consumer and he must be looking forward to drinking another glass".* Or, the drinkability could be defined as *"the characteristic of beer which prevents the consumer feeling saturated in the event that he would drink a larger volume of beer".* Probably the most poignant definition is: *"The drinkability of beer is a harmony of taste, aroma and appearance which stimulates taking a sip".*

There is a fundamental difference between a sensory evaluation of beer and its drinkability. The aim of the evaluation of organoleptic properties of a beer using methods for sensory analyses is the acquirement of the most accurate specification of its sensory properties. Objective sensory analyses are usually carry out by regularly trained and proven professionals who are able to correctly and comprehensively evaluate the organoleptic properties of the sample and judge its deviation from a set standard. The approaches for a sensory evaluation are described among other topics in Analytica EBC [6]. The results obtained in this way could answer questions about particular sensory characteristics which are influenced by production, storage and so on. As will be explained later, the evaluation of drinkability unlike the sensory evaluation could be carried out by a panel of knowledgeable members of the public.

1.2 Historical View of the Method Development for the Evaluation of Drinkability

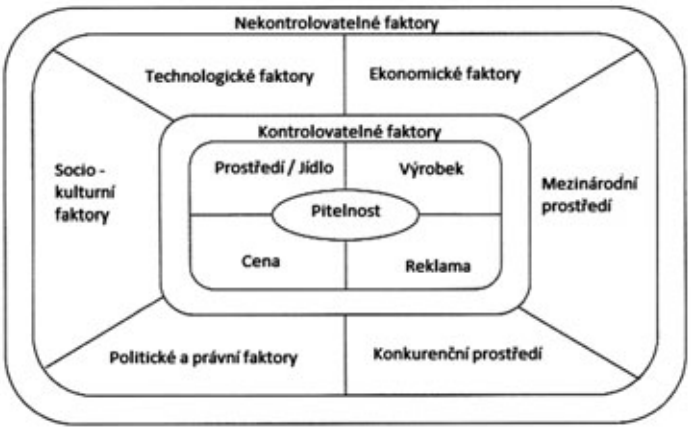
Although, many articles about the evaluation of drinkability were published in the past no widely accepted scientific approach has been described up to now.

In 1979 Ferkl and Čuřín [8] studied changes in organoleptic parameters of beer when surrogates were used and the secondary fermentation was shortened. These beers were tested using a method based on their classification after thirst quenching and after drinking 0.5 l and 1.5 l of beer. After consumption of each volume the evaluators judged the desire for further drinking by means of a structured scale with five levels [9].

This method could be considered as one of the first methods for the evaluation of drinkability. French et al. [10] made a correlation between the drinkability and the final thirst after beer consumption. The evaluators were asked to test the beer every 15 minutes. In the time between the evaluations a set volume of water was served to each of them. The exact volume drunk was compared to the thirst caused by the previous beer drinking. Guinard et al. [11] tried to appoint specific sensory attributes of beer which cause thirst quenching. The authors concluded that the drinkability, the refreshing ability and thirst quenching attributes have a strong correlation. The sharpness of the beer and the fine bubbled foam were statistically significant attributes correlating with the drinkability. Additionally, the sensory impression of thirst quenching is combined with a high sharpness and low total aroma intensity of the beer. Nagao [12] elucidated the post–ingestive effects on beer drinkability. The authors measured the stomach volumes and compared them to sensory evaluations of the beer. In 1999, the same authors found out that the speed of stomach emptying correlates with a positive beer ranking.

1.3 Factors influencing Beer Drinkability

The complex overview of factors influencing beer drinkability is shown in *Fig.1*. Figure 1 distinguishes between "controlled" factors which could be affected and specified and "non-controlled" factors which could not be affected and which are given by the external at-



Obr. 1 Faktory ovlivňující pitelnost [1]

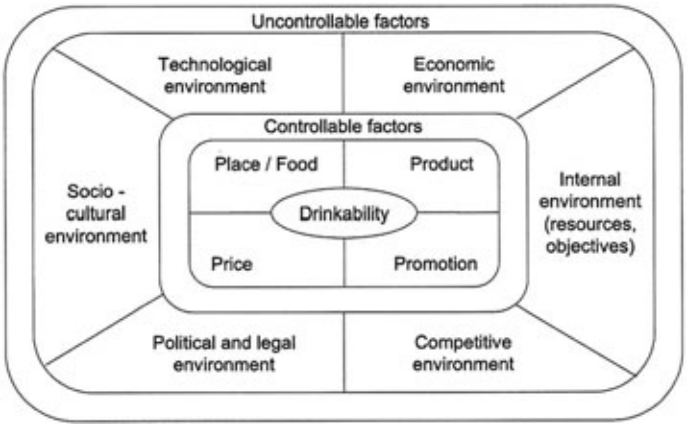


Fig. 1 Factors affecting the drinkability [1]

2. Senzorické faktory (typ piva, harmonie jeho jednotlivých složek, cizí chutě a vůně nebo stará chuť);
3. Fyzikální faktory (barva piva, výška a charakter pěny, teplota, tvar a barva sklenice);
4. Kognitivní vlastnosti (informace, zkušenost, vzpomínky, přesvědčení, očekávání spojené s nápojem);
5. Vnější faktory (denní doba konzumace, okolní prostředí, konzumované jídlo);
6. Fyziologické faktory (tvořené *absorpčními vlivy*, které jsou spojeny s biochemickými reakcemi poté, co komponenty, jako např. aminokyseliny a cukry, dojdou do trávicího traktu, a dále *ingestivními vlivy* spojené s trávením jídla nebo nápojů).

2 VÝVOJ NOVÉ METODIKY PITELNOSTI PIVA

2.1 Cíl a použitelnost metodiky

Cílem metodiky bylo definovat standardní postup hodnocení pitelnosti piva, který umožňuje objektivní porovnání dvou (event. více) vzorků piva, přičemž objektivita je zaručena tak, že všechny vnější faktory ovlivňující posuzování byly v maximální možné míře znáhodněny. Zároveň jsou testy vedoucí ke konečnému porovnání koncipovány tak, aby bylo možno k jejich objektivnímu vyhodnocení využít matematicko-statistické metody [13, 14].

Metody jsou použitelné pro jakoukoli dvojici piv (výjimečně více), která se mohou lišit v jednom nebo více znacích. Například pro dvě různá piva, pro piva lišící se jedním znakem (např. barvou nebo hořkostí), pro ochucená i nealkoholická piva (posouzení, které aroma je vhodnější), ale též pro zcela stejná piva nalévaná z různých sklenic (cílem může být zjištění, který typ sklenice je příhodnější) atd. Metoda je vhodná nejen pro odborné komise, ale např. i pro marketingové průzkumy, které využívají hodnotitele z řad poučených laiků.

2.2 Technické zázemí a požadavky na hodnotitelskou komisi

Hodnotitelé musí mít legální věk pro pití alkoholu, měli by kupovat a užívat daný produkt (cca 50 % pravidelní, cca 50 % občasní), v hodnotitelské komisi by neměli být zařazeni hodnotitelé, kteří pivo nepijí. Poměr mužů k ženám by měl být asi 60 % ku 40 %.

Jako *neutralizátor chuti (degustační sousto*) je nejvhodnější bílé neslané pečivo nebo chléb, jemná uzenina a nevýrazný sýr. Hodnotitelé musí mít před sebou dostatek místa na vzorky piva, protokol a degustační sousto.

Všechny vzorky musí být podávány jako *anonymní*. Nejvhodnější je označit je kódy, tak aby hodnotitelé nebyli ovlivňováni chováním svých sousedů.

Srovnávací test lze uplatnit v degustační místnosti vybavené boxy (pak se vzorky nemusí podávat anonymně) nebo v běžné místnosti.

Pro *monadické testy* je vhodnější společenská místnost, kde hodnotitelé sedí u stolů. Při hodnocení je dovoleno volně konverzovat, aby pití probíhalo spíše podvědomě než vědomě.

Objem jednotlivých vzorků piva není striktně předepsán (doporučuje se objem asi 200 až 350 ml), vzorky musí být nality do sklenic tak, aby tento objem byl přesně známý a konstantní.

Roznášení vzorků musí být zajištěno dostatečným množstvím obsluhujícího personálu, který nalévá vzorky do sklenic a podává je hodmosphere. The "non-controlled" factors only influence the consumer subconsciously.

The influencing factors can be summarized into the following groups [7]:

1. Specific features of the consumer (age, sex, social position, thirst, satiation, physical condition and so on) and his beer drinking habits
2. Sensory factors (kind of beer, harmony of the individual components, off-flavour, foreign odour or stale taste)
3. Cognitive factors (information, experience, memories, conviction and expectations regarding the beer)
4. External factors (daily time of consumption, atmosphere, meal consumed)
5. Physiological factors (built by the absorption effects coupled with biochemical reactions after the food components such as amino acids and sugars have reached the digestive tract and the post ingestive effects associated with the digestion of food and drinks)

2 DEVELOPMENT OF NEW TECHNIQUES FOR DRINKABILITY ASSESSMENT

2.1 Aim and Applicability of the Techniques

The aim of this study was to define a standard approach for the evaluation of beer drinkability which enables an objective comparison of two or more beer samples. The objectivity of the technique is guaranteed by the fact that all factors which influence the evaluation were randomized as much as possible. Equally, the test for the final comparison was conceived in a way that statistical methods are applicable for its objective evaluation [13, 14].

The technique can be used for any pair of beers (exceptionally even for more beers) which can differ in one or more parameters such as for two different types of beer, for beers differing in one parameter such as colour or bitterness, for flavoured or non-alcoholic beers (in the case of an assessment of preferable aroma) or even for the same beers served in different glasses. The method is appropriate not only for an expert panel but also for market research using members of the public as the evaluators.

2.2 Technical Background and Requirements for the Testing Panel

The panellists must have reached the legal age for drinking alcohol. They should buy and consume the tested product; 50 % of them regularly and 50 % of them occasionally. The testing panel should not include persons which do not drink any beer. Roughly 60 % men and 40 % women should be chosen for the panel.

The taste neutraliser should consist of white non-salty bread rolls or bread, fine smoked meat or bland cheese. The panellists must have enough space for the beer samples, the testing report and taste neutralisers.

All samples must be tested *anonymously* and labelled with codes in a way which eliminates any influence from other evaluators.

The pair comparison test could be conducted in a tasting room equipped with cubicles (in this case the samples need not be anonymous) or in an open room.

For *the Monadic research design* a club-like room is preferred. The evaluators should sit around a table and free conversation is allowed. The drinking should be more unconscious than conscious.

notitelům tak, aby degustující měli před sebou téměř neustále vzorek (vzorky) piva.

Doba hodnocení není striktně určena, doporučuje se 1–2 h. Přesnou dobu hodnocení však zná pouze personál, hodnotitelům se sdělí pouze přibližně. Hodnotitel vyplňuje protokol s počtem vypitých piv. Pokud poslední pivo nedopije, odhadne se, jakou část vypil.

Vyhodnocení výsledků se provádí výhradně matematicko-statistickými metodami, aby bylo možné posoudit, zda rozdíly mezi vzorky jsou statisticky významné [13, 14]. Výpočty lze provést pomocí vhodného matematicko-statistického software (např. Statistica, SPSS atd.). V případě, že takovýto software není k dispozici, lze výpočty provést na základě postupů, uvedených v podrobném znění certifikované metodiky [15]. K takovým výpočtům je potřeba pouze běžná kalkulačka, nebo tabulkový procesor (excel).

Maximalizace výtěžnosti dat z experimentu lze dosáhnout dodržením následujících doporučení:
– délka experimentu by měla být volena s přihlédnutím na fyziologii pití;
– je třeba maximalizovat počet hodnotitelů;
– vzorky musí být striktně anonymní;
– je třeba co nejvíce vyloučit rušivé momenty.

2.3 Metoda stanovení pitelnosti – varianty posouzení pitelnosti

Z definice pitelnosti vyplývá, že dobré pivo má spotřebitele pobízet k dalšímu napití. Pitelnost je tedy vlastnost piva, která způsobuje ochotu spotřebitele konzumovat další kapalinu neboli vytvářet pocit žízně za situace, kdy organizmus má již dostatek nebo přebytek kapaliny. *Předmětem sledování tedy musí být především fyziologická, tedy nevědomá reakce spotřebitele, a ne reakce vědomá, která vychází z jeho názorů, zvyklostí atd.*

Jak již bylo uvedeno výše, pitelnost je ovlivněna velkým množstvím faktorů. Tyto faktory mají samozřejmě věcně správný podklad, avšak pro přílišnou složitost nemohou být východiskem při koncipování všeobecně akceptovatelné metody stanovení pitelnosti piva poskytující přijatelně reprodukovatelné výsledky. Vliv těchto faktorů lze minimalizovat vhodným uspořádáním experimentu (např. kognitivní vlastnosti anonymitou vzorků, vnější faktory stejným místem a časem konání testu; o vlastnostech konzumentů lze předpokládat, že jsou mezi respondenty normálně (gaussovsky) rozděleny, a proto se vzájemně kompenzují) atd.

Jednou z možností, jak posoudit nevědomou reakci konzumenta, je podrobně prostudovat způsob jeho chování při konzumaci nápoje, tj. jaký je časový profil pití. V určitém přiblížení lze konstatovat, že pivo, které pobízí k dalšímu napití (a je tedy pitelnější), bude konzumováno rychleji než pivo méně pitelné. Čili, *objem spotřebovaného piva v určitém časovém úseku koreluje v určitém ohledu s pitelností piva.*

Předložená metodika vychází ze dvou možných modelů uspořádání testu. V prvním případě si mohou respondenti volit postupně v každém kroku typ piva (většinou se jedná o dva vzorky), které chtějí konzumovat, a zapisují doby pití nebo vypité objemy jednotlivých piv. V tomto případě se jedná o tzv. *srovnávací testování*. V případě druhém hodnotitelé nemají možnosti volby a hodnotí pouze jeden přidělený vzorek neznámého typu piva. Stejně jako v prvním případě zapisují dobu pití nebo objem zkonzumovaného piva. Tento model se nazývá *monadické testování*. Principem obou variant metodiky je relativní porovnání dvou (event. více) vzorků piva.

Při vývoji nové metodiky pitelnosti byly k vyhodnocení nejprve využívány zaznamenané doby pití jednotlivých sklenic. Konečné vyhodnocení však bylo statisticky náročné a taková metoda by nebyla běžně použitelná z důvodu časově i technicky náročného zpracování dat. Proto bylo přistoupeno k hodnocení vypitých objemů srovnávaných piv. Následující text popisuje možné varianty testování, které si lze vybrat pro hodnocení pitelnosti podle toho, jaké jsou podmínky pro uspořádání testu (zázemí, dostupný čas, počet hodnotitelů, účel hodnocení atd.).

a) Varianta Ia. Srovnávací test (2 vzorky)

Hodnotitelé si vybírají ze dvou vzorků piv, označených A a B. Nejdříve hodnotitel obdrží oba vzorky v množství cca 100 ml, aby je mohl senzoricky posoudit. Potom si může vybírat mezi oběma vzorky tak, že je střídavě popíjí; přitom zapisuje do protokolu počty vypitých piv obou vzorků. Není na závadu, pokud hodnotitel zůstane jen u jednoho piva a druhé přestane pít. Výstupem jsou pro každého hodnotitele dvě čísla, a to vypité objemy obou piv, přičemž prvních 100 ml se do výpočtu nezahrnuje.

Vyhodnocení metody se provede pomocí Wilcoxonova testu pro párové hodnoty [13]. Vzhledem k tomu, že se jedná o neparametrický test, jeho výsledek je nezávislý na rozdělení získaných dat.

The *volume* of the single samples is not strictly set. A volume of 200 ml to 350 ml is recommended. The samples must be served in glasses with known and constant volume.

The *distribution of beer* samples must be done by plenty of serving personnel who fill the glasses and guarantee that the evaluators have one or more beer samples almost all the time.

The time of the evaluation is not strictly set; the recommended time is 1 to 2 hours. Only the service crew knows the exact evaluation time. The panellists only know an approximate time. They fill out only the number of beers drunk in the report. If they do not finish the last beer they must judge on the volume drunk.

The evaluation of the results is performed exclusively by means of statistical methods. In this way it is possible to determine significant differences [13, 14]. For this purpose different applicable computer software are available such as *Statistica* or *SPSS*. If the computer software is not available, the evaluation of the results can be accomplished on the basis of a detailed description of the certified method, using a common calculator or the *Microsoft Office Excel* program [15].

The maximisation of yield data could be achieved by following the instructions described below.
– The duration of experiment should harmonised with the physiology of drinking habits
– The number of evaluators should be as large as possible
– The samples must be strictly anonymous
– All disturbances should be excluded.

2.3 Techniques for the Evaluation of Drinkability – Variations of Testing

According to the definition of drinkability a good beer should encourage consumers to take the next sip. This means that drinkability is a property of beer which causes the compliancy of the consumer to receive liquid and to create thirst in spite of the fact that the water content in his body is sufficient. Therefore, the monitoring must focus specifically on a physiological (meaning subconscious) reaction of the consumer rather than on a conscious reaction affected by his attitudes and habits. As mentioned above, drinkability is influenced by many factors. These factors however are based on factually correct but too complicated issues. Therefore, it is not possible to use them as a basis for the development of a generally accepted method for the evaluation of drinkability which is supposed to produce plausible and reproducible results. The influence of these factors can be minimised by appropriate test arrangements. The cognitive features can be eliminated by sample anonymity and the external factors by choosing the same place and time of the evaluation. Concurrently, it can be assumed that the features of consumer have a normal Gaussian distribution and therefore they are mutually compensated.

One of the possibilities of judging a subconscious reaction of the consumer is to monitor closely his drinking behaviours especially his drinking time profile. It can be assumed that beer with a higher drinkability would be drunk faster. That means the volume of beer consumed in a certain time period correlates with the beer drinkability.

The technique developed is based on two possible test arrangements. In the first case – by using *the paired comparison test* - the panellists are allowed to choose freely (mainly from two available beers) which one they want to consume. They note down the time period of consumption or the volume drunk. In the second case – by using *the Monadic research design* – the panellists have no choice and they only evaluate one anonymous type of beer. As in the first case they are asked to note down the time period of consumption or the volume drunk. The principle of both variations is the relative comparison of two (or more) beer samples.

In the course of the technique development, firstly the time periods for the consumption of single glasses were used. The final evaluation however using of statistical methods was too complicated. Such a technique would not be suitable for common use because of the time needed and the technically demanding data processing. For these reasons the evaluation was based on the volume of tested beers consumed. The description of the possible variations in the drinkability evaluations with regards to the available conditions such as the atmosphere, the time, the number of panellists and the aim of the evaluation are given below.

a) Variation Ia. Paired-Comparison Test (2 Samples)

The panellist can choose from two beer samples marked A and B. First he gets 100 ml of both samples for a sensory evaluation. Then he has to drink them either alternately or he can drink only the preferred beer and register the number of beer glasses consumed in the test report. Each panellist reports two values (volumes of beer con-

b) Varianta Ib. Srovnávací test (3 a více vzorků)

Varianta Ib je obdobou předchozího testu pro více než dva vzorky piv. Hodnotitelé si vybírají z **k** vzorků piv, označených A, B, C, …, **k**. Je však třeba zdůraznit, porovnávání většího množství vzorků piv naráží na technické a fyziologické limity, a proto tuto metodu lze doporučit z praktických důvodů pro tři vzorky, i když teoreticky umožňuje porovnat vzorků více.

Praktický postup je obdobný postupu varianty 1a. Nejdříve hodnotitel obdrží testované vzorky v množství cca 50–100 ml, aby je mohl senzoricky posoudit. Potom si může vybírat mezi vzorky tak, že je střídavě popíjí; přitom zapisuje do protokolu počty vypitých piv všech **k** vzorků. Není na závadu, pokud hodnotitel zůstane jen u jednoho piva a další přestane pít. Výstupem je pro každého hodnotitele **k** čísel, a to vypité objemy všech **k** piv, přičemž prvních 50–100 ml se do výpočtu nezahrnuje.

Vyhodnocení metody se provede pomocí Kruskal-Wallisova testu [13], který je neparametrickou obdobou jednoduchého třídění analýzy rozptylu pro případ **k** výběrů (**k** ≥ 3).

c) Varianta II. Monadické testování

Hodnotitelská komise, která by měla mít vyšší počet členů, než bývá běžné (odhadem alespoň 30), se rozdělí na dvě náhodné skupiny (obě skupiny nemusí mít stejný počet členů, ale jejich počet by se měl blížit polovině). Každý hodnotitel v dané skupině obdrží jeden ze dvou vzorků (pivo A nebo pivo B), přičemž žádný hodnotitel neví, který z těchto dvou vzorků pije.

Výsledkem je tabulka, ve které je u každého hodnotitele uveden objem vypitého piva **V**.

Tento test lze se stejnými vzorky několikrát opakovat, a to jak se stejnou, tak s jinou hodnotitelskou komisí. Výsledek pak bude mít vyšší vypovídací hodnotu.

Vyhodnocení tohoto testu se provede tzv. Wilcoxonovým dvouvýběrovým testem [13]. I v tomto případě se jedná o neparametrický test a jeho výsledek je tedy nezávislý na rozdělení získaných dat.

d) Varianta III. Monadické sekvenční testování

Postupuje se stejně, jak je uvedeno ve **Variantě II**, ale všichni hodnotitelé se sejdou dvakrát. V prvním sezení dostane jedna skupina hodnotitelů vzorek A a druhá vzorek B.

Tab. 1 Vyhodnocení testu pitelnosti monadickým testováním, Varianta II / *The evaluation of drinkability by using the Monadic testing; Variation II*

Objem vypitého piva (ml) *Volume of drunken beer (ml)*	
V_A	V_B
1250	650
800	1100
1625	725
1200	625
950	875
900	1000
875	800
1500	750
1150	750
1150	700
700	1150
850	475
1700	925
1025	1650
950	1400
1300	875
1450	

sumed). The first 100 ml are not included in the result. The evaluation is carried out by means of Wilcoxon's test for paired values [13]. In view of the fact that this test deals with non-parametric models the result is independent of the data distribution.

b) Variation Ib. Paired-Comparison Test (3 or more Samples)

It must be pointed out that the comparison of more samples reaches the technical and physiological limits. Therefore for practical reasons, this technique is recommended for not more than three samples. Theoretically however it could be used for the comparison of more samples.

The variation Ib is an analogue of the previous test. The evaluator chooses from **k** beer samples marked A, B, C....., **k**. First, he gets 50 – 100 ml of samples of all tested beers for a sensory evaluation. Then he can drink them either alternately or he can drink only the preferred beers. He registers the volume of all **k** samples drunk in the test report. The report includes **k** numbers for each panellist which present the volumes of all **k** beers consumed. The first 50 or 100 ml are not included in the result. The evaluation is carried out using the Kruskal-Wallis test [13]. It is a non-parametric analogue of a simple one-way analysis of variance for **k** samples (k ≥ 3).

c) Variation II. Monadic Research Design

The panel for the Monadic research design should have a larger number of people (about 30) than for a comparison test. The panellists are divided into two randomized groups of about the same size. Each evaluator in the group gets one of the two samples (beer A or beer B). The identity of the beer samples is unknown for all evaluators.

The result of the testing is a table which records the volume **V** of beer drunk for each panellist. This test might be repeated with the same samples either with the same or with different evaluators. The result after the repetition has of course a higher information value.

The evaluation of this test is made using the Wilcoxon unpaired two-sample test.

V_A; V_B	**Pořadí** ***Succesio n***	**Upravené pořadí** ***Modified successio n***	**Pivo A** ***Beer A***	**Pivo B** ***Beer B***
475	1	1		1
625	2	2		2
650	3	3		3
700	4	4.5	4.5	
700	5	4.5		4.5
725	6	6		6
750	7	7		7
800	8	8.5	8.5	
800	9	8.5		8.5
850	10	10	10	
875	11	12	12	
875	12	12		12
875	13	12		12
900	14	14	14	
925	15	15		15
950	16	16.5	16.5	
950	17	16.5	16.5	
1000	18	18		18
1025	19	19	19	
1100	20	20		20
1150	21	21.5	21.5	
1150	22	21.5		21.5
1200	23	23	23	
1250	24	24	24	
1300	25	25	25	
1400	26	26		26
1450	27	27	27	
1500	28	28	28	
1625	29	29	29	
1650	30	30		30
1700	31	31	31	
		Součty / *Totals:*	**309.5**	**186.5**

Tab. 2 Kritické hodnoty U_{kr} (p = 0.05) pro dvouvýběrový Wilcoxonův test / *Critical values U_{cr} (p = 0.05) for the Wilcoxon two samples rank–sum test*

	n																		
m	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
4			0																
5		0	1	2															
6		1	2	3	5														
7		1	3	5	6	8													
8	0	2	4	6	8	10	13												
9	0	2	4	7	10	12	15	17											
10	0	3	5	8	11	14	17	20	23										
11	0	3	6	9	13	16	19	23	26	30									
12	1	4	7	11	14	18	22	26	29	33	37								
13	1	4	8	12	16	20	24	28	33	37	41	45							
14	1	5	9	13	17	22	26	31	36	40	45	50	55						
15	1	5	10	14	19	24	29	34	39	44	49	54	59	64					
16	1	6	11	15	21	26	31	37	42	47	53	59	64	70	75				
17	2	6	11	17	22	28	34	39	45	51	57	63	69	75	81	87			
18	2	7	12	18	24	30	36	42	48	55	61	67	74	80	86	93	99		
19	2	7	13	19	25	32	38	45	52	58	65	72	78	85	92	99	106	113	
20	2	8	14	20	27	34	41	48	55	62	69	76	83	90	98	105	112	119	127
21	3	8	15	22	29	36	43	50	58	65	73	80	88	96	103	111	119	126	134
22	3	9	16	23	30	38	45	53	61	69	77	85	93	101	109	117	125	133	141
23	3	9	17	24	32	40	48	56	64	73	81	89	98	106	115	123	132	140	149
24	3	10	17	25	33	42	50	59	67	76	85	94	102	111	120	129	138	147	156
25	3	10	18	27	35	44	53	62	71	80	89	98	107	117	126	135	145	154	163
26	4	11	19	28	37	46	55	64	74	83	93	102	112	122	132	141	151	161	171
27	4	11	20	29	38	48	57	67	77	87	97	107	117	127	137	147	158	168	178
28	4	12	21	30	40	50	60	70	80	90	101	111	122	132	143	154	164	175	186
29	4	13	22	32	42	52	62	73	83	94	105	116	127	138	149	160	171	182	193
30	5	13	23	33	43	54	65	76	87	98	109	120	131	143	154	166	177	189	200

V dalším sezení (nejlépe hned druhý den) se vzorky ve skupinách vymění. Vzhledem k tomu, že každý hodnotitel testuje nezávisle oba vzorky piv, má tento způsob testování vyšší vypovídací hodnotu než **Varianta II**.

Pro každého hodnotitele se získají dvě čísla (dva vypité objemy V_A a V_B) ze dvou sezení. Tyto páry čísel je možno srovnat párovým testem s nulovou hypotézou, že průměr (nebo medián) rozdílu je nulový [7].

2.4 Příklad hodnocení testu pitelnosti

Jako ukázka způsobu vyhodnocení testu pitelnosti je uveden následující pokus. 31 hodnotitelům byla předložena 2 piva, 16 hodnotitelům pivo A a 15 hodnotitelům pivo B. Jedná se tedy o *monadické testování (Varianta II)*. Postup hodnocení Wilcoxonovým dvouvýběrovým testem vyplývá *z tabulky 1*. Počty hodnotitelů se označí jako **m** = 16 a **n** = 15. Objemy vypitého piva jsou uvedeny v levé části tabulky. Tyto objemy se seřadí podle velikosti (pravá část tabulky; sloupec V_A;V_B), k nim se přiřadí pořadová čísla 1-31 (sloupec Pořadí.). Tato čísla se potom upraví tak, aby opakujícím se hodnotám bylo přiřazeno stejné číslo, neboli se z pořadí pro více stejných objemů vyjádří jejich průměr (sloupec Upravené pořadí). Do sloupců **Pivo A** a **Pivo B** se pak tyto hodnoty rozřadí podle toho, z jakého původního sloupce V_A nebo V_B pocházely. Pro přehlednost jsou hodnoty V_A v bílém poli a hodnoty V_B v poli šedém, tomu odpovídají rozřazené hodnoty **Pivo A** a **Pivo B**. Pak se sečte sloupec **Pivo A** a sloupec **Pivo B** a získané součty (Pivo A = 309,5, Pivo B = 186,5) se doplní do následující rovnice, ze které se získají hodnoty U_1 a U_2 jako testovací kritérium:

$$U_1 = n^*m + n(n + 1)/2 - A_s, \qquad U_2 = n^*m + m(m + 1)/2 - B_s$$

přitom platí, že $U_1 + U_2 = n^*m$.

Čili
U_1 = 16*15 + 16*17/2 – 309,5 = **66,5**
U_2 = 16*15 + 15*16/2 – 186,5 = **173,5**

(Kontrolní výpočet: $U_1 + U_2 = n^*m$, čili 66,5 + 173,5 = 15*16 = 240)

d) Variation III. Sequential Monadic Research Design

The approach is the same as with Variation II but all evaluators meet up twice. In the first session one group gets beer sample A and the other beer sample B. In the next session (ideally on the following day) the samples will be switched. Because each panellist tests both beer samples independently the information value of this test is higher than when using the Variation II.

The results from both sessions are two numbers for each panellist; the volume V_A and V_B of beer consumed. These pairs of numbers can be evaluated by a paired test with the nil hypothesis with the assumption that the average or median difference is nil [7].

2.4 Example of the Evaluation of the Drinkability Test using Variation II

An example of the evaluation of the drinkability test is described below.

31 members of a testing panel have evaluated 2 beers; 16 panellists tested beer A and 15 panellists tested beer B. For the evaluation of the results the Wilcoxon unpaired two-sample test was used and the approach is described in Table 1. The numbers of evaluators are denoted as m = 16 and n = 15. The volumes of the beer drunk are given in the left part of the table. These volumes must be ranked according to size (right part of the table; column V_A; V_B). To each volume the ordinal number 1 – 31 is assigned in the column **Order**. These numbers are adjusted in a way that the same numbers are assigned to the repeated values. For this reason, the ranks for the same volume will be averaged and put down in the column **Modified Order**. These values will be divided into columns **Beer A** or **Beer B** according to their original columns V_A or V_B. For better readability the values V_A are in a white field and the values V_B in a grey field. This is in accordance with values in the columns **Beer A** and **Beer B**. Then, the values in the column **Beer A** and the column **Beer B** are totalled. The sums gained for **Beer A** = 309.5 and for **Beer B** = 186.5 will be put on into the following equations:

$$U_1 = n^*m + n(n + 1)/2 - A_s, \qquad U_2 = n^*m + m(m + 1)/2 - B_s$$

The resulting values U_1 and U_2 make up the test criteria.

Dále platí, že pokud nižší hodnota z hodnot U_1 nebo U_2 je nižší nebo rovna kritické hodnotě U_{kr} uvedené v *tab. 2*, znamená to, že mezi pivy je statisticky významný rozdíl.

Protože U_{kr} pro hodnoty **m** = 16 a **n** = 15 na hladině p = 0,05 je podle **tabulky 2** rovno 70, je vypočítaná hodnota $U_1 = 66{,}6 < U_{kr} = 70$, a proto je mezi oběma pivy signifikantní rozdíl.

Závěr: Pivo A je „pitelnější" než pivo B.

3 ZÁVĚR

Principem nové metodiky stanovení pitelnosti piva je korelace pitelnosti s objemem hodnoceného vypitého piva v určitém časovém úseku s následným matematicko-statistickým vyhodnocením. Použitý matematicko-statistický aparát společně s maximální možnou eliminací ovlivňujících faktorů, které je dosaženo vhodným uspořádáním tak, aby tyto faktory byly v nejvyšší možné míře znáhodněny, zaručuje maximální objektivitu konečného výsledku, tedy statistické významnosti rozdílu v pitelnosti srovnávaných piv. Metodika využívá dvou základních variant testování podle způsobu uspořádání testu, a to variantu srovnávací a variantu monadickou. Metodiku je možno uplatnit pro účely získání informací o pitelnosti jako zcela novém atributu kvality piva. Touto informací získají výrobci zcela nový nástroj, který využijí zejména při změnách receptur stávajících výrobků, zavádění nových výrobků, nebo např. při změně nápojového skla pro existující značky. Zařazení testování pitelnosti do soutěží piv umožní pivovarům získat důležitou zpětnou vazbu využitelnou jak pro výrobu, tak pro marketing. Konečně metodiku lze využít jako jedno z posuzovacích kritérií pro výběr nových odrůd ječmene vhodných pro výrobu piva.

Dedikace

Projekt MZe Qi91b226: Vypracování optimální metody pro stanovení pitelnosti českého piva.

At the same time it is valid that $U_1 + U_2 = n*m$.

Therefore:

$U_1 = 16*15 + 16*17/2 - 309.5 =$ **66.5**

$U_2 = 16*15 + 15*16/2 - 186.5 =$ **173.5**

Checksum calculation: $U_1 + U_2 = n*m$;
therefore: 66.5 + 173.5 = 15*16 = 240

The beers are statistically significantly different if one of the values U_1 or U_2 is lower or amounts to the critical value U_{kr} given in Table 2.

According to Table 2**,** for the values **m** = 16 and **n** = 15 at a 95% confidence level (p = 0.05). $U_{kr} = 70$. Because the calculated value $U_1 = 66.6$ was lower than $U_{kr} = 70$ the beers are significantly different.

The conclusion: Beer A has „better drinkability" than Beer B.

3 CONCLUSION

The principle of the new technique for testing beer drinkability is a correlation of the drinkability with the volume of beer drunk within a certain time period followed by an evaluation using statistical methods. The statistical methods used together with the elimination of influencing factors guarantee the objectivity and the high information value of final results in the form of statistically significant differences in the drinkability of the beers tested. The elimination of the influencing factors can be achieved by maximum possible randomization. The technique uses two basic variations according to the test arrangements; a pair comparison test and a Monadic research design.

The techniques can be employed for the evaluation of drinkability which results in rather new attributes of the beer quality. With this information the producers obtain a completely new instrument which can be used specifically for changing the recipes of existing products, for the promotion of new products or for changing the drinking glasses for existing beer brands. The inclusion of drinkability evaluation in beer competitions provides the breweries with important feedback exploitable in both production and marketing. Finally, the technique could be used as one of the criteria for the evaluation of new barley varieties suitable for beer production.

Acknowledgements

Project MZE QI91B226: Optimal methods for the assessment of the drinkability of Czech beer.

Literatura / ***References***

1. Mattos, R., Moretti, H.: Beer drinkability – a review. Tech. Q. Master Brew. Assoc. Am. **42**, č. 1, 2005, 13–15.
2. Mattos, R.: Recent review of beer drinkability. EBC Symposium of drinkability, Edinburgh, 2006 (Monograph on CD ROM 2006, contr. 1).
3. Smythe, J. E., Bamforth, C. W.: An evaluation of the public understanding of beer and brewing. Tech. Q. Master Brew. Assoc. Am. **46**, č. 1, 2009, 1–9.
4. Gastl, M., Hanke, S., Back, W.: Drinkability – balance and harmony of components as well as an incentive for continuing to drink. Brauwelt Int. 2008 (3), 148–153.
5. Smythe, J. E., Bamforth, C. W. A study of the effect of perceived beer history on reported preference by sensory panels with different levels of training. J. Inst. Brew. **108**, 2002, 34–36.
6. Analytica EBC, Method 13.0 – 13.13, 5. European Brewery Convention, 5. vydání. Hans Carl Getränke-Fachverlag; Nürnberg 1998.
7. Sharpe, R., Pawlowsky, K., Chandra, S.: Drinkability and drinkability mapping. Inst. Guild. Brew., Africa Sect., Proc. 9th Conv., 2003, 58–64.
8. Ferkl, P., Cuřín, J.: Change of organoleptic parameters of beer in relation to the use of adjuncts and shortering of maturing times. Tech. Q. Master Brew. Assoc. Am. **16**, 1979, 214–217.
9. Cuřín, J.: Posuzování pitnosti piva. Kvasny Prum. **24**, 1978, 169–172.
10. French, S. J., Read, N. W., Booth, D. A.: Satisfaction of hunger and thirst by foods and drinks. Brit. Food. J. **95**, 1993, 19–26.
11. Guinard, J.-X, Souchard, A., Picot, M., Rogeax, M., Sieffermann, J.-M.: Sensory determinant of the thirst-quenching character of beer. Apetite **31**, 1998, 101–115.
12. Kojima, H., Kaneda, H., Watari, J., Nakamura, Y., Hayashi, T.: Relationships among throat sensation, beer flavor, and swallowing motion while drinking beer. J. Am. Soc. Brew. Chem. **67**, 2009, 217–221.
13. Anděl, J.: Matematická statistika. SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1985.120.
14. Meiglard, M. C., Civile, G. V., Carr, B. T.: Sensory Evaluation Techniques. CRC Press, Tailor and Francis Group, London, New York, 2006.
15. Dvořák, J., Kellner, V., Čejka, P., Čulík, J., Olšovská, J.: Metodika stanovení pitelnosti piva. *Ve schvalovacím řízení* Certifikovaná metodika, MZE, Úsek potravinářských výrob – Úřad pro potraviny, Odbor bezpečnosti potravin, Těšnov 17, 117 05 Praha 1, 2011.

Recenzovaný článek / Reviewed paper
Do redakce došlo / Manuscript received: 19. 8. 2011
Přijato k publikování / Accepted for publication: 7. 10. 2011