

Faktory ovlivňující perlení šumivých vín

Factors Affecting Effervescence of Sparkling Wines

JITKA ŠNEBERGROVÁ¹, HELENA ČÍŽKOVÁ¹, MICHAL VOLDŘICH¹, VÍTĚZSLAV ŠUHÁJEK²¹ Ústav konzervace potravin, VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6 / Department of Food Preservation, Institute of Chemical Technology, 166 28 Prague 6, Czech Republic² BOHEMIA SEKT, a.s., Smetanova 220, 332 02 Starý Plzenec

e-mail: jitka.snebergrova@vscht.cz

Šnebergrová, J. – Čížková, H. – Voldřich, M. – Šuhájek, V.: Faktory ovlivňující perlení šumivých vín. Kvasny Prum. 58, 2012, č. 6, s. 171–177.

Perlení je jedním ze základních kvalitativních znaků šumivých vín. Cílem studie bylo zhodnotit chemické a chemicko-fyzikální faktory, které ovlivňují kvalitu perlení šumivých vín. Pro sledování těchto vlivů byla vybrána jakostní šumivá vína, převážně z české produkce, vyrobená metodou Charmat. Na základě senzoričského hodnocení jsme nejprve určili optimální stav perlení – dlouhotrvající intenzivní, malé až středně velké bublinky s větším počtem řetízků bublinek. Statistickým zpracováním výsledků senzoričské analýzy vín a analýzy kvalitativních parametrů jsme zjistili, že intenzita perlení a počet řetízků významně souvisí s povrchovým napětím, ovlivňovaným zejména obsahem bílkovin (asimilovatelného dusíku) a těkavých látek. Dalšími parametry, které silně korelují s intenzitou perlení a počtem řetízků, jsou obsah CO_2 a tlak v lahvi.

Šnebergrová, J. – Čížková, H. – Voldřich, M. – Šuhájek, V.: Factors affecting effervescence of sparkling wines. Kvasny Prum. 58, 2012, No. 6, p. 171–177.

Effervescence is one of the essential qualitative characteristics of sparkling wines. The aim of this study was to evaluate chemical and physicochemical factors that affect the quality of effervescence of sparkling wines. High-quality sparkling wines made by Charmat method, mostly from Czech production, had been selected to monitor these effects. Firstly, we determined the optimal state of effervescence on the basis of sensory evaluation – long, intensive, small to medium-sized bubbles with a higher number of bubble chains. Using statistical processing of the sensory analysis results and qualitative parameters analysis we found that the intensity of effervescence and the number of chains are related to surface tension which is affected especially by protein content (assimilable nitrogen) and volatile substances. Other parameters that strongly correlated with the intensity of effervescence and the number of chains were CO_2 content and pressure in the bottle.

Šnebergrová, J. – Čížková, H. – Voldřich, M. – Šuhájek, V.: Die das Funkeln des Sektes beeinflussende Faktoren. Kvasny Prum. 58, 2012, Nr. 6, S. 171–177.

Ein von den Grundqualitativen Parametern des Sektes ist das Funkeln. Der Artikel ist der Auswertung von chemischen- und chemisch-physikalischen Faktoren, die die Funkelnqualität des Sektes beeinflussen, gewidmet. Für die Verfolgung dieser Faktoren wurden die aus vorwiegend tschechischer Produktion durch Anwendung der Charmat Methode hergestellte Weine ausgesucht. Auf Grund der sensorischer Auswertung wurde ein optimaler Funkelnzustand festgestellt – eine langfristig dauernde intensive kleine bis mittlergroße mit mehrerer Blasenkettenzahl. Durch eine statistische Ergebnisauswertung der Weinsensorischen- und Qualitativparameteranalyse wurde es festgestellt, dass die Funkelnintensität und Blasenkettenzahl bedeutend mit der Oberflächenspannung zusammenhängt. Die Oberflächenspannung des Weines wird insbesondere durch den Gehalt an Proteine (der assimilierte Stickstoff) und flüchtigen Stoffe beeinflusst. Weitere die mit Funkelnintensität stark korrelierte Parameter sind Gehalt an CO_2 und Überdruck in der Flasche.

Klíčová slova: šumivé víno, perlení, CO_2 , senzoričská analýza**Keywords:** sparkling wine, effervescence, CO_2 , sensory evaluation

1 ÚVOD

Pěna, řetízky bublinek a korunka jsou charakteristickými znaky šumivého vína, které lze pozorovat po nalití vína do skleničky. Šumivá vína vznikají prvotním kvašením moštu nebo druhotnou fermentací po přidání cukru a kvasinek do hotových tichých vín. Hlavními produkty kvašení jsou oxid uhličitý a alkohol. Víno se během tohoto procesu přírodně sytí vznikajícím endogenním oxidem uhličitým, čímž získává nové specifické vlastnosti – perlivost a šumivost. Další typické senzoričské vlastnosti vznikají díky zrání vína na kvasničných ka-lech (Ribéreau-Gayon et al., 2006, Pozo-Bayón et al., 2009).

Po otevření láhve šumivého vína dojde k porušení termodynamické rovnováhy rozpuštěných molekul oxidu uhličitého. Kapalina nemůže udržet vysoké množství rozpuštěného CO_2 , a proto molekuly plynu začnou z vína unikat. V literatuře (Liger-Belair et al., 2008) je uvedeno, že přibližně 20 % oxidu uhličitého uniká ve formě bublinek a kolem 80 % difuzí povrchem kapaliny. Ze skleničky obsahující 100 ml šampaňského vína unikne až 10 milionů bublinek.

Způsob perlení, jeho intenzita a perzistence, velikost bublinek a počet řetízků jsou základními ukazateli kvality šumivých vín. Perlivost vín je především charakterizována koncentrací a intenzitou vývoje oxidu uhličitého. Konzumenti upřednostňují zejména dlouhotrvající intenzivní perlení, při kterém lze pozorovat větší počet řetízků drobných bublinek (Ribéreau-Gayon et al., 2006). Výrobci šumivých vín jsou si vědo-

1 INTRODUCTION

Foam, bubble chains and a collar are distinctive characteristics of sparkling wine which can all be observed when the wine is poured into a glass. Sparkling wines are produced by the primary alcoholic fermentation of grape must, or the secondary fermentation of base wines with the addition of sugar and yeast. The main products of fermentation are carbon dioxide molecules and alcohol. The wine is naturally saturated by endogenous carbon dioxide which emerges during this process; thereby the wine acquires new specific characteristics – sparkle and effervescence. The other typical sensory characteristics are formed due to the ageing of the wine on yeast lees (Ribéreau-Gayon et al., 2006, Pozo-Bayón et al., 2009).

When a bottle of sparkling wine is uncorked, the thermodynamic equilibrium of dissolved CO_2 molecules is disturbed. The liquid can no longer hold the high levels of dissolved CO_2 molecules, and therefore the gas molecules start to escape from the wine. According to the literature (Liger-Belair et al., 2008), approximately 20 % of CO_2 molecules escape in the form of bubbles and about 80 % by diffusion through the surface of the liquid. The total of up to 10 million bubbles escape from a glass containing 100 ml of champagne.

Essential indicators of the quality of sparkling wines include the mode of effervescence, its intensity and persistence, the size of bubbles and the number of bubble chains. Effervescence is mainly char-

mi, že kvalita perlení hraje důležitou roli v senzoričském hodnocení šumivých vín, z tohoto důvodu se snaží tomuto procesu co nejlépe porozumět a ovládat každý parametr spojený s perlením.

Rychlost uvolňování oxidu uhličitého, a tím i kvalita perlení, je ovlivněna různými faktory. Mezi takové činitele patří zejména rozpustnost oxidu uhličitého a chemické složení vína. Důležitou roli hrají povrchově aktivní látky, které zpomalují shlukování CO_2 do větších bublinek a uvolnění z kapaliny. Jedná se například o dusíkaté látky, vyšší alkoholy, aldehydy a třísloviny (Ribéreau-Gayon et al., 2006). Retence oxidu uhličitého v nápoji by se dala ovlivnit složením kupáže, připravené scelováním dvou a více různých odrůd vín, a následně vedením procesu výroby, přičemž významné změny v chemickém složení se mohou odehrávat i během zrání vína autolýzou kvasinek (Pozo-Bayón et al., 2009, Moreno-Arribas et al., 2000).

Významným faktorem, který značně ovlivňuje kinetiku uvolňování oxidu uhličitého, jsou podmínky a způsob servírování vína. V různých studiích byl zjištěn nižší pokles koncentrace rozpuštěného CO_2 , pokud bylo víno nalito o nižší teplotě (porovnávány teploty 4 °C, 12 °C a 20 °C) (Liger-Belair et al., 2009a), do vysoké a úzké skleničky, tzv. flétny (oproti miskovitému, širšímu tvaru skleniček – tzv. šampaňského poháru) (Liger-Belair et al., 2009b). Ve studii (Liger-Belair et al., 2010a) se porovnávaly dva různé způsoby nalévání vína. Pokud se víno nalávalo do nakloněné sklenice po její stěně (typické pro nalévání piva), uchovalo se větší množství CO_2 , oproti způsobu kdy se víno nalávalo do sklenice přímo shora (typické pro nalévání sektu). Ve studii (Liger-Belair et al., 2010b) byly porovnány dva vzorky šampaňských vín o různé době zrání, přičemž se ukázalo, že CO_2 snadněji uniká z mladšího ročníku vína. Počáteční koncentrace rozpuštěného CO_2 v láhvi byla také rozdílná, jelikož korkový uzávěr nezajišťuje hermetické uzavření a během zrání vína tak dochází k postupným ztrátám CO_2 .

Pokles obsahu CO_2 je v rovnováze s perlením sektu ve sklenici, rovnováha může být pozitivně nebo negativně ovlivněna ne/použitím prostředku s detergentem (přítomné povrchově aktivní látky snižují rychlost perlení, resp. ztrátu oxidu uhličitého) (Liger-Belair, Jeandet, 2003).

Studium vzájemného vztahu mezi chemickým složením kupáže a ideálním perlením konečného produktu bylo vyvoláno zájmem výrobce šumivých vín o tuto problematiku, jelikož studií zabývajících se přímo tímto tématem je dosud nedostatek. Cílem práce bylo zhodnotit vztah mezi průběhem uvolňování oxidu uhličitého z vína a vybranými kvalitativními chemickými a chemicko-fyzikálními parametry v souboru 10 jakostních šumivých vín.

2 MATERIÁL A METODY

Ve studii byla použita jakostní šumivá vína vyrobená metodou Charmat. Vzorky se liší v barvě a obsahu cukru (viz tab. 1). Vzorky označené V1-V7 byly z produkce BOHEMIA SEKT, a.s., Starý Plzeňec, k těmto vzorkům byla zpracována i data o základním složení použité kupáže, vzorky V8-V10 byly zakoupeny v obchodním řetězci. Vína byla analyzována po 2-5 měsících od jejich stáčení.

Běžné analýzy vín (hustota, alkohol, extrakt, redukující cukry, kyselost, pH, též kyseliny, oxid siřičitý, přetlak, kyselina vinná, dras-

acterized by CO_2 concentration and intensity of its formation. Consumers prefer long-lasting, intensive effervescence when a larger number of tiny bubble chains can be observed (Ribéreau-Gayon et al., 2006). Sparkling wines producers are aware of the important role that effervescence quality plays in sensory evaluation of sparkling wines and they therefore try to understand the process as well as possible and control every parameter associated with effervescence.

There are various factors which affect the release rate of carbon dioxide and thus the quality of effervescence. These factors include solubility of carbon dioxide and chemical composition of the wine. Surfactants, such as nitrogen compounds, higher alcohols, aldehydes and tannins, also play an important role as they slow down the process of aggregation of CO_2 into larger bubbles and its release from the liquid (Ribéreau-Gayon et al., 2006). Retention of carbon dioxide in beverages could be influenced by composing a cuvée prepared by blending two or more different wine varieties; or by changing characteristics of the technological process. Significant changes in chemical composition may also occur during wine maturation by yeast autolysis (Pozo-Bayón et al., 2009, Moreno-Arribas et al., 2000).

The kinetics of carbon dioxide release is significantly influenced by the way and the conditions under which the wine is served. Various studies have shown that the reduction of CO_2 concentration is lower, if the wine has a lower temperature (compared temperatures included 4 °C, 12 °C and 20 °C) (Liger-Belair et al., 2009a) and is poured into a long-stemmed glass, called a flute (compared to shallower, wider glasses called champagne coupes) (Liger-Belair et al., 2009b). In another study (Liger-Belair et al., 2010a), two different ways of pouring wine were compared. If the wine was poured along the side of a glass (typical for pouring beer), a larger amount of CO_2 was retained in comparison to the usual way of pouring champagne wine directly into a glass. Two champagne samples with different aging time were compared in the study (Liger-Belair et al., 2010b) which showed that CO_2 escaped more easily from the younger wine. The initial concentration of CO_2 dissolved in the bottle was also different because the cork closure is not hermetically sealed, which leads to a progressive loss of CO_2 during wine ageing.

The decrease of CO_2 is in equilibrium with sparkling of champagne in a glass; the equilibrium can be positively or negatively influenced by non/using a detergent (the presence of a surfactant decreases the rate of sparkle or the loss of carbon dioxide) (Liger-Belair, Jeandet, 2003).

Study of the relationship between the chemical composition of the cuvée and optimal sparkling of the final product was based on interest of sparkling wine producers in this issue because of the lack of studies addressing this topic. The aim of this study was to assess the relationship between the course of the carbon dioxide release from the wine and selected qualitative chemical and physicochemical parameters in a set of 10 high-quality sparkling wines.

2 MATERIALS AND METHODS

High-quality sparkling wines produced by Charmat method were used in the study. Samples varied in colour and content of sugar (Tab. 1). The V1-V7 samples were produced by BOHEMIA SEKT,

Tab. 1 Charakteristika vzorků vín podle obsahu cukru a barvy / Classification of wine samples according to their sugar content and colour

Označení vzorků / Identification of samples	Rozdělení vzorků podle obsahu cukru / Classification of samples according to sugar content	Barva vína / Wine colour
V1	demi sec	bílé / white
V2	demi sec	bílé / white
V3	sec	bílé / white
V4	brut	bílé / white
V5	demi sec	růžové / rosé
V6	demi sec	červené / red
V7	brut	Blanc de Noirs
V8	brut	bílé / white
V9	demi sec	Blanc de blancs
V10	brut	bílé / white

lík, železo, měď, oxid uhličitý, polyfenoly) byly provedeny podle metodiky popsané v Nařízení komise (EHS) č. 2676/90. Asimilovatelný dusík byl stanoven potenciometrickou titrací na automatickém titrátoru (DL 22, Food&Beverage Analyzer, Mettler-Toledo). Do titračního kelímku bylo odpipetováno 50 ml odplyněného vzorku vína, přidalo se 30 ml destilované vody a 3 ml roztoku 1 mol/l hydroxidu sodného (PENTA, Chrudim). Kelímek byl umístěn do držáku titrátoru, byla vložena kombinovaná skleněná pH elektroda (DM 115-SC, Mettler-Toledo) a vzorek byl upraven roztokem 0,1 mol/l hydroxidu sodného (PENTA, Chrudim) přesně na hodnotu pH 8,1. Za stálého míchání bylo přidáno 25 ml vodného roztoku 36–38% formaldehydu (PENTA, Chrudim) o pH 8,1. Vzorek se nechal 1 minutu ustát a pak za stálého míchání byl titrován roztokem 0,1 mol/l hydroxidu sodného do pH 8,1. Výsledná hodnota formolového čísla byla stanovena jako průměr tří paralelních stanovení. Těkavé látky byly izolovány metodou HS-SPME na vlákno (50/30 µm, DVB/CAR/PDMS, Sigma Aldrich) a stanoveny s vnitřním standardem 1-oktanol (Lachema, Brno) pomocí GC/MS analýzy (Agilent technologies 6890N Network GC Systém s hmotnostním detektorem). Povrchové napětí bylo stanoveno metodou zavěšené kapky na tenziometru CAM 200 (KSV Instruments) (metodika An: 2008).

Vína byla senzoricky hodnocena deseti proškolenými hodnotiteli ve dvou kolech. Každé víno bylo hodnoceno jednou. Vína byla chlazená v lednici (4 °C), servírovací teplota byla 10 ± 2 °C, nalévána byla vždy stejným postupem do 100 ml skleniček s vyrytým dnem. Skleničky byly předtím vymyty horkou vodou bez použití detergentů, vypláchnuty destilovanou vodou o laboratorní teplotě a uloženy dnem vzhůru k vysušení. Pro senzorické posuzování jakostních znaků vín byla vybrána stupnicová metoda (grafická strukturovaná stupnice). Ze znaků souvisejících přímo s kvalitou perlení se po 1. a 10. minutě od nalití vína do skleničky hodnotila intenzita perlení, počet řetízků a velikost bublinek. Z dalších znaků byla ihned po nalití vína hodnocena kvalita a stálost pěny a kvalita korunky.

Jako metoda objektivního hodnocení rychlosti perlení byla využita metoda, při které se sleduje hmotnostní úbytek šumivého vína ve skleničce po nalití z láhve v pravidelných časových intervalech (Liger-Belair, Jeandet, 2003), v našem případě po dobu 10 minut. Láhve se vzorky byly před otevřením podchlazovány, průměrná počáteční teplota nalitého vína byla 7 °C. Pokles hmotnosti vín byl sledován při laboratorní teplotě, teplota vína se postupně zvyšovala (průměrně po 10 min od nalití o 3,4 °C).

Korelační koeficienty byly vypočítány statistickým programem Microsoft Office Excel 2007.

3 VÝSLEDKY A DISKUSE

3.1 Kvalitativní parametry šumivých vín

Pro experimentální měření byla vybrána jakostní šumivá vína vyrobená metodou Charmat. U souboru vzorků byly stanoveny základní parametry chemického složení vín, které se běžně měří při výstupní kontrole finálního produktu. Základní kvalitativní parametry byly rovněž stanoveny v kupáži jednotlivých šarží, z kterých byla šumivá vína (vzorky V1-V7) vyrobena. Podle literatury jsme rovněž změřili další parametry potenciálně ovlivňující perlení šumivých vín (povrchové napětí, obsah polyfenolů, asimilovatelného dusíku, těkavých látek). Rozsah jednotlivých veličin, průměrná hodnota a medián pro kupáž a hotový produkt jsou shrnuty v *tab. 2*.

3.2 Senzorické hodnocení

Senzorickou analýzou se vedle vzhledu, barvy, vůně a chuti hodnotí kvalitativní znaky perlení. Smyslové požadavky na jakost šumivého vína jsou uvedeny ve vyhlášce 323/2004 Sb. v platném znění. Podle této vyhlášky je vyžadováno, aby jakostní šumivé víno vykazovalo intenzivní, jemné dlouhotrvající perlení. Naopak jako vada perlení se považuje víno bez perlení, slabé perlení vykazující známky tíchého vína, nebo hrubé, krátkotrvající perlení.

V grafu (*obr. 1*) jsou zaznamenány výsledky kvality počáteční pěny, její stálosti a kvality korunky hodnocené ihned po nalití vína do skleničky, velikost bublinek a počet řetízků po 1. minutě a intenzita perlení po 1. a 10. minutě od nalití, přičemž 10 bodů by bylo přiřazeno vínu s ideálními parametry. Senzorickým hodnocením těchto jakostních znaků perlení byly zjištěny značné rozdíly mezi jednotlivými vzorky vín. Optimální stav perlení by se dal popsat jako dlouhotrvající intenzivní perlení, malé až středně velké bublinky s větším počtem řetízků bublinek. Tomuto optimálnímu stavu z hodnocených vín nejlépe odpovídal vzorek V3 (BOHEMIA SEKT sec), u kterého byla

a.s., Starý Plzenec, and for these we also include data on the basic composition of the cuvee; the V8-V10 samples were purchased in commercial chain stores. The wines were analyzed after 2-5 months of bottling.

Routine analysis of wines (density, alcohol, extract, reducing sugars, acidity, pH, volatile acids, carbon dioxide, pressure, tartaric acid, potassium, iron, copper, sulfur dioxide, polyphenols) were performed according to the methodology described in Commission Regulation (EEC) No 2676/90. Assimilable nitrogen was determined by potentiometric titration with an automatic titration unit (DL 22, Food & Beverage Analyzer, Mettler Toledo). The 50 ml of degassed wine sample was pipetted into a polypropylene beaker; the 30 ml of distilled water and 3 ml of 1 M sodium hydroxide (PENTA, Chrudim) was added. The beaker was placed into the holder of titrator, a combined glass pH electrode (Mettler-Toledo DM 115-SC) was inserted and the sample solution was adjusted to pH 8.1 with 0.1 M sodium hydroxide (PENTA, Chrudim), following addition of 25 ml of a 36 to 38 % formaldehyde solution (PENTA, Chrudim) (pH 8.1). The sample was after 1 minute titrated with 0.1 M sodium hydroxide to pH 8.1. The resulting value was determined as the average of three parallel determinations. Volatile compounds were isolated by HS-SPME on fiber (50/30 µm, DVB / CAR / PDMS, Sigma Aldrich) and determined with an internal standard 1-octanol (Lachema, Brno) by GC / MS analysis (Agilent Technologies 6890N Network GC system with a mass detector). Surface tension was determined by the technique of pendant drop by tensiometer CAM 200 (KSV Instruments) (Anonymus: 2008).

The wine samples were assessed by ten trained assessors in two rounds. Each wine was assessed once. The wines were chilled in a refrigerator (4 °C); the serving temperature was 10 ± 2 °C, the wines were always poured by the same procedure into 100 ml glasses with an engraved bottom. Prior to the tasting, the glasses were washed with hot water without detergent, rinsed with distilled water at room temperature and stored upside down to dry. The scale method (structured graphical scale) was used for sensory assessment of wine quality characteristics. The characteristics which directly relate to the quality of effervescence such as its intensity, the number of bubble chains and the size of bubbles, were assessed 1 minute and 10 minutes after pouring the wine samples into glasses. Immediately after pouring the wine into the glasses, other wine characteristics were assessed, namely the quality and stability of the foam and the collar quality.

To objectively evaluate the rate of sparkle, it was used the method which monitors at regular intervals (in our study 10 minutes) the weight decrease of sparkling wine in a glass after it has been poured (Liger-Belair, Jeandet, 2003). Before opening, the bottles with the samples were subcooled; the average initial temperature of the poured wine was 7 °C. The weight decrease of the wine was monitored at room temperature; the temperature of the wine gradually increased (on average by about 3.4 °C after 10 min from pouring).

Correlation coefficients were calculated using of statistical program Microsoft Office Excel 2007.

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Qualitative characteristics of sparkling wines

High-quality sparkling wines produced by Charmat method were selected for the experimental measurements. First, we determined basic parameters of chemical composition of wines that are commonly measured during the inspection of final products. Basic qualitative parameters were also determined for each batch of the cuvee from which the respective sparkling wines were produced (samples V1-V7). We also searched in literature and subsequently measured other parameters which potentially affect effervescence of sparkling wines (such as surface tension, polyphenol content, assimilable nitrogen, volatile compounds). Range of parameters, average values and medians for the cuvees and the final products are summarized in *Tab. 2*.

3.2 Sensory evaluation

In addition to appearance of wine, its color, smell and taste; sensory analysis assesses qualitative characteristics of effervescence. Sensory requirements for the quality of sparkling wines are included in Decree no. 323/2004 Coll. as amended. This decree requires that effervescence of high-quality sparkling wines should be intense, fine and long-lasting. On the contrary, if sparkling wine has coarse, short-

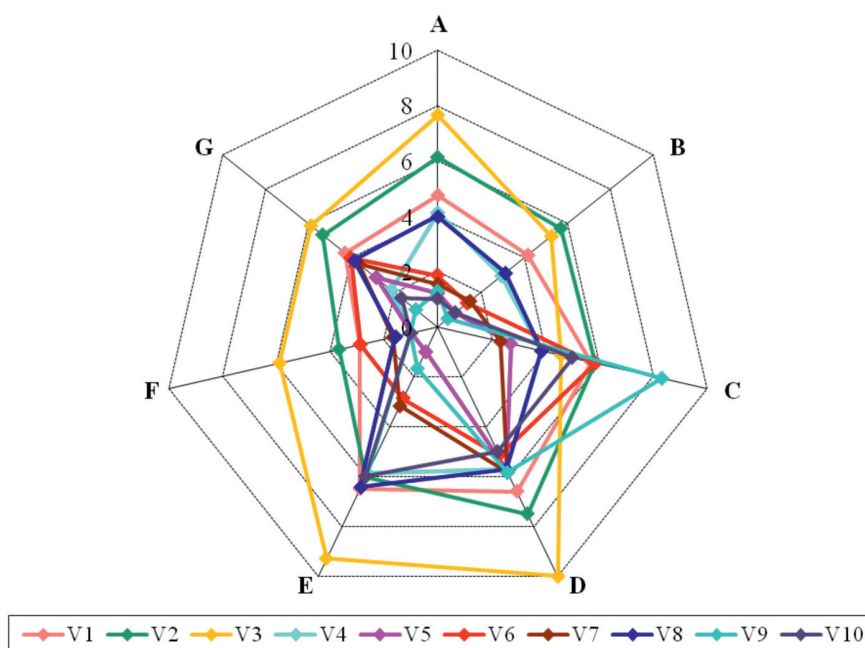
zjištěna i nejlepší kvalita počáteční pěny a korunky, tzn. bohatá pěna pokrývající celou hladinu sklenice, poměrně stálá, silná korunka. Mezi vína s velmi dobrou kvalitou perlení by se daly zařadit vzorky V1 a V2 (oba BOHEMIA SEKT demi sec), s průměrnou kvalitou např. vína V8 (Tarapaca) a V4 (BOHEMIA SEKT brut), naopak s podprůměrnou vzorek V10 (Saint Croix). Na druhou stranu, žádný vzorek neměl natolik slabé perlení, že by se šumivé víno dalo kvalifikovat jako víno s defektem, bez perlení.

lasting sparkle or no sparkle at all it is considered to be an effervescence defect.

Fig. 1 shows the assessment results of the initial foam quality and its stability and the quality of the collar assessed immediately after pouring the wine into glasses, the size of the bubbles and the number of the bubble chains after 1 minute and the intensity of effervescence after 1 minute and 10 minutes after pouring. 10 points would be assigned to the wine with optimal parameters. The sensory evaluation

Obr. 1 Hvězdicový graf parametrů senzorickeho hodnocení. Hodnota 10 odpovídá ideálnímu stavu parametru a 0 naopak nejhoršímu stavu / Fig. 1 Star plot of sensory evaluation parameter. Value 10 corresponds to the optimal state of a parameter and 0 to the worst state

A – Intenzita perlení po 1. minutě, B – Intenzita perlení po 10. minutě, C – Velikost bublin, D – Počet řetízků, E – Počáteční pěna, F – Perzistence pěny, G – Kvalita korunky / A – Intensity of effervescence after 1 minute, B – Intensity of effervescence after 10 minutes, C – Bubble size, D – Number of chains, E – Initial foam, F – Persistence of foam, G – Collar quality



Tab. 2 Základní kvalitativní parametry vzorků vín a odpovídající kupáže / Basic qualitative characteristics of the wine samples and their respective cuveé

	Kupáž / Cuvée (n=7)			Hotový výrobek / Final product (n=10)		
	Rozsah / Range	Průměr / Mean	Medián / Median	Rozsah / Range	Průměr / Mean	Medián / Median
Hustota při 20 °C / Density at 20°C (g/dm ³)	993.0–994.2	993.6	993.6	994.5–1007.1	1001.4	1000.1
Alkohol při 20 °C (obj. %) / Alcohol at 20°C (% vol.)	10.0–12.1	10.8	10.6	11.1–12.5	11.5	11.3
Extrakt celkový / Total extract (g/l)	18.5–26.1	20.6	19.3	27.1–57.4	43.2	39.1
Extrakt bezcukerný / Sugar free extract (g/l)	17.1–24.7	19.1	18	10.5–50.3	19.7	16.3
Redukující cukry / Reducing sugars (g/l)	1.3–1.9	1.5	1.4	4.8–40.7	23.4	18.2
Kyselost / Total acidity (g/l)	5.8–6.7	6.1	6.1	5.2–7.0	5.8	5.6
pH	2.88–3.30	3.16	3.15	3.14–3.48	3.3	3.23
Těkavé kyseliny / Volatile acidity (g/l)	0.32–0.79	0.41	0.35	0.20–0.63	0.42	0.41
SO ₂ volný / Free SO ₂ (mg/l)	17–34	21	19	4–39	28	37
SO ₂ veškerý / Total SO ₂ (mg/l)	106–134	119	121	57–201	152	178
Přetlak při 20 °C / Preassure at 20°C (MPa)	–	–	–	0.35–0.55	0.47	0.48
CO ₂ (g/l)	–	–	–	6.4–9.0	8	8.2
Polyfenoly / Polyphenols (mg/l)	109.9–200.1	144.8	169.7	179.1–1092.8	336.2	240.6
Asimilovatelný dusík / Assimilable nitrogen (mg/l)	48.2–111.7	65.5	51	36.0–95.0	61.6	48.1
Těkavé látky / Volatile compounds (mg/l)	–	–	–	1.72–22.45	8.71	4.19
Povrchové napětí / Surface tension (mN/m)	–	–	–	45.7–53.1	49.8	50
Kyselina vinná / Tartaric acid (g/l)	2.1–3.1	2.8	2.7	–	–	–
Draslík / Potassium (mg/l)	610.8–942.3	728.6	694.9	–	–	–
Železo / Iron (mg/l)	1.85–9.52	5.21	4.79	–	–	–
Měď / Copper (mg/l)	0.097–0.534	0.231	0.17	–	–	–

3.3 Návrh metod objektivního hodnocení perlení

Senzorické hodnocení perlení vína je zatíženo subjektivními postoji hodnotitelů více než u jiných vlastností, jako je vzhled, barva, vůně a chuť. Senzorické hodnocení musí být proto prováděno zkušenými posuzovateli, v opačném případě jsou výsledky posuzování nekonzistentní. Proto byly v průběhu let hledány způsoby objektivního hodnocení perlení a faktorů nebo projevů, které s perlením souvisí. Pro určení rychlosti uvolňování rozpuštěného oxidu uhličitého v šumivých vínech lze sledovat průběh změn hmotnosti vína s postupným uvolňováním obsahu oxidu uhličitého (Liger-Belair et al., 2009a). Průběh hmotnostních křivek je pouze jedním z parametrů, protože nevypovídá dostatečně o charakteru perlení, jak bublinky řetízkuji, jakou mají velikost, v kolika nukleačních bodech dochází k jejich tvorbě. Podobně byly testovány další techniky, například sledování a počítání bublinek šumivého vína pouhým okem, které je ovšem omezeno lidskou schopností počítat s požadovanou přesností při vysoké frekvenci perlení. Dalším pokusem bylo zaznamenávání a vyhodnocování zvuků bublinek praskajících na hladině, kdy počítáním byla z nahraných dat určena frekvence vznikajících bublinek. Tato metoda se ovšem ukázala být problematická u nápojů, u kterých se na povrchu vytváří pěna. Analýza obrazu je další možností pro určení frekvence uvolňujících se bublinek oxidu uhličitého. Metoda je založená na snímání určitého řetízku bublinek (z jednoho nukleačního místa) pomocí digitálního fotoaparátu nebo kamery (Lynch, Bamforth, 2002).

V této práci jsme pro kvantifikaci stupně perlení použili metodu, při které se v průběhu času zaznamenává hmotnostní úbytek šumivého vína po nalití do skleničky. Pokles hmotnosti vína je přitom důsledkem dvou jevů – odpařování složek vína (max. 5% po 10 minutách) a postupného uvolňování molekul CO_2 z přesycené kapaliny (Liger-Belair et al., 2009a). Úbytek hmotnosti je ovšem pouze relativní, jelikož nezohledňuje výchozí obsah oxidu uhličitého ve víně, který byl u jednotlivých vzorků rozdílný (v rozsahu od 6,4 g/l až 9,0 g/l). Na obr. 2 jsou výsledky vyjádřeny jako procentuální pokles hmotnosti vína po 10 min od jeho nalití. Nejmenší hmotnostní úbytek byl zaznamenán u vzorku V9 (J. P. Chenet), naopak nejvyšší u vzorku V8 (Tarapaca).

3.4 Korelace výsledků kvalitativních parametrů

Pokud by výrobci šumivých vín chtěli dosáhnout ideálního perlení ve svém konečném produktu, měli by vybírat vína určená pro přípravu kupáže nejen na základě senzorických vlastností, ale rovněž se zaměřit na parametry chemického složení vín, které by předurčily lepší kvalitu perlení. Zároveň je potřeba chápat perlení jako komplexní jev, který závisí na vyváženosti zastoupení různých parametrů.

of these quality characteristics revealed significant differences between the wine samples. The optimal state of effervescence could be described as long, intensive, with small to medium-sized bubbles with a higher number of bubble chains. The assessed sample V3 (BOHEMIA SEKT sec) complied with this optimal state; it also had the best quality of its initial foam and collar, i.e. abundant foam covering the whole glass surface, and a relatively stable, thick collar. The V1 and V2 samples (both BOHEMIA SEKT demi sec) can be classified as wines with very good quality of effervescence, the samples V8 (Tarapaca) and V4 (Bohemia Sekt Brut) with average quality, and the sample V10 (St. Croix) with poor quality of effervescence. No sample, however, sparkled so weak that the sparkling wine had to be qualified as wine with a defect, without sparkle.

3.3 Proposed methods for objective evaluation of effervescence

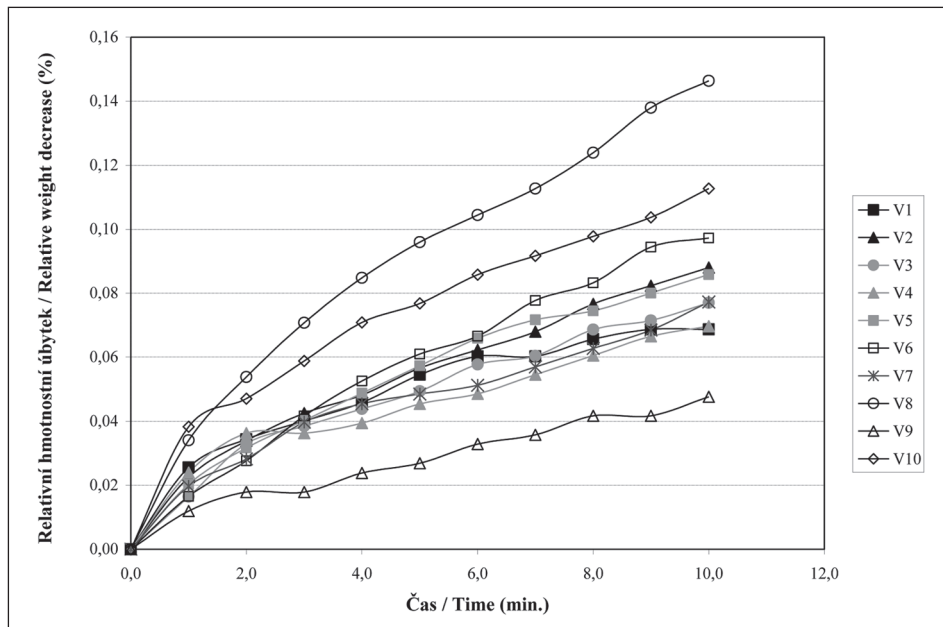
Sensory evaluation of wine effervescence is influenced by subjective attitudes of evaluators more than other characteristics such as appearance, colour, smell and taste. Sensory evaluation has to be carried out by experienced judges; otherwise the results would be inconsistent. Researchers have, therefore, over the years looked for means of objective evaluation of effervescence and factors or manifestations relating to sparkling. To determine the release rate of dissolved carbon dioxide in sparkling wines we can monitor how the weight of the wine changes, as the carbon dioxide is gradually being released (Liger-Belair, Jeandet, 2003). The progress of weight curves is, however, only one of the parameters, because it does not sufficiently reflect the character of effervescence, how the bubbles form chains, what size they are, in how many nucleation points they are formed. Similarly, other techniques have been tested, such as monitoring and counting bubbles in sparkling wines with the naked eye, but this was limited by human ability to count accurately the high frequency of sparkling. Another attempt was to record and analyze the sound of bubbles bursting on the surface and later determine from the recorded data the frequency of emerging bubbles. This method, however, proved problematic for beverages where foam is formed on the surface. Image analysis is another option to determine the frequency of emerging bubbles of carbon dioxide. The method is based on scanning bubble chains (from one nucleation point) using a digital camera or a video camera. (Lynch, Bamforth, 2002).

To quantify the degree of sparkle in our study, we monitored the gradual weight decrease of the sparkling wine in a glass during the course of time after it has been poured. Weight decrease is the result of two phenomena – evaporation of wine components (up to 5% after 10 minutes) and progressive release of CO_2 molecules from the supersaturated liquid (Liger-Belair, Jeandet, 2003). The decrease is only relative, however, as the initial content of carbon dioxide in the wine, which was different for each sample (ranging from 6.4 g/l to 9.0 g/l), is not taken into account. The Fig. 2 shows the results expressed as a percentage of the weight decrease of the wine after 10 minutes from pouring samples into glasses. We saw the lowest weight decrease in the V9 sample (J. P. Chenet), while the highest in the V8 sample (Tarapaca).

3.4 Correlation of the qualitative parameters results

If sparkling wines producers intend to achieve optimal effervescence of their final product, they need to choose wines for cuvée preparation not only on the basis of their sensory properties, but also take into consideration chemical composition of the wines, which would predetermine better quality of effervescence. It is also necessary to understand effervescence as a complex phenomenon which depends on the equilibrium of various parameters. Statistical processing of the results of the sparkling wines sensory analysis and qualitative parameters analysis of cuvées (the samples V1-V7) showed that intensity of effervescence is affected by the content of

Obr. 2 Hmotnostní úbytek v prvních 10 minutách od nalití vzorků vín do skleničky / Fig 2 Weight decrease of the wine samples in the first 10 minutes after pouring into glasses



Statistickým vyhodnocením výsledků senzorické analýzy vín a analýzy kvalitativních parametrů kupáže (vzorky V1–V7) bylo zjištěno, že intenzita perlení je ovlivněna obsahem polyfenolů ($r = -0,91$), draslíku ($r = -0,82$) a mědi ($r = -0,74$) a celkovým extraktem ($r = -0,67$).

Korelace vybraných parametrů souvisejících s perlením a výsledky analýzy kvalitativních parametrů vín jsou shrnuty v tabulce (tab. 3). Z těchto výsledků je patrné, že na optimální stav perlení šumivých vín má vliv celý soubor parametrů. Perlení vína je dané koncentrací a intenzitou vývoje oxidu uhličitého (Ribéreau-Gayon et al., 2006), což potvrdila silná korelace mezi intenzitou perlení a obsahem oxidu uhličitého. Jako významný parametr ovlivňující perlení se jeví povrchové napětí, které je ovlivněno některými parametry chemického složení – obsahem asimilovatelného dusíku ($r = 0,82$) a těkavých látek ($r = 0,61$). Nepřímou úměrnou závislost byla zjištěna mezi povrchovým napětím a intenzitou perlení a počtem řetízků. Intenzita perlení a počet řetízků rovněž silně korelují s obsahem CO_2 , přetlakem a asimilovatelným dusíkem, počet řetízků je přímo úměrný obsahu oxidu siřičitého. Velikost bublinek silně koreluje s hustotou a celkovým extraktem. Pokud byla korelační matice vyhodnocena pouze u sedmi vzorků z produkce BOHEMIA SEKT, a.s., byla získána těsnější korelace mezi intenzitou perlení po 10 min a kyselostí ($r = 0,94$) a těkavými kyselinami ($r = -0,74$).

4 ZÁVĚR

S ohledem na malý počet analyzovaných vzorků nelze níže uvedeně závěry zcela generalizovat. Předložená studie měla za cíl vytipovat ze širokého souboru analytů ty, které mají významný vliv na perlení konkrétních výrobků. Perlení šumivých vín je dané koncentrací a intenzitou vývoje oxidu uhličitého, tento fakt byl potvrzen silnou korelací mezi intenzitou perlení a obsahem oxidu uhličitého ($r = -0,67$).

Statistickým hodnocením bylo zjištěno, že intenzita perlení a počet řetízků významně souvisí s povrchovým napětím, ovlivňovaným zejména obsahem bílkovin (asimilovatelného dusíku) a těkavých látek.

Pokud by se měla míra perlení ovlivnit výběrem vín pro kupáž s konkrétními parametry, pak by se měli výrobci zaměřit zejména na obsah polyfenolů ($r = -0,91$).

Hmotnostní úbytek CO_2 ne vždy zcela koreluje s optimálním senzorickým vjemem perlení, je důležité najít rovnováhu mezi hmotnostním úbytkem a kvalitou vizuálního senzorického vjemu perlení.

polyphenol ($r = -0,91$), potassium ($r = -0,82$) and copper ($r = -0,74$) and by total extract ($r = -0,67$).

Correlation of selected parameters related to effervescence and results of the wines quality parameters analysis are summarized in Tab. 3. From these results it is evident that optimal state of sparkling wines effervescence is influenced by an entire set of different parameters. Effervescence was affected by concentration of CO_2 and intensity of its formation (Ribéreau-Gayon et al., 2006), which was confirmed by the strong correlation found between the intensity of effervescence and the content of carbon dioxide. Another important parameter influencing effervescence was surface tension which depends on chemical composition – content of assimilable nitrogen ($r = 0,82$) and volatile compounds ($r = 0,61$). An indirect correlation was found between the surface tension and the intensity of effervescence and the number of bubble chains. The effervescence intensity and the number of bubble chains also strongly correlated with the content of CO_2 , pressure and the amount of assimilable nitrogen; the number of bubble chains was directly proportional to the sulphur dioxide content. The size of bubbles strongly correlated with the density and the total extract. If the correlation matrix only took into account the seven samples produced by BOHEMIA SEKT, a.s. a stronger correlation would be obtained between effervescence intensity after 10 minutes and acidity ($r = 0,94$) and volatile acids content ($r = -0,74$).

4 CONCLUSIONS

With regard to the small number of analyzed samples, the following conclusions cannot be completely generalized. The aim of this study was to select those analytes from a broad set which had a significant impact on the effervescence of the specific products. Effervescence of sparkling wines depends on concentration of carbon dioxide and intensity of its formation. This fact was confirmed by finding a strong correlation between the effervescence intensity and the content of carbon dioxide ($r = -0,67$).

Using statistical processing it was found that the effervescence intensity and the number of bubble chains strongly correlated with the surface tension which is mainly affected by the content of proteins (assimilable nitrogen) and volatile compounds.

Provided that the cuvées composition influence the effervescence of final wine, then sparkling wines producers should mainly focus on the content of polyphenols ($r = -0,91$).

Tab. 3 Korelace senzorického hodnocení s kvalitativními parametry ($n = 10$) / Correlation between results of sensorial evaluation and qualitative parameters ($n = 10$)

	Intenzita perlení po 1. min / Intensity of effervescence after 1 minute	Intenzita perlení po 10. min / Intensity of efferves- cence after 10 minutes	Velikost bublinek / Size of bubbles	Počet řetízků / Number of bubble chains
Povrchové napětí / Surface tension	-0.75	-0.67	-0.08	-0.63
CO_2	0.83	0.83	0.17	0.59
Přetlak / Pressure	0.79	0.80	0.26	0.59
Polyfenoly / Polyphenols	-0.28	-0.28	0.25	-0.23
Asimilovatelný dusík / Assimilable nitrogen	-0.59	-0.58	-0.16	-0.68
Těkavé látky / Volatile compounds	-0.30	-0.23	0.02	-0.44
Hustota / Density	0.03	0.08	0.71	0.29
Alkohol / Alcohol	-0.10	-0.16	-0.07	-0.52
Extrakt celkový / Total extract	0.02	0.07	0.73	0.24
Extrakt bezcukerný / Sugar free extract	-0.26	-0.34	0.33	-0.25
Cukr / Sugars	0.22	0.32	0.45	0.42
Kyselost / Acidity	0.05	0.05	0.12	-0.36
pH	-0.12	-0.17	-0.06	-0.08
Těkavé kyseliny / Volatile acids	-0.26	-0.26	-0.38	-0.19
SO_2 volný / Free SO_2	0.38	0.42	-0.05	0.60
SO_2 veškerý / Total SO_2	0.39	0.41	-0.15	0.69

Tučně: korelace významná na hladině $\alpha = 0,05$ / Bold: correlation significant on the level $\alpha = 0,05$

Poděkování

Tato práce byla financována z účelové podpory na specifický výzkum (MŠMT č. 21/2012) a z podpory projektu MZe Q191B283.

Weight decrease of CO₂ does not always correlate with the optimal sensory perception of effervescence, it is important to find a balance between the weight decrease and the quality of visual sensory evaluation of effervescence.

Acknowledgements

Financial support was from Specific University Research (MSMT No. 21/2012) and from MZe Q191B283.

Literatura / References

- Anonymous, 2008: Operační manuál k přístroji KSV CAM101, KSV Instruments, revision 2.1.
- Liger-Belair, G., Jeandet, P., 2003: More on the surface state of expanding champagne bubbles rising at intermediate Reynolds and high Peclet Numbers. *Langmuir*, **19**: 801–808.
- Liger-Belair, G., Polidori, G., Jeandet, P., 2008: Recent advances in the science of champagne bubbles. *Chem. Soc. Rev.*, **37**: 2490–2511.
- Liger-Belair, G., Villaume, S., Cilindre, C., Jeandet, P., 2009a: Kinetics of CO₂ fluxes outgassing from champagne glasses in tasting conditions: The role of temperature. *J. Agric. Food Chem.*, **57**: 1997–2003.
- Liger-Belair, G., Villaume, S., Cilindre, C., Polidori, G., Jeandet, P., 2009b: CO₂ volume fluxes outgassing from champagne glasses in tasting conditions: flute versus coupe. *J. Agric. Food Chem.*, **57**: 4939–4947.
- Liger-Belair, G., Bourget, M., Villaume, S., Jeandet, P., Pron, H., Polidori, G., 2010a: On the losses of dissolved CO₂ during champagne serving. *J. Agric. Food Chem.*, **58**: 8768–8775.
- Liger-Belair, G., Villaume, S., Cilindre, C., Jeandet, P., 2010b: CO₂ volume fluxes outgassing from champagne glasses: The impact of champagne ageing. *Anal. Chim. Acta*, **660**: 29–34.

- Lynch, D. M., Bamforth, C. W.: Measurement and characterization of bubble nucleation in beer. *J. Food Sci.*, **67**, 2002: 2696–2701.
- Moreno-Arribas, V., Pueyo, E., Nieto, F. J., Martín-Álvarez, P. J., Polo, M. C., 2000: Influence of polysaccharides and the nitrogen compounds on foaming properties of sparkling wines. *Food Chem.*, **70**: 309–317.
- Nařízení komise (EHS) č. 2676/90 ze dne 17. září 1990, kterým se stanoví metody Společenství používané pro rozbory vín.
- Pozo-Bayón, M. A., Martínez-Rodríguez, A., Pueyo, E., Moreno-Arribas, M. V., 2009: Chemical and biochemical features involved in sparkling wine production: from a traditional to an improved wine-making technology. *Trends Food Sci. Technol.*, **20**: 289–299.
- Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Doneche, B., Lonvaud, A., 2006: Handbook of enology, Volume 1, The Microbiology of Wine and Vinifications, 2nd Edition. John Wiley & Sons, Ltd. ISBN: 0-470-01034-7.
- Vyhláška 323/2004 Sb. v platném znění ze dne 5. května 2004, kterou se provádějí některá ustanovení zákona o vinohradnictví a vinařství.

Recenzovaný článek / Reviewed paper

Do redakce došlo / Manuscript received: 15. 3. 2012

Přijato k publikování / Accepted for publication: 4. 5. 2012



JEČMENÁŘSKÁ ROČENKA 2012

vyšla 13. června

ISBN 978-80-86576-55-8

Vázaná, A6, 346 stran

Cena: 180 Kč včetně DPH

Čtrnáctý ročník ročenky určené zejména odborníkům v pivovarství a sladařství i šlechtitelům pivovarského ječmene.

Ročenka přináší:

- informace o pěstebních lokalitách, výnosech a vlivu ošetření na vlastnosti ječmene jarního i ozimého
- popis pivovarských odrůd ječmene
- podrobné tabulky exportu a importu ječmene a sladu
- publikaci o jakosti ječmene ze sklizně 2011
- adresář udržovatelů registrovaných odrůd, sladoven v ČR a SR a zkušebních stanovišť
- kompletní metodiku zkoušek užitné hodnoty ječmene publikovanou ÚKZÚZ

Celý text ročenky je v českém i anglickém jazyce.

Ročenku lze objednat:

VÚPS, a.s., Sladařský ústav, Brno

Yvona Baumgartnerová

tel. 545 214 110, l. 33

baumgartnerova@beerresearch.cz

VÚPS, a.s., Kvasný průmysl, Praha

Irena Boudová

224 900 146

boudova@beerresearch.cz