

## Hodnocení obsahu $\alpha$ - a $\beta$ - hořkých kyselin českých a moravských chmelů ze sklizně 2012

### *The Evaluation of $\alpha$ - and $\beta$ - Bitter Acid Contents of Czech and Moravian Hops from the 2012 Harvest*

Alexandr MIKYŠKA, Marie JURKOVÁ

Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., Lípová 15, 120 44 Praha 2 / Research Institute of Brewing and Malting Plc, Lípová 15, 120 44 Praha 2

e-mail: mikyska@beerresearch.cz

Recenzovaný článek / Reviewed paper

**Mikyška, A. – Jurková, M.: Hodnocení obsahu  $\alpha$ - a  $\beta$ - hořkých kyselin českých a moravských chmelů ze sklizně 2012.** Kvasny Prum. 59, 2013, č. 4, s. 92–99.

Byl vyhodnocen obsah  $\alpha$ - a  $\beta$ - hořkých kyselin chmele sklizeného v České republice v roce 2012. Odběrní mapa zahrnuje všechny tři pěstební oblasti – Žateckou (77,8 % ploch chmelnic v ČR), Ústeckou oblast (10,8 %) a Tršickou oblast (11,5 %). ŽPČ byl pěstován na 87,2 % sklizňových ploch chmelnic, Sládek na 5,5 %, Premiant na 5,2 % a Agnus na 1,2 % ploch. Vzorky chmele byly analyzovány metodou EBC 7.7 (HPLC) a výsledky jsou udány v % hmotnostních v sušině. Průměrná hodnota obsahu hořkých kyselin odrůdy ŽPČ v České republice byla  $\alpha$  = 4,12 % (Žatecká oblast 4,21 %, Ústecká oblast 4,04 %, Tršická oblast 3,84 %),  $\beta$  = 4,75 %. Hodnota  $\alpha$ -hořkých kyselin byla o 0,08 % nižší v porovnání s rokem 2011 a o 0,45 % vyšší v porovnání s průměrem za 19 let. Obsah  $\beta$ -hořkých kyselin byl o 0,38 % nižší v porovnání s rokem 2011 a prakticky shodný s dlouhodobým průměrem. Průměrná hodnota obsahu hořkých kyselin odrůdy Sládek v ČR byla  $\alpha$  = 6,98 %,  $\beta$  = 5,24 %, hodnota  $\alpha$ -hořkých kyselin byla nižší oproti sklizni 2011 o 1,24 % a prakticky shodná s průměrem za 9 let. Hodnota hořkých kyselin odrůdy Premiant byla  $\alpha$  = 8,85 %,  $\beta$  = 5,12 %. Hodnota  $\alpha$ -hořkých kyselin byla v porovnání se sklizní 2011 a s průměrem za 9 let o 1,23 % respektive 0,78 % nižší. Průměrná hodnota obsahu hořkých kyselin odrůdy Agnus byla  $\alpha$  = 12,06 %,  $\beta$  = 6,01 %. Hodnota  $\alpha$ -hořkých kyselin byla o 1,07 % vyšší oproti sklizni 2011.

**Mikyška, A. – Jurková, M.: The evaluation of  $\alpha$ - and  $\beta$ - bitter acid contents of Czech and Moravian hops from the 2012 harvest.** Kvasny Prum. 59, 2013, No. 4, p. 92–99.

The contents of  $\alpha$ - and  $\beta$ - bitter acids from hops harvested in the Czech Republic in 2012 have been evaluated. The sampling was done in all three growing areas – Žatec (77.8% of the hop yard areas in the Czech Republic), Ústěk (10.8%) and Tršice (11.5%). The Saaz variety (ŽPČ) was cultivated on 87.2% of the harvest areas, the Sládek variety on 5.5%, Premiant variety on 5.2% and the Agnus variety on 1.2% of the harvest areas. The hops were analyzed in accordance with the Analytica-EBC, method 7.7 (HPLC) and all results are given in weight % in dry matter. The average value for  $\alpha$ -bitter acids in the Saaz variety in the Czech Republic was 4.12% (in the Žatec area 4.21%, in the Ústěk area 4.04 % and in the Tršice area 3.84%). The content of  $\beta$ -bitter acids was 4.75%. The content of  $\alpha$ -bitter acids was 0.08% lower when compared to the year 2011 and 0.45% higher when compared to the average of the last 19 years. The content of  $\beta$ -bitter acids was 0.38 % lower when compared to the year 2011 and identical to the long-term average. The average content of  $\alpha$ -bitter acids in the Sládek variety in the Czech Republic was 6.98% and the content of  $\beta$ -bitter acids was 5.24%. The content of  $\alpha$ -bitter acids was 1.24% lower when compared to the harvest in 2011 and identical to the average of the last 9 years. The content of  $\alpha$ -bitter acids in the Premiant variety was 8.85% and the content of  $\beta$ -bitter acids was 5.12%. The content of  $\alpha$ -bitter acids was in 0.23% and 0.78% lower when compared to the harvest in 2011 and to the average of the last 9 years respectively. The average content of  $\alpha$ -bitter acids in the Agnus variety was 12.06% and the content of  $\beta$ -bitter acids was 6.01%. The content of  $\alpha$ -bitter acids was 1.07% lower when compared to the harvest in 2011.

**Mikyška, A. – Jurková, M.: Die Auswertung des Gehalts an  $\alpha$ - und  $\beta$ - Säuren in den tschechischen und mährischen Hopfen aus der Ernte 2012.** Kvasny Prum. 59, 2013, Nr. 4, S. 92–99.

Der Gehalt an  $\alpha$ - und  $\beta$ - Säuren in den tschechischen und mährischen Hopfen aus der Ernte 2012 wurde ausgewertet. Die Bezugskarte hat alle drei Anbauggebiete Žatecká (77,8 % der gesamten Hopfenanbaufläche in der Tschechischen Republik, Žatec = Saaz), Ústecká (10,8% der gesamten Hopfenanbaufläche in der Tschechischen Republik, Ústěk = Auscha), Tršická (11,5 % der gesamten Hopfenanbaufläche in der Tschechischen Republik, Tršice = Trschitz) bedeckt. Die Hopfensorte Žatecký poloraný červenák (ŽPČ = Saazer halbfrüher Rothopfen) wurde auf 87,2% der gesamten Hopfenanbaufläche in der Tschechischen Republik kultiviert. Weitere Hopfensorten Sládek auf den 5,5%, Premiant auf den 5,2% und Agnus auf den 1,2% der gesamten Hopfenanbaufläche kultiviert. Durch die EBC Methode 7.7 (HPLC) wurden Hopfen analysiert, alle Ergebnisse werden in (%) in der Trockenmasse ausgedrückt.

Der durchschnittliche Wert des  $\alpha$ -Bittersäuregehalts der Hopfensorte ŽPČ (Saazer halbfrüher Rothopfen) wurde in der Tschechischen Republik HPLC = 4,12 % (im Saazeranbauggebiet 4,21 %, im Auschaanbauggebiet 4,04 %, im Trschitzeranbauggebiet = 3,84 %),  $\beta$  = 4,75 %. Im Vergleich mit dem Jahr 2011 wurde der Gehalt an  $\alpha$ -Säuren um 0,08 % niedriger und um 0,45 % höher als der Durchschnitt binnen letzten 19 Jahren. Im Jahre 2012 wurde der Gehalt an  $\beta$ -Säuren um 0,38 % niedriger als im Jahre 2011, praktisch identisch mit dem langjährigen Durchschnitt. Der durchschnittliche Wert von Bittersäuren bei der Hopfensorte Sládek in der Tschechischen Republik wurde  $\alpha$  = 6,98 %,  $\beta$  = 5,24 %, d.h. die Wert des  $\alpha$ -Bittersäuregehalts wurde niedriger um 1,24 % im Vergleich mit dem Jahr 2011 und praktisch identisch mit dem durchschnittlichen langjährigen Wert binnen letzten neuen Jahren. Der Wert von Bittersäuren bei der Hopfensorte Premiant wurde  $\alpha$  = 8,85 %,  $\beta$  = 5,12 %. Im Vergleich mit der Ernte im Jahre 2011 wurde der Wert  $\alpha$ -Bittersäuren um 1,23% niedriger, mit dem langjährigen durchschnittlichen Wert binnen 9 Jahren um 0,78 % niedriger. Der durchschnittliche Wert von Bittersäuren der Hopfensorte Agnus wurde  $\alpha$  = 12,06 %,  $\beta$  = 6,01 %. Der Wert von  $\alpha$ -Bittersäuren wurde um 1,07 % höher im Vergleich mit der Ernte 2011.

**Klíčová slova:**  $\alpha$ -hořké kyseliny,  $\beta$ -hořké kyseliny, sklizeň chmele, žatecký chmel

**Keywords:**  $\alpha$ -bitter acids,  $\beta$ -bitter acids, hops harvest, Saaz hops

## 1 ÚVOD

Hodnocení kvality čerstvě sklizeného chmele se ve Výzkumném ústavu pivovarském a sladařském (VÚPS) provádí od roku 1950. Analyzovány jsou vzorky odebírané v průběhu sklizně ze všech tří pěstitelských oblastí v ČR dle odběrní mapy. Hodnoty jsou predikcí založenou na analýze 170–180 vzorků chmele.

## 1 INTRODUCTION

The evaluation of the quality of the harvested hops at the Research Institute of Brewing and Malting (RIBM) is carried out yearly and has been done since 1950. The analyzed samples were collected during the course of the whole harvest from all three growing areas in the Czech Republic. The values are prediction based on the analysis 170–180 hop samples.

Od roku 2000 do roku 2007 byly samostatně hodnoceny chmele ze standardní (ŽPČ-ST) a bezvirozní (ŽPČ-VF) sadby Žateckého poloraného červeňáku. V současné praxi se však ukazuje, že výnosy i obsah hořkých látek závisí větší měrou na stáří chmelové révy nežli na typu sadby ŽPČ. Proto pěstitelé i obchodníci chmelem upouštějí od rozlišení standardní a ozdravené sadby. Dle našich výsledků byly ve sklizních 2003 až 2007 průměrné hodnoty obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin u vzorků ŽPČ-VF pouze o 4–14 % rel. vyšší v porovnání s ŽPČ-ST (Mikyška, 2008). V roce 2004 se na VÚPS zahájilo i hodnocení českých hybridních odrůd Sládek a Premiant, jejichž produkce je pro tuzemské pivovary významná (Mikyška, 2010). Od roku 2009 byla kromě odrůd ŽPČ, Sládek a Premiant hodnocena i česká hořká odrůda Agnus.

V roce 2012 sklizňová plocha chmelnic v ČR činila 4 366 ha, což znamená pokles oproti roku 2011 o 266 ha. V Žatecké oblasti to bylo 3 400 ha, v Ústěcké 466 ha a v Tršické 500 ha. Majoritní odrůdou stále zůstává Žatecký poloraný červeňák. Podle údajů Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského v Žatci se v ČR v roce 2012 pěstoval na 87,2 % ploch. V nejvýznamnější Žatecké oblasti se nacházelo 79,3 % z celkové sklizňové plochy chmelnic v ČR osázených ŽPČ. Minoritními odrůdami z hlediska ploch chmelnic jsou české hybridy Sládek (5,5 %), Premiant (5,2 %) a Agnus (1,2 %) (Barborka, 2013).

V roce 2012 bylo v ČR sklizeny 4 338 t chmele, v Žatecké oblasti sklizeň činila 3 280 t, v Ústěcké oblasti 516 t a v Tršické 542 t. Průměrný výnos byl 0,99 t/ha (Barborka, 2013). Hmotnost sklizeného chmele byla o 28,75 % nižší nežli v roce 2011 (6 088 t).

Od roku 1994 jsou analýzy celého souboru vzorků prováděny v souladu se světovým trendem vysoce specifickým stanovením  $\alpha$ - i  $\beta$ -hořkých kyselin a jejich analogů metodou HPLC podle EBC (Analytica EBC, 1998). Jsou tedy k dispozici výsledky sledování kvality chmele v ČR touto metodou za sedmáct let. Hodnoty stanovené různými metodami nejsou plně porovnatelné. Výsledek konduktometrického stanovení je zpravidla vyšší nežli výsledek analýzy metodou HPLC podle EBC, při konduktometrickém stanovení se totiž uplatňují i další složky chmelových pryskyřic (Mikyška et al., 1999; Čejka et al., 1998).

## 2 MATERIÁL A METODY

Vzorky čerstvě sklizeného, usušeného chmele byly ve spolupráci s Chmelařským institutem v Žatci a Chmelařstvem družstvo Žatec odebrány z partií dodávaných českými a moravskými pěstiteli v průběhu a těsně po ukončení sklizně. Provozně sušené partie chmele byly vzorkovány, po shromáždění dílčích kolekcí byly vzorky transportovány na VÚPS. Počet vzorků z jednotlivých pěstebních oblastí odpovídal osazené ploše chmelnic. Výběr pěstebních míst a obcí byl volen tak, aby průzkum plošně pokryl celé pěstební oblasti. Vzorky byly po dodání neprodleně analyzovány. Celý soubor vzorků byl analyzován na obsah  $\alpha$ - i  $\beta$ -hořkých kyselin a jejich analogů metodou HPLC podle metodiky EBC (metoda 7.7.) (Analytica EBC, 1998). Obsah vody byl stanovován sušením 5 g rozemletého vzorku při teplotě 105 °C po dobu 60 minut.

## 3 VÝSLEDKY A DISKUSE

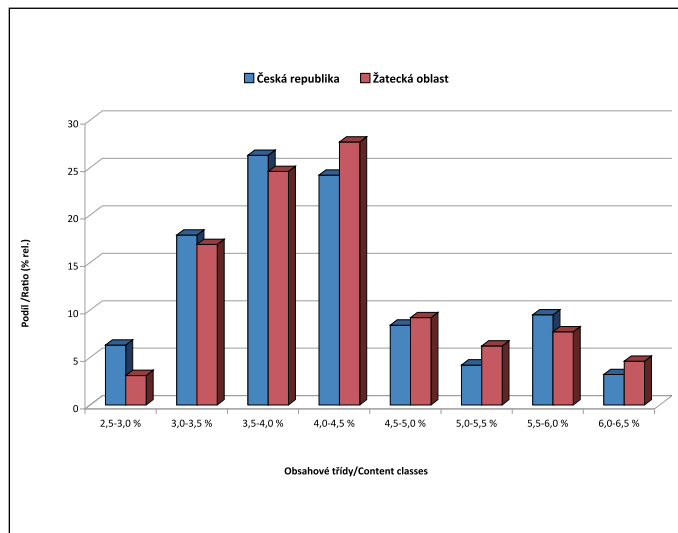
### 3.1 Žatecký Poloraný Červeňák

#### 3.1.1 Žatecký poloraný červeňák – Žatecká pěstební oblast

Výsledky analýz hořkých látek uváděné v této studii jsou vyjádřeny v % hmotnostních v sušině. Výsledky statistického zpracování naměřených dat jsou uvedeny v tab. 1. Průměrný obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin v testovaných vzorcích chmele ze Žatecké oblasti činil 4,21 % (3,83 % v původním chmelu). Sklizeň byla v dlouhodobém horizontu 19 let nadprůměrná. Rozdíl oproti dlouhodobému průměru činil 0,50 % (13,5 % rel.), oproti roku 2011 byl obsah nižší o 0,05 % (1,2 % rel.).

Přehled obsahu  $\alpha$ - a  $\beta$ -hořkých kyselin ve sklizních za posledních 19 let přibližuje tab. 2. Obsah  $\alpha$ - i  $\beta$ -hořkých kyselin ve sklizních za toto období se značně lišil. Od maxima v roce 1996 obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin ve chmelech v rámci Žatecké oblasti i celé ČR postupně klesal do roku 1999. Sklizeň v letech 2000 a 2001 pak byly relativně kvalitní, výrazný pokles byl zjištěn v roce 2002 a 2003, sklizeň 2004 a 2005 byly průměrné, nejnižší hodnoty byly ve sklizni v roce 2006. Od tohoto roku obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin výrazně stoupal. V roce 2010 byl zaznamenán propad, podprůměrná sklizeň.

Sklizeň byla dosti nevyrovnaná, relativní směrodatná odchylka obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin souboru vzorků ŽPČ ST i VF činila 20,7 % ( $\alpha$ -hořké kyseliny v intervalu 2,63 %–6,41 %). Frekvenční rozdělení obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin (obr. 1) ukazuje, že největší zastoupení



Obr. 1 Frekvenční rozdělení obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin vzorků chmelů odrůdy ŽPČ ve sklizni 2012 / Fig.1 Distribution of  $\alpha$ -bitter acids content of Saaz variety of year crop 2012

The standard Saaz variety hops (ŽPČ-ST) and the virus-free seedlings (ŽPČ-VF) were evaluated separately from the year 2000 to 2007. With current practice it resulted that the hop yields from the Saaz variety and its content of bitter acids depends to a greater degree on the age of the hop plant than on the type of seedlings. For this reason the cultivators and hop merchants do not make any difference between hops from a standard and a virus-free variety. According to our results, for the harvests from 2003 to 2007, the average contents of  $\alpha$ - bitter acids in samples of ŽPČ-VF were only 4–14 % rel. higher when compared to samples of ŽPČ-ST (Mikyška, 2008). In 2004 the RIBM started the evaluation of Czech hybrid hop varieties Sládek and Premiant which are important for domestic breweries (Mikyška, 2010). Since 2009 the Agnus variety has also been evaluated.

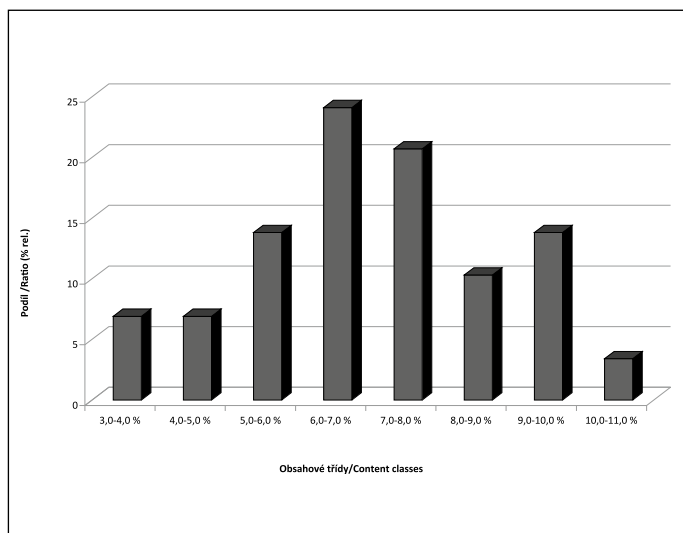
In 2012 the hop yard areas in the Czech Republic amounted to 4,336 ha which means a drop 266 ha compare to 2011. The Žatec area was spread over 3,400 ha, the Ústěck area 466 ha and the Tršice area over 500 ha. The most important variety is still the Saaz variety. According to the data published by the Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture in Žatec, the Saaz variety was cultivated on 87.2% of all hop yards in the Czech Republic in 2012. In the most important area Žatec the Saaz variety was cultivated on 79.3% of the hop yards. The Czech hybrid varieties Sládek (cultivated on 5.5% of the hop yards), Premiant (cultivated on 5.2% of the hop yards) and Agnus (cultivated on 1.2% of the hop yards) are from this point of view only minor varieties (Barborka, 2013).

In the year 2012 a yield of 4,338 tons of hops were harvested. In the Žatec area 3,280 tons of hops were harvested, in the Ústěck area 516 tons and in the Tršice area the yield amounted to 542 tons. The average yield was 0.99 tons/ha (Barborka, 2013). The yield was 28,75% lower than in the year 2011 (6,088 tons).

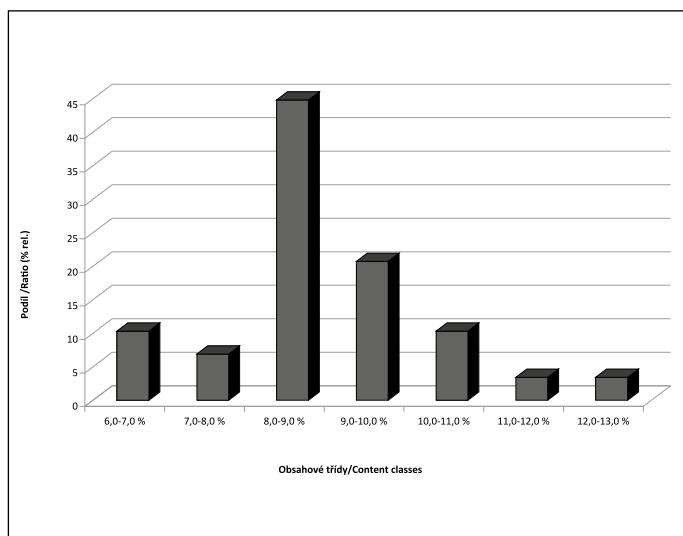
Since 1994 the hop samples were analyzed by using a highly specific HPLC-method in accordance with Analytica-EBC for the determination of  $\alpha$ - and  $\beta$ - bitter acids and their analogues (Analytica EBC 1998). Therefore, results from 18 years of hop quality testing in the Czech Republic by this method are available. The results obtained using different methods are not fully comparable. The values obtained by lead conductance method are generally higher than the values obtained by the HPLC method accordance with Analytica-EBC because the conductometric determination also covers additional components of the hop resins (Mikyška et al., 1999; Čejka et al., 1998).

## 2 MATERIAL AND METHODS

The samples of freshly harvested and dried hops were collected in collaboration with the Hop Research Institute in Žatec and the company Chmelařství, družstvo Žatec from batches supplied by Czech and Moravian hop producers during the harvest or immediately after the end of the harvest. The batches of hops dried in an industrial scale were sampled and transported to the RIBM. The number of samples corresponded to the harvest areas. The specific localities



Obr. 2 Frekvenční rozdělení obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin vzorků chmelů odrůdy Sládek ve sklizni 2012 / Fig.2 Distribution of  $\alpha$ -bitter acids content of Sládek variety of year crop 2012



Obr. 3 Frekvenční rozdělení obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin vzorků chmelů odrůdy Premiant ve sklizni 2012 / Fig. 3 Distribution of  $\alpha$ -bitter acids content of Premiant variety of year crop 2012

vzorků bylo ve třech obsahových třídách, 3,5–4,0 % (24,6 % vzorků) a sousedících třídách 3,0–3,5 % (16,9 % vzorků) a 4,0–4,5 % (27,7 % vzorků). Výjimečný byl výskyt chmelů s obsahem  $\alpha$ -hořkých kyselin pod 3,0 % a nad 6,0 %.

Průměrný obsah  $\beta$ -hořkých kyselin ve výši 4,75 % (4,33 % v původním chmelu) byl o 0,06 % (1,3 % rel.) nižší nežli dlouhodobý průměr a o 0,43 % (8,3 % rel.) nižší oproti průměrné hodnotě sklizně 2011. Poměr  $\alpha$ - a  $\beta$ -hořkých kyselin 0,89 byl nižší oproti průměru za 19 let (0,77).

Relativní obsah kohumulonu v celkových  $\alpha$ -hořkých kyselinách 23,2 % i relativní obsah kolupulonu v celkových  $\beta$ -hořkých kyselinách 39,7 % se nacházel v rozmezí typickém pro Žatecký poloraný červeňák a od dlouhodobých průměrů se prakticky nelišil (relativní obsah kohumulonu 24,9 %, relativní obsah kolupulonu 40,7 %).

Obsah vody v odebraných vzorcích byl v průměru 8,9 % a byl oproti dlouhodobému průměru mírně vyšší (7,9 %).

### 3.1.2 Žatecký poloraný červeňák – Ústecká pěstební oblast

Průměrný obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin ve vzorcích chmele z Ústecké oblasti činil 4,04 % hm. v sušině (3,68 % v původním chmelu) (tab. 3). Sklizeň byla nevyrovnaná, relativní směrodatná odchylka obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin souboru vzorků chmele byla 22,3 % ( $\alpha$ -hořké kyseliny v intervalu 2,74 %–5,74 %). Průměrná hodnota  $\alpha$ -hořkých kyselin byla o 0,54 % (15,3 % rel.) vyšší oproti průměru za 19 let námi prováděného sledování a shodná s rokem 2011 (tab. 2).

Obsah  $\beta$ -hořkých kyselin ve vzorcích chmele byl 4,88 % (4,45 % v původním chmelu) a byl shodný s průměrem pro tuto oblast za 19 let i ve sklizni 2011. Poměr  $\alpha$ - a  $\beta$ -hořkých kyselin 0,83 byl vyšší oproti dlouhodobému průměru pro oblast (0,72).

were selected in a way that the survey covers all growing areas – Žatec, Ústěh and Tršice. The analyses were conducted immediately after the delivery. The whole sample collection was analyzed using the HPLC-method in accordance with Analytica-EBC (method 7.7) for the determination of  $\alpha$ - and  $\beta$ - bitter acids and their analogues (Analytica EBC, 1998). The water content was determined by drying 5 g of milled sample at a temperature of 105°C for 60 minutes.

## 3 RESULTS AND DISCUSSION

### 3.1 Saaz variety

#### 3.1.1 Saaz variety – Growing area Žatec

All contents of bitter substances presented in this study are expressed as weight % in dry matter. The values obtained and their statistical evaluations are shown in the Tab. 1. The average content of  $\alpha$ - bitter acids in the hop samples examined from the Žatec area was 4.21 % and 3.83 % in “original hops”. The crop was higher than average when compared to the average of the last 19 years. The difference from the long-term average was 0.50 % (13.5 % rel.). In comparison to 2011 the content was lower in 0.05 % (1.2 % rel.).

The overview of the  $\alpha$ - and  $\beta$ -bitter acids contents in harvested over the last 18 years shows the Tab. 2. The contents  $\alpha$ - and  $\beta$ -bitter acids in the harvests during this period differed considerably. Since the peak values in 1996 the content  $\alpha$ -bitter acids in hops from the growing area Žatec and the total Czech Republic declined until the year 1999. The harvests in the years 2000 and 2001 were relatively in the good quality, significant decrease was observed in 2002 and 2003. The hops harvested in the years 2004 and 2005 were average and the lowest values were reached in the harvest 2006. Since that year, the contents of  $\alpha$ -bitter acids in hops significantly increased. In 2010 the fall was recorded, below-average harvest.

The harvest 2012 was fairly unbalanced, the relative standard deviation of  $\alpha$ -bitter acids content in the whole set of samples (ŽPČ ST and ŽPČ VF) was 20.7% (values  $\alpha$ -bitter acids varied from 2.63 % to 6.41 %). The statistical distribution of the  $\alpha$ -acid contents showed that the majority of the samples was in three content groups –  $\alpha$ -bitter acids content 3.0–3.5% (16.9% rel.),  $\alpha$ -bitter acids content 3.5–4.0 % (24.6 % rel.) and  $\alpha$ -bitter acids content 4.0–4.5% (27.7% rel.). Hops containing more than 6.0 % of  $\alpha$ -bitter acids as well as hops containing lower than 3.0 % of  $\alpha$ -bitter acids were very rare (Fig. 1).

The average content of  $\beta$ - bitter acids of 4.75% (4.33% in “original hops”) was 0.06%  $\beta$ -bitter acids (1.3% rel.) lower than the long-term average and 0.43%  $\beta$ -bitter acids (8.3% rel.) lower than the average value from the harvest in 2011. The ratio  $\alpha$ -/ $\beta$ -bitter acids was 0.89. This value was lower compare to the average of the last 19 years (0.77).

Both the relative content of cohumulone in the total  $\alpha$ -bitter acids (23.2% rel.) and the relative content of colupulone in the total  $\beta$ -bitter acids (39.7% rel.) were in the range typical for the Saaz variety and was about the same when compared to the a long-term average of cohumulone (24.9% rel.) and colupulone (40.7% rel.).

The average water content in the tested samples (8.9%) was slightly higher when compared to the long-term average (7.9%).

#### 3.1.2 Saaz variety – Growing area Ústěh

The average content of  $\alpha$ -bitter acids in hop samples from the Ústěh area was 4.04% and 3.68% in “original hops” (Tab. 3). The crop was unbalanced. The relative standard deviation for the values of  $\alpha$ -bitter acids in this group of samples was 22.3% and the single values varied from 2.74% to 5.74 %. The average value for  $\alpha$ -bitter acids was 0.54% (15.30% rel.) higher than the average for the last 19 years of monitoring and comparable with the year 2011 (Tab. 2).

The content of  $\beta$ -bitter acids of 4.88 % (4.45% in “original hops”) was similar to the average for the last 19 years in this area and the average of the 2011 year crop. The ratio  $\alpha$ -/ $\beta$ -bitter acids was 0.83. This value was higher than long-term average (0.72) for this area.

Both the relative content of cohumulone in the total  $\alpha$ -bitter acids (23.4% rel.) and the relative content of colupulone in the total  $\beta$ -bitter acids (38.9% rel.) were virtually identical to the long-term average values for this area (24.6% rel. and 40.6% rel.).

The average water content in the samples tested was 9.0%.

#### 3.1.3 Saaz variety – Growing area Tršice

The average content of  $\alpha$ -bitter acids in hop samples from the Tršice area was 3.84% and 3.51% in “original hops” (Tab. 4). The



Tab. 1 Obsah hořkých kyselin v odrůdě ŽPČ ve sklizni 2012 v Žatecké oblasti / Bitter acids content of Saaz variety of year crop 2012 in Žatec area

	$\alpha$ -kyseliny / $\alpha$ -acids % hm. / % w	kohumulon / cohumulone % rel.	$\alpha$ -kys. / $\alpha$ -acids : $\beta$ -kys. / $\beta$ -acids	$\beta$ -kyseliny / $\beta$ -acids % hm. / % w	kolupulon / colupulone % rel.	vláha / moisture % hm. / % w
<b>Průměr / Average</b>	4.21	23.18	0.89	4.75	39.74	8.88
<b>Maximum</b>	6.41	25.48	1.39	5.82	42.62	9.87
<b>Minimum</b>	2.63	19.57	0.58	3.62	35.83	8.15
<b>SD</b>	0.87	1.33	0.17	0.50	1.35	0.46
<b>SD (% rel.)</b>	20.70	5.70	19.50	10.50	3.40	5.20
<b>Median</b>	<b>4.14</b>	<b>23.15</b>	<b>0.84</b>	<b>4.84</b>	<b>39.52</b>	<b>8.87</b>

SD – směrodatná odchylka / standard deviation

Tab. 2 Obsah hořkých kyselin v odrůdě ŽPČ ve sklizních 1994–2012 v pěstebních oblastech / Bitter acids content of Saaz variety of year crops 1994–2012 in growing areas

Pěstební oblast/ Growing area	Žatecká		Úštěcká		Tršická	
Rok/Year	$\alpha$ -kyseliny / $\alpha$ -acids % hm. / % w	$\beta$ -kyseliny / $\beta$ -acids % hm. / % w	$\alpha$ -kyseliny / $\alpha$ -acids % hm. / % w	$\beta$ -kyseliny / $\beta$ -acids % hm. / % w	$\alpha$ -kyseliny / $\alpha$ -acids % hm. / % w	$\beta$ -kyseliny / $\beta$ -acids % hm. / % w
1994	2.7	3.6	2.0	3.4	2.3	3.7
1995	3.6	4.7	3.5	4.6	3.0	4.5
1996	5.1	4.8	4.4	4.6	4.8	5.2
1997	4.7	5.3	4.3	5.3	4.4	5.9
1998	4.1	5.2	3.4	5.5	3.4	4.8
1999	3.5	5.0	3.1	4.8	3.4	4.7
2000	4.0	5.6	4.2	5.7	4.1	5.4
2001	4.1	5.1	4.2	5.4	3.8	5.3
2002	3.2	5.0	3.3	5.1	2.3	4.3
2003	3.2	4.5	3.1	4.5	3.3	4.3
2004	3.9	4.4	3.5	4.2	4.5	5.4
2005	3.6	4.7	3.7	5.2	3.7	4.6
2006	2.3	4.2	2.2	4.3	2.4	3.6
2007	2.9	4.6	3.1	4.7	2.5	4.2
2008	3.8	4.6	3.8	4.9	3.3	4.5
2009	4.1	4.9	3.7	4.7	3.6	4.6
2010	3.1	5.2	3.1	4.8	2.5	4.5
2011	<b>4.3</b>	<b>5.2</b>	<b>4.1</b>	<b>5.0</b>	<b>4.1</b>	<b>5.0</b>
2012	<b>4.2</b>	<b>4.8</b>	<b>4.0</b>	<b>4.9</b>	<b>3.8</b>	<b>4.6</b>
<b>Průměr / Average</b>	<b>3.7</b>	<b>4.8</b>	<b>3.5</b>	<b>4.8</b>	<b>3.4</b>	<b>4.7</b>

Relativní obsah kohumulonu v celkových  $\alpha$ -hořkých kyselinách (23,4 %) i relativní obsah kolupulonu v celkových  $\beta$ -hořkých kyselinách (38,9 %) byl prakticky shodný s dlouhodobými průměry pro tuto oblast (24,6 % resp. 40,6 %).

Obsah vody v odebraných vzorcích byl v průměru 9,0 %.

### 3.1.3 Žatecký poloraný červeňák – Tršická pěstební oblast

Průměrný obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin ve vzorcích chmele z Tršické oblasti činil 3,84 % (3,51 % v původním chmelu) (tab. 4). Sklizeň byla nevyrovnaná, relativní směrodatná odchylka obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin souboru vzorků chmele byla 19,4 % ( $\alpha$ -hořké kyseliny v intervalu 2,87 %–5,82 %). Hodnota  $\alpha$ -hořkých kyselin je o 0,41 % (11,9 % rel.) vyšší oproti průměru za 19 let a o 0,22 % (5,4 % rel.) nižší oproti roku 2011 (tab. 2).

Obsah  $\beta$ -hořkých kyselin ve vzorcích chmele byl 4,62 % (4,22 % v původním chmelu) a je prakticky shodný průměr za posledních 19 let (4,68 %) a o 0,34 % (6,9 % rel.) nižší oproti sklizni 2011. Poměr  $\alpha$ - a  $\beta$ - hořkých kyselin 0,82 byl vyšší nežli dlouhodobý průměr (0,72).

Relativní obsah kohumulonu v celkových  $\alpha$ -hořkých kyselinách (23,3 %) i relativní obsah kolupulonu v celkových  $\beta$ -hořkých kyselinách (39,4 %) se od dlouhodobých průměrů pro tuto oblast výrazně neliší (25,2 % resp. 40,6 %).

Obsah vody v odebraných vzorcích byl v průměru 8,7 %.

crop was inhomogeneous. The relative standard deviation for the values of  $\alpha$ -bitter acids in this group of samples was 19.4% and the single values for varied from 2.82% to 5.82%. The content of  $\alpha$ - bitter acids was higher (0.41 % / 11.9 % rel.) than the average for the last 19 years and 0.22 % (5.4 % rel.) lower than in 2011 (Tab. 2).

The content of  $\beta$ -bitter acids in hops was 4.62% (4.22% in "original hops"). This value was comparable to the average for the last 19 years and comparable to the crop in 2011. The ratio  $\alpha$ -/ $\beta$ -bitter acids was 0.82. This value was higher than the long-term average of 0.72.

Both the relative content of cohumulone in the total  $\alpha$ -bitter acids (23.3% rel.) and the relative content of colupulone in the total  $\beta$ -bitter acids (39.4%) were very similar to the long-term average values for this area (25.2% rel. and 40.6% rel.).

The average water content in the samples tested was 8.7%.

### 3.1.4 Saaz variety – Total Czech Republic

The average content of  $\alpha$ -bitter acids in hop samples from throughout the Czech Republic was 4.12% and 3.76% in "original hops" (Tab. 5). The relative standard deviation from the average value of the  $\alpha$ - acid content was 21.1% and the single values varied from 2.63% to 6.41%. The average value was 0.45 % (12.1 % rel.) higher when compared to the average for the last 19 years and only 0.08 % (1.9% rel.) lower than the average for 2011.

Tab. 3 Obsah hořkých kyselin v odrůdě ŽPČ ve sklizni 2012 v Ústěcké oblasti / Bitter acids content of Saaz variety of year crop 2012 in Ústěck area

	$\alpha$ -kyseliny / $\alpha$ -acids % hm. / % w	kohumulon / cohumulone % rel.	$\alpha$ -kys. / $\alpha$ -acids : $\beta$ -kys. / $\beta$ -acids	$\beta$ -kyseliny / $\beta$ -acids % hm. / % w	kolupulon / colupulone % rel.	vláha / moisture % hm. / % w
<b>Průměr / Average</b>	4.04	23.38	0.83	4.88	38.88	8.95
<b>Maximum</b>	5.74	24.71	1.20	6.25	40.44	9.63
<b>Minimum</b>	2.74	21.60	0.66	4.01	37.26	8.35
<b>SD</b>	0.90	0.90	0.15	0.65	0.94	0.38
<b>SD (% rel.)</b>	22.30	3.90	17.80	13.30	2.40	4.30
<b>Median</b>	<b>3.79</b>	<b>23.08</b>	<b>0.78</b>	<b>4.83</b>	<b>38.90</b>	<b>8.95</b>

SD – směrodatná odchylka/standard deviation

Tab. 4 Obsah hořkých kyselin v odrůdě ŽPČ ve sklizni 2012 v Tršické oblasti / Bitter acids content of Saaz variety of year crop 2012 in Tršice area

	$\alpha$ -kyseliny / $\alpha$ -acids % hm. / % w	kohumulon / cohumulone % rel.	$\alpha$ -kys. / $\alpha$ -acids : $\beta$ -kys. / $\beta$ -acids	$\beta$ -kyseliny / $\beta$ -acids % hm. / % w	kolupulon / colupulone % rel.	vláha / moisture % hm. / % w
<b>Průměr / Average</b>	3.84	23.51	0.83	4.62	38.72	8.66
<b>Maximum</b>	5.82	24.74	1.20	5.16	41.15	9.20
<b>Minimum</b>	2.87	22.07	0.65	3.76	36.91	7.69
<b>SD</b>	0.74	0.82	0.13	0.38	1.05	0.44
<b>SD (% rel.)</b>	19.40	3.50	15.60	8.30	2.70	5.00
<b>Median</b>	<b>3.73</b>	<b>23.77</b>	<b>0.78</b>	<b>4.68</b>	<b>38.60</b>	<b>8.74</b>

SD – směrodatná odchylka/standard deviation

Tab. 5 Obsah hořkých kyselin v odrůdě ŽPČ ve sklizni 2012 v České republice / Bitter acids content of Saaz variety of year crop 2012 in Czech Republic

	$\alpha$ -kyseliny / $\alpha$ -acids % hm. / % w	kohumulon / cohumulone % rel.	$\alpha$ -kys. / $\alpha$ -acids : $\beta$ -kys. / $\beta$ -acids	$\beta$ -kyseliny / $\beta$ -acids % hm. / % w	kolupulon / colupulone % rel.	vláha / moisture % hm. / % w
<b>Průměr / Average</b>	4.12	23.27	0.87	4.75	39.44	8.85
<b>Maximum</b>	6.41	25.48	1.39	6.25	42.62	9.87
<b>Minimum</b>	2.63	19.57	0.58	3.62	35.83	7.69
<b>SD</b>	0.87	1.21	0.17	0.52	1.32	0.45
<b>SD (% rel.)</b>	21.10	5.20	19.00	10.80	3.40	5.10
<b>Median</b>	3.98	23.22	0.84	4.83	39.36	8.86
<b>Průměr/Average ST</b>	<b>4.03</b>	<b>23.28</b>	<b>0.87</b>	<b>4.65</b>	<b>39.59</b>	<b>8.96</b>
<b>Průměr/Average VF</b>	<b>4.19</b>	<b>23.25</b>	<b>0.87</b>	<b>4.83</b>	<b>39.33</b>	<b>8.78</b>

SD – směrodatná odchylka/standard deviation

ST – standardní sadba/Standard seed

VF – bezvirozní sadba/Virus-free seed

Tab. 6 Obsah hořkých kyselin v odrůdě Sládek ve sklizni 2012 v České republice / Bitter acids content of Sládek variety of year crop 2012 in Czech Republic

	$\alpha$ -kyseliny / $\alpha$ -acids % hm. / % w	kohumulon / cohumulone % rel.	$\alpha$ -kys. / $\alpha$ -acids : $\beta$ -kys. / $\beta$ -acids	$\beta$ -kyseliny / $\beta$ -acids % hm. / % w	kolupulon / colupulone % rel.	vláha / moisture % hm. / % w
<b>Průměr / Average</b>	6.98	23.98	1.34	5.24	45.06	8.77
<b>Maximum</b>	10.59	27.95	2.05	6.32	48.41	9.65
<b>Minimum</b>	3.05	21.20	0.72	3.97	41.88	8.10
<b>SD</b>	1.76	1.92	0.34	0.60	1.86	0.35
<b>SD (% rel.)</b>	25.30	8.00	25.60	11.40	4.10	4.00
<b>Median</b>	<b>6.78</b>	<b>23.47</b>	<b>1.31</b>	<b>5.21</b>	<b>44.47</b>	<b>8.84</b>

SD – směrodatná odchylka/standard deviation

**3.1.4 Žatecký poloraný červeňák – Česká republika celkem**

Průměrný obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin ve vzorcích chmele z celé České republiky činil 4,12 % (3,76 % v původním chmelu) (tab. 5). Relativní směrodatná odchylka od průměrného obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin činila 21,1 % ( $\alpha$ -hořké kyseliny v intervalu 2,63 % – 6,41 %). Zjištěná

The statistical distribution of the values for  $\alpha$ -acid contents (Fig. 1) showed that the largest representation in the samples were content classes contain 3.0–3.5%  $\alpha$ -bitter acids (17.9% rel.), 3.5–4.0%  $\alpha$ -bitter acids (26.3% rel.) and 4.0–4.5%  $\alpha$ -bitter acids (24.2% rel.). Hop samples containing  $\alpha$ -bitter acids below 3.5 % were not found. Hops con-

Tab. 7 Obsah hořkých kyselin v odrůdách Sládek, Premiant a Agnus ve sklizních 2010–2012 v České republice / Bitter acids content of Sládek, Premiant and Agnus varieties of year crops 2010–2012 in Czech Republic

Odrůda / Variety	Sládek		Premiant		Agnus	
Rok / Year	$\alpha$ -kyseliny / $\alpha$ -acids % hm. / % w	$\beta$ -kyseliny / $\beta$ -acids % hm. / % w	$\alpha$ -kyseliny / $\alpha$ -acids % hm. / % w	$\beta$ -kyseliny / $\beta$ -acids % hm. / % w	$\alpha$ -kyseliny / $\alpha$ -acids % hm. / % w	$\beta$ -kyseliny / $\beta$ -acids % hm. / % w
2004	5.8	5.5	9.8	4.4	-	-
2005	6.8	7.1	9.0	5.3	-	-
2006	6.5	6.5	7.6	6.0	-	-
2007	-	-	-	-	-	-
2008	6.6	6.1	10.2	4.8	-	-
2009	7.3	7.2	11.0	5.1	13.5	6.6
2010	7.3	6.4	9.7	5.9	11.2	7.1
2011	8.2	5.8	10.1	5.2	11.0	6.1
2012	7.0	5.2	8.9	5.1	12.1	6.0
Průměr / Average	6.9	6.2	9.5	5.2	11.9	6.5

Tab. 8 Obsah hořkých kyselin v odrůdě Premiant ve sklizni 2012 v České republice / Bitter acids content of Premiant variety of year crop 2012 in Czech Republic

	$\alpha$ -kyseliny / $\alpha$ -acids % hm. / % w	kohumulon / cohumulone % rel.	$\alpha$ -kys. / $\alpha$ -acids : $\beta$ -kys. / $\beta$ -acids	$\beta$ -kyseliny / $\beta$ -acids % hm. / % w	kolupulon / colupulone % rel.	vláha / moisture % hm. / % w
Průměr / Average	8.85	20.41	1.76	5.12	41.13	8.80
Maximum	12.12	30.04	3.26	7.22	51.59	9.34
Minimum	6.59	17.10	1.28	3.72	35.65	8.25
SD	1.27	2.42	0.38	0.81	2.69	0.26
SD (% rel.)	14.30	11.80	21.50	15.70	6.50	3.00
Median	8.55	19.76	1.68	5.23	40.42	8.81

SD – směrodatná odchylka/standard deviation

Tab. 9 Obsah hořkých kyselin v odrůdě Agnus ve sklizni 2012 v České republice / Bitter acids content of Agnus variety of year crop 2012 in Czech Republic

	$\alpha$ -kyseliny / $\alpha$ -acids % hm. / % w	kohumulon / cohumulone % rel.	$\alpha$ -kys. / $\alpha$ -acids : $\beta$ -kys. / $\beta$ -acids	$\beta$ -kyseliny / $\beta$ -acids % hm. / % w	kolupulon / colupulone % rel.	vláha / moisture % hm. / % w
Průměr/Average	12.06	31.18	2.00	6.01	53.46	8.41
Maximum	12.84	34.76	2.13	6.70	57.34	9.10
Minimum	8.64	17.71	1.63	5.31	38.79	7.81
SD	1.31	5.28	0.16	0.36	5.81	0.44
SD (% rel.)	10.90	16.90	7.90	6.00	10.90	5.30
Median	12.48	32.99	2.06	6.02	55.34	8.25

SD – směrodatná odchylka/standard deviation

průměrná hodnota byla o 0,45 % (12,1 % rel.) vyšší oproti průměru za posledních 19 let a jen o 0,08 % (1,9 % rel.) nižší oproti roku 2011.

Statistické rozdělení hodnot obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin ukázalo (obr. 1), že největší zastoupení vzorků bylo v obsahových třídách 3,0–3,5 % (17,9 % vzorků), 3,5–4,0 % (26,3 % vzorků) a 4,0–4,5 % (24,2 % vzorků). Nebyly zjištěny vzorky chmele s obsahem  $\alpha$ -hořkých kyselin pod 3,5 %, výjimečný byl výskyt vzorků chmele nad 5,5 %. Vyrovnanost obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin byla nižší nežli ve sklizních 2009, 2011 a srovnatelná se sklizněmi 2008 a 2010 (Mikyška a Jurková, 2012).

Průměrný obsah  $\beta$ -hořkých kyselin 4,75 % (4,33 % v původním chmelu) byl prakticky shodný s dlouhodobým průměrem ( $\beta$ -hořké kyseliny 4,79 %) a o 0,38 % (7,4 % rel.) nižší oproti roku 2011.

Průměrný obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin a  $\beta$ -hořkých kyselin ve chmelech ze standardní sadby byl v průměru o 0,16 % respektive 0,18 % nižší oproti chmelům z bezvírozní sadby.

Poměr  $\alpha$ - a  $\beta$ -hořkých kyselin 0,87 byl vyšší oproti dlouhodobému průměru (0,74). Ve sklizních 2007, 2009 a 2011 byl zaznamenán nárůst hodnot  $\alpha$ -hořkých kyselin, který nebyl provázen odpovídajícím nárůstem obsahu  $\beta$ -hořkých kyselin.

Relativní obsah kohumulonu v celkových  $\alpha$ -hořkých kyselinách (23,3 %) i relativní obsah kolupulonu v celkových  $\beta$ -hořkých kyseli-

aining 5.5 %  $\alpha$ -bitter acids were very rare. Balance of the  $\alpha$ -bitter acids content was lower than in the crops from 2009 and 2011 and comparable to years 2008 and 2010 (Mikyška and Jurková, 2012).

The average content of  $\beta$ -bitter acids of 4.75% (4.33% in "original hops") was comparable to the long-term average ( $\beta$ -bitter acids 4.79%) and 0.38 % (7.4% rel.) lower in comparison with the year 2011.

The average content of  $\alpha$ -bitter acids and  $\beta$ -bitter acids in hops from standard seed was in average lower than in the hops of the virus free seed by 0.16 % and 0.18 % respectively.

The ratio  $\alpha$ -/ $\beta$ -bitter acids was 0.87. This value was higher compare to the long-term average of 0.76. The hop crop in the years 2007, 2009 and 2011 showed an increase in the content of  $\alpha$ - bitter acids which was not accompanied by a corresponding increase in the content of  $\beta$ -bitter acids.

Both the relative content of cohumulone in the total  $\alpha$ -bitter acids (23.3% rel.) and the relative content of colupulone in the total  $\beta$ -bitter acids (39.4% rel.) were in the range typical for the Saaz variety. Values were lower than long-term average of cohumulone (24.9% rel.) and colupulone (40.6% rel.).

The water content in samples tested varied in a range from 7.7 % to 9.9 % with an average value of 8.9%.

nách (39,4 %) se nacházel v rozmezí typickém pro Žatecký poloraný červenák, hodnoty byly nižší oproti dlouhodobým průměrům (24,9 %, resp. 40,6 %).

Obsah vody by relativně vysoký, kolísal v rozmezí 7,7–9,9 %, v průměru činil 8,9 %.

### 3.2 České hybridní odrůdy

#### 3.2.1 Sládek

Průměrný obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin v testovaných vzorcích chmele odrůdy Sládek činil 6,98 % (6,37 % v původním chmelu). Průměrný obsah  $\beta$ -hořkých kyselin byl 5,24 % (4,79 % v původním chmelu) (tab. 6). Odrůda Sládek je na VÚPS sledována od roku 2004. Ve sklizni 2007 nebylo hodnocení hybridních odrůd Sládek a Premiant provedeno z důvodu malého množství získaných vzorků. Kvalita sklizně 2012 z pohledu obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin byla průměrná, průměr za posledních 9 let je 6,93 % a o 1,24 % (15,1 % rel.) nižší oproti sklizni 2011. Obsah  $\beta$ -hořkých kyselin byl oproti dlouhodobému průměru nižší o 1,14 % (17,9 % rel.) a o 0,58 % (10,11 % rel.) nižší oproti sklizni 2011 (tab. 7).

Pro odrůdu Sládek je šlechtiteli, Chmelařským institutem v Žatci (Chmelařský institut, 2012), uváděn typický obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin v rozmezí 4,5 až 8 % a obsah  $\beta$ -hořkých kyselin v rozmezí 4 až 7 %.

Relativní směrodatná odchylka průměru hodnot obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin činila 25,3 %. Nejnížší hodnota obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin byla 3,05 %, nejvyšší hodnota byla 10,59 %. Statistické rozdělení hodnot obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin ukázalo, že nejvíce vzorků bylo ve dvou třídách 6,0–7,0 % (24,1 % vzorků) a 7,0–8,0 % (20,7 % vzorků) (obr. 2).

Poměr obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin k obsahu  $\beta$ -hořkých kyselin 1,34 leží na horní hranici rozmezí uváděném Chmelařským institutem v Žatci (0,70–1,30). Relativní obsah kohumulonu v celkových  $\alpha$ -hořkých kyselinách ve výši 24,0 % a relativní obsah kolupulonu v celkových  $\beta$ -hořkých kyselinách 45,1 % jsou na spodní hranici rozmezí uváděném pro tuto odrůdu (kohumulon 23–30 % rel., kolupulon 44–50 % rel.), hodnoty byly v souladu s průměrem za 9 let (25,9 % rel. resp. 48,9 % rel.).

Obsah vody kolísal v rozmezí 8,1 až 9,7 %, v průměru činil 8,8 %.

#### 3.2.2 Premiant

Průměrný obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin v testovaných chmelech odrůdy Premiant činil 8,85 % (8,08 % v původním chmelu). Průměrný obsah  $\beta$ -hořkých kyselin 5,12 % (4,67 % v původním chmelu) (tab. 8). Průměrná hodnota obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin ve sklizni 2012 byla oproti průměru za 9 let o 0,78 % (8,1 % rel.) nižší a oproti sklizni 2011 nižší o 1,23 % (12,2 % rel.). Obsah  $\beta$ -hořkých kyselin byl srovnatelný s dlouhodobým průměrem (5,21 %) i sklizni 2011 (5,17 %) (tab. 7).

Pro odrůdu Premiant je Chmelařským institutem v Žatci uváděn typický obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin v rozmezí 7 až 10 %, obsah  $\beta$ -hořkých kyselin 3,5 až 5,5 % (Chmelařský institut, 2012).

Kvalita chmelů Premiant z pohledu obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin byla dosti vyrovnaná, relativní směrodatná odchylka činila 14,3 %. Nejnížší hodnota obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin byla 6,59 %, nejvyšší hodnota byla 12,12 %. Statistické rozdělení hodnot obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin ukázalo, že 44,8 % vzorků bylo ve třídě od 8,0 do 9,0 %, 20,7 % vzorků bylo ve třídě 9,0–10,0 % (obr. 3).

Poměr obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin k obsahu  $\beta$ -hořkých kyselin 1,76 ležel v rozmezí uváděném Chmelařským institutem v Žatci (1,70–2,30). Relativní obsah kohumulonu v celkových  $\alpha$ -hořkých kyselinách ve výši 20,4 % i relativní obsah kolupulonu v celkových  $\beta$ -hořkých kyselinách 41,1 % se nacházely v rozmezí uváděném pro tuto odrůdu (kohumulon 18–23 % rel., kolupulon 39–44 % rel.).

Obsah vody byl v rozmezí 8,3 až 9,3 %, v průměru činil 8,8 %.

#### 3.2.3 Agnus

Průměrný obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin v testovaných vzorcích chmele odrůdy Agnus činil 12,06 % hm. v sušině (11,04 % v původním chmelu). Průměrný obsah  $\beta$ -hořkých kyselin 6,01 % hm. v sušině (5,51 % hm. v původním chmelu) (tab. 9). Tato vysokoobsažná odrůda byla na VÚPS hodnocena čtvrtým rokem. Obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin byl srovnatelný s čtyřletým průměrem a v porovnání se sklizní 2011 byl o 1,07 % (9,7 % rel.) vyšší, obsah  $\beta$ -hořkých kyselin byl o 0,47 % (7,2 % rel.) nižší oproti sklizni 2011 (tab. 7).

Pro odrůdu Agnus je Chmelařským institutem v Žatci uváděn typický obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin v rozmezí 9 až 12 % hm. v sušině, obsah  $\beta$ -hořkých kyselin 4 až 6,5 % hm. v sušině (Chmelařský institut, 2012).

Poměr obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin k obsahu  $\beta$ -hořkých kyselin 2,0 ležel u dolní hranice rozmezí uváděného CHI Žatec (1,90–2,60).

### 3.2 Czech hybrid varieties

#### 3.2.1 Sládek Variety

The average content of  $\alpha$ -bitter acids in the tested hop samples of the Sládek variety was 6.98% and 6.37% in "original hops". The average content of the  $\beta$ -bitter acids was 5.24% (4.79% in "original hops") (Tab. 6). At the RIBM the Sládek variety has been tested since the year 2004. Due to an insufficient number of samples the Sládek and Premiant varieties were not examined in 2007. In terms of the content of  $\alpha$ -bitter acids the quality of the 2012 crop was normal, the last 9 years average value was 6.93 % and  $\alpha$ -bitter acids value in 2012 was 1.24% (15.1% rel.) lower than the values from the year 2011.

The content of  $\beta$ -bitter acids was 1.14% (17.9% rel.) lower in comparison with the long-term average and 0.58 (10.11% rel.) lower when compared to the crop in 2011 (Tab. 7).

The Hop Research Institute in Žatec gives a range from 4.5 to 8% as a typical for the  $\alpha$ -acid content and a range from 4 to 7% as a typical for the  $\beta$ -acid content in the Sládek variety (Chmelařský institut, 2012).

The relative standard deviation for the values of  $\alpha$ -bitter acids in this group of samples was 25.3%. The values ranged from 3.05% to 10.59%. The statistical distribution of the values of  $\alpha$ -acid contents showed that that most samples were in two classes from 6.0 to 7.0% (24.1% of samples) and from 7.0 to 8.0% (20.7% of samples) (Fig. 2).

The ratio  $\alpha$ -/ $\beta$ -bitter acids was 1.34. This value lies on the upper limit of range presented by the Hop Research Institute in Žatec (0.70 to 1.30%). The relative content of cohumulone in the total  $\alpha$ -bitter acids 24.0% rel. and the relative content of colupulone in the total  $\beta$ -bitter acids 45.1% rel. were on the lower limit of the ranges given for this variety; for cohumulone values from 23 to 30 % rel. and for colupulone values from 44 to 50 % rel. They were also in agreement with the average from the last 8 years (25.9% rel. and 48.9% rel.).

The water content varied in a range from 8.1% to 9.7% with an average value of 8.8 %.

#### 3.2.2 Premiant Variety

The average content of  $\alpha$ -bitter acids in the tested hop samples of the Premiant variety was 8.85 % and 8.08 % in "original hops". The average content of  $\beta$ -bitter acids was 5.12 % (4.67 % in "original hops") (Tab. 8). The average value for the  $\alpha$ - acid content in the 2012 crop was 0.78 % (8.1 % rel.) lower to the average value from the last 9 years and 1.23 % (12.2 % rel.) lower when compared to values from the year 2011. The content of  $\beta$ -bitter acids was comparable to long-term average (5.21 %) and the 2011 crop (5.17 %) (Tab. 7).

The Hop Research Institute in Žatec gives a range from 7 to 10 % as a typical for the  $\alpha$ -acid content and a range from 3 to 6 % as a typical for the  $\beta$ -acid content in the Premiant variety (Chmelařský institut, 2012).

In terms of the content of  $\alpha$ -bitter acids the hop quality of the Premiant variety was quite homogeneous. The relative standard deviation was 14.3%. The lowest value for  $\alpha$ - acid content was 6.59 % and the highest value was 12.12%. The statistical distribution for the values of  $\alpha$ -acid content showed that 44.8% the hop samples were in group with contents from 8.0 to 9.0 % and 20.7% the hop samples were in group 9.0–10.0% (Fig. 3).

The ratio  $\alpha$ -/ $\beta$ -bitter acids was 1.76. This value was in the limit of the values presented by the Hop Research Institute in Žatec (from 1.70 to 2.30%). The relative contents of cohumulone in the total  $\alpha$ -bitter acids (20.4%) and of colupulone in the total  $\beta$ -acid (41.1%) were in limits given for this variety; values for cohumulone are 18 to 23% rel. and values for colupulone are 39 to 44% rel.

The water content varied in a range from 8.3% to 9.3% with an average value of 8.8%.

#### 3.2.3 Agnus Variety

The average content of  $\alpha$ -bitter acids in tested hop samples of the Agnus variety was 12.06% and 11.04% in "original hops". The average content of  $\beta$ -bitter acids was 6.01% and 5.51% in "original hops" (Tab. 9). This is already the third year that this variety with a high content of bitter acids has been evaluated at the RIBM. The average value for the  $\alpha$ -acid content in the 2012 crop was comparable to the average value from the last 4 years. In comparison to values for the year 2011 the  $\alpha$ -acid content was 1.07% (9.7% rel.) higher and the content of  $\beta$ -bitter acids was 0.47% (7.2% rel.) lower.

According to the Hop Research Institute in Žatec typical values for the  $\alpha$ -acid for the Agnus variety range from 9 to 12% whilst typical values for the  $\beta$ -acid content vary from 4 to 6.5% (Hop Research Institute 2012).

Relativní obsah kohumulonu v celkových  $\alpha$ -hořkých kyselinách ve výši 31,2 % i relativní obsah kolupulonu v celkových  $\beta$ -hořkých kyselinách 53,5 % byl rovněž v rozmezí uváděném pro tuto odrůdu (kohumulon 29–38 % rel., kolupulon 51–59 % rel.).

Obsah vody byl v rozmezí 7,8 až 9,1 %, v průměru činil 8,4 %.

#### 4 ZÁVĚR

V roce 2012 byly v průběhu chmelové sklizně nebo bezprostředně po jejím ukončení dle odběrní mapy odebrány vzorky čerstvě sklizených, usušených chmelů a analyzovány na obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin a obsah  $\beta$ -hořkých kyselin včetně jejich analogů. Analýzy byly provedeny kapalinovou chromatografií podle Analytiky EBC (metoda 7.7). Bylo zjištěno, že průměrný obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin ve vzorcích chmele nejvýznamnější odrůdy, Žateckého červeňáku, byl 4,12 % hmotnostních v sušině, byl srovnatelný se sklizní roku 2011 (4,20 %) a o 0,45 % (12,1 % rel.) vyšší oproti průměru za minulých 19 let. Obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin ve vzorcích chmele odrůdy Sládek ve sklizni 2012 (6,98 %) byl oproti sklizni 2011 nižší o 15 % rel., u odrůdy Premiant ze sklizně 2012 (8,85 %) byl přibližně o 12 % rel. nižší oproti sklizni 2011, u odrůdy Agnus (11,93 %) byl obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin oproti sklizni 2011 vyšší o 10 % rel. Poměr obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin k obsahu  $\beta$ -hořkých kyselin, relativní obsah kohumulonu v celkových  $\alpha$ -hořkých kyselinách i relativní obsah kolupulonu v celkových  $\beta$ -hořkých kyselinách byl v souladu s dlouhodobými průměry pro testované odrůdy.

#### Poděkování

Tato studie byla podpořena Ministerstvem zemědělství České republiky, projekt RO1012 „Výzkum kvality a zpracování sladařských a pivovarských surovin“.

#### LITERATURA / REFERENCES

- Analytica EBC, 1998: Hans Carl Getränke Fachverlag, Nürnberg, 7.7.  
Barborka, V., 2013: České chmelařství v přehledech. ÚKZÚZ, Chmelařská ročenka 2013, VÚPS, Praha: 215–234.  
Čejka, P., Kellner, V., Čepička, J., 1998: Mezilaboratorní zkoušení analýz chmele. Kvasny Prum. 44(12): 362–365.  
Mikyška, A., Jurková, M., Poledníková, M., 1999: Pivovarská hodnota českých a moravských chmelů ze sklizně 1999. Kvasny Prum. 45(11): 300–301.  
Mikyška, A., 2008: Pivovarská kvalita a sortimentní spotřeba chmele v České republice. Sborník plných textů a prezentací XVIII. konference Technologie a hodnocení výrobků nápojového průmyslu, Plzeň, 11.6. – 12. 6. 2008.

The ratio  $\alpha$ -/ $\beta$ -bitter acids was 2.00. This value was on the lower limit for the range referred (1.90 to 2.60%). The relative contents of cohumulone in the total  $\alpha$ -bitter acids of 31.2 % and of colupulone in the total  $\beta$ -bitter acids of 53.5% were in the range specified for this variety (cohumulone 29–38% rel., colupulone 51–59% rel.).

The water content varied in a range from 7.8% to 9.1% with an average value of 8.4%.

#### 4 CONCLUSIONS

During or immediately after the harvest in the year 2012 samples of freshly picked and subsequently dried hops were collected. They were analyzed for the content of  $\alpha$ -bitter acids and the content  $\beta$ -bitter acids including their analogues according to the HPLC-method 7.7 of Analytica EBC. The results showed that the average content of  $\alpha$ -bitter acids in hops in the most important variety in the Czech Republic – the Saaz variety was 4.12% w/d.m. This value was comparable with the crop in 2011 (4.20% rel.) and 0.45% (12.1% rel.) higher in compared to the average for the last 19 years. The content of  $\alpha$ -bitter acids in hops from Sládek variety in the year 2012 (6.98%) was higher compared to harvest 2011 by 15% rel. The hops of the Premiant variety from the 2012 crop (8.85%) had approximately 12 % rel. lower content of  $\alpha$ -bitter acids than the hops from the crop in 2011. The hops of the Agnus variety in the year 2012 (11.93%) had approximately 10% rel. higher content of  $\alpha$ -bitter acids compared to the 2011. The ratio  $\alpha$ / $\beta$  bitter acids, the relative content of cohumulone in the total  $\alpha$ -bitter acids and the relative content of colupulone in the total  $\beta$ -bitter acids were also in agreement with the long-term averages found for the tested varieties.

#### Acknowledgements

This study was supported by the Ministry of agriculture of the Czech Republic, research project RO1012 “Research of quality and processing of malting and brewing raw materials”.

- Mikyška, A., 2010: Sortimentní spotřeba chmele v tuzemských pivovarech. Pivovarský kalendář 2011, VÚPS, Praha: 76–80.  
Mikyška, A., Jurková, M., 2012: Hodnocení obsahu  $\alpha$ - a  $\beta$ -hořkých kyselin a českých a moravských chmelů ze sklizně 2011. Kvasny Prum. 58(3), 2012: 66–72.  
Kolektiv autorů, 2012: Atlas českých odrůd chmele. Chmelařský institut, Žatec. ISBN 978-80-87357-11-8.

Do redakce došlo / Manuscript received: 10. 2. 2013  
Přijato k publikování / Accepted for publication: 8. 3. 2013

## 25. PIVOVARSKO-SLADAŘSKÉ DNY

■ **termín:** 7. listopad 2013 ■ **místo:** Pivovar Staropramen, Praha

■ informace na **www.pivovarskedny.cz**

■ **komerční prezentace:** Agentura Elis, Rudolf Jastraban

tel.: 73722 70 20, e-mail: jastraban@agenturaelis.cz



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ