

## Hodnocení sklizně českých chmelů v roce 2014. Část I: Obsah $\alpha$ - a $\beta$ -hořkých kyselin

### *Evaluation of Czech Hops Harvested in 2014 – Part I: Contents of $\alpha$ - and $\beta$ -Bitter Acids*

Alexandr MIKYŠKA, Marie JURKOVÁ

Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., / 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 sklizně českých chmelů v roce 2014. Část I: Obsah  $\alpha$ - a  $\beta$ -hořkých kyselin.** Kvasny Prum. 61, 2015, č. 4, s. 106–113

Byl vyhodnocen obsah  $\alpha$ - a  $\beta$ - hořkých kyselin chmele sklizeného v České republice v roce 2014. Vzorky byly ze všech pěstebních oblastí – Žatecké, Ústěcké a Tršické (77,3%, 10,6% a 12,1% ploch chmelnic v ČR). Nejvýznamnější odrůdy, Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ), Sládek, Premiant a Agnus, byly pěstovány na 87,2%, 6,0%, 4,2% a 0,9% ploch chmelnic. Vzorky byly analyzovány metodou EBC 7.7 (HPLC) a výsledky jsou udány v % hmot. v sušině. Průměrný obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin chmelů ŽPČ byl o 0,38% (9,2% rel.) nižší v porovnání s rokem 2013 a o 0,66% (18,3% rel.) nižší v porovnání s průměrem za 21 let. Obsah  $\beta$ -hořkých kyselin byl o 0,76% (16,0% rel.) vyšší oproti roku 2013 a o 0,37% (7,9% rel.) nižší v porovnání s dlouhodobým průměrem. Obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin chmelů Sládek byl oproti sklizni 2013 a průměru za 11 let nižší o 0,37% (6,0% rel.) a 0,95% (14,0% rel.). Obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin chmelů Premiant byl oproti sklizni 2013 a průměru nižší o 1,13% (13,5% rel.) a 1,97% (21,4% rel.). Obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin chmelů Agnus byl v porovnání se sklizní 2013 a s šestiletým průměrem nižší o 1,47% (13,2% rel.) a 1,74% (15,2% rel.).

**Mikyška, A. – Jurková, M.: Evaluation of czech hops harvested in 2014 – Part I: Contents of  $\alpha$ - and  $\beta$ -Bitter Acids.** Kvasny Prum. 61, 2015, No. 4, pp. 106–113

The contents of  $\alpha$ - and  $\beta$ - bitter acids from hops harvested in the Czech Republic in 2014 have been evaluated. Samples originated from all growing areas – Žatec, Ústěck and Tršice (77.3%, 10.6% and 12.1% of the hop garden areas in the Czech Republic). The main varieties, Saaz (Žatecký poloraný červeňák, ŽPČ), Sládek, Premiant and Agnus were cultivated on 87.2%, 6.0%, 4.2% and 0.9% of the harvest areas respectively. Samples were analyzed in accordance with the Analytica EBC, method 7.7 (HPLC), all results are given in weight% in dry matter. The average value of  $\alpha$ -bitter acids in the Saaz hops was 0.38% (9.2% rel.) and 0.66% (18.3% rel.) lower when compared to the year 2013 and to the average of the 21 years respectively. The content of  $\beta$ -bitter acids was 0.76% (16.0% rel.) higher when compared to the year 2013 and 0.37% (7.9% rel.) lower to the long-term average. The content of  $\alpha$ -bitter acids in the Sládek hops was 0.37% (6.0% rel.) and 0.95% (14.0% rel.) lower when compared to the harvest in 2013 and to the average of the 11 years respectively. The content of  $\alpha$ -bitter acids in the Premiant hops was in 1.13% (13.5% rel.) and 1.97% (21.4% rel.) lower when compared to the harvest in 2013 and to the average of the last 11 years. The content of  $\alpha$ -bitter acids in the Agnus hops was 1.47% (13.2% rel.) and 1.74% (15.2% rel.) lower when compared to the harvest in 2013 and to average of last six years.

**Mikyška, A. – Jurková, M.: Die Auswertung der Ernte der tschechischen Hopfen aus der Ernte 2014. Teil I: Gehalt an  $\alpha$ - und  $\beta$ -Bittersäuren.** Kvasny Prum. 61, 2015, Nr. 4, S. 106–113

Der Gehalt an  $\alpha$ - und  $\beta$ -Säuren des in der Tschechischen Republik geernteten Hopfens im Jahre 2014 wurde ausgewertet. Die Bezugskarte hat alle drei Anbauggebiete Žatec (Saaz) 77,3% der gesamten Hopfenanbaufläche in der Tschechischen Republik, Ústěck (Auscha) (10,6%) der gesamten Hopfenanbaufläche in der Tschechischen Republik, Tršice (Tršitz) 12,1% der gesamten Hopfenanbaufläche in der Tschechischen Republik, bedeckt. Die bedeutenden Hopfensorten Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ = Saazer halbfrüher Rothopfen) wurde auf 87,2% der gesamten Hopfenanbaufläche, weitere Hopfensorten Sládek auf den 6,0%, Premiant auf den 4,2% und Agnus auf den 0,9% der gesamten Hopfenanbaufläche wurden kultiviert. Durch die EBC Methode 7.7 (HPLC) wurden die Hopfenmuster analysiert, alle Ergebnisse werden in (%) der Trockenmasse angegeben. Der durchschnittliche Wert des Gehalts an  $\alpha$ -Bittersäuren der Hopfensorte (Žatecký poloraný červeňák (Saazer halbfrüher Rothopfen) wurde im Vergleich mit dem Jahr 2013 um 0,38% (9,2% rel.) niedriger und Vergleich mit dem durchschnittlichen Wert von 21 Jahren um 0,66% (18,3% rel.) niedriger. Im Vergleich mit dem Jahre 2013 wurde im Jahre 2014 der Gehalt an  $\beta$ -Säuren um 0,76% (16,0% rel.) höher, im Vergleich mit dem langjährigen Durchschnittswert 21 Jahren um 0,37% (7,9% rel.) niedriger. Im Vergleich mit der Ernte 2013 wurde der Gehalt an  $\alpha$ -Säuren der Sorte Sládek im Vergleich mit dem Jahre 2013 um 0,37% (6,0% rel.) niedriger und Vergleich mit dem langjährigen Durchschnittswert von 11 Jahren um 0,95% (14,0% rel.) niedriger. Im Vergleich mit der Ernte 2013 wurde der Gehalt an  $\alpha$ -Säuren der Sorte Premiant im Vergleich mit dem Jahre 2013 um 1,13% (13,5% rel.) niedriger und im Vergleich mit dem langjährigen Durchschnittswert von 11 Jahren um 1,97% (21,4% rel.) niedriger. Im Vergleich mit der Ernte 2013 wurde der Gehalt an  $\alpha$ -Säuren der Sorte Agnus im Vergleich mit dem Jahre 2013 um 1,47% (13,2% rel.) niedriger und im Vergleich mit dem langjährigen Durchschnittswert von 6 Jahren um 1,74% (15,2% rel.) niedriger.

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

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

## 1 ÚVOD

Tato první část dvoudílné série prezentuje vyhodnocení obsahu  $\alpha$ - a  $\beta$ -hořkých kyselin ve chmelech ze sklizně 2014. Druhá část se bude zabývat hodnocením obsahu polyfenolových látek.

Hodnocení obsahu hořkých kyselin čerstvě sklizeného chmele se ve Výzkumném ústavu pivovarském a sladařském (VÚPS) provádí od roku 1950. Analyzovány jsou vzorky odebrané v průběhu sklizně

## 1 INTRODUCTION

This first part of a two-part series presents the evaluation of the content of  $\alpha$ - and  $\beta$ -bitter acids in hops harvested in 2014. The second part will deal with the evaluation of the content of polyphenolic substances.

The evaluation of the  $\alpha$ - and  $\beta$ -bitter acids of the harvested hops at the Research Institute of Brewing and Malting (RIBM) is carried out

ze všech tří pěstitelských oblastí v ČR. Hodnoty jsou predikcí založenou na analýze 170 – 180 vzorků chmele.

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 2014 sklizňová plocha chmelnic v ČR činila 4472 ha, což znamená nárůst oproti roku 2013 o 53 ha. V Žatecké oblasti to bylo 3458 ha, v Ústěcké 454 ha a v Tršické 540 ha. Majoritní odrůdou stále zůstává Žatecký poloraný červeňák. Podle údajů Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského v Žatci se v ČR v roce 2014 pěstoval na 87,2 % ploch. V nejvýznamnější Žatecké oblasti se nacházelo 79,2 % z celkové sklizňové plochy chmelnic v ČR osázených ŽPČ. Minoritními odrůdami z hlediska ploch chmelnic jsou české hybridy Sládek (6,0 %), Premiant (4,2 %) a Agnus (0,9 %) (Barborka 2015).

V roce 2014 bylo v ČR sklizeno 6202 tun chmele, v Žatecké oblasti sklizeň činila 4689 t, v Ústěcké oblasti 669 t a v Tršické 844 t. Průměrný výnos byl 1,39 t/ha (Barborka, 2015). Produkce byla proti roku 2013 vyšší o 872 t, vzhledem ke sklizni 2012 byla vyšší o 1864 t.

Od roku 1994 jsou analýzy celého souboru vzorků prováděny výsoco specifickým stanovením  $\alpha$ - i  $\beta$ -hořkých kyselin a jejich analogů metodou HPLC podle EBC (Anonymous, 1998). Jsou tedy k dispozici výsledky sledování kvality chmele v ČR touto metodou za dvacet 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; Krofta et al., 2013).

## 2 MATERIÁL A METODY

Vzorky čerstvě sklizeného, usušeného chmele byly ve spolupráci s Chmelařským institutem v Žatci a Chmelařským družstvem 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 pěstitelské 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.) (Anonymous, 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 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 3,07 % (2,77 % v původním chmelu). Sklizeň byla v dlouhodobém horizontu 21 let podprůměrná. Rozdíl oproti dlouhodobému průměru činil 0,59 % (16,2 % rel.), oproti roku 2013 byl obsah nižší o 0,39 % (9,3 % rel.).

Přehled obsahu  $\alpha$ - a  $\beta$ -hořkých kyselin ve sklizních za posledních 21 let přibližuje tab. 2. Obsah  $\alpha$ - i  $\beta$ -kyselin ve sklizních za toto období se značně liší. 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  $\alpha$ -kyselin výrazně stoupal. V roce 2010 byl za-

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.

The standard Saaz (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 2014 the hop yard areas in the Czech Republic amounted to 4,472 ha which means an increase of 53 ha compare to 2013. The Žatec area was spread over 3,458 ha, the Ústěck area 454 ha and the Tršice area over 540 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 2014. In the most important area Žatec the Saaz variety was cultivated on 79.2% of the hop yards. The Czech hybrid varieties Sládek (cultivated on 6.0% of the hop yards), Premiant (cultivated on 4.2% of the hop yards) and Agnus (cultivated on 0.9% of the hop yards) are from this point of view only minor varieties (Barborka, 2015).

In the year 2014 a yield of 6,202 tons of hops were harvested. In the Žatec area 4,689 tons of hops were harvested, in the Ústěck area 669 tons and in the Tršice area the yield amounted to 844 tons. The average yield was 1.39 tons/ha (Barborka, 2015). The yield was 1864 and 872 tons higher compare to years 2012 and 2013 respectively.

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 (Anonymous, 1998). Therefore, results from 21 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 lead conductance value also covers additional components of the hop resins (Mikyška et al., 1999; Krofta et al., 2013).

## 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 were selected in a way that the survey covers all growing areas – Žatec, Ústěck 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 (Anonymous 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 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 Table 1. The average content of  $\alpha$ - bitter acids in the hop samples examined from the Žatec area was 3.07% (2.77% in origin). This value was below the long-term average of the last 21 years. The difference from the long-term aver-

Tab. 1 Obsah hořkých kyselin v odrůdě ŽPČ ve sklizni 2014 v Žatecké oblasti / Table 1 Bitter acids content of Saaz variety of year crop 2014 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>	3.07	23.36	0.68	4.51	40.14	9.82
<b>Maximum</b>	6.03	26.11	1.31	6.71	46.18	12.11
<b>Minimum</b>	1.73	18.57	0.41	2.99	36.02	6.77
<b>SD</b>	0.75	1.54	0.16	0.64	1.48	0.91
<b>SD (% rel.)</b>	24.52	6.61	23.11	14.25	3.68	9.31
<b>Median</b>	2.89	23.64	0.64	4.53	40.25	9.75

SD – směrodatná odchylka/standard deviation

znamenán propad, podprůměrná sklizeň. V letech 2011 a 2012 byly sklizně nadprůměrné, v roce 2013 byla hodnota pod dlouhodobým průměrem.

Sklizeň 2014 byla značně nevyrovnaná, relativní směrodatná odchylka obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin souboru vzorků ŽPČ ST i VF činila 24,5 % ( $\alpha$ -kyseliny v intervalu 1,73 % – 6,03 %). Frekvenční rozdělení obsahu  $\alpha$ -kyselin (obr. 1) ukazuje, že největší zastoupení vzorků bylo ve třech obsahových třídách, 2,5 – 3,0 % (38,7 % rel.) a sousedících třídách 2,0 – 2,5 % (16,0 % rel.) a 3,0 – 3,5 % (22,7 % rel.). Výjimečný byl výskyt chmelů s obsahem pod 2,0 a nad 4,5 %.

age was 0.59% (16.2% rel.). In comparison to 2013 the content was lower in 0.39% (9.3% rel.).

The overview of the  $\alpha$ - and  $\beta$ -bitter acids contents in harvested over the last 21 years shows the Table 2. The  $\alpha$ - and  $\beta$ -bitter acids contents 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. In the years 2011 and 2012 harvests were above average, while the 2013 harvest was below average.

Tab.2 Obsah hořkých kyselin v odrůdě ŽPČ ve sklizních 1994–2014 v pěstebních oblastech / Table 2 Bitter acids content of Saaz variety of year crops 1994–2014 in growing areas

Pěstební oblast / Growing area	Žatecká / Žatec area		Úštěcká / Úštěk area		Tršická / Tršice area	
Rok / Year	$\alpha$ -kyseliny/ $\alpha$ -acids	$\beta$ -kyseliny/ $\beta$ -acids	$\alpha$ -kyseliny/ $\alpha$ -acids	$\beta$ -kyseliny/ $\beta$ -acids	$\alpha$ -kyseliny/ $\alpha$ -acids	$\beta$ -kyseliny/ $\beta$ -acids
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	4.3	5.2	4.1	5.0	4.1	5.0
2012	4.2	4.8	4.0	4.9	3.8	4.6
2013	3.5	3.7	3.2	3.5	2.9	3.0
2014	3.1	4.5	2.7	4.3	2.7	3.7
<b>Průměr / Average</b>	3.7	4.8	3.5	4.7	3.4	4.6

age was 0.59% (16.2% rel.). In comparison to 2013 the content was lower in 0.39% (9.3% rel.).

The harvest 2014 was fairly unbalanced, the relative standard deviation of  $\alpha$ -bitter acids content in the whole set of samples (ŽPČ ST and ŽPČ VF) was 24.5% (values  $\alpha$ -bitter acids varied from 1.73% to 6.03%). The statistical distribution of the  $\alpha$ -acid contents showed that the majority of the samples was in three content groups –  $\alpha$ -bitter acids content 2.5 – 3.0% (38.7% rel.), and neighbor classes 2.0 – 2.5% (16.0% rel.) and 3.0 – 3.5% (22.7% rel.). Hops containing more than 4.5% of  $\alpha$ -bitter acids as well as hops containing lower than 2.0% of  $\alpha$ -bitter acids were very rare.

The average content of  $\beta$ -bitter acids of 4.51% (4.07% in origin) was 0.24% (5.0% rel.) lower than the long-term average and 0.80% (16.8% rel.) higher than the average value from the harvest in 2013. The ratio  $\alpha$ -/ $\beta$ -bitter acids was



Průměrný obsah  $\beta$ -hořkých kyselin ve výši 4,51 % (4,07 % v původním chmelu) byl o 0,24 % (5,0 % rel.) nižší nežli dlouhodobý průměr a o 0,80 % (16,8 % rel.) vyšší oproti průměrné hodnotě sklizně 2013. Poměr  $\alpha$ - a  $\beta$ -kyselin 0,68 byl nižší oproti průměru za 21 let (0,77).

Relativní obsah kohumulonu v celkových  $\alpha$ -hořkých kyselinách 23,4 % i relativní obsah kolupulonu v celkových  $\beta$ -hořkých kyselinách 40,1 % se nacházel v rozmezí typickém pro Žatecký poloraný červeňák a od dlouhodobých průměrů se výrazně nelišil (relativní obsah kohumulonu 24,9 %, relativní obsah kolupulonu 40,7 %).

Obsah vody byl v průměru 9,8 %.

### 3.1.2 Úštěcká pěstební oblast

Průměrný obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin ve vzorcích chmele z Úštěcké oblasti činil 2,72 % hm. v sušině (2,45 % v původním chmelu) (tab. 3). Sklizeň

byla nevyrovnaná, relativní směrodatná odchylka obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin souboru vzorků chmele byla 36,1 % ( $\alpha$ -kyseliny v intervalu 1,57 %–5,45 %). Průměrná hodnota  $\alpha$ -hořkých kyselin byla o 0,73 % (21,2 % rel.) nižší oproti průměru za 21 let námi prováděného sledování a o 0,52 % (12,9 % rel.) nižší oproti roku 2013 (tabulka 2).

Obsah  $\beta$ -hořkých kyselin ve vzorcích chmele byl 4,25 % (3,82 % v původním chmelu), byl o 0,48 % (10,2 % rel.) nižší oproti průměru pro tuto oblast za 21 let a o 0,71 % (14,5 % rel.) vyšší nežli ve sklizni 2013. Poměr  $\alpha$ - a  $\beta$ -hořkých kyselin 0,64 byl nižší oproti dlouhodobému průměru pro oblast (0,72).

Relativní obsah kohumulonu v celkových  $\alpha$ -kyselinách (23,7 %) i relativní obsah kolupulonu v celkových  $\beta$ -kyselinách (39,6 %) se od dlouhodobých průměrů pro tuto oblast výrazně nelišil (24,4 % resp. 40,5 %).

Obsah vody byl v průměru 10,1 %.

### 3.1.3 Tršická pěstební oblast

Průměrný obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin ve vzorcích chmele z Tršické oblasti činil 2,69 % (2,43 % v původním chmelu) (tab. 4). Sklizeň byla nevyrovnaná, relativní směrodatná odchylka obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin souboru vzorků chmele byla 23,9 % ( $\alpha$ -kyseliny v intervalu 1,65 %–4,34 %). Hodnota je o 0,68 % (20,2 % rel.) nižší oproti průměru za 21 let a o 0,21 % (5,5 % rel.) nižší oproti roku 2013 (tabulka 2).

Obsah  $\beta$ -hořkých kyselin ve vzorcích chmele byl 3,69 % (3,33 % v původním chmelu) a je o 0,87 % (19,0 % rel.) nižší oproti průměru za posledních 21 let a o 0,66 % (14,3 % rel.) vyšší oproti sklizni 2013. Poměr  $\alpha$ - a  $\beta$ -hořkých kyselin 0,73 byl srovnatelný s dlouhodobým průměrem (0,74).

Relativní obsah kohumulonu v celkových  $\alpha$ -kyselinách (23,9 %) i relativní obsah kolupulonu v celkových  $\beta$ -kyselinách (39,8 %) se od dlouhodobých průměrů pro tuto oblast výrazně nelišil (25,0 % resp. 40,6 %).

Obsah vody byl v průměru 9,8 %.

### 3.1.4 Česká republika celkem

Průměrný obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin ve vzorcích chmele standardní i bezvirozní sadby z celé České republiky činil 2,96 % (2,67 % v původním chmelu) (tab. 5). Relativní směrodatná odchylka

Tab. 3 Obsah hořkých kyselin v odrůdě ŽPČ ve sklizni 2014 v Úštěcké oblasti / Table 3 Bitter acids content of Saaz variety of year crop 2014 in Úštěk area

	$\alpha$ -kyseliny/ $\alpha$ -acids % hm./ % w	kohumulon/ cohumulone % rel.	$\alpha/\beta$ -kyseliny $\alpha/\beta$ -acids	$\beta$ -kyseliny/ $\beta$ -acids % hm./ % w	kolupulon/ colupulone % rel.	vláha/ moisture % hm./ % w
<b>Průměr / Average</b>	2.72	23.71	0.64	4.25	39.57	10.12
<b>Maximum</b>	5.45	25.02	1.25	5.59	42.68	11.16
<b>Minimum</b>	1.57	21.98	0.44	2.69	37.26	9.08
<b>SD</b>	0.98	0.89	0.21	0.78	1.22	0.56
<b>SD (% rel.)</b>	36.05	3.77	32.46	18.47	3.08	5.51
<b>Median</b>	2.58	23.79	0.55	4.49	39.59	10.05

SD – směrodatná odchylka/standard deviation

Tab. 4 Obsah hořkých kyselin v odrůdě ŽPČ ve sklizni 2014 v Tršické oblasti / Table 4 Bitter acids content of Saaz variety of year crop 2014 in Tršice area

	$\alpha$ -kyseliny/ $\alpha$ -acids % hm./ % w	kohumulon/ cohumulone % rel.	$\alpha/\beta$ -kyseliny $\alpha/\beta$ -acids	$\beta$ -kyseliny/ $\beta$ -acids % hm./ % w	kolupulon/ colupulone % rel.	vláha/ moisture % hm./ % w
<b>Průměr / Average</b>	2.69	23.86	0.73	3.69	39.75	9.76
<b>Maximum</b>	4.34	25.75	1.31	4.68	42.28	11.11
<b>Minimum</b>	1.65	22.58	0.50	2.54	37.33	9.07
<b>SD</b>	0.64	0.88	0.16	0.56	1.32	0.60
<b>SD (% rel.)</b>	23.92	3.68	22.33	15.10	3.32	6.15
<b>Median</b>	2.57	23.66	0.70	3.67	39.40	9.59

SD – směrodatná odchylka/standard deviation

0.68. This value was lower compare to the average of the last 21 years (0.77).

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 (40.1 % 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 was 9.8 %.

### 3.1.2 Growing area Úštěk

The average content of  $\alpha$ -bitter acids in hop samples from the Úštěk area was 2.72 % (2.45 % in origin) (Table 3). The crop was unbalanced. The relative standard deviation for the values of  $\alpha$ -bitter acids in this group of samples was 36.1 % and the values varied from 1.57 % to 5.45 %. The average value for  $\alpha$ -bitter acids was 0.73 % (21.2 % rel.) lower than the average for the last 21 years of monitoring and in 0.52 % (12.9 % rel.) higher than in 2013 (Table 2).

The content of  $\beta$ -bitter acids of 4.25 % (3.82 % in origin) was in 0.48 % (10.2 % rel.) lower to the average in this area for the last 21 years and in 0.71 % (14.5 % rel.) higher compare to the 2013 year crop. The  $\alpha/\beta$ -bitter acids ratio was 0.64. This value was below the long-term average (0.72) for this area.

Both the relative content of cohumulone in the total  $\alpha$ -bitter acids (23.7 % rel.) and the relative content of colupulone in the total  $\beta$ -bitter acids (39.6 % rel.) were virtually identical to the long-term average values for this area (24.4 % rel. and 40.5 % rel.).

The average water content in the samples tested was 10.1 %.

### 3.1.3 Growing area Tršice

The average content of  $\alpha$ -bitter acids in hop samples from the Tršice area was 2.69 % (2.43 % in origin) (Table 4). The crop was inhomogeneous. The relative standard deviation for the values of  $\alpha$ -bitter acids in this group of samples was 23.9 % and the values varied from 1.65 % to 4.34 %. The content of  $\alpha$ -bitter acids was 0.68 % (20.2 % rel.) lower than the average for the last 21 years and 0.21 % (5.5 % rel.) lower than in 2013 (Table 2).

The content of  $\beta$ -bitter acids in hops was 3.69 % (3.33 % in origin). This value was 0.87 % (19.0 % rel.) lower than the average for

od průměrného obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin činila 26,9% ( $\alpha$ -kyseliny v intervalu 1,57%–6,03%). Zjištěná průměrná hodnota byla o 0,66% (18,3% rel.) nižší oproti průměru za posledních 21 let a o 0,38% (9,2% rel.) nižší oproti roku 2013 (obr. 5).

Průměrný obsah  $\beta$ -hořkých kyselin **4,34% (3,92% v původním chmelu)** byl nižší v porovnání s dlouhodobým průměrem o 0,37 (7,9% rel.) a o 0,76% (16,0% rel.) vyšší oproti roku 2013 (Mikyška, Jurková 2014).

Poměr  $\alpha$ - a  $\beta$ -hořkých kyselin 0,69 byl nižší oproti dlouhodobému průměru (0,77). Relativní obsah kohumulonu v celkových  $\alpha$ -kyselinách (23,5%) i relativní obsah kolupulonu v celkových  $\beta$ -kyselinách (40,0%) se nacházel v rozmezí typickém pro Žatecký poloraný červeňák, hodnoty byly srovnatelné s dlouhodobým průměrem (24,8% resp. 40,6%).

Obsah vody byl v průměru 9,9%.

Průměrný obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin ve vzorcích chmele standardní sadby z celé České republiky činil 2,89%.

Průměrný obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin ve chmelech z bezvírozní sadby byl 3,06%, byl tedy pouze o 0,17% (5,6% rel.) vyšší v porovnání se standardní sadbou. Průměrný obsah  $\beta$ -hořkých kyselin ve chmelech z bezvírozní sadby byl nižší o 0,27% (6,5% rel.) (tab. 5).

Statistické rozdělení hodnot obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin do obsahových tříd po 0,5% (obr. 1) ukázalo největší zastoupení chmelů z bezvírozní sadby i chmelů ze standardní sadby ve třídách 2,5–3,0 (VF-32,6% a ST-36,4% vzorků) a dále sousedících třídách 3,0–3,5 (18,6% a 19,7% vzorků) a 2,0 – 2,5% (20,9% a 19,7% vzorků). Nízký byl výskyt chmelů s obsahem  $\alpha$ -hořkých kyselin pod 2,0% a nad 4,0%. Vyrovnanost obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin byla nižší nežli v předchozích pěti sklizních.

## 3.2 České hybridní odrůdy

### 3.2.1 Sládek

Průměrný obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin v testovaných vzorcích chmele odrůdy Sládek činil **5,80% (5,27% v původním chmelu)**. Průměrný obsah  $\beta$ -hořkých kyselin byl **6,08% (5,52% 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 2014 z pohledu obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin byla podprůměrná, oproti průměru za posledních 11 let je o 0,95% (14,0% rel.) nižší a o 0,37% (6,0% rel.) nižší oproti sklizni 2013. Obsah  $\beta$ -hořkých kyselin byl prakticky shodný s dlouhodobým průměrem a vyšší o 0,94% (18,3% rel.) oproti sklizni 2013 (tab. 7).

Pro odrůdu Sládek je šlechtiteli, Chmelařským institutem v Žatci (Anonymous, 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 25,0%. Nejnížší hodnota obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin byla 3,46%, nejvyšší hodnota byla 8,52%. Statistické rozdělení hodnot obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin ukázalo nejvíce vzorků ve třídě 5,0 –

Tab. 5 Obsah hořkých kyselin v odrůdě ŽPČ ve sklizni 2014 v České republice / Table 5 Bitter acids content of Saaz variety of year crop 2014 in the Czech Republic

	$\alpha$ -kyseliny/ $\alpha$ -acids % hm./ % w	kohumulon/ cohumulone % rel.	$\alpha$ - $\beta$ -kyseliny $\alpha$ - $\beta$ -acids % hm./ % w	$\beta$ -kyseliny/ $\beta$ -acids % hm./ % w	kolupulon/ colupulone % rel.	vláha/ moisture % hm./ % w
<b>Průměr/Average</b>	2.96	23.49	0.69	4.34	39.99	9.86
<b>Maximum</b>	6.03	26.11	1.31	6.71	46.18	12.11
<b>Minimum</b>	1.57	18.57	0.41	2.54	36.02	6.77
<b>SD</b>	0.80	1.39	0.17	0.72	1.43	0.83
<b>SD (% rel.)</b>	26.92	5.90	24.75	16.53	3.58	8.44
<b>Median</b>	2.82	23.66	0.64	4.42	40.04	9.77
<b>Průměr/Average ST</b>	<b>2.89</b>	23.58	0.65	<b>4.45</b>	39.90	10.02
<b>Průměr/Average VF</b>	<b>3.06</b>	23.36	0.74	<b>4.18</b>	40.13	9.62

SD – směrodatná odchylka/standard deviation

ST – standardní sadba/Standard seed

VF – bezvírozní sadba/Virus-free seed

Tab. 6 Obsah hořkých kyselin v odrůdě Sládek ve sklizni 2014 v České republice / Table 6 Bitter acids content of Sládek variety of year crop 2014 in the Czech Republic

	$\alpha$ -kyseliny/ $\alpha$ -acids % hm./ % w	kohumulon/ cohumulone % rel.	$\alpha$ - $\beta$ -kyseliny $\alpha$ - $\beta$ -acids % hm./ % w	$\beta$ -kyseliny/ $\beta$ -acids % hm./ % w	kolupulon/ colupulone % rel.	vláha/ moisture % hm./ % w
<b>Průměr/Average</b>	5.80	24.74	0.97	6.08	47.64	9.25
<b>Maximum</b>	8.52	27.50	1.65	8.23	50.19	10.28
<b>Minimum</b>	3.46	22.95	0.64	4.67	44.85	7.89
<b>SD</b>	1.45	1.27	0.28	0.89	1.72	0.63
<b>SD (% rel.)</b>	24.95	5.14	28.96	14.66	3.61	6.81
<b>Median</b>	5.47	24.51	0.87	5.96	47.63	9.33

SD – směrodatná odchylka/standard deviation

the last 21 years and 0.66% (14.3% rel.) higher than the value of crop in 2013. The  $\alpha$ - $\beta$ -bitter acids ratio was 0.73. This value was comparable to the long-term average (0.74).

Both the relative content of cohumulone in the total  $\alpha$ -bitter acids (23.9% rel.) and the relative content of colupulone in the total  $\beta$ -bitter acids (39.8%) were very similar to the long-term average values for this area (25.0% rel. and 40.6% rel.).

The average water content in the tested samples was 9.8%.

### 3.1.4 Whole Czech Republic

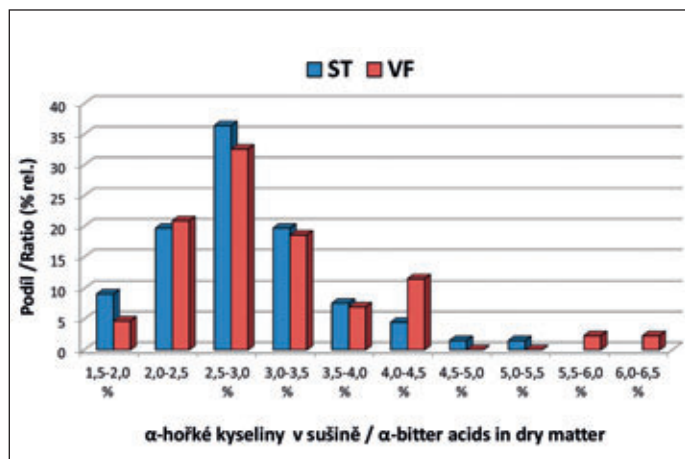
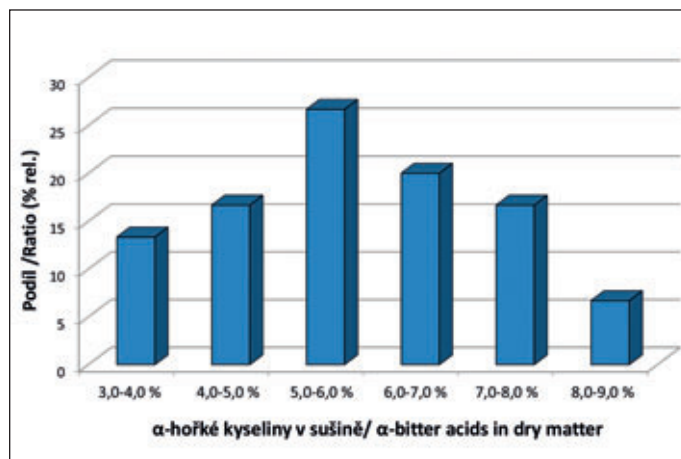
The average content of  $\alpha$ -bitter acids in hop samples from throughout the Czech Republic was **2.96% (2.67% in origin)** (Table 5). The relative standard deviation from the average value of the  $\alpha$ -acid content was 26.9% and the values varied from 1.57% to 6.03%. The average value was 0.66% (18.3% rel.) lower when compared to the average for the last 21 years and 0.38% (9.2% rel.) lower than the average in 2013.

The average content of  $\beta$ -bitter acids was **4.34% (3.92% in origin)**. It was 0.37% (7.9% rel.) lower compared to the long-term average and 0.76% (16.0% rel.) higher in comparison with the year 2013. (Mikyška and Jurková, 2014)

The  $\alpha$ - $\beta$ -bitter acids ratio was 0.69. This value was lower compared to the long-term average (0.77). Both the relative content of cohumulone in the total  $\alpha$ -bitter acids (23.5% rel.) and the relative content of colupulone in the total  $\beta$ -bitter acids (40.0% rel.) were in the range typical for the Saaz variety and similar to the long-term average (cohumulone 24.8% rel., colupulone 40.6% rel.).

The average water content was 9.9%.

The average content of  $\alpha$ -bitter acids in samples of standard seed from the whole Czech Republic amounted to 2.89%. The average content of  $\alpha$ -bitter acids of virus free seed was 3.06%, was therefore only 0.17% (5.6% rel.) higher compared to the standard planting. The average content of  $\beta$ -bitter acids of virus free seed was lower in 0.27% (6.5% rel.) (Table 5).

Obr. 1 Frekvenční rozdělení obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin vzorků chmelů odrůdy ŽPČ ve sklizni 2014 / Fig. 1 Distribution of  $\alpha$ -bitter acids content of Saaz hops harvested in 2014Obr. 2 Frekvenční rozdělení obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin vzorků chmelů odrůdy Sládek ve sklizni 2014 / Fig. 2 Distribution of  $\alpha$ -bitter acids content of Sládek hops harvested in 2014

6,0 (26,7% vzorků), v rozmezí hodnot  $\alpha$ -hořkých kyselin 4,0 – 7,0% bylo 63,4% vzorků (obr. 2).

Poměr obsahu  $\alpha$ -kyselin k obsahu  $\beta$ -kyselin 0,97 leží ve středu rozmezí uváděného Chmelařským institutem v Žatci (0,70 – 1,30). Relativní obsah kohumulonu v celkových  $\alpha$ -kyselinách ve výši 24,7% a relativní obsah kolupulonu v celkových  $\beta$ -kyselinách 47,6% jsou na spodní polovině rozmezí uváděném pro tuto odrůdu (kohumulon 23 – 30% rel., kolupulon 44 – 50% rel.), hodnoty byly v souladu s průměrem za 11 let (25,8% rel. resp. 48,9% rel.).

Obsah vody byl v průměru 9,3%.

### 3.2.2 Premiant

Průměrný obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin v testovaných chmelech odrůdy Premiant činil 7,22% (6,56% v původním chmelu). Průměrný obsah  $\beta$ -hořkých kyselin 5,76% (5,23% v původním chmelu) (tab. 8). Průměrná hodnota obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin ve sklizni 2014 byla oproti průměru za 11 let o 1,97% (21,4% rel.) nižší a oproti sklizni 2013 nižší o 1,13% (13,5% rel.). Obsah  $\beta$ -hořkých kyselin byl oproti dlouhodobému průměru o 0,60 (11,5% rel.) vyšší a oproti sklizni 2013 vyšší o 1,58% (37,8% rel.) (tab. 8).

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% 4,0 – 5,0 (13,8% (Anonymous, 2012).

Kvalita chmelů Premiant z pohledu obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin byla vyrovnaná, relativní směrodatná odchylka činila 17,8%. Nejvyšší

The statistical distribution of the values for  $\alpha$ -acid contents (Fig. 1) showed that the largest representation in the samples of both seed types were in content class 2.5 – 3.0 (VF-32.6% rel., ST-36.4% rel.) and two neighboring classes, 3.0 – 3.5 (18.6 and 19.7% rel.) and 2.0 – 2.5 (20.9 and 19.7% rel.). Hop samples containing  $\alpha$ -bitter acids below 2.0% as well as samples containing above 4.0%  $\alpha$ -bitter acids were very rare. Balance of the  $\alpha$ -bitter acids content was lower than in last five crops (2009 – 2013).

### 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 5.80% (5.27% in origin). The average content of the  $\beta$ -bitter acids was 6.08% (5.52% in origin) (Table 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 2014 crop was below the average, 0.95% (14.0% rel) lower compared to the last 11 years average value and 0.37% (6,0% rel.) lower than the values from the year 2013.

The content of  $\beta$ -bitter acids was identical with the with the long-term average and 0.94 (18.3% rel.) higher compare to the crop in 2013 (Table 7).

Tab. 7 Obsah hořkých kyselin v odrůdách Sládek, Premiant a Agnus ve sklizních 2004–2014 v České republice / Table 7 Bitter acids content of Sládek, Premiant and Agnus varieties of year crops 2004–2014 in the Czech Republic

Odrůda / Variety	Sládek		Premiant		Agnus	
Rok / Year	$\alpha$ -kyseliny/ $\alpha$ -acids	$\beta$ -kyseliny/ $\beta$ -acids	$\alpha$ -kyseliny/ $\alpha$ -acids	$\beta$ -kyseliny/ $\beta$ -acids	$\alpha$ -kyseliny/ $\alpha$ -acids	$\beta$ -kyseliny/ $\beta$ -acids
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
2013	6.2	5.1	8.4	4.2	11.2	5.6
2014	5.8	6.1	7.2	5.8	9.7	6.2
Průměr / Average	6.7	6.1	9.2	5.2	11.4	6.3



Tab. 8 Obsah hořkých kyselin v odrůdě Premiant ve sklizni 2014 v České republice / Table 8 Bitter acids content of Premiant variety of year crop 2014 in the Czech Republic

	$\alpha$ -kyseliny/ $\alpha$ -acids % hm./ % w	kohumulon/ cohumulone % rel.	$\alpha/\beta$ -kyseliny $\alpha/\beta$ -acids	$\beta$ -kyseliny/ $\beta$ -acids % hm./ % w	kolupulon/ colupulone % rel.	vláha/ moisture % hm./ % w
<b>Průměr / Average</b>	7.22	20.08	1.31	5.76	39.90	9.19
<b>Maximum</b>	10.49	35.83	2.56	8.79	57.30	10.94
<b>Minimum</b>	5.48	16.93	0.85	3.84	36.19	8.15
<b>SD</b>	1.28	3.46	0.35	1.25	3.87	0.67
<b>SD (% rel.)</b>	17.78	17.25	26.84	21.72	9.70	7.33
<b>Median</b>	7.18	19.22	1.28	5.91	38.18	9.04

SD – směrodatná odchylka/standard deviation

Tab. 9 Obsah hořkých kyselin v odrůdě Agnus ve sklizni 2014 v České republice / Table 9 Bitter acids content of Agnus variety of year crop 2014 in the Czech Republic

	$\alpha$ -kyseliny/ $\alpha$ -acids % hm./ % w	kohumulon/ cohumulone % rel.	$\alpha/\beta$ -kyseliny $\alpha/\beta$ -acids	$\beta$ -kyseliny/ $\beta$ -acids % hm./ % w	kolupulon/ colupulone % rel.	vláha/ moisture % hm./ % w
<b>Průměr / Average</b>	9.69	38.34	1.56	6.20	58.95	8.58
<b>Maximum</b>	10.25	39.03	1.65	6.53	60.81	10.60
<b>Minimum</b>	8.96	36.87	1.48	5.88	57.51	7.45
<b>SD</b>	0.55	0.78	0.05	0.24	1.11	1.08
<b>SD (% rel.)</b>	5.68	2.03	3.50	3.80	1.88	12.64
<b>Median</b>	10.04	38.67	1.57	6.13	58.90	8.24

SD – směrodatná odchylka/standard deviation

hodnota obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin byla 5,48 %, nejvyšší hodnota byla 10,49 %. Statistické rozdělení hodnot obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin ukázalo, že 33,3 % vzorků bylo ve třídě od 7,0 do 8,0 %, ve třídách nad 8,0 % bylo pouze 20,1 % vzorků (obr. 3).

Poměr obsahu  $\alpha$ -kyselin k obsahu  $\beta$ -kyselin 1,31 ležel pod rozmezím uváděným Chmelařským institutem (1,70 – 2,30). Relativní obsah kohumulonu v  $\alpha$ -kyselinách ve výši 20,1 % i relativní obsah kolupulonu v  $\beta$ -kyselinách 39,9 % se nacházel ve spodní polovině rozmezí pro odrůdu (kohumulon 18 – 23 % rel., kolupulon 39 – 44 % rel.).

Obsah vody byl v průměru 9,2 %.

### 3.2.3 Agnus

Průměrný obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin v testovaných vzorcích chmele odrůdy Agnus činil **9,69 % hm. v sušině (8,86 % v původním chmelu)**. Průměrný obsah  $\beta$ -hořkých kyselin **6,20 % hm. v sušině (5,67 % hm. v původním chmelu)** (tab. 9). Tato vysokoobsažná odrůda byla na VÚPS hodnocena šestým rokem. Obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin byl v porovnání s šestiletým průměrem nižší o 1,74 % (15,2 % rel.) a v porovnání se sklizní 2013 byl nižší o 1,47 % (13,2 % rel.), obsah  $\beta$ -hořkých kyselin byl srovnatelný s dlouhodobým průměrem a o 0,6 % (10,7 % rel.) vyšší oproti sklizni 2013 (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 (Anonymous 2012).

Poměr obsahu  $\alpha$ -kyselin k obsahu  $\beta$ -kyselin 1,56 ležel pod dolní hranicí rozmezí uváděného CHI Žatec (1,90 – 2,60). Relativní obsah kohumulonu v celkových  $\alpha$ -kyselinách ve výši 38,3 % i relativní obsah kolupulonu v celkových  $\beta$ -kyselinách 59,0 % byl na horní hranici rozmezí uváděného pro tuto odrůdu (kohumulon 29 – 38 % rel., kolupulon 51 – 59 % rel.).

Obsah vody byl v průměru 8,6 %.

The Hop Research Institute in Žatec (Anonymous, 2012) gives a range from 4.5 to 8.0 % as a typical for the  $\alpha$ -acid content and a range from 4.0 to 7.0 % as a typical for the  $\beta$ -acid content in the Sládek variety.

The relative standard deviation for the values of  $\alpha$ -bitter acids in this group of samples was 25.0 %. The values ranged from 3.46 % to 8.52 %. The statistical distribution of the values of  $\alpha$ -acid contents showed the most of samples in the class 5.0 – 6.0 (26.7 % of samples) and 7.0 – 8.0 % (20.7 % of samples) and further in the class 4.0 – 5.0 (13.8 % of samples), 63.4 % of hop samples fall within the range 4.0 – 7.0 % of (Fig. 2).

The ratio  $\alpha/\beta$ -bitter acids was 0.97. This value is in the middle of the 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 24.7 % rel. and the relative content of colupulone in the total  $\beta$ -bitter acids 47.6 % 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 11 years (25.8 % rel. and 48.9 % rel.).

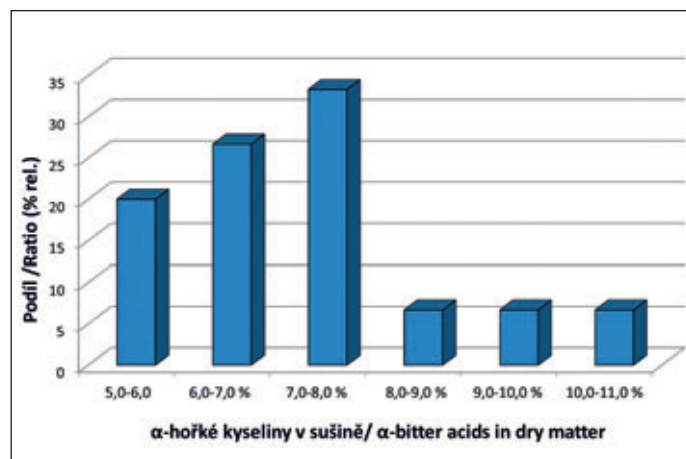
The average water content was 9.3 %.

### 3.2.2 Premiant variety

The average content of  $\alpha$ -bitter acids in the tested hop samples of the Premiant variety was **7.22 % (6.56 % in origin)**. The average content of  $\beta$ -bitter acids was **5.76 % (5.23 % in origin)** (Table 8). The average value for the  $\alpha$ -acid content in the 2014 crop was 1.97 % (21.4 % rel.) lower to the average value from the last 11 years and 1.13 % (13.5 % rel.) lower when compared to values from the year 2013. The content of  $\beta$ -bitter acids was 0.60 % (11.5 % rel.) higher compared to long-term average and 1.58 % (37.8 % rel.) higher compared to the 2013 crop (Table 7).

The Hop Research Institute in Žatec (Anonymous, 2012) gives a range from 7 to 10 % as a typical for the  $\alpha$ -acid content and a range from 3.5 to 5.5 % as a typical for the  $\beta$ -acid content in the Premiant variety.

Obr. 3 Frekvenční rozdělení obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin vzorků chmelů odrůdy Premiant ve sklizni 2014 / Fig. 3 Distribution of  $\alpha$ -bitter acids content of Premiant hops harvested in 2014



## 4 ZÁVĚR

V roce 2014 byly v průběhu chmelové sklizně nebo bezprostředně po jejím ukončení 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 2,96 % hmotnostních v sušině. Hodnota byla o 0,66 % (18,3 % rel.) nižší oproti průměru za posledních 21 let a o 0,38 % (9,2 % rel.) nižší oproti sklizni 2013. Obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin ve vzorcích chmele odrůdy Sládek ve sklizni 2014 (5,80 %) byl oproti sklizni 2013 nižší o 6,0 % rel., u odrůdy Premiant ze sklizně 2014 (7,22 %) byl o 13,5 % rel. nižší oproti sklizni 2013, u odrůdy Agnus (9,69 %) byl obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin oproti sklizni 2013 nižší o 13,2 % rel. Poměr obsahu  $\alpha$ -kyselin k obsahu  $\beta$ -kyselin, relativní obsah kohumulonu v celkových  $\alpha$ -kyselinách i relativní obsah kolupulonu v celkových  $\beta$ -kyselinách byl v souladu s dlouhodobými průměry pro testované odrůdy.

## PODĚKOVÁNÍ

Tato studie byla podpořena Ministerstvem zemědělství České republiky, projekt RO1914 „Výzkum kvality a zpracování sladařských a pivovarských surovin“.

## LITERATURA / REFERENCES

- Anonymous, 1998: Analytica EBC, Hans Carl Getränke Fachverlag, Nürnberg, 7.7.
- Anonymous, 2012: Atlas českých odrůd chmele, Chmelařský institut, Žatec. ISBN 978-80-87357-11-8.
- Barborka V., 2015: České chmelařství v přehledech ÚKZÚZ, Chmelařská ročenka 2015, VÚPS, Praha: 264-271. ISBN 978-80-86576-66-3
- Krofta, K., Vrabcová, S., Mikyška, A., Jurková, M., 2013: The Effect of Hop Beta Acids Oxidation Products on Beer Bitterness. Kvasny Prum. 59(10/11): 296-305.
- Mikyška, A., Jurková, M., Poledníková, M., 1999: Pivovarská hodnota českých a moravských chmelů ze sklizně 1999. Kvasny Prum. 45(11): 300-301.

In terms of the content of  $\alpha$ -bitter acids the hop quality of the Premiant variety was homogeneous. The relative standard deviation was 17.8%. The lowest value for  $\alpha$ -acid content was 5.48% and the highest value was 10.49%. The statistical distribution for the values of  $\alpha$ -acid content showed that 33.3% of hop samples were in group with contents from 7.0 to 8.0%, only 20.1% of samples had  $\alpha$ -acid content above 8.0% (Fig. 3).

The ratio  $\alpha$ -/ $\beta$ -bitter acids was 1.31. This value was below the upper limit of the values presented by the Hop Research Institute in Žatec (1.70 - 2.30%). The relative contents of cohumulone in the total  $\alpha$ -bitter acids (20.1%) and of colupulone in the total  $\beta$ -acid (39.9%) were in the upper part of the range given for this variety (cohumulone 18 - 23% rel. and colupulone 39 - 44% rel.).

The average water content was 9.2%.

### 3.2.3 Agnus variety

The average content of  $\alpha$ -bitter acids in tested hop samples of the Agnus variety was 9.69% (8.86% in origin). The average content of  $\beta$ -bitter acids was 6.20% (5.67% in origin) (Table 9). This is already the sixth year that this bitter variety has been evaluated at the RIBM. The average value for the  $\alpha$ -acid content in the 2014 crop was 1.74% (15.2% rel.) lower compared to the last 6 years average and 1.47% (13.2% rel.) lower in comparison with values for the year 2013. The content of  $\beta$ -bitter acids was comparable to long-term average and 0.60% (10.7% rel.) higher compared to 2013 (Table 7).

According to the Hop Research Institute in Žatec (Anonymous, 2012) 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%.

The  $\alpha$ -/ $\beta$ -bitter acids ratio was 1.56. This value was upper the lower limit of the range referred (1.90 to 2.60%). The relative contents of cohumulone in the total  $\alpha$ -bitter acids of 38.3% and of colupulone in the total  $\beta$ -bitter acids of 59.0% were in the range specified for this variety (cohumulone 29 - 38% rel., colupulone 51 - 59% rel.).

The average water content was 8.6%.

## 4 CONCLUSIONS

During or immediately after the harvest in the year 2014 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 2.96% w/d.m. This value was 0.66% (18.3% rel.) lower compared to the average for the last 21 years and 0.38% (9.2% rel.) lower compared to the crop in 2013. The content of  $\alpha$ -bitter acids in hops from Sládek variety in the year 2014 (5.80%) was lower compared to harvest 2013 by 6.0% rel. The hops of the Premiant variety from the 2014 crop (7.22%) had in 13.5% rel. lower content of  $\alpha$ -bitter acids than the hops from the crop in 2013. The hops of the Agnus variety in the year 2014 (9.69%) had 13.2% rel. lower content of  $\alpha$ -bitter acids compared to the 2013. 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 RO1914 "Research of quality and processing of malting and brewing raw materials".

- 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.
- Mikyška A., 2010: Sortimentní spotřeba chmele v tuzemských pivovarech. Pivovarský kalendář 2011, VÚPS, Praha: 76-80. ISBN 978-80-86576-41-1
- Mikyška A., Jurková M., 2014: Evaluation of Bitter Acids and Polyphenols Content in Czech Hops Harvest in 2013 – I. Contents of  $\alpha$ - and  $\beta$ - Bitter Acids. Kvasny Prum. 60(4): 88-95.