

DOI: 10.18832/kp201721

Hodnocení obsahu α - a β -hořkých kyselin ve sklizni českých chmelů v roce 2016*Evaluation of α - and β -bitter Acids Content in Harvest of Czech Hops in 2016*

Alexandr MIKYŠKA, Martin DUŠEK, 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., Dušek, M., Jurková, M., 2017: Hodnocení obsahu α - a β -hořkých kyselin ve sklizni českých chmelů v roce 2016. Kvasny Prum. 63(4): 190–198

Byl vyhodnocen obsah α - a β -hořkých kyselin chmele sklizeného v České republice v roce 2016. Vzorky byly ze všech pěstebních oblastí – Žatecké, Úštěcké a Tršické (77,3 %, 10,7 % a 11,9 % ploch chmelnic v ČR). Testované odrůdy, Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ), Sládek, Premiant, Agnus, Kazbek a Saaz Late, byly pěstovány na 87,8 %, 5,6 %, 3,7 %, a 0,8 %, 0,4 % a 0,9 % ploch chmelnic. Vzorky byly analyzovány metodou EBC 7.7 (HPLC) a výsledky jsou udány v % hmot. v sušině. Průměrný obsah α -hořkých kyselin odrůdy ŽPČ v České republice (3,35 %) byl o 1,20 % (55,8 % rel.) vyšší oproti sklizni roku 2015 a 0,20 % (5,6 % rel.) nižší v porovnání s průměrem za posledních 23 let. Obsah β -hořkých kyselin (4,99 %) byl vyšší oproti roku 2015 a dlouhodobému průměru o 1,75 % (54,0 % rel.) a 0,33 (7,0 % rel.). Obsah α -hořkých kyselin odrůdy Sládek (7,29 %) byl oproti sklizni 2015 a průměru za 13 let vyšší o 2,20 % (43,2 % rel.) a 0,64 % (9,6 % rel.), u odrůdy Premiant (9,02 %) byla hodnota o 2,43 % (36,94 % rel.) vyšší oproti sklizni 2015 a shodná s průměrem za 13 let, u odrůdy Agnus (9,70 %) byla hodnota v porovnání se sklizní 2015 a s osmiletým průměrem o 0,80 % (7,6 % rel.). a o 1,40 % (12,6 % rel.) nižší. U odrůd Kazbek (4,96 %) a Saaz Late (4,76 %) byl obsah α -hořkých kyselin v porovnání se sklizní 2015 vyšší o 0,37 % (8,1 % rel.) a o 2,6 % (119 % rel.). Poměr obsahu α -kyselin k obsahu β -kyselin, relativní obsah kohumulonu v celkových α -kyselinách i relativní obsah kolupulonu v celkových β -kyselinách byl v souladu s dlouhodobými průměry pro testované odrůdy.

Mikyška, A., Dušek, M., Jurková, M., 2017: Evaluation of α - and β -bitter acids content in harvest of Czech hops in 2016. Kvasny Prum. 63(4): 190–198

The contents of α - and β -bitter acids from hops harvested in the Czech Republic in 2016 have been evaluated. Samples originated from all growing areas – Žatec, Ústěck and Tršice (77.3%, 10.7% and 11.9% of the hop garden areas in the Czech Republic). The tested varieties, Saaz (ŽPČ), Sládek, Premiant, Agnus, Kazbek and Saaz Late were cultivated on 87.8%, 5.6%, 3.7%, 0.8%, 0.4 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 α -bitter acids in the Saaz hops (3.35%) was 1.20% (55.8% rel.) when compared to the year 2015 and 0.20% (5.6% rel.) lower to the average of the 23 years. The content of β -bitter acids (4.99%) was 1.75 % (54.0% rel.) and 0.33 % (7.0 % rel.) higher when compared to the year 2015 and to the long-term average respectively. The content of α -bitter acids in the Sládek hops (7.29%) was 2.20% (43.2% rel.) and 0.64% (9.6% rel.) higher when compared to the harvest in 2015 and to the average of the 13 years respectively. The content of α -bitter acids in the Premiant hops (9.02) was in 2.43% (36.9% rel.) higher when compared to the harvest in 2015 and comparable to the average of the last 13 years. The content of α -bitter acids in the Agnus hops (9.70) was in 0.80% (7.6% rel.) and 1.40% (12.6% rel.) lower when compared to the harvest in 2015 and to average of last 8 years. The content of α -bitter acids in the Kazbek (4.96%) and Saaz Late (4.76%) varieties was in comparison with the harvest in 2015 0.37% (8.1%rel.) and 2.6% (119% rel.) higher. The ratio α/β bitter acids, the relative content of cohumulone in the total α -bitter acids and the relative content of colupulone in the total β -bitter acids were also in agreement with the long-term averages found for the tested varieties.

Mikyška, A., Dušek, M., Jurková, M., 2017: Die Auswertung des Gehalts an α - und β -Bittersäuren aus der tschechischen Hopfernte im Jahre 2016. Kvasny Prum. 63(4): 190–198

Es wurde der Gehalt an α - und β - Hopfenbittersäuren aus der Ernte in der Tschechischen Republik im Jahre 2016 ausgewertet. Die getestete Hopfenmuster wurden aus allen tschechischen Anbaugebieten, d.h. Žatec (Saazer Anbaugebiet) der gesamte Hopfenanbaufläche 77,3%, Ústěck (Auschaer Anbaugebiet) 10,7% und Tršice (Terschitzer Anbaugebiet) 11,9%. Es handelte sich dabei um folgende Hopfensorten: Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ.Saazer Halbsfrüher Rotenhopfen), Sládek, Premiant, Agnus, Kazbek und Saaz Late, die an der Fläche (87,8%, 5,6 %, 3,7%, 0,8%, 0,4% und 0,9%) der gesamten Hopfenanbaufläche in der Tschechischen Republik geerntet wurden. Durch die Methode EBC 7,7 (HPLC) wurden die Muster analysiert, die Ergebnisse wurden in % (Trockenmass) angegeben. Der durchschnittliche Gehalt an α -Bittersäuren der Hopfensorte ŽPČ in der Tschechischen Republik (3,3%) wurde um 1,2% (55,8% rel.) höher im Vergleich mit der Ernte 2015 und um 0,20% (5,6% rel.) im Vergleich mit dem Durchschnitt aus den letzten 23 Jahren niedriger. Der Gehalt an β -Bittersäuren (4,99%) wurde im Vergleich mit der Ernte 2015 um 1,75% (54,0% rel.) höher und um 0,33% (7,0% rel.) im Vergleich mit dem langjährigen Durchschnitt auch höher. Der durchschnittliche Gehalt an α -Bittersäuren der Hopfensorte Premiant (9,02%) wurde im Vergleich mit der Ernte 2015 um 2,43% (36,94% rel.) höher und der gleiche im Vergleich mit dem Durchschnitt aus den letzten 13 Jahren. Der durchschnittliche Gehalt an α -Bittersäuren der Hopfensorte Agnus (9,70%), im Vergleich mit der Ernte 2015 um 0,80% (7,6% rel.) niedriger und mit dem Durchschnittwert aus den letzten 8 Jahren um 1,40% (12,6% rel.) niedriger. Der durchschnittliche Gehalt an α -Bittersäuren der Hopfensorte Sládek in der Tschechischen Republik (7,29%) wurde um 1,2% (55,8% rel.) höher im Vergleich mit der Ernte 2015 und um 2,20% (43,2% rel.), im Vergleich mit dem Durchschnitt aus den letzten 13 Jahren um 0,64% (9,6% rel.) auch höher. Bei den Hopfensorten Kazbek (4,96%) und Saaz Late (4,76%) wurden die durchschnittlichen Gehalte an α - Bittersäuren im Vergleich mit der Ernte 2015 um bei der Sorte Kazbek um 0,37% (8,1% rel.) höher, als auch bei der Sorte Saaz Late um 2,6% (119,0% rel.) höher. Das Verhältnis α -Bittersäuren zu den β -Bittersäuren, der relative Gehalt an Kohumulon in den gesamten α - und β -Bittersäuren war im Einklang mit den langjährigen Durchschnitten für die probierenden Hopfensorten.

Klíčová slova: sklizeň chmele, Žatecký chmel, α -hořké kyseliny, β -hořké kyseliny**Keywords:** hops harvest, Saaz hops, α -bitter acids, β -bitter acids**1 ÚVOD**

V tomto článku je prezentováno vyhodnocení sklizňové prognózy obsahu α - a β -hořkých kyselin v důležitých českých odrůdách chme-

1 INTRODUCTION

This paper presents the evaluation of the harvest forecast for the content of α - and β -bitter acids in significant Czech hop cultivars from the 2016 harvest. The evaluation of the α - and β -bitter acids of

le ze sklizně 2016. 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 ze všech tří pěstitelských oblastí v ČR dle odběrní mapy. Hodnoty jsou predikcí sklizně založenou na analýze 170–180 vzorků chmele. Hodnocení celé sklizně, všech vykoupených partií chmele provádí Chmelařství družstvo, Žatec a Chmelařský institut konduktometrickou metodou.

Od roku 2000 jsou samostatně hodnoceny chmele ze standardní (ŽPČ-ST) a bezvirózní (ŽPČ-VF) sadby Žateckého poloraného červeňáku. V roce 2004 se ve VÚPS zahájilo i hodnocení dalších českých odrůd Sládek a Premiant, jejichž produkce je pro tuzemské pivovary významná (Mikyška, 2010). Hořká odrůda Agnus je hodnocena od roku 2009, aromatická odrůda Kazbek od roku 2014 a v roce 2015 bylo zahájeno hodnocení aromatické odrůdy Saaz Late, která byla v roce 2013 doporučena Výzkumným ústavem pivovarským a sladařským pro výrobu dle CHZO České pivo (Mikyška et al., 2013).

V roce 2016 sklizňová plocha chmelnic v ČR činila 4775 ha, což znamená nárůst oproti roku 2015 o 153 ha. V Žatecké oblasti byla plocha chmelnic 3692 ha a v Úštěcké 513 ha a v Tršické 570 ha. Majoritní odrůdou stále zůstává Žatecký poloraný červeňák. Podle údajů Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského v Žatci se v ČR v roce 2016 pěstoval na 87,8% ploch. V nejvýznamnější Žatecké oblasti se nacházelo 79,0% z celkové sklizňové plochy chmelnic v ČR osázených ŽPČ. Minoritními odrůdami z hlediska ploch chmelnic byly starší české odrůdy Sládek (5,6%), Premiant (3,7%), Agnus (0,8%) a nové odrůdy Kazbek (0,4%) a Saaz Late (0,9%) (Barborka, 2017).

V roce 2016 bylo v ČR sklizeno 7712 tun chmele, v Žatecké oblasti sklizeň činila 5800 tun, v Úštěcké oblasti 819 tun a v Tršické 1093 tun. Průměrný výnos byl 1,61 t/ha (Barborka, 2017). Produkce byla proti roku 2015 vyšší o 2869 t, vzhledem ke sklizni 2014 byla vyšší o 1510 t.

Od roku 1994 jsou analýzy celého souboru vzorků prováděny vysoce specifickým stanovením α - i β -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 dvacet tři 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 Chmelařstvím družstvo Žatec odebrány z partií dodávaných českými a moravskými pěstiteli v průběhu a těsně po ukončení sklizně. Provozně usušené partie chmele byly vzorkovány, po shromáždění dílčích kolekcí byly vzorky transportovány do VÚPS. Počet vzorků z jednotlivých pěstebních oblastí odpovídal osazené ploše chmelnic. Výběr pěstebních míst a obcí byl volen tak, aby průzkum plošně pokrýval celé pěstitelské oblasti. Vzorky byly po dodání neprodleně analyzovány. Celý soubor vzorků byl analyzován na obsah α - i β -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 Žatecká pěstební oblast

Výsledky analýz hořkých látek uváděné v této zprávě jsou vyjádřeny v % hmotnostních v sušině. Výsledky statistického zpracování naměřených dat jsou uvedeny v *tab. 1*. Průměrný obsah α -hořkých kyselin v testovaných vzorcích chmele ze Žatecké oblasti činil **3,38% (3,09% v původním chmelu)**. Sklizeň byla v dlouhodobém horizontu 23 let průměrná. Rozdíl oproti dlouhodobému průměru činil -0,21% (-5,7% rel.), oproti roku 2015 byl obsah vyšší o 1,23% (57,2% rel.).

Přehled obsahu α - a β -hořkých kyselin ve sklizních za posledních 23 let přibližuje *tab. 2*. Obsah α - i β - kyselin ve sklizních za toto období se značně lišil. Od maxima v roce 1996 obsah α -hořkých kyselin ve chmelech v rámci Žatecké oblasti i celé ČR postupně

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 harvest prediction based on the analysis 170–180 hop samples. Evaluation of the whole harvest, all of purchased parts of hops performs Chmelařství družstvo and Hop Research Institute both using lead conductance value.

The standard Saaz variety hops (ŽPČ-ST) and the virus-free seedlings (ŽPČ-VF) have been evaluated separately. In 2004 the RIBM started the evaluation of other Czech hop varieties Sládek and Premiant which are important for domestic breweries (Mikyška, 2010). The Agnus variety has also been evaluated since 2009, aroma variety Kazbek since 2014, and in 2015 started the assessment of aroma variety Saaz Late, which was recommended by the Research Institute of Brewing and Malting for production according PGI Czech beer in 2013 (Mikyška et al., 2013).

In 2016 the hop yard areas in the Czech Republic amounted to 4,775 ha which means an increase of 153 ha compare to 2015. The Žatec area was spread over 3,692 ha, the Ústěk area 513 ha and the Tršice area over 570 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 87.8% of all hop yards in the Czech Republic in 2016. In the most important area Žatec the Saaz variety was cultivated on 79.0% of the hop yards. Other Czech varieties Sládek, Premiant, Agnus, Kazbek and Saaz Late cultivated on 5.6%, 3.7%, 0.8%, 0.4% and 0.9% of the hop yards, are from this point of view only minor varieties (Barborka, 2017).

In the year 2016 a yield of 7,712 tons of hops were harvested. In the Žatec area 5,800 tons of hops were harvested, in the Ústěk area 819 tons and in the Tršice area the yield amounted to 1,093 tons. The average yield was 1.61 tons/ha (Barborka, 2017). The yield was 2,869 and 1,510 tons higher compare to years 2015 and 2014 respectively.

Since 1994 the hop samples were analyzed by using a highly specific HPLC-method in accordance with Analytica-EBC for the determination of α - and β - bitter acids and their analogues (Analytica EBC, 1998). Therefore, results from 23 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 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, Ústěk 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 α - and β - bitter acids and their analogues (Anonymous 1998). The water content was determined by drying 5g 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 α -bitter acids in the hop samples examined from the Žatec area was **3.38% (3.09% in origin)**. This value was comparable to the long-term average of the last 23 years. The difference from the

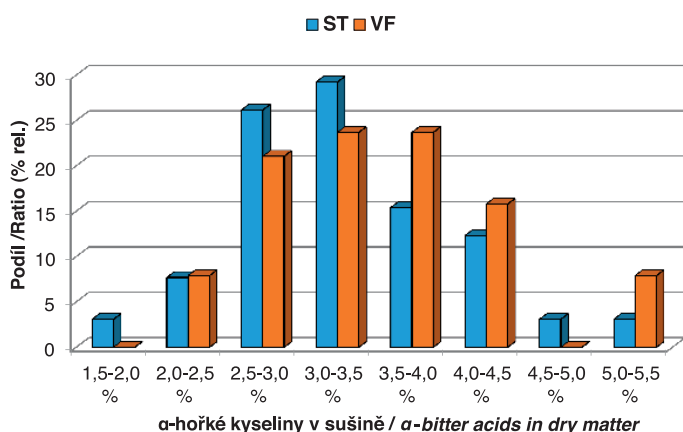
Tab. 1 Obsah hořkých kyselin v odrůdě ŽPČ ve sklizni 2016 v Žatecké oblasti / Table 1 Bitter acids content of Saaz variety of year crop 2016 in Žatec area

	α -kyseliny/ α -acids % hm./ % w	kohumulon/ cohumulone % rel.	α -kys. /acids : β -kys. /acids	β -kyseliny/ β -acids % hm./ % w	kolupulon/ colupulone % rel.	vláha/ moisture % hm./ % w
Průměr/average	3.38	23.6	0.66	5.14	39.7	8.6
Maximum	5.38	25.9	1.07	6.28	41.9	12.0
Minimum	2.09	19.9	0.44	3.73	36.9	7.5
SD	0.74	1.1	0.12	0.54	1.1	0.6
SD (% rel.)	21.93	4.8	18.92	10.53	2.8	7.1
Median	3.29	23.8	0.64	5.14	39.8	8.5

SD – směrodatná odchylka / standard deviation

Tab. 2 Obsah hořkých kyselin v odrůdě ŽPČ ve sklizních 1994–2016 v pěstebních oblastech / Tab. 2 Bitter acids content of Saaz variety of year crops 1994–2016 in growing areas

Pěstební oblast/ Growing area	Žatecká/ Žatec area		Úštěcká/Úštěk area		Tršická//Tršice area	
	α -kyseliny/ α -acids	β -kyseliny/ β -acids	α -kyseliny/ α -acids	β -kyseliny/ β -acids	α -kyseliny/ α -acids	β -kyseliny/ β -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
2015	2.2	3.2	2.1	3.2	2.2	3.3
2016	3.4	5.1	3.4	4.8	3.1	4.4
Průměr/Average	3.6	4.7	3.4	4.7	3.3	4.5



ST – standardní sadba / Standard seed
 VF – bezvirozní sadba / Virus-free seed
 α -hořké kyseliny v sušině / α -bitter acids in dry matter

Obr. 1 Frekvenční rozdělení obsahu α -hořkých kyselin vzorků chmelů odrůdy ŽPČ ve sklizni 2016 / Fig. 1 Distribution of α -bitter acids content of Saaz hops harvested in 2016

long-term average was -0.21% (-5.7% rel.). In comparison to 2015 the content was higher in 1.23% (57.2% rel.).

The overview of the α - and β -bitter acids contents in harvested over the last 23 years shows the Table 2. The α - and β -bitter acids contents in the harvests during this period differed considerably. Since the peak values in 1996 the content α -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 α -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 slightly, the 2014 harvest markedly and harvest 2015 deeply below long-term average.

The harvest 2016 was rather unbalanced, the relative standard deviation of α -bitter acids content in the whole set of samples (ŽPČ ST and ŽPČ VF) was 21.9% (values α -bitter acids varied from 2.09% to 5.38%). The statistical distribution of the α -acid contents (Fig. 1) showed that the majority of the samples, more than 70% rel. was in three content groups – α -bitter acids content 2.5–3.0% (25.6% rel.), 3.0–3.5% (28.1% rel.) and 3.5–4.05% (18.3% rel.).

The average content of β -bitter acids of 5.14% (4.69% in origin) was 0.44% (9.4% rel.) higher than the long-term average and 1.92% (59.6% rel.) higher than the average value from the harvest in 2015.

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 α - kyselin výrazně stoupal. V roce 2010 byl zaznamenán propad, podprůměrná sklizeň. V letech 2011 a 2012 byly sklizeň nadprůměrné, v roce 2013 byla hodnota mírně, v roce 2014 výrazněji a v roce 2015 hluboko pod dlouhodobým průměrem.

Sklizeň 2016 byla dosti nevyrovnaná, relativní směrodatná odchylka obsahu α -hořkých kyselin souboru vzorků ŽPČ ST i VF činila 21,9% (α -kyseliny v intervalu 2,09%–5,38 %). Frekvenční rozdělení obsahu α -kyselin (obr. 1) ukazuje, že největší zastoupení, více než 70% vzorků, bylo ve třech obsahových třídách, 2,5–3,0% hmot. v sušině (25,6 %), a 3,0–3,5% hmot. v sušině (28,1%) a 3,5–4,0% hmot. v sušině (18,3 %).

Průměrný obsah β -hořkých kyselin ve výši 5,14% (4,69% v původním chmelu) byl o 0,44% hmot. v sušině (9,4% rel.) vyšší nežli dlouhodobý průměr a o 1,92% hmot. v sušině (59,6% rel.) vyšší oproti průměrné hodnotě sklizně 2015. Poměr α - a β -kyselin 0,66 byl nižší oproti průměru za 23 let (0,76).

Relativní obsah kohumulonu v celkových α -kyselinách 23,6% i relativní obsah kolupulonu v celkových β -kyselinách 39,7% se nacházel v rozmezí typickém pro Žatecký poloraný červeňák a od dlouhodobých průměrů se výrazně nelišil (relativní obsah kohumulonu 24,8%, relativní obsah kolupulonu 40,6 %).

Obsah vody v odebraných vzorcích byl v průměru 8,6 % s dlouhodobým průměrem (8,2 %).

3.1.2 Úštěcká pěstební oblast

Průměrný obsah α -hořkých kyselin ve vzorcích chmele z Úštěcké oblasti činil 3,41% hm. v sušině (3,11% v původním chmelu) (tab. 3). Vyrovnanost sklizně byla obdobná Žatecké oblasti, relativní směrodatná odchylka obsahu α -hořkých kyselin souboru vzorků chmele byla 23,5% (α -kyseliny v intervalu 2,28%–5,06%). Průměrná hodnota α -hořkých kyselin byla shodná s průměrem za 23 let námi prováděného sledování a o 1,28% (60,1% rel.) vyšší oproti roku 2015 (tab. 2).

Obsah β -hořkých kyselin ve vzorcích chmele byl 4,76% (4,34% v původním chmelu), byl prakticky shodný s průměrem pro tuto oblast za 23 let a o 1,53% (47,4% rel.) vyšší nežli ve sklizni 2015. Poměr α - a β - hořkých kyselin 0,73 l byl shodný s dlouhodobým průměrem pro oblast (0,72).

Relativní obsah kohumulonu v celkových α -kyselinách (22,7%) i relativní obsah kolupulonu v celkových β -kyselinách (39,0%) se od dlouhodobých průměrů pro tuto oblast výrazně nelišil (24,5% resp. 40,3 %).

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

The ratio α -/ β -bitter acids was 0.66. This value was lower compare to the average of the last 23 years (0.76).

Both the relative content of cohumulone in the total α -bitter acids (23.6% rel.) and the relative content of colupulone in the total β -bitter acids (39.7% rel.) were in the range typical for the Saaz variety and was about the same when compared to the long-term average of cohumulone (24.8% rel.) and colupulone (40.6% rel.).

The average water content in the tested samples was 8.6%.

3.1.2 Growing area Ústěck

The average content of α -bitter acids in hop samples from the Ústěck area was 3.41% (3.11% in origin) (Table 3). The crop balance was similar to Saaz growing area. The relative standard deviation for the values of α -bitter acids in this group of samples was 23.5% and the values varied from 2.28% to 5.06%. The average value for α -bitter acids was comparable to the average for the last 23 years of monitoring and in 1.28% (60.1% rel.) higher than in 2015 (Table 2).

The content of β -bitter acids of 4.76% (4.34% in origin) was comparable to the average in this area for the last 23 years and in 1.53% (47.4% rel.) higher compare to the year crop 2015. The α -/ β -bitter acids ratio was 0.73. This value was the same as the long-term average (0.72) for this area.

Both the relative content of cohumulone in the total α -bitter acids (22.7% rel.) and the relative content of colupulone in the total β -bitter acids (39.0% rel.) were virtually identical to the long-term average values for this area (24.5% rel. and 40.3% rel.).

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

3.1.3 Growing area Tršice

The average content of α -bitter acids in hop samples from the Tršice area was 3.11% (2.85% in origin) (Table 4). The crop was homogeneous similarly to other two growing areas. The relative standard deviation for the values of α -bitter acids in this group of samples was 22.5% and the values varied from 1.90% to 4.62%. The content of α - bitter acids was 0.2% (6.0% rel.) lower than the average for the last 23 years and 0.92% (42% rel.) higher than in 2015 (Table 2).

The content of β -bitter acids in hops was 3.34% (3.07% in origin). This value was 1.08% (32% rel.) lower than the average for the last 22 years and 0.92% (42.0% rel.) higher than the value of crop in 2015. The α -/ β -bitter acids ratio was 0.71. This value was similar to the long-term average (0.73).

Both the relative content of cohumulone in the total α -bitter acids (24.0% rel.) and the relative content of colupulone in the total β -bitter acids (40.3%) were very similar to the long-term average values for this area (25.1% rel. and 40.5% rel.).

The average water content in the tested samples was 8.6%.

Tab. 3 Obsah hořkých kyselin v odrůdě ŽPČ ve sklizni 2016 v Úštěcké oblasti / Table 3 Bitter acids content of Saaz variety of year crop 2016 in Ústěck area

	α -kyseliny/ α -acids % hm./ % w	kohumulon/ cohumulone % rel.	α -kys. /acids : β -kys. /acids	β -kyseliny/ β -acids % hm./ % w	kolupulon/ colupulone % rel.	vláha/ moisture % hm./ % w
Průměr / average	3.41	22.7	0.73	4.76	39.0	8.7
Maximum	5.06	25.6	1.22	5.52	41.0	10.8
Minimum	2.28	20.0	0.54	3.85	35.1	7.5
SD	0.80	1.5	0.20	0.49	1.4	0.7
SD (% rel.)	23.53	6.8	27.28	10.23	3.6	7.5
Median	3.22	23.4	0.63	4.80	39.4	8.6

Tab. 4 Obsah hořkých kyselin v odrůdě ŽPČ ve sklizni 2016 v Tršické oblasti / Table 4 Bitter acids content of Saaz variety of year crop 2016 in Tršice area

	α -kyseliny/ α -acids % hm./ % w	kohumulon/ cohumulone % rel.	α -kys. /acids : β -kys. /acids	β -kyseliny/ β -acids % hm./ % w	kolupulon/ colupulone % rel.	vláha/ moisture % hm./ % w
Průměr / average	3.11	24.0	0.71	4.42	40.3	8.6
Maximum	4.62	25.5	0.93	5.24	42.6	11.1
Minimum	1.90	21.3	0.47	3.08	37.6	7.1
SD	0.70	1.4	0.14	0.57	1.3	1.0
SD (% rel.)	22.48	5.6	20.35	12.85	3.1	11.6
Median	3.09	24.5	0.69	4.51	40.3	8.4

3.1.3 Tršická pěstební oblast

Průměrný obsah α -hořkých kyselin ve vzorcích chmele z Tršické oblasti činil **3,11 % (2,85% v původním chmelu)** (tab. 4). Vyrovnanost sklizně byla obdobná Žatecké oblasti, relativní směrodatná odchylka obsahu α -hořkých kyselin souboru vzorků chmele byla 22,5% (α -kyseliny v intervalu 1,90%–4,62%). Hodnota je o 0,20% (6,0% rel.) nižší oproti průměru za 23 let a o 0,92% (42,0% rel.) vyšší oproti roku 2015 (tab. 2).

Obsah β -hořkých kyselin ve vzorcích chmele byl **4,42% (4,04% v původním chmelu)** a je shodný s průměrem za posledních 23 let a o 1,08% (32,3% rel.) vyšší oproti sklizni 2015. Poměr α - a β -hořkých kyselin 0,71 byl shodný s dlouhodobým průměrem (0,73).

Relativní obsah kohumulonu v celkových α -kyselinách (24,0%) i relativní obsah kolupulonu v celkových β -kyselinách (40,3%) se od dlouhodobých průměrů pro tuto oblast výrazně neliší (25,1% resp. 40,5%).

Obsah vody v odebraných vzorcích byl v průměru 8,6%.

3.1.4 Česká republika celkem

Průměrný obsah α -hořkých kyselin ve vzorcích chmele standardní i bezvirozní sadby z celé České republiky činil **3,35% (3,06% v původním chmelu)** (tab. 5). Relativní směrodatná odchylka od průměrného obsahu α -hořkých kyselin činila 22,4% (α -kyseliny v intervalu 1,90%–5,38%). Zjištěná průměrná hodnota byla o 0,20% (5,6% rel.) nižší oproti průměru za posledních 23 let a o 1,20% (55,8% rel.) vyšší oproti roku 2015. Výsledky naší provedené sklizňové prognózy α -hořkých kyselin jsou nižší nežli výsledky předsklizňové prognózy i celkového hodnocení všech nákupních vzorků prováděné Chmelářským institutem (Žatecko ŽPČ-ST 3,54% a 3,50% v původním) (Krofta, 2017). Důvodem je zejména rozdíl v použitých metodách, pro předsklizňovou prognózu i celkové hodnocení sklizně je používáno konduktometrické stanovení dle ČSN 462520-15.

Průměrný obsah β -hořkých kyselin **4,99% (4,56% v původním chmelu)** byl vyšší v porovnání s dlouhodobým průměrem o 0,33 (7,0% rel.) a o 1,75% (54,0% rel.) vyšší oproti roku 2015 (Mikyška a Jurková, 2016).

Poměr α - a β -hořkých kyselin 0,67 byl nižší oproti dlouhodobému průměru (0,74). Ve sklizních 2006, 2007, 2010, 2014 a 2015 byla značná převaha β -hořkých kyselin, naproti tomu např. v roce 2013 byl obsah α - a β -hořkých kyselin téměř vyrovnaný (tab. 2).

Relativní obsah kohumulonu v celkových α -kyselinách (23,5%) i relativní obsah kolupulonu v celkových β -kyselinách (39,7%) se nacházel v rozmezí typickém pro Žatecký poloraný červeňák, hodnoty byly srovnatelné s dlouhodobým průměrem (24,7% resp. 40,4%).

Obsah vody byl 8,6%.

Průměrný obsah α -hořkých kyselin v 65 vzorcích chmele standardní sadby z celé České republiky činil 3,27%. Průměrný obsah α -hořkých kyselin ve 47 chmelech z bezvirozní sadby byl 3,46%, byl tedy o 0,19% (5,9% rel.) vyšší v porovnání se standardní sadbou. Průměrný obsah β -hořkých kyselin ve chmelech z bezvirozní sadby byl srovnatelný s chmelou ze standardní sadby (tab. 5). Dle našich výsledků byly ve sklizních 2003 až 2007 průměrné hodnoty obsahu α -hořkých kyselin u vzorků ŽPČ-VF o 4–14% rel. vyšší v porovnání s ŽPČ-ST (Mikyška, 2008), v letech 2010 až 2015 se rozdíl pohyboval od 3 do 10% rel. Rozdíly uváděné chmelářským institutem pro standardní a bezvirozní chmele jsou podstatně větší (ŽPČ-ST 3,50%, ŽPČ-VF 4,41%; KH v původním) (Krofta, 2017). Pravděpodobným důvodem je nespolehlivé značení typu sadby pěstitele.

3.1.4 Whole Czech Republic

The average content of α -bitter acids in hop samples from throughout the Czech Republic was **3.35% (3.06% in origin)** (Table 5). The relative standard deviation from the average value of the α -acid content was 22.4% and the values varied from 1.90% to 5.38%. The average value was 0,2% (5.6% rel.) lower when compared to the average for the last 23 years and 1.20% (55.8% rel.) higher than the average in 2015. The results of our harvest forecasts of α -bitter acids content are lower than the results of the pre-harvest forecast and the overall evaluation of all purchasing samples carried out by the Hop Research Institute Žatec (Saaz-ST 3,54% and 3,50% in original) (Krofta 2017). The reason is mainly the difference in the methods used, the led conductance method according to ČSN 462520-15 has been used for the pre-harvest prognosis as well as the overall evaluation of the harvest.

The average content of β -bitter acids was **4.99% (4.56% in origin)**. It was 0.33% (7.0% rel.) higher compared to the long-term average and 1.75% (54.0% rel.) higher in comparison with the year 2015. (Mikyška, Jurková 2016).

The α -/ β -bitter acids ratio was 0.67. This value was lower compare to the long-term average (0.74). considerable superiority of β - bitter acids was in harvests 2006, 2007, 2010, 2014 and 2015, whereas the content of α - and β - bitter acids nearly balanced for example in 2013 (Table 2).

Both the relative content of cohumulone in the total α -bitter acids (23.5% rel.) and the relative content of colupulone in the total β -bitter acids (39.7% rel.) were in the range typical for the Saaz variety and similar to the long-term average (cohumulone 24.7% rel., colupulone 40.4% rel.).

The average water content was 8.6%.

The average content of α -bitter acids in 65 samples of standard seedlings from the whole Czech Republic amounted to 3.27%. The average content of α -bitter acids of virus free seedlings was 3.46%, it was therefore 0.19% (5.9% rel.) higher compared to the standard planting. The average content of β -bitter acids of virus free seedlings and standard ones was comparable (Table 5). According to our results, for the harvests from 2003 to 2007, the average contents of α - bitter acids in samples of Saaz-VF were only 4–14% rel. higher when compared to samples of Saaz-ST (Mikyška, 2008), the difference was 3 – 10% rel. in the years 2010 - 2015. The differences reported by the Hop Research Institute for standard and virus free hops are significantly higher (ŽPČ-ST 3,50%, ŽPČ-VF 4,41%, LCV in original) (Krofta, 2017). The probable reason is unreliable seedling type markup by growers.

The statistical distribution of the values for α -acid contents (Fig. 1) showed that the largest representation in the samples of virus-free seedlings were in two content classes 3.0–3.5 and 3.5–4.0 (both 23.7% rel.). For standard seedlings, it was content classes 2.5–3.0 and 3.0–3.5 (26.2 and 29.2% rel.). Only approximately 10% of all tested hops had content of α -bitter acids below 2.5%, less than 20% of hops had the content above 4.0%. Balance of the α -bitter acids content was better compare to the year 2015 and lower than in former crops.

3.2 Other Czech varieties

3.2.1 Sládek variety

The average content of α -bitter acids in the tested hop samples of the Sládek variety was **7.29% (6.72% in origin)**. The average

Tab. 5 Obsah hořkých kyselin v odrůdě ŽPČ ve sklizni 2016 v České republice / Table 5 Bitter acids content of Saaz variety of year crop 2016 in the Czech Republic

	α -kyseliny/ α -acids % hm./ % w	kohumulon/ cohumulone % rel.	α -kys. / acids : β -kys. / acids	β -kyseliny/ β -acids % hm./ % w	kolupulon/ colupulone % rel.	vláha/ moisture % hm./ % w
Průměr / average	3.35	23.5	0.67	4.99	39.7	8.6
Maximum	5.38	25.9	1.22	6.28	42.6	12.0
Minimum	1.90	19.9	0.44	3.08	35.1	7.1
SD	0.75	1.3	0.14	0.60	1.2	0.7
SD (% rel.)	22.40	5.4	21.03	11.96	3.1	7.9
Median	3.28	23.8	0.64	4.96	39.8	8.6
Průměr / average ST	3.27	23.3	0.66	4.97	39.5	8.7
Průměr / average VF	3.46	23.9	0.69	5.02	40.0	8.5

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 2016 v České republice / Table 6 Bitter acids content of Sládek variety of year crop 2016 in the Czech Republic

	α -kyseliny/ α -acids % hm./ % w	kohumulon/ cohumulone % rel.	α -kys. / acids : β -kys. / acids	β -kyseliny/ β -acids % hm./ % w	kolupulon/ colupulone % rel.	vláha/ moisture % hm./ % w
Průměr / average	7.29	23.7	1.17	6.40	46.9	7.8
Maximum	9.85	27.9	1.97	7.99	50.8	8.4
Minimum	4.73	20.5	0.67	4.74	41.8	7.2
SD	1.44	1.9	0.33	0.77	2.3	0.3
SD (% rel.)	19.79	8.0	27.83	12.01	4.8	4.3
Median	7.39	23.3	1.09	6.18	47.0	7.9

SD – směrodatná odchylka / standard deviation

Tab. 7 Obsah hořkých kyselin v odrůdách Sládek, Premiant a Agnus ve sklizních 2004–2016 v České republice / Table 7 Bitter acids content of Sládek, Premiant and Agnus varieties of year crops 2004–2016 in the Czech Republic

Odrůda / Variety	Sládek		Premiant		Agnus	
Rok / Year	α -kyseliny/ α -acids	β -kyseliny/ β -acids	α -kyseliny/ α -acids	β -kyseliny/ β -acids	α -kyseliny/ α -acids	β -kyseliny/ β -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
2015	5.1	4.4	6.6	3.3	10.5	4.9
2016	7.3	6.4	9.0	5.5	9.7	6.3
Průměr / Average	6.7	6.0	9.0	5.0	11.1	6.1

Statistické rozdělení hodnot obsahu α -hořkých kyselin do obsahových tříd po 0,5% (obr. 1) ukázalo největší zastoupení chmelů z bezvirózní sadby ve třídách 3,0–3,5 a 3,5–4,0 (po 23,7% vzorků) u standardní sadby to byly třídy 2,5–3,0 a 3,0–3,5 (26,2% a 29,2% vzorků). Pouze přibližně 10% všech testovaných chmelů mělo obsah α -hořkých kyselin pod 2,5% a 20% chmelů mělo obsah nad 4,0%. Vyrovnanost obsahu α -hořkých kyselin byla lepší než v roce 2015 a nižší nežli v předchozích sklizních.

3.2 Další české odrůdy

3.2.1 Sládek

Průměrný obsah α -hořkých kyselin v testovaných vzorcích chmele odrůdy Sládek činil **7,29% (6,72% v původním chmelu)**. Průměrný obsah β -hořkých kyselin byl **6,40% (5,90% v původním chmelu)** (tab. 6). Odrůda Sládek je na VÚPS sledována od roku 2004. Ve sklizni 2007 nebylo hodnocení odrůd Sládek a Premiant provedeno z důvodu malého množství získaných vzorků. Kvalita sklizně 2016 z pohledu obsahu α -hořkých kyselin byla nadprůměrná, oproti průměru za posledních 13 let byla o 0,64% (9,6% rel.) vyšší a o 2,20% (43,2% rel.) vyšší oproti sklizni 2015. Obsah β -hořkých kyselin byl vyšší v porovnání s dlouhodobým průměrem o 0,41% (6,8% rel.) a o 2,05% (47,1% rel.) vyšší oproti sklizni 2015 (tab. 7).

Pro odrůdu Sládek je šlechtiteli, Chmelařským institutem v Žatci (Anonymous 2012) uváděn typický obsah α -hořkých kyselin v rozmezí 4,5 až 8,0% a obsah β -hořkých kyselin v rozmezí 4 až 7%.

Relativní směrodatná odchylka průměru hodnot obsahu α -hořkých kyselin činila 19,8%. Nejnížší hodnota obsahu α -hořkých kyselin byla 4,73%, nejvyšší hodnota byla 9,85%. Statistické rozdělení hodnot obsahu α -hořkých kyselin ukázalo nejvíce vzorků ve třídě 5,0–6,0 (33,3% vzorků), 6,0–7,0 (20,0% vzorků) a 8,0–9,0 (26,7% vzorků) (obr. 2).

Poměr obsahu α -kyselin k obsahu β -kyselin 1,14 leží v rozmezí uváděném Chmelařským institutem v Žatci (0,70–1,30). Relativní obsah kohumulonu v celkových α -kyselinách ve výši 23,7% a rela-

content of the β -bitter acids was **6.40% (5.90% 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 α -bitter acids the quality of the 2016 crop was over the average, 0,64% (9,6% rel.) higher compared to the last 13 years average value and 2.2% (43.2% rel.) higher than the values from the year 2015.

The content of β -bitter acids was in comparison with the long-term average 0.41% (6.8% rel.) higher and 2.05 (47.1% rel.) higher compared to the crop in 2015 (Table 7).

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

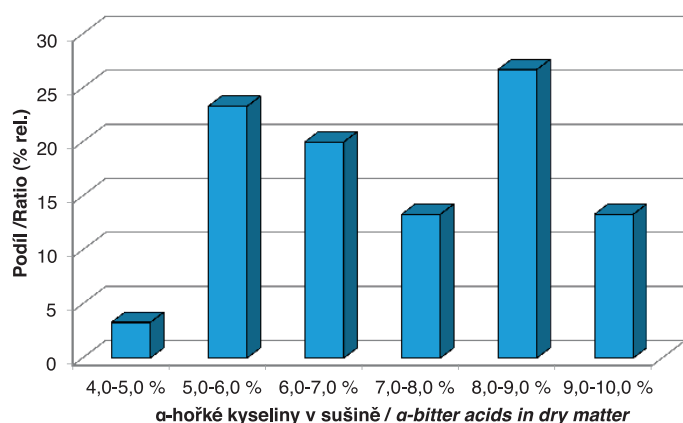
The relative standard deviation for the values of α -bitter acids in this group of samples was 19.8%. The values ranged from 4.73% to 9.85%. The statistical distribution of the values of α -acid contents showed the most of samples in the classes 5.0–6.0 (33.3% rel.), 6.0–7.0 (20.0% rel.) and 8.0–9.0% (26.7% rel.) (Fig. 2).

The ratio α - β -bitter acids was 1.14 and it is in the range presented by the Hop Research Institute in Žatec (0.70 to 1.30). The relative content of cohumulone in the total α -bitter acids 23.7% rel. and the relative content of colupulone in the total β -bitter acids 46.9% rel. were in 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 13 years (25.7% rel. and 48.7% rel.).

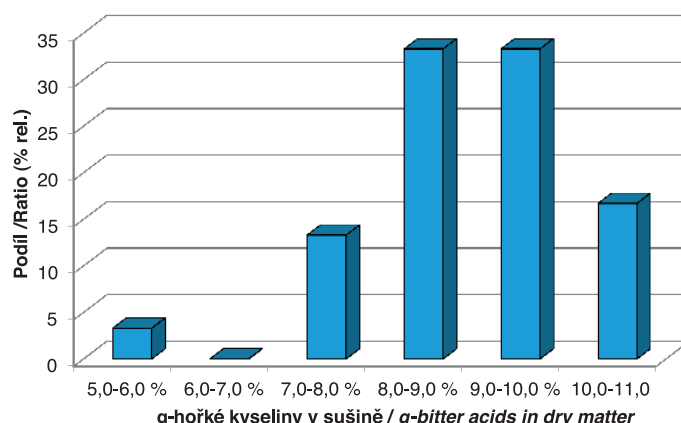
The average water content was 7.8%.

3.2.2 Premiant variety

The average content of α -bitter acids in the tested hop samples of the Premiant variety was **9.02% (8.28% in origin)**. The average content of β -bitter acids was **5.54% (5.08% in origin)** (Table 8). The average value for the α -acid content in the 2016 crop was comparable to the average value from the last 13 years and 2.43% (36.94%



Obr. 2 Frekvenční rozdělení obsahu α -hořkých kyselin vzorků chmelů odrůdy Sládek ve sklizni 2016 / Fig. 2 Distribution of α -bitter acids content of Sládek hops harvested in 2016



Obr. 3 Frekvenční rozdělení obsahu α -hořkých kyselin vzorků chmelů odrůdy Premiant ve sklizni 2016 / Fig. 3 Distribution of α -bitter acids content of Premiant hops harvested in 2016

tivní obsah kolupulonu v celkových β -kyselinách 46,9% jsou v rozmezí uváděném pro tuto odrůdu (kohumulon 23–30% rel., kolupulon 44–50% rel.), hodnoty byly v souladu s průměrem za 13 let (25,7% rel. resp. 48,7% rel.).

Obsah vody v průměru činil 7,8%.

3.2.2 Premiant

Průměrný obsah α -hořkých kyselin v testovaných chmelech odrůdy Premiant činil **9,02% (8,28% v původním chmelu)**. Průměrný obsah β -hořkých kyselin **5,54% (5,08% v původním chmelu)** (tab. 8). Průměrná hodnota obsahu α -hořkých kyselin ve sklizni 2016 byla prakticky shodná s průměrem za 13 let o 2,43% (36,94% rel.) vyšší oproti sklizni 2015. Obsah β -hořkých kyselin byl oproti dlouhodobému průměru o 0,50 (9,9% rel.) vyšší a oproti sklizni 2015 vyšší o 2,22% (66,9% rel.) (tab. 7).

Pro odrůdu Premiant je Chmelařským institutem v Žatci uváděn typický obsah α -hořkých kyselin v rozmezí 7 až 10%, obsah β -hořkých kyselin 3,5 až 5,5% (Anonymous, 2012).

Kvalita chmelů Premiant z pohledu obsahu α -hořkých kyselin byla vyrovnaná, relativní směrodatná odchylka činila 11,6%. Nejnižší hodnota obsahu α -hořkých kyselin byla 5,73%, nejvyšší hodnota byla 10,96%. Statistické rozdělení hodnot obsahu α -hořkých kyselin

rel.) higher when compared to values from the year 2015. The content of β -bitter acids was 0.50% (9.9% rel.) higher compared to long-term average and 2.22% (66.9% rel.) higher compared to the 2015 crop (Table 7).

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

In terms of the content of α -bitter acids the hop quality of the Premiant variety was homogeneous. The relative standard deviation was 11.6%. The lowest value for α -acid content was 5.73% and the highest value was 10.96%. The statistical distribution for the values of α -acid content showed the most of samples in the classes 8.0–9.0% and 9.0–10.0% (both 33,3% rel.) (Fig. 3).

The ratio α -/ β -bitter acids was 1.68, this value is in the range presented by the Hop Research Institute in Žatec (1.70–2.30%). The relative contents of cohumulone in the total α -bitter acids (20.1%) and of colupulone in the total β -acid (42.5%) were in the range given for this variety (cohumulone 18–23% rel. and colupulone 39–44% rel.).

The average water content was 8.3%.

Tab. 8 Obsah hořkých kyselin v odrůdě Premiant ve sklizni 2016 v České republice / Table 8 Bitter acids content of Premiant variety of year crop 2016 in the Czech Republic

	α -kyseliny/ α -acids % hm./ % w	kohumulon/ cohumulone % rel.	α -kys. / acids : β -kys. / acids	β -kyseliny/ β -acids % hm./ % w	kolupulon/ colupulone % rel.	vláha/ moisture % hm./ % w
Průměr / average	9.02	20.1	1.68	5.54	42.5	8.3
Maximum	10.96	23.3	2.85	7.12	46.3	9.2
Minimum	5.73	17.0	1.28	3.51	39.2	7.5
SD	1.05	1.5	0.37	0.92	1.9	0.4
SD (% rel.)	11.59	7.3	22.16	16.58	4.5	5.1
Median	9.09	20.1	1.61	5.49	42.4	8.3

SD – směrodatná odchylka / standard deviation

Tab. 9 Obsah hořkých kyselin v odrůdě Agnus ve sklizni 2016 v České republice / Table 9 Bitter acids content of Agnus variety of year crop 2016 in the Czech Republic

	α -kyseliny/ α -acids % hm./ % w	kohumulon/ cohumulone % rel.	α -kys. / acids : β -kys. / acids	β -kyseliny/ β -acids % hm./ % w	kolupulon/ colupulone % rel.	vláha/ moisture % hm./ % w
Průměr / average	9.70	38.3	1.54	6.34	60.2	7.9
Maximum	10.35	39.7	1.67	6.78	61.3	8.6
Minimum	8.32	37.6	1.25	5.79	59.0	7.5
SD	0.65	0.7	0.15	0.31	0.9	0.3
SD (% rel.)	6.67	1.9	9.72	4.90	1.5	4.2
Median	10.04	38.1	1.62	6.34	60.5	7.9

SD – směrodatná odchylka / standard deviation

ukázalo nejvíce vzorků ve třídách od 8,0 do 9,0% a od 9,0 do 10,0 (obě po 33,3% vzorků) (obr. 3).

Poměr obsahu α -kyselin k obsahu β -kyselin 1,68 ležel na spodní hranici rozmezí uváděném Chmelařským institutem (1,70–2,30). Relativní obsah kohumulonu v α -kyselinách ve výši 20,1% i relativní obsah kolupulonu v β -kyselinách 42,5% se nacházel v rozmezí pro odrůdu (kohumulon 18–23% rel., kolupulon 39–44% rel.).

Obsah vody v průměru činil 8,3%.

3.2.3 Agnus

Průměrný obsah α -hořkých kyselin v testovaných vzorcích chmele odrůdy Agnus činil **9,70% hm. v sušině (8,92% v původním chmelu)**. Průměrný obsah β -hořkých kyselin **6,34% hm. v sušině (5,83% hm. v původním chmelu)** (tab. 9). Tato hořká odrůda byla ve VÚPS hodnocena osmým rokem. Obsah α -hořkých kyselin byl v porovnání s osmiletým průměrem nižší o 1,40% (12,6% rel.) a v porovnání se sklizní 2015 byl nižší o 0,80% (7,6% rel.), obsah β -hořkých kyselin byl oproti dlouhodobému průměru vyšší o 0,22% (3,6% rel.) a oproti sklizni 2015 vyšší o 1,43% (29,1% rel.) (tab. 7).

Pro odrůdu Agnus je Chmelařským institutem v Žatci uváděn typický obsah α -hořkých kyselin v rozmezí 9 až 12% hm. v sušině, obsah β -hořkých kyselin 4 až 6,5% hm. v sušině (Anonymous, 2012).

Poměr obsahu α -kyselin k obsahu β -kyselin 2,15 ležel v rozmezí uváděném CHI Žatec (1,90–2,60). Relativní obsah kohumulonu v celkových α -kyselinách ve výši 29,3% i relativní obsah kolupulonu v celkových β -kyselinách 52,3% byl na spodní hranici rozmezí uváděného pro tuto odrůdu (kohumulon 29–38% rel., kolupulon 51–59% rel.).

Obsah vody byl v rozmezí 6,3 až 8,5%, v průměru činil 7,9%.

3.2.4 Kazbek

Průměrný obsah α -hořkých kyselin v testovaných vzorcích chmele odrůdy Kazbek činil **4,96% hm. v sušině (4,52% v původním chmelu)**. Průměrný obsah β -hořkých kyselin **5,45% hm. v sušině (4,96% hm. v původním chmelu)** (tab. 10). Tato odrůda byla na VÚPS hodnocena třetím rokem. Obsah α -hořkých kyselin byl v porovnání se sklizní 2015 vyšší o 0,37% (8,1% rel.), obsah β -hořkých kyselin byl o 1,10% (26,3% rel.) vyšší oproti sklizni 2015.

Pro odrůdu Kazbek je Chmelařským institutem v Žatci uváděn typický obsah α -hořkých kyselin v rozmezí 5 až 8% hm. v sušině, obsah β -hořkých kyselin 4 až 6% hm. v sušině (Anonymous, 2012).

Poměr obsahu α -kyselin k obsahu β -kyselin 0,91 ležel nad dolní hranici rozmezí uváděného CHI Žatec (0,90–1,50). Relativní obsah kohumulonu v celkových α -kyselinách ve výši 37,2% i relativní obsah

3.2.3 Agnus variety

The average content of α -bitter acids in tested hop samples of the Agnus variety was **9.70% (8.92% in origin)**. The average content of β -bitter acids was **6.34% (5.83% in origin)** (Table 9). This variety has been evaluated at the RIBM for the eighth year. The average value for the α -acid content in the 2016 crop was 1.40% (12.6% rel.) lower in comparison with long term average and 0.80% (7.6% rel.) lower compared to the year 2015. The content of β -bitter acids was higher by 0.22% (3.6% rel.) and 1.43 (29.1% rel.) compared to long term average and the year 2015. The content of β -bitter acids was comparable to the long term average and 1.43 = (29.1% rel.) higher than in the year 2014 (Table 7).

According to the Hop Research Institute in Žatec (Anonymous, 2012) typical values for the α -acid for the Agnus variety range from 9 to 12% whilst typical values for the β -acid content vary from 4 to 6.5%.

The α -/ β -bitter acids ratio was 2.15. This value was in the range referred (1.90 to 2.60%). The relative contents of cohumulone in the total α - bitter acids of 29.3% and of colupulone in the total β -bitter acids of 52.3% were in the range specified for this variety (cohumulone 29–38% rel., colupulone 51–59% rel.).

The average water content was 7.9%.

3.2.4 Kazbek variety

The average content of α -bitter acids in tested hop samples of the Kazbek variety was **4.96% (4.52% in origin)**. The average content of β -bitter acids was **5.45% (4.96% in origin)** (Table 10). This variety has been evaluated at the RIBM for the third year. The average value for the α -acid content in the 2016 crop was 0.37% (8.1% rel.) higher and the content of β -bitter acids 1.10% (26.3% rel.) higher compared to the year 2015.

According to the Hop Research Institute in Žatec (Anonymous, 2012) typical values for the α -acid for the Kazbek variety range from 5 to 8% whilst typical values for the β -acid content vary from 4 to 6%.

The α -/ β -bitter acids ratio was 0.91. This value was in the range referred (0.90 to 1.50). The relative contents of cohumulone in the total α - bitter acids of 37.2% and of colupulone in the total β -bitter acids of 61.1% were in the range specified for this variety (cohumulone 35–40% rel., colupulone 57–62% rel.).

The average water content was 9.0%.

3.2.5 Saaz Late variety

The average content of α -bitter acids in tested hop samples of the Saaz Late variety was **4.76% (4.31% in origin)**. The α -acid con-

Tab. 10 Obsah hořkých kyselin v odrůdě Kazbek ve sklizni 2016 v České republice / Table 10 Bitter acids content of Kazbek variety of year crop 2016 in the Czech Republic

	α -kyseliny/ α -acids % hm./ % w	kohumulon/ cohumulone % rel.	α -kys. / acids : β -kys. / acids	β -kyseliny/ β -acids % hm./ % w	kolupulon/ colupulone % rel.	vláha/ moisture % hm./ % w
Průměr / average	4.96	37.2	0.91	5.45	61.1	9.0
Maximum	5.14	39.4	0.96	5.68	63.5	10.5
Minimum	4.78	32.8	0.86	5.18	54.4	8.1
SD	0.14	2.6	0.03	0.18	3.8	0.9
SD (% rel.)	2.78	7.0	3.28	3.38	6.3	10.1
Median	5.01	38.3	0.91	5.52	63.2	8.5

SD – směrodatná odchylka / standard deviation

Tab. 11 Obsah hořkých kyselin v odrůdě Saaz Late ve sklizni 2016 v České republice / Table 11 Bitter acids content of Saaz Late variety of year crop 2016 in the Czech Republic

	α -kyseliny/ α -acids % hm./ % w	kohumulon/ cohumulone % rel.	α -kys. / acids : β -kys. / acids	β -kyseliny/ β -acids % hm./ % w	kolupulon/ colupulone % rel.	vláha/ moisture % hm./ % w
Průměr / average	4.96	37.2	0.91	5.45	61.1	9.0
Maximum	5.14	39.4	0.96	5.68	63.5	10.5
Minimum	4.78	32.8	0.86	5.18	54.4	8.1
SD	0.14	2.6	0.03	0.18	3.8	0.9
SD (% rel.)	2.78	7.0	3.28	3.38	6.3	10.1
Median	5.01	38.3	0.91	5.52	63.2	8.5

SD – směrodatná odchylka / standard deviation

kolupulonu v celkových β -kyselinách 61,1% byl v rozmezí uváděném pro tuto odrůdu (kohumulon 35–40% rel., kolupulon 57–62% rel.).

Obsah vody byl v průměru činil 9,0%.

3.2.5 Saaz Late

Průměrný obsah α -hořkých kyselin v testovaných vzorcích chmele odrůdy Saaz Late činil **4,76% hm. v sušině (4,31% v původním chmelu)** (tab. 11). Obsah alfa-kyselin byl o 2,6% (119% rel.) vyšší než v roce 2015. Průměrný obsah β -hořkých kyselin **5,66% hm. v sušině (5,13% hm. v původním chmelu)**. Obsah beta-kyselin byl o 1,79% (46% rel.) vyšší než v roce 2015. Tato odrůda byla na VÚPS hodnocena druhým rokem.

Pro odrůdu Saaz Late je Chmelařským institutem v Žatci uváděn typický obsah α -hořkých kyselin v rozmezí 3,5 až 6% hm. v sušině, obsah β -hořkých kyselin 4 až 6,5% hm. v sušině (Anonymous, 2012).

Poměr obsahu α -kyselin k obsahu β -kyselin 0,83 ležel v rozmezí uváděném CHI Žatec (0,8–1,0). Relativní obsah kohumulonu v celkových α -kyselinách ve výši 21,0% a relativní obsah kolupulonu v celkových β -kyselinách 38,4% byl v rozmezí uváděném pro tuto odrůdu (kohumulon 20–25% rel., kolupulon 39–43% rel.).

Obsah vody byl v rozmezí 9,2 až 9,5%, v průměru činil 9,4%.

4 ZÁVĚR

V roce 2016 byly v průběhu chmelové sklizně nebo bezprostředně po jejím ukončení odebrány vzorky čerstvě sklizených, usušených chmelů a analyzovány na obsah α -hořkých kyselin a obsah β -hořkých kyselin včetně jejich analogů. Analýzy byly provedeny kapalinovou chromatografií podle Analytiky EBC (metoda 7.7). Bylo zjištěno, že průměrný obsah α -hořkých kyselin ve vzorcích chmele nejvýznamnější odrůdy, Žateckého červeňáku, byl 3,35% hmotnostních v sušině. Hodnota byla o 0,20% (5,6% rel.) nižší oproti průměru za posledních 23 let a o 1,20% (55,8% rel.) vyšší oproti sklizni roku 2015.

Obsah α -hořkých kyselin ve vzorcích chmele odrůdy Sládek ve sklizni 2016 (7,29%) byl oproti sklizni 2015 vyšší o 43,2% rel., u odrůdy Premiant ze sklizně 2016 (9,02%) byl o 36,9% rel. vyšší oproti sklizni 2015, u odrůdy Agnus (9,70%) byl obsah α -hořkých kyselin oproti sklizni 2015 nižší o 7,6% rel. U odrůd Kazbek (4,96%) a Saaz Late (4,76%) byl obsah α -hořkých kyselin v porovnání se sklizní 2015 vyšší o 0,37% (8,1% rel.) a o 2,6% (119% rel.). Poměr obsahu α -kyselin k obsahu β -kyselin, relativní obsah kohumulonu v celkových α -kyselinách i relativní obsah kolupulonu v celkových β -kyselinách byl v souladu s dlouhodobými průměry pro testované odrůdy. Obsah α -hořkých kyselin dalších českých odrůd ve sklizňové prognóze byl v relativně dobré shodě s výsledky celkového hodnocení sklizně, zejména vezmeme-li v úvahu rozdílné metody analýzy; Sládek (VUPS/CHI: 6,7/7,4% v původním). Premiant (8,3/9,0%), Agnus (8,9/10,3%), Kazbek (4,5/5,4%) a Saaz Late (4,3/3,9%).

PODĚKOVÁNÍ

Tato studie byla podpořena Ministerstvem zemědělství České republiky, projekt RO1916 „Výzkum kvality a zpracování sladařských a pivovarských surovin“.

LITERATURA / REFERENCES

- Analytica EBC, 1998, Method 7.7.: Hans Carl Getränke Fachverlag, Nürnberg, Germany.
- Anonymous, 2012: Atlas českých odrůd chmele, Chmelařský institut, Žatec. ISBN 978-80-87357-11-8.
- Barborka, V., 2017: České chmelařství v přehledech ÚKZÚZ, Chmelařská ročenka 2017, VÚPS, Praha: 260-277. ISBN 978-80-86576-75-6.
- Krofta, K., Vrabcová, S., Míkyška, A., Jurková, M., 2013: The Effect of Hop Beta Acids Oxidation Products on Beer Bitterness. Kvasny Prum., 59(10/11): 296–305.
- Krofta, K., 2017: Hodnocení kvalitativních ukazatelů českých chmelů ze sklizně 2016. Chmelařství, 90(3): 22–30.
- Míkyška, 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.
- Míkyška, A., 2010: Sortimentní spotřeba chmele v tuzemských pivovarech. Pivovarský kalendář 2011, VÚPS, Praha: 76–80. ISBN 978-80-86576-41-1.

tent was 2.6% (11.9% rel.) higher than in 2015 (Table 11). This variety has been evaluated at the RIBM for the second year.

According to the Hop Research Institute in Žatec (Anonymous, 2012) typical values for the α -acid for the Saaz Late variety range from 3.5 to 6.0% whilst typical values for the β -acid content vary from 4.0 to 6.5%.

The α - β -bitter acids ratio was 0.83. This value was upper of low limit of the range referred (0.8 to 1.0%). The relative contents of cohumulone in the total α -bitter acids of 21.0% and the content of colupulone in the total β -bitter acids of 39.4% was in the range specified for this variety (cohumulone 20–25% rel., colupulone 39–43% rel.).

The average water content was 9.4%.

4 CONCLUSIONS

During or immediately after the harvest in the year 2016 samples of freshly picked and subsequently dried hops were collected. They were analyzed for the content of α -bitter acids and the content β -bitter acids including their analogues according to the HPLC-method 7.7 of Analytica EBC. The results showed that the average content of α -bitter acids in hops in the most important variety in the Czech Republic – the Saaz variety was 3.35% w/d.m. This value was 0.20% (5.6% rel.) lower compared to the average for the last 23 years and 1.20% (55.8% rel.) higher compared to the crop in 2015.

The content of α -bitter acids in hops from Sládek variety in the year 2016 (7.29%) was higher compared to harvest 2015 by 43.2% rel. The hops of the Premiant variety from the 2016 crop (9.02%) had content of α -bitter acids in 36.9% rel. higher than the hops from the crop in 2015. The hops of the Agnus variety in the year 2016 (9.70%) had content of α -bitter acids in 7.6% rel. lower compared to the 2015. The content of α -bitter acids in the Kazbek (4.96%) and Saaz Late (4.76%) varieties was higher in 8.1% rel. and 119% rel. respectively.

The ratio α/β bitter acids, the relative content of cohumulone in the total α -bitter acids and the relative content of colupulone in the total β -bitter acids were also in agreement with the long-term averages found for the tested varieties.

The α -bitter acids content of other Czech varieties in the harvest forecast was in relatively good agreement with the results of the overall harvest evaluation, especially considering the different methods of analysis; Sládek (RIBM / HRI: 6.7 / 7.4% in the original). Premiant (8.3 / 9.0%), Agnus (8.9 / 10.3%), Kazbek (4.5 / 5.4%) and Saaz Late (4.3 / 3.9%).

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by the Ministry of Agriculture of the Czech Republic, project RO1916 “Research of quality and processing of malting and brewing raw materials“.

Míkyška, A., Jurková, M., Poledníková, M., 1999: Pivovarská hodnota českých a moravských chmelů ze sklizně 1999. Kvasny Prum., 45(11): 300–301.

Míkyška, A., Jurková, M., 2015: Evaluation of Czech hops harvested in 2014 – Part I: Contents of α - and β -bitter acids. Kvasny Prum. 61(4): 106–113.

Míkyška, A., Jurková, M., 2016: Summary evaluation of Czech hops harvested in 2015. Part I: Contents of α - and β -bitter acids. Kvasny Prum. 62(4): 118–126.

Míkyška, A., Slabý, M., Jurková, M., Krofta, K., Patzak, J., Nesvadba, V., 2013: Saaz-Late- the Czech hop variety recommended for Czech beer. Kvasny Prum. 59(10–11): 296–305.

Do redakce došlo / Manuscript received: 06/05/2017
Přijato k publikování / Accepted for publication: 13/06/2017