

DOI: 10.18832/kp2016016

Hodnocení sklizně českých chmelů v roce 2015. Část I: Obsah α - a β -hořkých kyselin*Summary Evaluation of Czech Hops Harvested in 2015. Part I: Contents of α - and β - 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 2015. Část I: Obsah α - a β -hořkých kyselin. Kvasny Prum. 62, 2016, č. 4, s. 118–126

Byl vyhodnocen obsah α - a β - hořkých kyselin chmele sklizeného v České republice v roce 2015. Vzorky byly ze všech pěstebních oblastí – Žatecké, Úštěcké a Tršické (77,4 %, 10,8 % a 11,9 % ploch chmelnic v ČR). Testované odrůdy, Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ), Sládek, Premiant, Agnus, Kazbek a Saaz Late, byly pěstovány na 87,4 %, 5,8 %, 3,9 %, 0,8 %, 0,4 % a 0,7 % 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 (2,15 %) byl o 0,81 % (27,4 % rel.) nižší oproti sklizni 2014 a o 1,41 % (39,6 % rel.) nižší v porovnání s průměrem za posledních 22 let. Obsah β -hořkých kyselin byl o 1,10 % (25,3 % rel.) nižší v porovnání s rokem 2014 a o 1,41 % (30,3 % rel.) nižší v porovnání s dlouhodobým průměrem. Obsah α -hořkých kyselin chmelů Sládek (5,09 %) byl oproti sklizni 2014 a průměru za 12 let nižší o 0,71 % (12,2 % rel.) a 1,50 % (22,8 % rel.). Obsah α -hořkých kyselin chmelů Premiant (6,59 %) byl oproti sklizni 2014 a průměru za 12 let nižší o 0,63 % (8,7 % rel.) a 2,36 % (26,4 % rel.). Obsah α -hořkých kyselin chmelů Agnus (10,50 %) byl v porovnání se sklizní 2014 vyšší o 0,81 % (8,4 % rel.), oproti průměru za 7 let nižší o 0,80 % (7,1 % rel.). Obsah α -hořkých kyselin odrůdy Kazbek byl 4,59 % a obsah u odrůdy Saaz Late byl 2,17 %.

Mikyška, A. – Jurková, M.: Summary evaluation of Czech hops harvested in 2015. Part I: Contents of α - and β -bitter acids. Kvasny Prum. 62, 2016, No. 4, pp. 118–126

The contents of α - and β - bitter acids from hops harvested in the Czech Republic in 2015 have been evaluated. Samples originated from all growing areas – Žatec, Ústěck and Tršice (77.4 %, 10.8 % 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 87.4 %, 5.8 %, 3.9 %, 0.8 %, 0.4 and 0.7 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 (2,15 %) was 0.81 % (27.4 % rel.) and 1.41 % (39.6 % rel.) lower when compared to the year 2014 and to the average of the 22 years respectively. The content of β -bitter acids (3.24 %) was 1.10 % (25.3 % rel.) lower when compared to the year 2014 and 1.41 % (30.3 % rel.) lower to the long-term average. The content of α -bitter acids in the Sládek hops (5.09 %) was 0.71 % (12.2 % rel.) and 1.50 % (22.8 % rel.) lower when compared to the harvest in 2014 and to the average of the 12 years respectively. The content of α -bitter acids in the Premiant hops (6.59 %) was in 0.63 % (8.7 % rel.) and 2.36 % (26.4 % rel.) lower when compared to the harvest in 2014 and to the average of the last 12 years. The content of α -bitter acids in the Agnus hops (10.5) was higher in 0.81 % (8.4 % rel.) and 0.80 % (7.1 % rel.) lower when compared to the harvest in 2014 and to average of last seven years. The content of α -bitter acids in the Kazbek hops was 4.59 % and the content in Saaz late hops was 2.17 %.

Mikyška, A. – Jurková, M.: Die Auswertung der Ernte der tschechischen Hopfen aus der Ernte 2015. Teil I: Gehalt an α - und β -Bittersäuren. Kvasny Prum. 62, 2016, Nr. 4, S. 118–126

Der Gehalt an α - und β -Säuren des in der Tschechischen Republik geernteten Hopfens im Jahre 2015 wurde ausgewertet. Die Bezugskarte hat alle drei Anbauggebiete Žatecká (Žatec = Saaz) 77,4 % der gesamten Hopfenanbaufläche in der Tschechischen Republik, Úštěcká (Ústěck = Auscha) (10,8 %) der gesamten Hopfenanbaufläche in der Tschechischen Republik, Tršická (Tršice = Trschitz) 12,1 % der gesamten Hopfenanbaufläche in der Tschechischen Republik, bedeckt. Die geprüfte Hopfensorten Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ = Saazer halbfriher Rothopfen), Sládek, Premiant, Agnus, Kazbek und Saaz Late wurden auf 87,4 %, 5,8 %, 3,9 %, 0,8 %, 0,4 % und 0,7 % der gesamten Hopfenanbaufläche. Durch die EBC Methode 7,7 (HPLC) wurden die Hopfenmuster analysiert, alle Ergebnisse werden in (%) der Trockenmasse angegeben. Der durchschnittliche Wert des Gehalts an α -Bittersäuren der Hopfensorte ŽPČ (Žatecký poloraný červeňák = Saazer halbfriher Rothopfen) wurde im Vergleich mit dem Jahr 2014 um 0,81 % (27,4 % rel.) niedriger und im Vergleich mit dem durchschnittlichen Wert von 22 letzten Jahren um 1,41 % (39,6 % rel.) niedriger. Der Gehalt an β - Säuren wurde um 1,10 % (25,3 % rel.) niedriger und im Vergleich mit dem langjährigen Durchschnittswert um 1,41 % (30,3 % rel.) niedriger. Der Gehalt an α -Bittersäuren der Hopfensorte Sládek wurde 5,09 %, was es wurde im Vergleich mit der Ernte 2014 um 0,71 % (12,2 % rel.) niedriger und im Vergleich mit dem langjährigen Durchschnittswert von 12 Jahren um 1,50 % (22,8 % rel.) niedriger. Der Gehalt an α -Bittersäuren der Hopfensorte Premiant wurde 6,59 %, was es wurde im Vergleich mit der Ernte 2014 um 0,63 % (8,7 % rel.) niedriger und im Vergleich mit dem langjährigen Durchschnittswert von 12 Jahren um 2,36 % (26,4 % rel.) niedriger. Der Gehalt an α -Bittersäuren der Hopfensorte Agnus wurde 10,50 %, was es wurde im Vergleich mit der Ernte 2014 um 0,81 % (8,4 % rel.) höher und im Vergleich mit dem langjährigen Durchschnittswert von 7 Jahren um 0,80 % (7,1 % rel.) niedriger. Der Gehalt an α -Bittersäuren der Hopfensorte Sládek wurde 5,09 %, was es wurde im Vergleich mit der Ernte 2014 um 0,71 % (12,2 % rel.) niedriger und im Vergleich mit dem langjährigen Durchschnittswert von 12 Jahren um 1,50 % (22,8 % rel.) niedriger. Der Gehalt an α -Bittersäuren der Hopfensorte Kazbek wurde 4,59 % und der Hopfensorte Saaz Late wurde 2,17 %.

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**

Tato první část dvoudílné série prezentuje vyhodnocení obsahu α - a β -hořkých kyselin ve chmelech ze sklizně 2015. 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 odebírané v průběhu sklizně

1 INTRODUCTION

This first part of a two-part series presents the evaluation of the content of α - and β -bitter acids in hops harvested in 2015. The second part will deal with the evaluation of the content of polyphenolic substances.

The evaluation of the α - and β -bitter acids of the harvested hops at the Research Institute of Brewing and Malting (RIBM) is carried out yearly and has been done since 1950. The analyzed samples were

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 bezvirozní (ŽPČ-VF) sadby Žateckého poloraného červeňáku. V roce 2004 se ve VÚPS zahájilo i hodnocení českých hybridních 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 2015 sklizňová plocha chmelnic v ČR činila 4 622 ha, což znamená nárůst oproti roku 2014 o 162 ha. V Žatecké oblasti to bylo 3 576 ha, v Úštěcké 497 ha a v Tršické 549 ha. Majoritní odrůdou stále zůstává Žatecký poloraný červeňák. Podle údajů Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského v Žatci se v ČR v roce 2015 pěstoval na 87,4 % ploch. V nejvýznamnější Žatecké oblasti se nacházelo 79,0 % z celkové sklizňové plochy chmelnic v ČR osázených ŽPČ. Minoritními odrůdami z hlediska ploch chmelnic jsou české hybridy Sládek (5,8 %), Premiant (3,8 %), Agnus (0,8 %), Saaz Late (0,7 %) a Kazbek (0,4 %) (Barborka 2016).

V roce 2015 bylo v ČR sklizeno 4 843 tun chmele, v Žatecké oblasti sklizeň činila 3 469 t, v Úštěcké oblasti 597 t a v Tršické 777 t. Průměrný výnos byl 1,05 t/ha (Barborka 2016). Produkce byla proti roku 2014 nižší o 1 359 t, vzhledem ke sklizni 2013 byla nižší o 487 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 dva 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 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 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

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 Czech hybrid 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 2015 the hop yard areas in the Czech Republic amounted to 4,622 ha which means an increase of 162 ha compare to 2014. The Žatec area was spread over 3,576 ha, the Ústěck area 497 ha and the Tršice area over 549 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 87.4% of all hop yards in the Czech Republic in 2015. In the most important area Žatec the Saaz variety was cultivated on 79.0 % of the hop yards. The Czech hybrid varieties Sládek, Premiant, Agnus, Saaz Late and Kazbek cultivated on 5.8%, 3.8%, 0.8%, 0.7% and 0.4% of the hop yards, are from this point of view only minor varieties (Barborka, 2016).

In the year 2015 a yield of 4,843 tons of hops was harvested. In the Žatec area 3,469 tons of hops were harvested, in the Ústěck area 597 tons and in the Tršice area the yield amounted to 777 tons. The average yield was 1.05 tons/ha (Barborka, 2016). The yield was 1,359 and 487 tons lower compare to years 2014 and 2013 respectively.

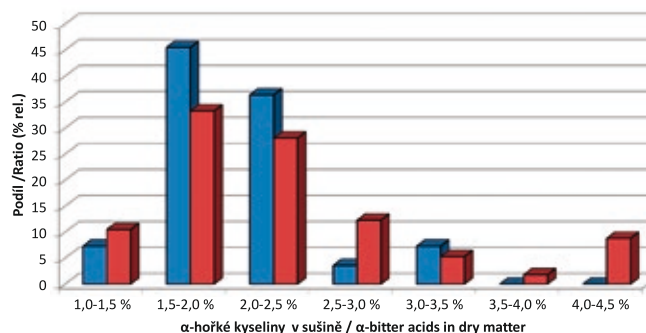
Since 1994 the hop samples were analyzed by using a highly specific HPLC-method in accordance with Analytica-EBC for the determination of α - and β - bitter acids and their analogues (Analytica EBC, 1998). Therefore, results from 22 years of hop quality testing in the Czech Republic by this method are 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, 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 α - and β - 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. SAAZ variety

Tab. 1 Obsah hořkých kyselin v odrůdě ŽPČ ve sklizni 2015 v Žatecké oblasti /
Table 1 Bitter acids content of Saaz variety of year crop 2015 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	2.15	23.9	0.68	3.22	37.8	9.2
Maximum	4.12	28.8	1.92	4.37	43.4	10.8
Minimum	0.90	19.9	0.44	1.35	35.6	5.5
SD	0.66	1.8	0.22	0.58	1.6	0.7
SD (% rel.)	30.67	7.7	31.95	17.95	4.3	7.6
Median	2.00	23.8	0.62	3.35	37.6	9.2



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 2015 / *Fig. 1 Distribution of α -bitter acids content of Saaz hops harvested in 2015*

naměřených dat jsou uvedeny v tab. 1. Průměrný obsah α -hořkých kyselin v testovaných vzorcích chmele ze Žatecké oblasti činil **2,15 % (1,95 % v původním chmelu)**. Sklizeň byla v dlouhodobém horizontu 22 let podprůměrná. Rozdíl oproti dlouhodobému průměru činil 1,45 % (40,2 % rel.), oproti roku 2014 byl obsah nižší o 0,92 % (30,0 % rel.).

Přehled obsahu α - a β -hořkých kyselin ve sklizních za posledních 22 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 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 pod dlouhodobým průměrem.

Sklizeň 2015 byla opět značně nevyrovnaná, relativní směrodatná odchylka obsahu α -hořkých kyselin souboru vzorků ŽPČ ST i VF činila 30,7 % (α -kyseliny v intervalu 0,90 %–4,12 %). Frekvenční rozdělení obsahu α -kyselin (obr. 1) ukazuje, že největší zastoupení, více než 70 % vzorků, bylo ve dvou obsahových třídách, 1,5–2,0 % hmot. v sušině (38,2 %) a 2,0–2,5 % hmot. v sušině (34,2 %).

Průměrný obsah β -hořkých kyselin ve výši **3,22 % (2,93 % v původním chmelu)** byl o 1,46 % hmot. v sušině (31,2 % rel.) nižší nežli dlouhodobý průměr a o 1,29 % hmot. v sušině (28,6 % rel.) nižší oproti průměrné hodnotě sklizně 2014. Poměr α - a β -kyselin 0,68 byl nižší oproti průměru za 22 let (0,77).

Relativní obsah kohumulonu v celkových α -kyselinách 23,9 % i relativní obsah kolupulonu v celkových β -kyselinách 37,8 % 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 9,2 %.

3.1.2 Ústěcká pěstební oblast

Průměrný obsah α -hořkých kyselin ve vzorcích chmele z Ústěcké oblasti činil **2,13 % hm. v sušině (1,94 % v původním chmelu)** (tab. 3). Sklizeň byla vyrovnanější, relativní směrodatná odchylka obsahu α -hořkých kyselin souboru vzorků chmele byla 23,6 % (α -kyseliny v intervalu 1,3 %–3,0%). Průměrná hodnota α -hořkých kyselin byla o 1,26 % (37,2 % rel.) nižší oproti průměru za 22 let námi prováděného sledování a o 0,59 % (21,7 % rel.) nižší oproti roku 2014 (tab. 2).

Obsah β -hořkých kyselin ve vzorcích chmele byl **3,23 % (2,94 % v původním chmelu)**, byl o 1,44 % (30,8 % rel.) nižší oproti průměru pro tuto oblast za 22 let a o 1,02 % (20,4 % rel.) nižší nežli ve sklizni 2014. Poměr α - a β -hořkých kyselin 0,68 byl slabě nižší oproti dlouhodobému průměru pro oblast (0,72).

Relativní obsah kohumulonu v celkových α -kyselinách (23,1 %) i relativní obsah kolupulonu v celkových β -kyselinách (37,0 %) se od dlouhodobých průměrů pro tuto oblast výrazně nelišil (24,5 % resp. 40,3 %).

Obsah vody v odebraných vzorcích byl v průměru 8,9 %.

Tab. 2 Obsah hořkých kyselin v odrůdě ŽPČ ve sklizních 1994–2015 v pěstebních oblastech / *Table 2 Bitter acids content of Saaz variety of year crops 1994–2015 in growing areas*

Pěstební oblast / Growing area	Žatecká / Žatec area		Ústěcká / Ústěka 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
Rok / Year						
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
Průměr / Average	3.6	4.7	3.4	4.7	3.3	4.5

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 **2.15% (1.95% in origin)**. This value was below the long-term average of the last 22 years. The difference from the long-term average was 1.45% (40.2% rel.). In comparison to 2014 the content was lower in 0.92% (30.0% rel.).

The overview of the α - and β -bitter acids contents in harvested over the last 22 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 and the 2014 harvest markedly below long-term average.

Tab. 3 Obsah hořkých kyselin v odrůdě ŽPČ ve sklizni 2015 v Úštěcké oblasti
Table 3 Bitter acids content of Saaz variety of year crop 2015 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	2.13	23.1	0.68	3.23	37.0	8.9
Maximum	3.01	24.2	1.44	4.45	40.0	10.1
Minimum	1.31	21.6	0.46	1.93	35.3	8.1
SD	0.50	0.8	0.23	0.58	1.2	0.5
SD (% rel.)	23.55	3.3	33.73	17.98	3.3	5.4
Median	1.98	23.3	0.62	3.23	36.9	8.9

SD – směrodatná odchylka / standard deviation

Tab. 4 Obsah hořkých kyselin v odrůdě ŽPČ ve sklizni 2015 v Tršické oblasti
Table 4 Bitter acids content of Saaz variety of year crop 2015 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	2.19	23.5	0.65	3.34	37.7	8.4
Maximum	4.09	26.9	1.07	4.45	38.6	10.4
Minimum	1.49	20.8	0.50	2.82	36.2	7.0
SD	0.66	1.4	0.16	0.39	0.7	0.8
SD (% rel.)	29.99	5.8	25.03	11.60	2.0	9.5
Median	2.04	23.7	0.61	3.33	37.9	8.2

SD – směrodatná odchylka / standard deviation

3.1.3 Tršická pěstební oblast

Průměrný obsah α -hořkých kyselin ve vzorcích chmele z Tršické oblasti činil **2,19 % (2,01 % v původním chmelu)** (tab. 4). Sklizeň byla nevyrovnaná, relativní směrodatná odchylka obsahu α -hořkých kyselin souboru vzorků chmele byla 30,0 % (α -kyseliny v intervalu 1, 5 %–4,1 %). Hodnota je o 1,13 % (34,0 % rel.) nižší oproti průměru za 22 let a o 0,50 % (19,6 % rel.) nižší oproti roku 2014 (tab. 2).

Obsah β -hořkých kyselin ve vzorcích chmele byl **3,34 % (3,07 % v původním chmelu)** a je o 1,16 % (25,8 % rel.) nižší oproti průměru za posledních 22 let a o 0,35 % (9,5 % rel.) nižší oproti sklizni 2014. Poměr α - a β -hořkých kyselin 0,65 byl nižší oproti dlouhodobému průměru (0,73).

Relativní obsah kohumulonu v celkových α -kyselinách (23,5 %) i relativní obsah kolupulonu v celkových β -kyselinách (37,7 %) se od dlouhodobých průměrů pro tuto oblast výrazně neliší (25,8 % resp. 40,5 %).

Obsah vody v odebraných vzorcích byl v průměru 8,4 %.

3.1.4 Česká republika celkem

Průměrný obsah α -hořkých kyselin ve vzorcích chmele standardní i bezvirozní sadby z celé České republiky činil **2,15 % (1,96 % v původním chmelu)** (tab. 5). Relativní směrodatná odchylka od průměrného obsahu α -hořkých kyselin činila 29,6 % (α -kyseliny v intervalu 0,90 %–4,12 %). Zjištěná průměrná hodnota byla o 1,41 % (39,6 % rel.) nižší oproti průměru za posledních 22 let a o 0,81 % (27,4 % rel.) nižší oproti roku 2014. Výsledky námi provedené sklizňové prognózy α -hořkých kyselin jsou nižší nežli předsklizňové prognózy prováděné Chmelařským institutem (Žatecko 2,4 %, Úštěcko 2,4 %). Důvodem je zejména rozdíl v použitých metodách, pro předsklizňovou prognózu je používáno konduktometrické stanovení.

Průměrný obsah β -hořkých kyselin **3,24 % (2,95 % v původním chmelu)** byl nižší v porovnání s dlouhodobým průměrem o 1,14 (30,3 % rel.) a o 1,10 % (25,3 % rel.) nižší oproti roku 2014 (Mikyška a Jurková, 2015).

Poměr α - a β -hořkých kyselin 0,67 byl nižší oproti dlouhodobému průměru (0,76). 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.

Relativní obsah kohumulonu v celkových α -kyselinách (23,7 %) i relativní obsah kolupulonu v celkových β -kyselinách (37,7 %) se nacházel v rozmezí typickém pro Žatecký poloraný červeňák, hodnoty byly srovnatelné s dlouhodobým průměrem (24,7 % resp. 40,4 %).

Obsah vody byl relativně vysoký, v průměru činil 9,0 %.

The harvest 2015 was fairly unbalanced, the relative standard deviation of α -bitter acids content in the whole set of samples (ŽPČ ST and ŽPČ VF) was 30.7% (values α -bitter acids varied from 0.90% to 4.12%). The statistical distribution of the α -acid contents (Fig. 1) showed that the majority of the samples, more than 70% rel. was in two content groups – α -bitter acids content 1.5–2.0% (38.2% rel.) and 2.0–2.5% (34.2% rel.).

The average content of β -bitter acids of **3.22% (2.94% in origin)** was 1.46% (31.2% rel.) lower than the long-term average and 1.29% (28.6% rel.) lower than the average value from the harvest in 2014. The ratio α -/ β -bitter acids was 0.68. This value was lower compare to the average of the last 22 years (0.77).

Both the relative content of cohumulone in the total α -bitter acids (23.9% rel.) and the relative content of colupulone in the total β -bitter acids (37.8% 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 (24.8% rel.) and colupulone (40.6% rel.).

The average water content in the tested samples was 9.2%.

3.1.2 Growing area Ústěck

The average content of α -bitter acids in hop samples from the Ústěck area was **2.13% (1.94% in origin)** (Table 3). The crop was more balanced. The relative standard deviation for the values of α -bitter acids in this group of samples was 23.6% and the values varied from 1.3% to 3.0%. The average value for α -bitter acids was 1.26% (37.2% rel.) lower than the average for the last 22 years of monitoring and in 0.59% (21.7% rel.) higher than in 2014 (Table 2).

The content of β -bitter acids of **3.23% (2.94% in origin)** was in 1.02% (20.4% rel.) lower to the average in this area for the last 22 years and in 0.71% (14.5% rel.) higher compare to the 2014 year crop. The α -/ β -bitter acids ratio was 0.68. This value was slightly below the long-term average (0.72) for this area.

Both the relative content of cohumulone in the total α -bitter acids (23.1% rel.) and the relative content of colupulone in the total β -bitter acids (37.0% 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 8.9%.

3.1.3 Growing area Tršice

The average content of α -bitter acids in hop samples from the Tršice area was **2.19% (2.01% in origin)** (Table 4). The crop was inhomogeneous. The relative standard deviation for the values of

Tab. 5 Obsah hořkých kyselin v odrůdě ŽPČ ve sklizni 2015 v České republice
Table 5 Bitter acids content of Saaz variety of year crop 2015 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	2.15	23.7	0.67	3.24	37.7	9.0
Maximum	4.12	28.8	1.92	4.45	43.4	10.8
Minimum	0.90	19.9	0.44	1.35	35.3	5.5
SD	0.64	1.7	0.21	0.55	1.5	0.8
SD (% rel.)	29.56	7.0	31.36	17.09	3.9	8.3
Median	2.00	23.5	0.62	3.32	37.5	9.1
Průměr / Average ST	2.05	23.5	0.63	3.27	37.2	9.2
Průměr / Average VF	2.25	23.8	0.71	3.22	38.1	8.9

SD – směrodatná odchylka / standard deviation

ST – standardní sadba / standard seed

VF – bezvirozní sadba / virus-free seed

Průměrný obsah α -hořkých kyselin ve vzorcích chmele standardní sadby z celé České republiky činil 2,05 %. Průměrný obsah α -hořkých kyselin ve chmelech z bezvirozní sadby byl 2,25 %, byl tedy o 0,20 % (8,9 % rel.) vyšší v porovnání se standardní sadbou. Průměrný obsah β -hořkých kyselin ve chmelech z bezvirozní sadby byl srovnatelný s chmelem ze standardní sadby (tab. 5). Od roku 2000, s přerušením v letech 2008–2010, jsou samostatně hodnoceny chmele ze standardní (ŽPČ-ST) a bezvirozní (ŽPČ-VF) sadby Zateckého poloraného červeňáku. Dle našich výsledků byly ve sklizni 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.

Statistické rozdělení hodnot obsahu α -hořkých kyselin do obsahových tříd po 0,5 % (obr. 1) ukázalo největší zastoupení chmelů z bezvirozní sadby i chmelů ze standardní sadby ve třídách 1,5–2,0 (33,3 % a 45,54 % vzorků) a 2,0–2,5 (28,1 % a 36,4 % vzorků). Přibližně 10 % všech testovaných chmelů mělo obsah α -hořkých kyselin pod 1,5 %, necelých 10 % chmelů z bezvirozní sadby mělo obsah nad 4,0 %. Vyrovnanost obsahu α -hořkých kyselin byla srovnatelná s rokem 2014 a nižší nežli v předchozích sklizních.

3.2 České hybridní odrůdy

3.2.1 Sládek

Průměrný obsah α -hořkých kyselin v testovaných vzorcích chmele odrůdy Sládek činil 5,09 % (4,66 % v původním chmelu). Průměrný obsah β -hořkých kyselin byl 4,35 % (3,98 % v původním chmelu) (tab. 6). Odrůda Sládek je ve VÚPS sledována od roku 2004. Ve sklizni 2007 nebylo hodnocení hybridních odrůd Sládek a Premiant provedeno z důvodu malého množství získaných vzorků. Kvalita sklizně 2015 z pohledu obsahu α -hořkých kyselin byla podprůměrná, oproti průměru za posledních 12 let je o 1,50 % (22,8 % rel.) nižší a o 0,71 % (12,2 % rel.) nižší oproti sklizni 2014. Obsah β -hořkých kyselin byl nižší v porovnání s dlouhodobým průměrem o 1,60 % (26,9 % rel.) a o 1,73 % (28,5 % rel.) nižší oproti sklizni 2014 (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 % a obsah β -hořkých kyselin v rozmezí 4 až 7 %.

α -bitter acids in this group of samples was 30.0% and the values varied from 1.5% to 4.1%. The content of α -bitter acids was 1.13% (34.0% rel.) lower than the average for the last 22 years and 0.50% (19.6% rel.) lower than in 2014 (Table 2).

The content of β -bitter acids in hops was 3.34% (3.07% in origin). This value was 1.16% (25.8% rel.) lower than the average for the last 22 years and 0.35% (9.5% rel.) lower than the value of crop in 2014. The α - β -bitter acids ratio was 0.65. This value was lower than the long-term average (0.73).

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 (37.7%) were very similar to the long-term average values for this area (25.8% rel. and 40.5% rel.).

The average water content in the tested samples was 8.4%.

3.1.4 Whole Czech Republic

The average content of α -bitter acids in hop samples from throughout the Czech Republic was 2.15% (1.96% in origin) (Table 5). The relative standard deviation from the average value of the α -acid content was 29.6% and the values varied from 0.90% to 4.12%. The average value was 1.41% (39.6% rel.) lower when compared to the average for the last 22 years and 0.81% (27.4% rel.) lower than the average in 2014. The results of our harvest forecasts of α -bitter acids content are lower than pre-harvest forecasts performed by Hop Research Institute (Saaz 2.4% Ústecká 2.4%). The reason is a difference in the methods used, for pre-harvest forecast lead conductance value has been used.

The average content of β -bitter acids was 3.23% (2.95% in origin). It was 1.14% (30.3% rel.) lower compared to the long-term average and 1.10% (25.3% rel.) lower in comparison with the year 2014. (Mikyška, Jurková 2015)

The α - β -bitter acids ratio was 0.67. This value was lower compared to the long-term average (0.76). 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.

Both 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 (37.7% 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.).

Tab. 6 Obsah hořkých kyselin v odrůdě Sládek ve sklizni 2015 v České republice
Table 6 Bitter acids content of Sládek variety of year crop 2015 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	5.09	26.2	1.18	4.35	48.9	8.4
Maximum	8.09	31.0	2.14	5.25	51.9	10.1
Minimum	2.17	22.8	0.58	3.06	39.4	7.3
SD	1.38	2.1	0.34	0.58	2.5	0.6
SD (% rel.)	27.09	7.9	29.00	13.40	5.0	6.6
Median	4.83	25.7	1.15	4.42	49.2	8.5

SD – směrodatná odchylka / standard deviation

Tab.7 Obsah hořkých kyselin v odrůdách Sládek, Premiant a Agnus ve sklizních 2004–2015 v České republice / Table 7 Bitter acids content of Sládek, Premiant and Agnus varieties of year crops 2004–2015 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
Průměr / Average	6.6	6.0	9.0	5.0	11.3	6.1

Relativní směrodatná odchylka průměru hodnot obsahu α-hořkých kyselin činila 27,9 %. Nejnížší hodnota obsahu α-hořkých kyselin byla 2,17 %, nejvyšší hodnota byla 8,09 %. Statistické rozdělení hodnot obsahu α-hořkých kyselin ukázalo nejvíce vzorků ve třídě 4,0 – 5,0 (34,5 % vzorků), v rozmezí hodnot α-hořkých kyselin 4,0 – 7,0 % bylo 75,4 % vzorků (obr. 2).

Poměr obsahu α-kyselin k obsahu β-kyselin 1,18 leží v rozmezí uváděném Chmelařským institutem v Žatci (0,70–1,30). Relativní obsah kohumulonu v celkových α-kyselinách ve výši 26,2 % a relativní obsah kolupulonu v celkových β-kyselinách 48,9 % jsou v rozmezí uváděném pro tuto odrůdu (kohumulon 23–30 % rel., kolupulon 44–50 % rel.), hodnoty byly v souladu s průměrem za 12let (25,8 % rel. resp. 48,9 % rel.).

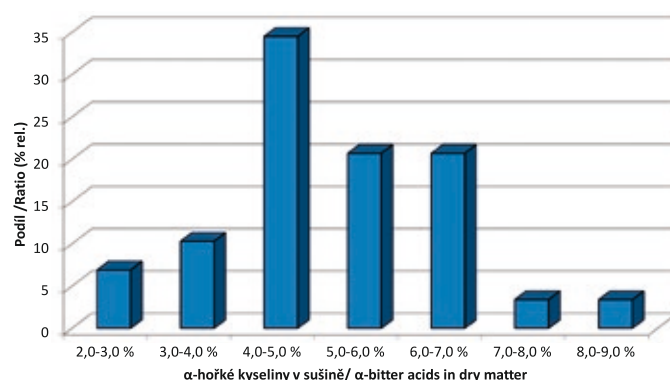
Obsah vody v průměru činil 8,4 %.

3.2.2 Premiant

Průměrný obsah α-hořkých kyselin v testovaných chmelech odrůdy Premiant činil **6,59 % (6,04 % v původním chmelu)**. Průměrný obsah β-hořkých kyselin **3,32 % (3,04 % v původním chmelu)** (tab. 8). Průměrná hodnota obsahu α-hořkých kyselin ve sklizni 2015 byla oproti průměru za 12 let o 2,36 % (26,4 % rel.) nižší a oproti sklizni 2014 nižší o 0,63 % (8,7 % rel.). Obsah β-hořkých kyselin byl oproti dlouhodobému průměru o 1,68 (33,6 % rel.) nižší a oproti sklizni 2014 nižší o 2,44 % (42,4 % 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 relativně vyrovnaná, relativní směrodatná odchylka činila 22,6 %.



Obr. 2 Frekvenční rozdělení obsahu α-hořkých kyselin vzorků chmelů odrůdy Sládek ve sklizni 2015 / Fig. 2 Distribution of α-bitter acids content of Sládek hops harvested in 2015

The average water content was 9.0%.

The average content of α-bitter acids in samples of standard seed from the whole Czech Republic amounted to 2.05%. The average content of α-bitter acids of virus free seed was 2.25%, it was therefore 0.20% (8.9% rel.) higher compared to the standard planting. The average content of β-bitter acids of virus free seed and standard seeds 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 ŽPČ-VF were only 4–14 % rel. higher when compared to samples of ŽPČ-ST (Mikyška 2008), the difference was 3–10% rel. in the years 2010–2015.

The statistical distribution of the values for α-acid contents (Fig. 1) showed that the largest representation in the samples of both seed types were in content class 1.5–2.0 (VF-33.3% rel., ST-45.5% rel.) and class, 2.0–2.5 (28.1 and 36.4% rel.). Approximately 10% of all tested hops had content of α-bitter acids below 1.5%, less than 10% of hops from virus-free seed had the content above 4.0%. Balance of the α-bitter acids content was comparable with the year 2014 and lower than in former crops.

3.2 Czech hybrid varieties

3.2.1 Sládek variety

The average content of α-bitter acids in the tested hop samples of the Sládek variety was **5.09% (4.66% in origin)**. The average content of the β-bitter acids was **4.35% (3.98% 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 2015 crop was below the average, 1.50% (22.8% rel.) lower compared to the last 12 years average value and 0.71% (12.2% rel.) lower than the values from the year 2014.

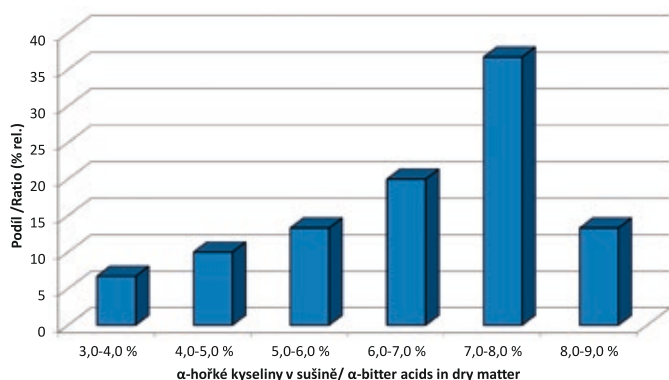
The content of β-bitter acids was in comparison with the long-term average 1.60 (26.9 % rel.) lower and 0.71 (12.2 % rel.) lower compared to the crop in 2014 (Table 7).

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.

Tab. 8 Obsah hořkých kyselin v odrůdě Premiant ve sklizni 2015 v České republice / Table 8 Bitter acids content of Premiant variety of year crop 2015 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	6.59	20.4	2.02	3.32	41.3	8.3
Maximum	8.97	23.0	3.14	4.06	44.2	9.5
Minimum	3.40	17.0	1.13	2.07	37.1	7.5
SD	1.50	1.7	0.52	0.47	1.8	0.5
SD (% rel.)	22.76	8.4	25.72	14.15	4.5	5.8
Median	6.93	20.5	1.99	3.41	41.1	8.4

SD – směrodatná odchylka / standard deviation



Obr. 3 Frekvenční rozdělení obsahu α -hořkých kyselin vzorků chmelů odrůdy Premiant ve sklizni 2015 / Fig. 3 Distribution of α -bitter acids content of Premiant hops harvested in 2015

Nejnižší hodnota obsahu α -hořkých kyselin byla 3,40 %, nejvyšší hodnota byla 8,97 %. Statistické rozdělení hodnot obsahu α -hořkých kyselin ukázalo, že nejvíce, 36,7 % vzorků bylo ve třídě od 7,0 do 8,0 % a dále ve třídě 6,0 až 7,0 %, 20,0 % vzorků (obr. 3).

Poměr obsahu α -kyselin k obsahu β -kyselin 2,02 ležel v rozmezí uváděném Chmelařským institutem (1,70–2,30). Relativní obsah kohumulonu v α -kyselinách ve výši 20,4 % i relativní obsah kolupulonu v β -kyselinách 41,3 % 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 **10,5 % hm. v sušině (9,74 % v původním chmelu)**. Průměrný obsah β -hořkých kyselin **4,91 % hm. v sušině (4,56 % hm. v původním chmelu)** (tab. 9). Tato hořká odrůda byla ve VÚPS hodnocena sedmým rokem. Obsah α -hořkých kyselin byl v porovnání se sedmiletým průměrem nižší o 0,80 % (7,1 % rel.) a v porovnání se sklizní 2014 byl vyšší o 0,81 % (8,4 % rel.), obsah β -hořkých kyselin byl oproti dlouhodobému průměru i sklizni 2014 nižší o přibližně 20 % (1,18 %–19,4 % rel. resp. 1,29 %–20,8 % rel.) (tab. 7).

Pro odrůdu Agnus je Chmelařským institutem v Žatci uváděn typický obsah α -hořkých kyselin v rozmezí 9 až 12 % hm. v suši-

The relative standard deviation for the values of α -bitter acids in this group of samples was 27.9%. The values ranged from 2.17% to 8.09%. The statistical distribution of the values of α -acid contents showed the most of samples in the class 4.0–5.0 (34.5% of samples), 75.4% of hop samples fall within the range 4.0–7.0% (Fig. 2).

The ratio α - β -bitter acids was 1.18 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 26.2% rel. and the relative content of colupulone in the total β -bitter acids 48.9% 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 12 years (25.8% rel. and 48.9% rel.).

The average water content was 8.4%.

3.2.2 Premiant variety

The average content of α -bitter acids in the tested hop samples of the Premiant variety was **6.59% (6.04% in origin)**. The average content of β -bitter acids was **3.32% (3.04% in origin)** (Table 8). The average value for the α -acid content in the 2015 crop was 2.36% (26.4% rel.) lower to the average value from the last 12 years and 0.64% (8.7% rel.) lower when compared to values from the year 2014. The content of β -bitter acids was 1.68% (33.6% rel.) lower compared to long-term average and 2.44% (42.4% rel.) lower compared to the 2014 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 relative homogeneous. The relative standard deviation was 22.6%. The lowest value for α -acid content was 3.40% and the highest value was 8.97%. The statistical distribution for the values of α -acid content showed that 36.7% of hop samples were in group with contents from 7.0 to 8.0%, and 20.1% of samples had α -acid content from 6.0 to 7.0% (Fig. 3).

The ratio α - β -bitter acids was 2.02, 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 (20.4%) and of colupulone in the total β -acid (41.3%) were in the range given for this variety (cohumulone 18–23% rel. and colupulone 39–44% rel.).

The average water content was 8.3%.

3.2.3 Agnus variety

The average content of α -bitter acids in tested hop samples of the Agnus variety was **10.50% (9.74% in origin)**. The average con-

Tab. 9 Obsah hořkých kyselin v odrůdě Agnus ve sklizni 2015 v České republice
Table 9 Bitter acids content of Agnus variety of year crop 2015 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	10.50	29.3	2.15	4.91	52.0	7.3
Maximum	11.54	30.5	2.29	5.53	53.0	8.5
Minimum	9.39	27.3	2.07	4.11	50.4	6.3
SD	0.88	1.5	0.10	0.59	1.2	0.9
SD (% rel.)	8.36	5.1	4.60	12.07	2.2	12.9
Median	10.56	30.3	2.09	5.09	52.7	7.0

SD – směrodatná odchylka / standard deviation

Tab. 10 Obsah hořkých kyselin v odrůdě Kazbek ve sklizni 2015 v České republice
Table 10 Bitter acids content of Kazbek variety of year crop 2015 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	4.59	34.9	1.06	4.35	58.1	9.4
Maximum	4.77	35.2	1.08	4.62	58.4	9.9
Minimum	4.35	34.5	1.02	4.10	57.6	8.5
SD	0.17	0.2	0.02	0.19	0.3	0.5
SD (% rel.)	3.63	0.7	2.14	4.33	0.5	5.8
Median	4.63	34.9	1.06	4.35	58.2	9.6

SD – směrodatná odchylka / standard deviation

Tab. 11 Obsah hořkých kyselin v odrůdě Saaz Late ve sklizni 2015 v České republice
Table 11 Bitter acids content of Saaz Late variety of year crop 2015 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	2.17	25.7	0.56	3.87	40.0	8.8
Maximum	2.86	30.7	0.79	4.73	46.6	10.0
Minimum	1.34	20.6	0.46	2.92	35.3	7.2
SD	0.43	3.8	0.11	0.57	3.7	1.0
SD (% rel.)	19.70	14.7	18.80	14.82	9.2	11.1
Median	2.18	25.6	0.54	3.66	39.9	8.9

SD – směrodatná odchylka / standard deviation

ně, 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 v průměru činil 7,2 %.

3.2.4 Kazbek

Průměrný obsah α -hořkých kyselin v testovaných vzorcích chmele odrůdy Kazbek činil **4,59 % hm. v sušině (4,16 % v původním chmelu)**. Průměrný obsah β -hořkých kyselin **4,35 % hm. v sušině (3,94 % hm. v původním chmelu)** (tab. 10). Tato odrůda byla na VÚPS hodnocena druhým rokem. Obsah α -hořkých kyselin byl v porovnání se sklizní 2014 vyšší o 0,27 % (6,2 % rel.), obsah β -hořkých kyselin byl o 0,78 % (15,2 % rel.) nižší oproti sklizni 2014.

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 1,06 ležel nad dolní hranici rozmezí uváděného CHI Žatec (0,90–1,50). Relativní obsah kohumulonu v celkových α -kyselinách ve výši 34,9 % i relativní obsah kolupulonu v celkových β -kyselinách 58,1 % byl na dolní hranici rozmezí uváděného pro tuto odrůdu (kohumulon 35–40 % rel., kolupulon 57–62 % rel.).

Obsah vody v průměru činil 9,4 %.

3.2.5 Saaz Late

Průměrný obsah α -hořkých kyselin v testovaných vzorcích chmele odrůdy Saaz Late činil **2,17 % hm. v sušině (1,97 % v původním chmelu)**. Průměrný obsah β -hořkých kyselin **3,87 % hm. v sušině (3,53 % hm. v původním chmelu)** (tab. 11). Tato odrůda byla ve VÚPS hodnocena prvním 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 0,56 ležel pod dolní hranici rozmezí uváděného CHI Žatec (0,8–1,0). Relativní obsah kohumulonu v celkových α -kyselinách ve výši 25,7 % byl nad horní hranici a relativní obsah kolupulonu v celkových β -kyselinách 40,0 % v rozmezí uváděném pro tuto odrůdu (kohumulon 20–25 % rel., kolupulon 39–43 % rel.).

Obsah vody v průměru činil 8,8 %.

tent of **β -bitter acids** was **4.91% (4.56% in origin)** (Table 9). This variety has been evaluated at the RIBM for the second year. The average value for the α -acid content in the 2015 crop was 0.27% (6.2% rel.) higher and the content of **β -bitter acids** was 0.78% (15.2% rel.) lower compared to the year 2014. The content of β -bitter acids was in comparison with long-term average and the year 2014 in approximately 20% lower (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 7.2%.

3.2.4 Kazbek variety

The average content of **α -bitter acids** in tested hop samples of the Kazbek variety was **4.59% (4.16% in origin)**. The average content of **β -bitter acids** was **4.35% (4.94% in origin)** (Table 10). This variety has been evaluated at the RIBM for the second year. The average value for the α -acid content in the 2015 crop was 0.27% (6.2% rel.) higher and the content of β -bitter acids 0.78% (15.2% rel.) lower compared to the year 2014.

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 1.06. This value was in the range referred (0.90 to 1.50%). The relative contents of cohumulone in the total α -bitter acids of 34.9% and of colupulone in the total β -bitter acids of 58.1% were in the range specified for this variety (cohumulone 35–40% rel., colupulone 57–62% rel.).

The average water content was 9.4%.

3.2.5 Saaz Late variety

The average content of **α -bitter acids** in tested hop samples of the Saaz Late variety was **2.17% (1.97% in origin)**. The average content of **β -bitter acids** was **3.87% (3.53% in origin)** (Table 11). This variety has been evaluated at the RIBM for the first 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 0.56. This value was upper of low limit of the range referred (0.80 to 1.00%). The relative contents of cohumulone in the total α -bitter acids of 25.7% was above the range and the content of colupulone in the total β -bitter acids of 40.0% was in the range specified for this variety (cohumulone 20–25% rel., colupulone 39–43% rel.).

The average water content was 8.8%.

4 ZÁVĚR

V roce 2015 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 2,15 % hmotnostních v sušině. Hodnota byla o 1,41 % (39,6 % rel.) nižší oproti průměru za posledních 22 let a o 0,81 % (27,4 % rel.) nižší oproti sklizni 2014. Výsledky námi provedené sklizňové prognózy α -hořkých kyselin jsou nižší nežli předsklizňové prognózy prováděné Chmelařským institu-

4 CONCLUSIONS

During or immediately after the harvest in the year 2015 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

tem (Žatecko 2,4 %, Úštěcko 2,4 %). Důvodem je zejména rozdíl v použitých metodách, pro předsklizňovou prognózu je používáno konduktometrické stanovení.

Obsah α -hořkých kyselin ve vzorcích chmele odrůdy Sládek ve sklizni 2015 (5,10 %) byl oproti sklizni 2014 nižší o 12,2 % rel., u odrůdy Premiant ze sklizně 2015 (6,59 %) byl o 8,7 % rel. nižší oproti sklizni 2014, u odrůdy Agnus (10,50 %) byl obsah α -hořkých kyselin oproti sklizni 2014 vyšší o 8,4 % rel. Obsah α -hořkých kyselin odrůdy Kazbek byl 4,59 % a obsah u odrůdy Saaz Late byl 2,17 %.

Poměr obsahu α -kyselin k obsahu β -kyselin, relativní obsah cohumulonu v celkových α -kyselinách i relativní obsah kolupulonu v celkových β -kyselinách byl v souladu s dlouhodobými průměry pro testované odrůdy.

Poděkování

Tato studie byla podpořena Ministerstvem zemědělství České republiky, projekt RO1915 „Výzkum kvality a zpracování sladařských a pivovarských surovin“.

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 2.15% w/d.m. . This value was 1.41% (39.6% rel.) lower compared to the average for the last 22 years and 0.81% (27.4% rel.) lower compared to the crop in 2014. The results of our harvest forecasts of α -bitter acids content are lower than pre-harvest forecasts performed by Hop Research Institute (Saaz 2.4% Ústecká 2.4%). The reason is a difference in the methods used, for pre-harvest forecast lead conductance value has been used.

The content of α -bitter acids in hops from Sládek variety in the year 2015 (5.10%) was lower compared to harvest 2014 by 12.2% rel. The hops of the Premiant variety from the 2015 crop (6.59%) had in 8.7% rel. lower content of α -bitter acids than the hops from the crop in 2014. The hops of the Agnus variety in the year 2015 (10.50%) had 8.4% rel. higher content of α -bitter acids compared to the 2014. The content of α -bitter acids in the Kazbek hops was 4.59% and the content in Saaz Late hops was 2.17%.

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.

Acknowledgements

This study was supported by the Ministry of Agriculture of the Czech Republic, research project RO1915 “Research of quality and processing of malting and brewing raw materials “.

LITERATURA / REFERENCES

- Analytica EBC, method 7.7, 1998: Hans Carl Getränke Fachverlag, Nürnberg, Germany.
- Anonymous, 2012: Atlas českých odrůd chmele, Chmelařský institut, Žatec. ISBN 978-80-87357-11-8.
- Barborka, V., 2016: České chmelařství v přehledech ÚKZÚZ, Chmelařská ročenka 2016, VÚPS, Praha: 262–280. ISBN 978-80-86576-69-5.
- 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., 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., Poledníková, M., 1999: Pivovarská hodnota českých a moravských chmelů ze sklizně 1999. Kvasny Prum. 45(11): 300–301.
- Mikyška, 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.
- Mikyška, 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: 15. 2. 2016
Přijato k publikování / Accepted for publication: 7. 3. 2016