

DOI: 10.18832/kp201815

# Evaluation of $\alpha$ - and $\beta$ -Bitter Acids Content in Harvest of Czech Hops in 2017 Hodnocení obsahu $\alpha$ - a $\beta$ -hořkých kyselin ve sklizni českých chmelů v roce 2017

Alexandr MIKYŠKA, Marie JURKOVÁ

Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s.,

Research Institute of Brewing and Malting, Lípová 15, 120 44 Praha 2

e-mail: mikyska@beerresearch.cz

**Mikyška, A., Jurková, M., 2018: Evaluation of  $\alpha$ - and  $\beta$ -bitter acids content in harvest of Czech hops in 2017. Kvasny Prum. 64(3): 122–130**

This article presents the results of the harvest forecast of the  $\alpha$ - and  $\beta$ -acid content of the Czech hop varieties in the 2017 harvest (194 samples in total). Hops were analyzed using EBC 7.7 (HPLC) method. The results are discussed in relation to the long-term averages, structure of bitter acids analogs and stability of varietal character. The  $\alpha$ -acid content of the Saaz variety (2.81% in dry matter) was 20% rel. lower than the 25-year average, the content of  $\alpha$ -acids in the varieties with a later maturity date, Sládek, Premiant, Agnus, Kazbek and Saaz Late, was only slightly lower or comparable to the multi-annual averages. The ratio of  $\alpha$ - and  $\beta$ -acids, the relative content of cohumulone and the relative content of colupulone were consistent with long-term averages for the tested varieties. The harvest forecast gives a timely information on the  $\alpha$ -acids content of the harvest, the results were in good agreement with the results of the whole harvested hops.

**Mikyška, A., Jurková, M., 2018: Hodnocení obsahu  $\alpha$ - a  $\beta$ -hořkých kyselin ve sklizni českých chmelů v roce 2017. Kvasny Prum. 64(3): 122–130**

V článku jsou prezentovány výsledky sklizňové prognózy obsahu  $\alpha$ - a  $\beta$ -kyselin českých odrůd chmele ve sklizni 2017 (celkem 194 vzorků). Chmele byly analyzovány metodou EBC 7.7 (HPLC). Výsledky jsou diskutovány ve vztahu k dlouhodobým průměrům, skladbě analogů hořkých kyselin a stabilitě odrůdových znaků. Obsah  $\alpha$ -kyselin odrůdy Žatecký poloraný červeňák (2,81% v sušině) byl o 20% rel. nižší v porovnání s průměrem za 25 let, obsah  $\alpha$ -kyselin u odrůd s pozdějším termínem zralosti, Sládek, Premiant, Agnus, Kazbek a Saaz Late, byl jen mírně nižší nebo srovnatelný s víceletými průměry. Poměr  $\alpha$ -kyselin k  $\beta$ -kyselinám, relativní obsah kohumulonu i relativní obsah kolupulonu byl v souladu s dlouhodobými průměry pro testované odrůdy. Sklizňová prognóza dává včasnou informaci o obsahu  $\alpha$ -kyselin ve sklizni, výsledky byly v dobré shodě s výsledky skutečnosti, hodnocení všech nákupních vzorků chmele.

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

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

## 1 INTRODUCTION

This paper presents the evaluation of the harvest forecast for the content of  $\alpha$ - and  $\beta$ -bitter acids in significant Czech hop cultivars from the 2017 harvest. The evaluation of the  $\alpha$ - and  $\beta$ -bitter acids of the harvested hops at the Research Institute of Brewing and Malting (RIBM) is carried out 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 180 – 190 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.

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 2017 the hop yard areas in the Czech Republic amounted to 4,945 ha which means an increase of 170 ha compare to 2016. The Žatec area was spread over 3,815 ha, the Úštěk area 530 ha and the Tršice area over 600 ha. The most important variety is still the Saaz variety, it was cultivated on 87.3% of all hop yards in the Czech Republic in 2017. Other Czech varieties Sládek, Premiant, Agnus, Kazbek and Saaz Late cultivated on 6.0%, 3.3%, 0.8%, 0.7% and 0.9% of the hop yards, are from this point of view only minor varieties (Barborka, 2018a).

In the year 2017 a yield of 6,797 tons of hops were harvested, the yield in 2017 is 11.9% lower than in the year 2016 (7,712 tons). In the Žatec area 5,116 tons of hops were harvested, in the Úštěk area 816 tons and in the Tršice area the yield amounted to 864 tons. The average yield was 1.37 tons/ha (Barborka, 2018). Since 1994 the hop samples were analyzed by using a highly specific HPLC-method in accordance with Analytica-EBC for the determination of  $\alpha$ - and  $\beta$ -bitter acids and their analogues (Analytica EBC, 1998). Therefore, results from 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 conduct-

## 1 ÚVOD

V tomto článku je prezentováno vyhodnocení sklizňové prognózy obsahu  $\alpha$ - a  $\beta$ -hořkých kyselin v důležitých českých odrůdách chmele ze sklizně 2017. 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 dle ČSN 462520-15.

Od roku 2000 jsou samostatně hodnoceny chmele ze standardní (ŽPČ-ST) a bezvirozní (ŽPČ-VF) sadby Žateckého poloraného červeňáku. V roce 2004 se na 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 2017 sklizňová plocha chmelnic v ČR včetně výsazů činila 4 945 ha, proti roku 2016 se plocha opět zvýšila, a to o 170 ha. V Žatecké oblasti sklizňová plocha činila 3 815 ha, v Úštěcké 530 ha a v Tršické 600 ha. Majoritní odrůdou stále zůstává Žatecký poloraný červeňák, který se v ČR v roce 2017 pěstoval na 87,3% ploch. Minoritními odrůdami z hlediska ploch chmelnic byly starší české odrůdy Sládek (6,0%), Premiant (3,3%), Agnus (0,8%) a nové odrůdy Kazbek (0,7%) a Saaz Late (0,9%) (Barborka, 2018a). V roce 2017 bylo sklizeno 6 797 tun, ročník 2017 je oproti silně nadprůměrnému roku 2016 (7 712 tun) o 11,9% nižší. V Žatecké oblasti bylo sklizeno 5 116 tun chmele, v Úštěcké oblasti 816 tun a v Tršické oblasti byl výnos 864 tun. Průměrný výnos byl 1,37 t/ha (Barborka, 2018).

Od roku 1994 jsou analýzy celého souboru vzorků prováděny vysoce specifickým stanovením  $\alpha$ - i  $\beta$ -hořkých kyselin a jejich analogů metodou HPLC podle EBC (Analytica EBC, 1998). Jsou tedy k dispozici výsledky sledování kvality chmele v ČR touto metodou za dvacet tři let. Hodnoty stanovené různými metodami nejsou plně porov-

ance 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 (Krofta et al., 2017).

## 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  $\alpha$ - and  $\beta$ - bitter acids and their analogues (Analytica EBC, 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 are Žatec

All contents of bitter substances presented in this study are expressed as weight % in dry matter. The values obtained and their statistical evaluations are shown in the Table 1. The average content of  $\alpha$ - bitter acids in the hop samples examined from the Žatec area was **2.83% (2.57% in origin)**. This value was lower compared to the long-term average of the last 25 years. The difference from the long-term average was 0.74% (20.7% rel.). In comparison to 2016 the content was lower in 0.55% (16.3% rel.).

The overview of the  $\alpha$ - and  $\beta$ -bitter acids contents in harvested over the last 25 years shows the Table 2. The  $\alpha$ - and  $\beta$ -bitter acids contents in the harvests during this period differed considerably. Since the peak values in 1996 the content  $\alpha$ -bitter acids in hops from the growing area Žatec and the total Czech Republic declined until the year 1999. The harvests in the years 2000 and 2001 were relatively in the good quality, significant decrease was observed in 2002 and 2003. The hops harvested in the years 2004 and 2005 were average and the lowest values were reached in the harvest 2006. Since that year, the contents of  $\alpha$ -bitter acids in hops significantly increased. In 2010 the fall was recorded, below-average harvest. In the years 2011 and 2012 harvests were above average, while the 2013 harvest was slightly, the 2014 harvest markedly and harvest 2015 deeply below long-term average. In 2016, the harvest from this point of view was slightly below average.

The harvest 2017 was rather unbalanced, the relative standard deviation of  $\alpha$ -bitter acids content in the whole set of samples (ŽPČ ST and ŽPČ VF) was 23.9% (values  $\alpha$ -bitter acids varied from 2.05% to 5.15%). The statistical distribution of the  $\alpha$ -acid contents (Fig. 1) showed that the majority of the samples, more than 70% rel. was in two content groups –  $\alpha$ -bitter acids content 2.0 – 3.0% (25.6% rel.), another 23% of the samples had a content in the range of 3.0-4.0% by weight in dry matter.

natelné. Výsledek konduktometrického stanovení je zpravidla vyšší nežli výsledek analýzy metodou HPLC podle EBC, při konduktometrickém stanovení se totiž uplatňují i další složky chmelových pryskyřic (Krofta et al., 2017).

## 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 VUPS. Počet vzorků z jednotlivých pěstebních oblastí odpovídal osazené ploše chmelnic. Výběr pěstebních míst a obcí byl volen tak, aby průzkum plošně pokrýval celé pěstební oblasti. Vzorky byly po dodání neprodleně analyzovány. Celý soubor vzorků byl analyzován na obsah  $\alpha$ - i  $\beta$ -hořkých kyselin a jejich analogů metodou HPLC podle metodiky EBC (metoda 7.7.) (Analytica EBC, 1998). Obsah vody byl stanovován sušením 5g 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  **$\alpha$ -hořkých kyselin** v testovaných vzorcích chmele ze Žatecké oblasti činil **2,83% (2,57% v původním chmelu)**. Sklizeň byla v dlouhodobém horizontu 25 let podprůměrná. Rozdíl oproti dlouhodobému průměru činil 0,74% (20,7% rel.), oproti roku 2017 byl obsah nižší o 0,55% (16,3% rel.).

Přehled obsahu  $\alpha$ - a  $\beta$ -hořkých kyselin ve sklizních za posledních 25 let přibližuje tab. 2. Obsah  $\alpha$ - i  $\beta$ - kyselin ve sklizních za toto období se značně lišil. Od maxima v roce 1996 obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin ve chmelech v rámci Žatecké oblasti i celé ČR postupně klesal do roku 1999. Sklizeň v letech 2000 a 2001 pak byly relativně kvalitní, výrazný pokles byl zjištěn v roce 2002 a 2003, sklizeň 2004 a 2005 byly průměrné, nejnižší hodnoty byly ve sklizni v roce 2006. Od tohoto roku obsah  $\alpha$ - kyselin výrazně stoupl. 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. V roce 2016 byla sklizeň z tohoto pohledu mírně podprůměrná.

Sklizeň 2017 byla dosti nevyrovnaná, relativní směrodatná odchylka obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin souboru vzorků ŽPČ ST i VF činila 23,9% ( $\alpha$ -kyseliny v intervalu 2,05% – 5,15%). Frekvenční rozdělení obsahu  $\alpha$ -kyselin (obr. 1) ukazuje, že největší zastoupení, 70% vzorků bylo rovnoměrně zastoupeno ve dvou obsahových třídách od 2,0 – 3,0% hm. v sušině, dalších 23% vzorků mělo obsah v rozmezí 3,0 – 4,0% hm. v sušině.

Průměrný obsah  **$\beta$ -hořkých kyselin ve výši 4,48% (4,06% v původním chmelu)** byl o 0,22% hm. v sušině (4,8% rel.) nižší nežli dlouhodobý průměr a o 0,66% hm. v sušině (12,8% rel.) nižší oproti průměrné hodnotě sklizně 2016. Poměr  $\alpha$ - a  $\beta$ - kyselin 0,63 byl nižší oproti průměru za 25 let (0,76).

Relativní obsah kohumulonu v celkových  $\alpha$ -kyselinách 24,1% i relativní obsah kolupulonu v celkových  $\beta$ -kyselinách 39,3% se nachá-

Table 1 Bitter acids content of Saaz variety of year crop 2017 in Žatec area  
Tab. 1 Obsah hořkých kyselin v odrůdě ŽPČ ve sklizni 2017 v Žatecké oblasti

	$\alpha$ -acids $\alpha$ -kyseliny % w / % hm.	cohumulone kohumulon % rel.	$\alpha$ -acids / kys. : $\beta$ -acids/kys.	$\beta$ -acids $\beta$ -kyseliny % w / % hm.	colupulone kolupulon % rel.	moisture vláha % w / % hm.
Average / Průměr	2.83	24.1	0.64	4.48	39.3	9.3
Maximum	5.15	26.3	1.48	5.93	43.8	12.5
Minimum	2.05	20.3	0.47	3.48	35.5	7.7
SD	0.68	1.2	0.15	0.52	1.2	0.8
SD (% rel.)	23.9	5.1	24.0	11.6	3.1	9.0
Median	2.73	24.3	0.60	4.46	39.3	9.2

SD – Standard deviation / Směrodatná odchylka

Table 2 Bitter acids content of Saaz variety of year crops 1994 – 2017 in growing areas  
Tab. 2 Obsah hořkých kyselin v odrůdě ŽPČ ve sklizních 1994 – 2017 v pěstebních oblastech

Growing area / Pěstební oblast	Žatec area / Žatecká		Úštěk area / Úštěcká		Tršice area / Tršická	
Year Rok	$\alpha$ -acids $\alpha$ -kyseliny	$\beta$ -acids $\beta$ -kyseliny	$\alpha$ -acids $\alpha$ -kyseliny	$\beta$ -acids $\beta$ -kyseliny	$\alpha$ -acids $\alpha$ -kyseliny	$\beta$ -acids $\beta$ -kyseliny
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
2017	2.8	4.5	2.9	4.6	2.6	3.8
<b>Average / Průměr</b>	<b>3.6</b>	<b>4.7</b>	<b>3.4</b>	<b>4.7</b>	<b>3.3</b>	<b>4.5</b>

Table 3 Bitter acids content of Saaz variety of year crop 2017 in Úštěk area  
Tab. 3 Obsah hořkých kyselin v odrůdě ŽPČ ve sklizni 2017 v Úštěcké oblasti

	$\alpha$ -acids $\alpha$ -kyseliny % w / % hm.	cohumulone kohumulon % rel.	$\alpha$ -acids / kys. : $\beta$ -acids/kys.	$\beta$ -acids $\beta$ -kyseliny % w / % hm.	colupulone kolupulon % rel.	moisture vláha % w / % hm.
<b>Average / Průměr</b>	<b>2.88</b>	<b>23.8</b>	<b>0.63</b>	<b>4.59</b>	<b>38.9</b>	<b>9.6</b>
Maximum	3.78	25.4	0.74	5.44	40.4	10.8
Minimum	2.14	22.0	0.50	3.43	37.6	8.2
SD	0.45	0.9	0.06	0.56	0.8	0.6
SD (% rel.)	15.6	3.7	9.6	12.1	2.1	6.5
Median	2.82	24.1	0.62	4.80	39.1	9.6

SD – Standard deviation / Směrodatná odchylka

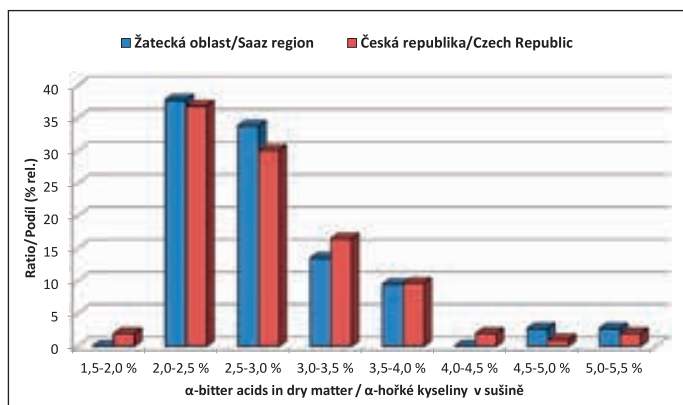


Fig. 1 Distribution of  $\alpha$ -bitter acids content of Saaz hops harvested in 2017

Obr. 1 Frekvenční rozdělení obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin vzorků chmelů odrůdy ŽPČ ve sklizni 2017

zel v rozmezí typickém pro Žatecký poloraný červeňák a od dlouhodobých průměrů se výrazně neliší (relativní obsah kohumulonu 24,8%, relativní obsah kolupulonu 40,6%).

Obsah vody v odebraných vzorcích byl v průměru 9,3%.

### 3.1.2 Úštěcká pěstební oblast

Průměrný obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin ve vzorcích chmele z Úštěcké oblasti činil **2,88% hm. v sušině (2,61% v původním chmelu)** (tab. 3). Vyrovnanost sklizně byla výrazně lepší než v Žatecké oblasti, relativní směrodatná odchylka obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin souboru vzorků chmele byla 15,3% ( $\alpha$ -kyseliny v intervalu 2,14% – 3,78%). Průměrná hodnota  $\alpha$ -hořkých kyselin byla o 0,51% (15,1% rel.) nižší oproti průměru za 25 let námi prováděného sledování a o 0,53% (15,5% rel.) nižší oproti roku 2016 (tab. 2).

Obsah  $\beta$ -hořkých kyselin ve vzorcích chmele byl **4,59% (4,15% v původním chmelu)** byl prakticky shodný s průměrem pro tuto oblast za 25 let i se sklizní 2016. Poměr  $\alpha$ - a  $\beta$ -hořkých kyselin 0,63 byl slabě nižší oproti dlouhodobému průměru pro oblast (0,72).

Relativní obsah kohumulonu v celkových  $\alpha$ -kyselinách (23,8%) i relativní obsah kolupulonu v celkových  $\beta$ -kyselinách (38,9%) se

Table 4 Bitter acids content of Saaz variety of year crop 2017 in Tršice area  
Tab. 4 Obsah hořkých kyselin v odrůdě ŽPČ ve sklizni 2017 v Tršické oblasti

	$\alpha$ -acids $\alpha$ -kyseliny % w / % hm.	cohumulone kohumulon % rel.	$\alpha$ -acids / kys. : $\beta$ -acids/kys.	$\beta$ -acids $\beta$ -kyseliny % w / % hm.	colupulone kolupulon % rel.	moisture vláha % w / % hm.
<b>Average / Průměr</b>	<b>2.56</b>	<b>25.2</b>	<b>0.68</b>	<b>3.84</b>	<b>40.6</b>	<b>9.7</b>
Maximum	3.88	27.3	1.30	4.48	43.9	10.2
Minimum	1.81	23.8	0.44	2.98	38.3	9.2
SD	0.60	1.1	0.22	0.41	1.5	0.3
SD (% rel.)	23.3	4.4	31.7	10.7	3.7	2.9
Median	2.35	25.3	0.62	3.79	40.4	9.6

SD – Standard deviation / Směrodatná odchylka

Table 5 Bitter acids content of Saaz variety of year crop 2017 in the Czech Republic  
Tab. 5 Obsah hořkých kyselin v odrůdě ŽPČ ve sklizni 2017 v České republice

	$\alpha$ -acids $\alpha$ -kyseliny % w / % hm.	cohumulone kohumulon % rel.	$\alpha$ -acids / kys. : $\beta$ -acids/kys.	$\beta$ -acids $\beta$ -kyseliny % w / % hm.	colupulone kolupulon % rel.	moisture vláha % w / % hm.
<b>Average / Průměr</b>	<b>2.81</b>	<b>24.2</b>	<b>0.64</b>	<b>4.41</b>	<b>39.4</b>	<b>9.4</b>
Maximum	5.15	27.3	1.48	5.93	43.9	12.5
Minimum	1.81	20.3	0.44	2.98	35.5	7.7
SD	0.64	1.2	0.15	0.56	1.3	0.8
SD (% rel.)	23.0	5.1	24.0	12.7	3.3	8.3
Median	2.73	24.3	0.60	4.41	39.3	9.4
<b>Average / Průměr ST</b>	<b>3.27</b>	<b>23.3</b>	<b>0.66</b>	<b>4.97</b>	<b>39.5</b>	<b>8.7</b>
<b>Average / Průměr VF</b>	<b>3.46</b>	<b>23.9</b>	<b>0.69</b>	<b>5.02</b>	<b>40.0</b>	<b>8.5</b>

SD - Standard deviation / Směrodatná odchylka

ST - Standard seed / Standardní sadba

VF - Virus-free seed / Bezvirozní sadba

The average content of  $\beta$ -bitter acids of **4.48% (4.06% in origin)** was 0.22% (4.8% rel.) lower than the long-term average and 0.66% (12.8% rel.) lower than the average value from the harvest in 2016. The ratio  $\alpha$ - $\beta$ -bitter acids was 0.63. This value was lower compared to the average of the last 25 years (0.76).

Both the relative content of cohumulone in the total  $\alpha$ -bitter acids (21.1% rel.) and the relative content of colupulone in the total  $\beta$ -bitter acids (39.3% 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 9.3%.

### 3.1.2 Growing area Žatec

The average content of  $\alpha$ -bitter acids in hop samples from the Úštěk area was **2.88% (2.61% in origin)** (Table 3). The crop balance was better to Saaz growing area. The relative standard deviation for the values of  $\alpha$ -bitter acids in this group of samples was 15.3% and the values varied from 2.14% to 3.78%. The average value for  $\alpha$ -bitter acids was lower to the average for the last 25 years of monitoring in 0.51% (15.1% rel.) and in 0.53% (15.5% rel.) compared to 2016 (Table 2).

The content of  $\beta$ -bitter acids of **4.59% (4.15% in origin)** was comparable both to the average in this area for the last 25 years and to the year crop 2016. The  $\alpha$ - $\beta$ -bitter acids ratio was 0.63. This value was slightly below the long-term average (0.72) for this area.

Both the relative content of cohumulone in the total  $\alpha$ -bitter acids (23.8% rel.) and the relative content of colupulone in the total  $\beta$ -bitter acids (38.9% rel.) were virtually identical to the long-term average values for this area (24.5% rel. and 40.3% rel.).

The average water content in the samples tested was 9.6%.

### 3.1.3 Growing area Tršice

The average content of  $\alpha$ -bitter acids in hop samples from the Tršice area was **2.56% (2.32% in origin)** (Table 4). The crop was homogeneous similarly to the Saaz growing area. The relative standard deviation for the values of  $\alpha$ -bitter acids in this group of samples was 23.3% and the values varied from 1.81% to 3.88%. The content of  $\alpha$ -bitter acids was 0.74% (22.4% rel.) lower than the average for the last 25 years and 0.55% (17.7% rel.) lower than in 2016 (Table 2).

The content of  $\beta$ -bitter acids in hops was **3.84% (3.47% in origin)**. This value was 0.69% (15.7% rel.) lower than the average for the last 25 years and 0.59% (13.1% rel.) lower than the value of crop

od dlouhodobých průměrů pro tuto oblast výrazně neliší (24,5% resp. 40,3%).

Obsah vody v odebraných vzorcích byl v průměru 9,6%.

### 3.1.3 Tršická pěstební oblast

Průměrný obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin ve vzorcích chmele z Tršické oblasti činil **2,56% (2,32% v původním chmelu)** (tab. 4). Vyrovnanost sklizně byla obdobná Žatecké oblasti, relativní směrodatná odchylka obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin souboru vzorků chmele byla 23,3% ( $\alpha$ -kyseliny v intervalu 1,81% – 3,88%). Průměrná hodnota je o 0,74% (22,4% rel.) nižší oproti průměru za 25 let a o 0,55% (17,7% rel.) nižší oproti roku 2016 (tab. 2).

Obsah  $\beta$ -hořkých kyselin ve vzorcích chmele byl **3,84% (3,47% v původním chmelu)** a je oproti průměru za posledních 25 let o 0,69% (15,7% rel.) nižší a o 0,58% (13,1% rel.) nižší oproti sklizni 2016. Poměr  $\alpha$ - a  $\beta$ -hořkých kyselin 0,67 byl blízký dlouhodobému průměru (0,73).

Relativní obsah kohumulonu v celkových  $\alpha$ -kyselinách (25,2%) i relativní obsah kolupulonu v celkových  $\beta$ -kyselinách (40,6%) se od dlouhodobých průměrů pro tuto oblast výrazně neliší (25,1% resp. 40,5%).

Obsah vody v odebraných vzorcích byl v průměru 9,7%.

### 3.1.4 Česká republika celkem

Průměrný obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin ve vzorcích chmele standardní i bezvirozní sadby z celé České republiky činil **2,81% (2,54% v původním chmelu)** (tab. 5). Relativní směrodatná odchylka od průměrného obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin činila 23,0% ( $\alpha$ -kyseliny v intervalu 1,81% – 5,15%). Zjištěná průměrná hodnota byla o 0,72% (20,4% rel.) nižší oproti průměru za posledních 25 let a o 0,54% (16,1% rel.) nižší oproti roku 2016.

Průměrný obsah  $\beta$ -hořkých kyselin **4,41% (4,08% v původním chmelu)** byl nižší v porovnání s dlouhodobým průměrem o 0,28 (6,0% rel.) a o 0,58% (11,6% rel.) nižší oproti roku 2016.

Statistické rozdělení hodnot obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin do obsahových tříd po 0,5% hm. v suš. (obr. 1) ukázalo největší zastoupení chmelů ve třídách 2,0–2,5 a 2,5–3,0 (celkem 67%). Další 26% vzorků se nacházelo ve dvou třídách od 3,0 do 4,0% hm. v suš.

Poměr  $\alpha$ - a  $\beta$ -hořkých kyselin 0,64 byl nižší oproti dlouhodobému průměru (0,75). Ve sklizních 2006, 2007, 2010, 2014 a 2015 byla značná převaha  $\beta$ -hořkých kyselin, naproti tomu např. v roce 2013 byl obsah  $\alpha$ - a  $\beta$ -hořkých kyselin téměř vyrovnaný (tab.2).

in 2016. The  $\alpha$ - $\beta$ -bitter acids ratio was 0.67. This value was similar to the long-term average (0.73).

Both the relative content of cohumulone in the total  $\alpha$ -bitter acids (25.2% rel.) and the relative content of colupulone in the total  $\beta$ -bitter acids (40.6%) 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 9.7%.

### 3.1.4 Whole Czech Republic

The average content of  $\alpha$ -bitter acids in hop samples from throughout the Czech Republic was **2.81% (2.54% in origin)** (Table 5). The relative standard deviation from the average value of the  $\alpha$ -acid content was 23.0% and the values varied from 1.81% to 5.15%. The average value was -0.72% (-20.4% rel.) lower when compared to the average for the last 25 years and -0.54% (-16.1% rel.) lower than the average in 2016.

The average content of  $\beta$ -bitter acids was **4.41% (4.08% in origin)**. It was 0.28% (6.0% rel.) lower compared to the long-term average and 0.58% (11.6% rel.) lower in comparison with the year 2016.

The statistical distribution of the values for  $\alpha$ -acid contents (Fig. 1) showed that the largest representation was in two contents classes 2.0 – 2.5 and 2.5-3.0 (totally 67%). Another 26% of the samples were in two classes ranging from 3.0 to 4.0% by weight.

The  $\alpha$ - $\beta$ -bitter acids ratio was 0.64. This value was lower compare to the long-term average (0.75). Considerable superiority of  $\beta$ -bitter acids was in harvests 2006, 2007, 2010, 2014 and 2015, whereas the content of  $\alpha$ - and  $\beta$ -bitter acids nearly balanced for example in 2013 (Tab. 2).

Both the relative content of cohumulone in the total  $\alpha$ -bitter acids (24.2% rel.) and the relative content of colupulone in the total  $\beta$ -bitter acids (39.4% rel.) were in the range typical for the Saaz variety and similar to the long-term average (cohumulone 24.7% rel., colupulone 40.4% rel.).

The average water content was 9.4%.

## 3.2 Other Czech varieties

### 3.2.1 Sládek variety

The average content of  $\alpha$ -bitter acids in the tested hop samples of the Sládek variety was **6.43% (5.86% in origin)**. The average content of the  $\beta$ -bitter acids was **5.87% (5.35% in origin)** (Table 6). At the RIBM the Sládek variety has been tested since the year 2004. Due to an insufficient number of samples the Sládek and Premiant varieties were not examined in 2007. In terms of the content of  $\alpha$ -bitter acids the quality of the 2017 crop was average, 0.21% (3.1% rel.) lower compared to the last 14 years average value and 0.86% (11.8% rel.) lower than the values from the year 2016.

The content of  $\beta$ -bitter acids was comparable to the long-term average and 0.53 (8.3% rel.) lower compare to the crop in 2016 (Table 7).

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

The relative standard deviation for the values of  $\alpha$ -bitter acids in this group of samples was 19.8%. The values ranged from 4.44% to 8.96%. The statistical distribution of  $\alpha$ -bitter acid content values showed approximately the normal distribution, with a peak in the range of 6.0-7.0 (40% of the samples) (Fig. 2).

The ratio  $\alpha$ - $\beta$ -bitter acids was 1.1 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  $\alpha$ -bitter acids 24.0% rel. and the relative content of colupulone in the total  $\beta$ -bitter acids 47.1% 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 8.9%.

### 3.2.2 Premiant variety

The average content of  $\alpha$ -bitter acids in the tested hop samples of the Premiant variety was **7.65% (6.96% in origin)**. The average content of  $\beta$ -bitter acids was **5.66% (5.15% in origin)** (Table 8). The average  $\alpha$ -bitter acid content in the 2017 harvest was 1.20% (13.6% rel.) lower than the 14-year average and by 1.37% (15.2% rel.) lower compared with the 2016 harvest. The content of  $\beta$ -bitter acids was

Relativní obsah kohumulonu v celkových  $\alpha$ -kyselinách (24,2%) i relativní obsah kolupulonu v celkových  $\beta$ -kyselinách (39,4%) se nácházel v rozmezí typickým pro Žatecký poloraný červeňák, hodnoty byly srovnatelné s dlouhodobým průměrem (24,7% resp. 40,4%).

Obsah vody byl 9,4%.

## 3.2 Další české odrůdy

### 3.2.1 Sládek

Průměrný obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin v testovaných vzorcích chmele odrůdy Sládek činil **6,43% (5,86% v původním chmelu)**. Průměrný obsah  $\beta$ -hořkých kyselin byl **5,87% (5,35% 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 2017 z pohledu obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin byla průměrná, oproti průměru za posledních 14 let byla o 0,21% (3,1% rel.) nižší a o 0,86% (11,8% rel.) nižší oproti sklizni 2016. Obsah  $\beta$ -hořkých kyselin byl srovnatelný s dlouhodobým průměrem a o 0,53% (8,3% rel.) nižší oproti sklizni 2016 (tab. 7).

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

Relativní směrodatná odchylka průměru hodnot obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin činila 16,7%. Nejnižší hodnota obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin byla 4,44%, nejvyšší hodnota byla 8,96%. Statistické rozdělení hodnot obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin ukázalo přibližně normální rozdělení, s maximem ve třídě 6,0–7,0 (40% vzorků) (obr. 2).

Poměr obsahu  $\alpha$ -kyselin k obsahu  $\beta$ -kyselin 1,10 leží v rozmezí uváděném Chmelařským institutem v Žatci (0,70–1,30). Relativní obsah kohumulonu v celkových  $\alpha$ -kyselinách ve výši 24,0% a relativní obsah kolupulonu v celkových  $\beta$ -kyselinách 47,1% jsou v rozmezí uváděném pro tuto odrůdu (kohumulon 23–30% rel., kolupulon 44–50% rel.), hodnoty byly v souladu s průměrem za 14let (25,7% rel. resp. 48,7% rel.).

Obsah vody v průměru činil 8,9%.

### 3.2.2 Premiant

Průměrný obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin v testovaných chmelech odrůdy Premiant činil **7,65% (6,96% v původním chmelu)**. Průměrný obsah  $\beta$ -hořkých kyselin **5,66% (5,15% v původním chmelu)** (tab. 8). Průměrná hodnota obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin ve sklizni 2017 byla o 1,20% (13,6% rel.) nižší ve srovnání s průměrem za 14 let o 1,37% (15,2% rel.) nižší oproti sklizni 2016. Obsah  $\beta$ -hořkých kyselin byl oproti dlouhodobému průměru o 0,57 (11,2% rel.) vyšší a srovnatelný se sklizni 2016. (tab. 7).

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

Kvalita chmelů Premiant z pohledu obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin byla vyrovnaná, relativní směrodatná odchylka činila 13,6%. Nejnižší hodnota obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin byla 5,6%, nejvyšší hodnota byla 10,4%. Statistické rozdělení hodnot obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin ukázalo přibližně normální rozdělení s maximem vzorků ve třídě 7,0–8,0 (43% vzorků) (obr. 3).

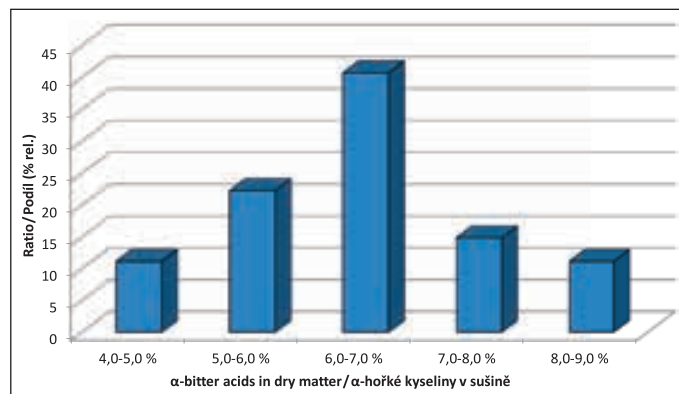


Fig. 2 Distribution of  $\alpha$ -bitter acids content of Sládek hops harvested in 2017

Obr. 2 Frekvenční rozdělení obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin vzorků chmele odrůdy Sládek ve sklizni 2017

Table 6 Bitter acids content of Sládek variety of year crop 2017 in the Czech Republic  
Tab. 6 Obsah hořkých kyselin v odrůdě Sládek ve sklizni 2017 v České republice

	$\alpha$ -acids <i><math>\alpha</math>-kyseliny</i> % w / % hm.	cohumulone <i>kohumulon</i> % rel.	$\alpha$ -acids / kys. : $\beta$ -acids/kys.	$\beta$ -acids <i><math>\beta</math>-kyseliny</i> % w / % hm.	colupulone <i>kolupulon</i> % rel.	moisture <i>vláha</i> % w / % hm.
<b>Average / Průměr</b>	<b>6.43</b>	<b>24.0</b>	<b>1.11</b>	<b>5.87</b>	<b>47.1</b>	<b>8.9</b>
Maximum	8.96	27.2	1.54	7.45	52.4	10.0
Minimum	4.44	20.7	0.69	3.84	43.6	7.5
SD	1.07	1.9	0.18	0.94	2.7	0.7
SD (% rel.)	16.7	8.0	16.3	16.0	5.8	8.0
Median	6.45	23.3	1.11	6.08	46.2	8.9

SD – Standard deviation / *Směrodatná odchylka*Table 7 Bitter acids content of Sládek, Premiant and Agnus varieties of year crops 2004 – 2017 in the Czech Republic  
Tab. 7 Obsah hořkých kyselin v odrůdách Sládek, Premiant a Agnus ve sklizních 2004 – 2017 v České republice

Variety / <i>Odrůda</i>	Sládek		Premiant		Agnus	
	$\alpha$ -acids <i><math>\alpha</math>-kyseliny</i>	$\beta$ -acids <i><math>\beta</math>-kyseliny</i>	$\alpha$ -acids <i><math>\alpha</math>-kyseliny</i>	$\beta$ -acids <i><math>\beta</math>-kyseliny</i>	$\alpha$ -acids <i><math>\alpha</math>-kyseliny</i>	$\beta$ -acids <i><math>\beta</math>-kyseliny</i>
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
2017	6.4	5.9	7.7	5.7	11.0	6.3
<b>Average / Průměr</b>	<b>6.6</b>	<b>6.0</b>	<b>8.9</b>	<b>5.1</b>	<b>11.1</b>	<b>6.1</b>

Table 8 Bitter acids content of Premiant variety of year crop 2017 in the Czech Republic  
Tab. 8 Obsah hořkých kyselin v odrůdě Premiant ve sklizni 2017 v České republice

	$\alpha$ -acids <i><math>\alpha</math>-kyseliny</i> % w / % hm.	cohumulone <i>kohumulon</i> % rel.	$\alpha$ -acids / kys. : $\beta$ -acids/kys.	$\beta$ -acids <i><math>\beta</math>-kyseliny</i> % w / % hm.	colupulone <i>kolupulon</i> % rel.	moisture <i>vláha</i> % w / % hm.
<b>Average / Průměr</b>	<b>7.65</b>	<b>18.9</b>	<b>1.40</b>	<b>5.66</b>	<b>39.6</b>	<b>9.0</b>
Maximum	10.40	26.1	3.00	7.24	45.4	12.1
Minimum	5.61	16.1	1.10	3.47	35.3	8.0
SD	1.04	2.4	0.36	1.11	3.1	0.8
SD (% rel.)	13.6	12.9	25.8	19.6	7.9	8.6
Median	7.85	19.1	1.31	6.05	40.6	8.8

SD – Standard deviation / *Směrodatná odchylka*

0.57% (11.2% rel.) higher compared to long-term average and comparable with the 2016 harvest (Table 7).

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

In terms of the content of  $\alpha$ -bitter acids the hop quality of the Premiant variety was homogeneous. The relative standard deviation was 13.6%. The lowest value for  $\alpha$ -acid content was 5.6% and the highest value was 10.4%. The statistical distribution of  $\alpha$ -bitter acid content values showed approximately a normal distribution with a maximum of samples in the 7.0-8.0 range (43% of the samples) (Fig. 3).

The ratio  $\alpha$ -/ $\beta$ -bitter acids was 1.35, this value is below the range reported by the Hops Institute (1.70 - 2.30). The relative contents of cohumulone in the total  $\alpha$ -bitter acids (19.0%) and of colupulone in

Poměr obsahu  $\alpha$ -kyselin k obsahu  $\beta$ -kyselin 1,35 ležel pod hranici rozmezí uváděném Chmelařským institutem (1,70–2,30). Relativní obsah kohumulonu v  $\alpha$ -kyselinách ve výši 19,0% i relativní obsah kolupulonu v  $\beta$ -kyselinách 39,6% se nacházel v rozmezí pro odrůdu (kohumulon 18–23% rel., kolupulon 39–44% rel.).

Obsah vody v průměru činil 9,0%.

### 3.2.3 Agnus

Průměrný obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin v testovaných vzorcích chmele odrůdy Agnus činil 11,0% hm. v sušině (10,1% v původním chmelu). Průměrný obsah  $\beta$ -hořkých kyselin 6,32% hm. v sušině (5,82% hm. v původním chmelu) (tab. 9). Tato hořká odrůda byla na VÚPS hodnocena 9. rokem. Obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin byl prakticky shodný s devítiletým průměrem a v porovnání se sklizni 2016 byl vyšší o 1,3% (13,1% rel.). Obsah  $\beta$ -hořkých kyselin byl shodný s dlouhodobým průměrem i sklizni 2016 (tab. 7).

the total  $\beta$ -acid (39.6%) were in the range given for this variety (cohumulone 18 - 23% rel. and colupulone 39 - 44% rel.).

The average water content was 9.0%.

### 3.2.3 Agnus variety

The average content of  $\alpha$ -bitter acids in tested hop samples of the Agnus variety was **11.0% (10.1% in origin)**. The average content of  $\beta$ -bitter acids was **6.32% (5.82% in origin)** (Table 9). This variety has been evaluated at the RIBM for the eight year. The  $\alpha$ -bitter acid content was virtually the same as the 9-year average and was 1.3% higher (13.1% rel.) compared to the 2016 harvest. Content of  $\beta$ -bitter acids was identical both with the long-term average and 2016 harvests (Table 7).

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

The  $\alpha$ - $\beta$ -bitter acids ratio was 1.75. This value was below the range referred (1.90 to 2.60%). The relative contents of cohumulone in the total  $\alpha$ -bitter acids of 32.7% and of colupulone in the total  $\beta$ -bitter acids of 55.9% were in the range specified for this variety (cohumulone 29 - 38% rel., colupulone 51 - 59% rel.).

The average water content was 8.0%.

### 3.2.4 Kazbek variety

The average content of  $\alpha$ -bitter acids in tested hop samples of the Kazbek variety was **5.65% (4.13% in origin)**. The average content of  $\beta$ -bitter acids was **5.01% (4.55% in origin)** (Table 10). This variety has been evaluated at the RIBM for the third year. The content of  $\alpha$ -bitter acids was higher by 0.77% (15.8% relative) compared to the 4-year average, a similar difference compared to the 2016 harvest. The  $\beta$ -bitter acids content was the same as the 4-year average and -0.44% (8.1% rel.) lower than the 2016 harvest (Table 7).

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

The  $\alpha$ - $\beta$ -bitter acids ratio was 1.13. This value was in the range referred (0.90 to 1.50%). The relative contents of cohumulone in the total  $\alpha$ -bitter acids of 35.5% and of colupulone in the total  $\beta$ -bitter acids of 60.2% were in the range specified for this variety (cohumulone 35 - 40% rel., colupulone 57 - 62% rel.).

The average water content was 9.2%.

### 3.2.5 SAAZ Late variety

The average content of  $\alpha$ -bitter acids in tested hop samples of the Saaz Late variety was **3.44% (3.11% in origin)** (Table 11). The alpha-acid content was virtually the same as the three-year average and 0.86% (20% rel.) lower than in 2016. The average content of  $\beta$ -bitter acids was **5.66% (5.13% in origin)**. The beta-acid content was virtually identical to the 2016 harvest and the 3-year average. This variety has been evaluated for the third year at the VÚPS.

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

The  $\alpha$ - $\beta$ -bitter acids ratio was 0.70. This value was upper of low limit of the range referred (0.8 to 1.0%). The relative contents of cohumulone in the total  $\alpha$ -bitter acids of 21.1% and the content of colupulone in the total  $\beta$ -bitter acids of 37.5% 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 2017 samples of freshly picked and subsequently dried hops were collected. They were analyzed for the content of  $\alpha$ -bitter acids and the content  $\beta$ -bitter acids including their analogues according to the HPLC-method 7.7 of Analytica EBC. The results showed that the average content of  $\alpha$ -bitter acids in hops in the most important variety in the Czech Republic – the Saaz variety was 2.81% w/d.m. This value was 0.72% (20.4% rel.) lower compared to the average for the last 25 years and 0.54% (16.1% rel.) lower compared to the crop in 2016.

The content of  $\alpha$ -bitter acids in hops from Sládek variety in the year 2017 (6.43%) was lower compared to harvest 2016 by 11.8% rel. The hops of the Premiant variety from the 2017 crop (7.65%) had content of  $\alpha$ -bitter acids in 15.2% rel. lower than the hops from the

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

Poměr obsahu  $\alpha$ -kyselin k obsahu  $\beta$ -kyselin 1,75 ležel pod rozmezím uváděným CHI Žatec (1,90–2,60). Relativní obsah kohumulonu v celkových  $\alpha$ -kyselinách ve výši 32,7% i relativní obsah kolupulonu v celkových  $\beta$ -kyselinách 55,9% byl v rozmezí uváděném pro tuto odrůdu (kohumulon 29–38% rel., kolupulon 51–59% rel.).

Obsah vody byl v rozmezí 6,3 až 8,5%, v průměru činil 8,0%.

### 3.2.4 Kazbek

Průměrný obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin v testovaných vzorcích chmele odrůdy Kazbek činil **5,65% hm. v sušině (5,13% v původním chmelu)**. Průměrný obsah  $\beta$ -hořkých kyselin **5,01% hm. v sušině (4,55% hm. v původním chmelu)** (tab. 10). Tato odrůda byla na VÚPS hodnocena čtvrtým rokem. Obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin byl v porovnání se čtyřletým průměrem o 0,77% (15,8% rel.) vyšší, obdobný rozdíl byl i oproti sklizni 2016. Obsah  $\beta$ -hořkých kyselin byl shodný se čtyřletým průměrem a o 0,44% (8,1% rel.) nižší oproti sklizni 2016 (tab. 7).

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

Poměr obsahu  $\alpha$ -kyselin k obsahu  $\beta$ -kyselin 1,13 ležel v rozmezí uváděném CHI Žatec (0,90–1,50). Relativní obsah kohumulonu v celkových  $\alpha$ -kyselinách ve výši 35,5% i relativní obsah kolupulonu v celkových  $\beta$ -kyselinách 60,2% byl v rozmezí uváděném pro tuto odrůdu (kohumulon 35–40% rel., kolupulon 57–62% rel.).

Obsah vody byl v průměru činil 9,2%.

### 3.2.5 SAAZ Late

Průměrný obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin v testovaných vzorcích chmele odrůdy Saaz Late činil **3,44% hm. v sušině (3,11% v původním chmelu)** (tab. 11). Obsah  $\alpha$ -kyselin byl prakticky shodný s tříletým průměrem a o 0,86% (20% rel.) nižší než v roce 2016. Průměrný obsah  $\beta$ -hořkých kyselin **4,89% hm. v sušině (4,43% hm. v původním chmelu)**. Obsah beta-kyselin byl prakticky shodný se sklizní 2016 i tříletým průměrem. Tato odrůda byla na VÚPS hodnocena třetím rokem.

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

Poměr obsahu  $\alpha$ -kyselin k obsahu  $\beta$ -kyselin 0,70 ležel pod rozmezím uváděným CHI Žatec (0,8–1,0). Relativní obsah kohumulonu v celkových  $\alpha$ -kyselinách ve výši 21,1% byl a relativní obsah kolupulonu v celkových  $\beta$ -kyselinách 37,5% byl v rozmezí uváděném pro tuto odrůdu (kohumulon 20–25% rel., kolupulon 39–43% rel.).

Obsah vody byl v průměru 9,4%.

## 4 ZÁVĚR

V roce 2017 byly v průběhu chmelové sklizně nebo bezprostředně po jejím ukončení odebrány vzorky čerstvě sklizených, usušených chmelů a analyzovány na obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin a obsah  $\beta$ -hoř-

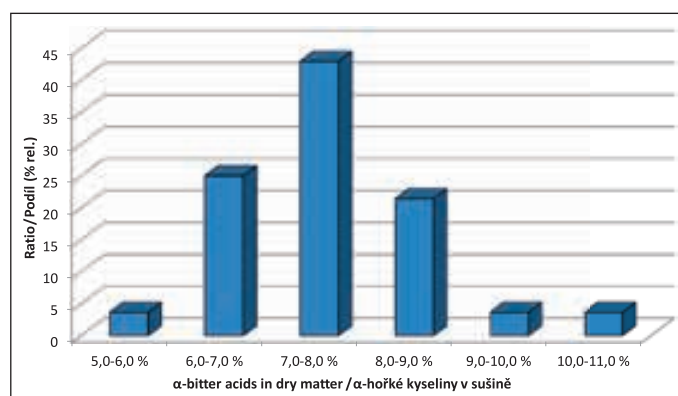


Fig. 3 Distribution of  $\alpha$ -bitter acids content of Premiant hops harvested in 2017

Obr. 3 Frekvenční rozdělení obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin vzorků chmelů odrůdy Premiant ve sklizni 2017

Table 9 Bitter acids content of Agnus variety of year crop 2017 in the Czech Republic  
Tab. 9 Obsah hořkých kyselin v odrůdě Agnus ve sklizni 2017 v České republice

	$\alpha$ -acids $\alpha$ -kyseliny % w / % hm.	cohumulone kohumulon % rel.	$\alpha$ -acids / kys. : $\beta$ -acids/kys.	$\beta$ -acids $\beta$ -kyseliny % w / % hm.	colupulone kolupulon % rel.	moisture vláha % w / % hm.
<b>Average / Průměr</b>	<b>10.97</b>	<b>32.7</b>	<b>1.75</b>	<b>6.32</b>	<b>55.9</b>	<b>8.0</b>
Maximum	12.52	34.4	2.11	7.00	57.6	9.1
Minimum	9.18	31.4	1.56	5.44	54.8	7.5
SD	1.04	0.9	0.21	0.51	0.8	0.5
SD (% rel.)	9.5	2.8	12.2	8.0	1.5	6.6
Median	10.95	32.7	1.61	6.33	55.8	7.8

SD – Standard deviation / Směrodatná odchylka

Table 10 Bitter acids content of Kazbek variety of year crop 2017 in the Czech Republic  
Tab. 10 Obsah hořkých kyselin v odrůdě Kazbek ve sklizni 2017 v České republice

	$\alpha$ -acids $\alpha$ -kyseliny % w / % hm.	cohumulone kohumulon % rel.	$\alpha$ -acids / kys. : $\beta$ -acids/kys.	$\beta$ -acids $\beta$ -kyseliny % w / % hm.	colupulone kolupulon % rel.	moisture vláha % w / % hm.
<b>Average / Průměr</b>	<b>5.65</b>	<b>35.5</b>	<b>1.13</b>	<b>5.01</b>	<b>60.2</b>	<b>9.2</b>
Maximum	6.90	37.1	1.30	5.74	62.4	10.5
Minimum	4.25	33.9	1.03	4.08	57.9	7.8
SD	0.66	1.1	0.08	0.53	1.4	0.9
SD (% rel.)	11.8	3.1	7.5	10.7	2.3	9.5
Median	5.81	35.6	1.13	5.07	60.2	9.2

SD – Standard deviation / Směrodatná odchylka

Table 11 Bitter acids content of Saaz Late variety of year crop 2017 in the Czech Republic  
Tab. 11 Obsah hořkých kyselin v odrůdě Saaz Late ve sklizni 2017 v České republice

	$\alpha$ -acids $\alpha$ -kyseliny % w / % hm.	cohumulone kohumulon % rel.	$\alpha$ -acids / kys. : $\beta$ -acids/kys.	$\beta$ -acids $\beta$ -kyseliny % w / % hm.	colupulone kolupulon % rel.	moisture vláha % w / % hm.
<b>Average / Průměr</b>	<b>3.44</b>	<b>21.1</b>	<b>0.71</b>	<b>4.89</b>	<b>37.5</b>	<b>9.4</b>
Maximum	4.33	22.8	0.90	5.49	39.0	10.4
Minimum	2.69	20.2	0.50	4.11	36.2	8.5
SD	0.56	0.8	0.15	0.44	1.0	0.7
SD (% rel.)	16.3	3.9	20.5	9.0	2.7	7.1
Median	3.42	20.8	0.76	4.82	37.1	9.4

SD – Standard deviation / Směrodatná odchylka

crop in 2016. The hops of the Agnus variety in the year 2017 (11.0%) had content of  $\alpha$ -bitter acids in 7.6% rel. higher compared to the 2016. The content of  $\alpha$ -bitter acids in the Kazbek (5.65%) and Saaz Late (3.44%) varieties was lower in 8.1% rel. and 20% rel. respectively.

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

The results of our (RIBM) harvest forecast of  $\alpha$ -bitter acids in the Saaz hops are among the values of the pre-harvest forecast (Žatec region 2.71% in the original) and the overall evaluation of all the purchasing samples carried out by the Hop Research Institute (HRI) (Žatec region 3.46% in the original) (Krofta, 2018). 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  $\alpha$ -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 taking into account the different methods of analysis; Žatec region - Sládek (RIBM / HRI: 6,3 / 7,5% in the original). Premiant (7.2 / 8.1%), Agnus (10.1 / 11.1%), Kazbek (5.4 / 5.7%) and Saaz Late (3.1 / 3.5%) (Krofta, 2018).

A multi-year comparison of the harvest forecast results and actual harvesting data shows that the results are in good agreement (Krofta et al., 2017). The harvest prognosis gives a fairly good picture of the quality of the hops in advance of the overall harvest results that are available only in January of the following year.

kých kyselin včetně jejich analogů. Analýzy byly provedeny kapalinovou chromatografií podle Analytiky EBC (metoda 7.7). Průměrný obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin ve vzorcích chmele nejvýznamnější odrůdy, Žateckého červeňáku, byl 2,81% hmotnostních v sušině. Hodnota byla o 0,72% (20,4% rel.) nižší oproti průměru za posledních 25 let a o 0,54% (16,1% rel.) nižší oproti sklizni roku 2016.

Obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin ve vzorcích chmele odrůdy Sládek ve sklizni 2017 (6,43%) byl oproti sklizni 2016 nižší o -11,8% rel., u odrůdy Premiant ze sklizně 2017 (7,65%) byl o 15,2% rel. nižší oproti sklizni 2016, u odrůdy Agnus (11,0%) byl obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin oproti sklizni 2016 vyšší o 13,1% rel., u odrůdy Kazbek ze sklizně 2017 (5,65%) byl obsah o 8,1% rel. nižší oproti sklizni 2016 a u odrůdy Saaz Late (3,44) byl obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin oproti sklizni 2016 nižší o 20% rel. Poměr obsahu  $\alpha$ -kyselin k obsahu  $\beta$ -kyselin, relativní obsah cohumulonu v celkových  $\alpha$ -kyselinách i relativní obsah kolupulonu v celkových  $\beta$ -kyselinách byl v souladu s dlouhodobými průměry pro testované odrůdy.

Výsledky sklizňové prognózy  $\alpha$ -hořkých kyselin ŽPČ jsou mezi hodnotami předsklizňové prognózy (Žatecko 2,71% v původním) a celkovým hodnocením všech nákupních vzorků prováděné Chmelářským institutem (Žatecko 3,46% v původním) (Krofta, 2018). Důvodem je zejména rozdíl v použitých metodách, pro předsklizňovou prognózu i celkové hodnocení sklizně je používáno konduktometrické stanovení dle ČSN 462520-15.

Obsah  $\alpha$ -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 (Žatecká oblast – VUPS/CHI: 6,3/7,5% v původním). Premiant



**ACKNOWLEDGEMENTS**

This study was supported by the Ministry of Agriculture of the Czech Republic, project RO1917 "Research of quality and processing of malting and brewing raw materials".

**REFERENCES / LITERATURA**

- 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., 2018: České chmelařství v přehledech ÚKZÚZ, Chmelařská ročenka 2018, VÚPS, Praha: 340-348. ISBN 978-80-86576-78-7.
- Barborka, V., 2018a: Odrůdová skladba chmele. Chmelařská ročenka 2018, VÚPS, Praha: 349-351. ISBN 978-80-86576-78-7.
- Krofta, K., 2018: Hodnocení kvalitativních ukazatelů českých chmelů ze sklizně 2017. Chmelařství, 91(1-2): 22–30.
- Krofta, K., Mikyška, A., Jurková, M., Mravcová, L., Vondráčková, P., 2017: Determination of Bitter Compounds in Hops - Effect of Crop Year and Hops Age. Kvasny Prum., 2017; 63(5): 241–247.

(7,2/8,1 %), Agnus (10,1/11,1 %) a Saaz Late (3,1/3,5 %) (Krofta, 2018).

Několikaleté porovnání výsledků sklizňové prognózy a skutečnosti aktuální sklizně ukazuje, že výsledky jsou v dobré shodě (Krofta et al., 2017). Sklizňová prognóza realizovaná tak dává poměrně dobrý obraz o kvalitě chmelů v předstihu před celkovými výsledky sklizně, které jsou k dispozici až v lednu následujícího roku.

**PODĚKOVÁNÍ**

Tato studie byla podpořena Ministerstvem zemědělství České republiky, projekt RO1917 „Výzkum kvality a zpracování sladařských a pivovarských surovin“.

- 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., 2010: Sortimentní spotřeba chmele v tuzemských pivovarech. Pivovarský kalendář 2011, VÚPS, Praha: 76-80. ISBN 978-80-86576-41-1.
- 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.

*Manuscript received / Do redakce došlo: 03/03/2018  
Accepted for publication / Přijato k publikování: 04/04/2018*