Hodnocení sklízeně 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

Byl vyhodnocen obsah α- a β-hořkých kyselin chmele sklizeného v České republice v roce 2015. Vzorky byly ze všech pěstebních oblastí – Žatecké, Ušťácké a Tršické (77,4 %, 10,8 % a 11,9 % ploch chmelnic v ČR). Testované odrůdy, Žatecký polobarový červeňák (ŽPC), 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. Průměrný obsah α-hořkých kyselin odrůdy ŽPC v České republice (2,15 %) byl o 0,81 % (27,4 % rel.) nižší oproti sklizně 2014 a o 1,10 % (25,3 % rel.) nižší v porovnání s rokem 2014 a o 1,41 % (39,6 % rel.) nižší v porovnání s předchozím rokem 2014 a průměru za 12 let. Obsah β-hořkých kyselin odrůdy Sládek (6,59 %) byl oproti sklizně 2014 a průměru za 12 let nižší o 0,63 % (8,7 % rel.) a 2,36 % (26,4 % rel.). Obsah α-hořkých kyselin odrůdy Kazbek (10,50 %) byl v porovnání se sklizně 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 %.

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, Úštěk and Tršice (77,4 %, 10,8 % and 11,9 % of the hop garden areas in the Czech Republic). The tested varieties, Žatecký červeňák, 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 (5,90 %) 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 (10,50 %) was higher in 0,81 % (8,4 % rel.) and 0,80 % (7,1 % rel.) lower 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 %.
ze všech tří pěstitelských oblastí v ČR dle odběrné mapy. Hodnoty jsou predikci sklopně založena na analýze 170–180 vzorků chmele. Hodnocení celé sklopně, všichň vykoupených partii chmele provádí Chmelelaťství družstvo, Žatec a Chmelelaťství institut kondukčmětrickou metodou. Od roku 2000 jsou samostatné hodnoceny chmele ze standardní (ZPC-ST) a bezvůní (ZPC-VF) sadby Žateckého polokonkurálního červéné, kálu. V roce 2004 se ve VÚPS zahájilo i hodnocení českých hybridních odrůd Saaz a Premium, jejichž produkce je pro tuzemské pivovary významná (Mikyška, 2010). Žatecká 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 sladěnským pro výrobu dle CHZO České pivo (Mikyška et al., 2013).

V roce 2015 skloživá plocha chmelelnic 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 487 ha a v Tršické 459 ha. Nejvýznamněji Žatecké oblasti se nacházelo 79,0 % z celkové skložívky plochy chmelelní v ČR osazených ZPC. Minoritními odrůdami z hlediska plocha chmelnic je české hybridy Saaz (5,8 %), Premium (3,8 %), Agnus (0,8 %), Saaz Late (0,7 %) a Kazbek (0,4 %) (Barborka 2016). Od roku 2015 bylo v ČR skloženo 4 843 tun chmele, v žatecké oblasti skloženéch 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 vzorky z jednotlivých odrůd chmele transportovány na VÚPS. Počet provozně sušené partie chmele byly vzorkovány, po shromáždění dílčích kolekcí byly vzorky transportovány na Chmelařství družstvo Žatec odebrány z partií dodávaných českých a moravských pivovarnic a sladěníků.

V roce 2015 bylo ve spolupráci s Chmelelaťstvím družstvo Žatec odebavené z pivovarské plochy 5 g rozemletého vzorku při teplotě 105 °C po 60 minut. SAAZ variety hodnocení ve skloživým období 2016 bylo zahájeno hodnocení hořkých kyselin a jejich anažm národního výzkumného ústavu pivovarského a sladěnského výrobu dle CHZO České pivo (Mikyška et al., 2013).

Hodnocení celé skliznice, všech vykoupených partií chmele v ČR, dosahovalo 79,0 % z celkové skliznice plochy chmelnic.

### 2 MATERIÁL A METODY

Vzorky čehokoliv skloženého, usušeného chmele byly ve spolupráci s Chmelelaťstvím družstvo Žatec odevzdané z pivovarského a sladěnského pivovarů, které se nacházely v celé pěstitelské oblasti. Vzorky byly po dodání neprotržené, po shromáždění dílčích kolekcí byly vzorky transportovány na VÚPS. Počet provozně sušené partie chmele byly vzorkovány, po shromáždění dílčích kolekcí byly vzorky transportovány na Chmelařství družstvo Žatec odebrány z partií dodávaných českých a moravských pivovarnic a sladěníků.

### 3 VÝSLEDKY A DISKUSE

#### 3.1 Žatecký pěstováný červenák

### 3.1.1 Žatecký pěstováný oblast

Výsledky analyzy hořkých látek uváděné v této zprávě jsou vyjadřeny v % hmotnostních v sušině. Výsledky statistického zpracování

| α-kyseliny / α-acids % h.m. / % w | kohumulon / cohumulon % rel. | β-kyseliny / β-acids % h.m. / % w | kolupulon / colupulon % rel. | vláha / moisture % h.m. / % w |
|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| **Průměr / Average**             | 2.15                        | 0.68                             | 3.22                          | 37.8                        |
| Maximum                          | 4.12                        | 28.8                             | 1.92                          | 4.37                        |
| Minimum                          | 0.90                        | 19.9                             | 0.44                          | 1.35                        |
| SD                               | 0.66                        | 1.8                              | 0.22                          | 0.58                        |
| SD (rel.)                        | 30.67                       | 7.7                              | 31.95                         | 17.95                       |
| Median                           | 2.00                        | 23.8                             | 0.62                          | 3.35                        |

 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 Chmelelaťství družstvo and Hop Research Institute both using lead conductance value. The standard Saaz variety hops (ZPC-ST) and the virus-free seedlings (ZPC-VF) have been evaluated separately. In 2004 the RIBM started the evaluation of Czech hybrid hop varieties Saaz 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 Úštěk area 497 ha and the Tršice area over 459 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 97.0% of the hop yards. The Czech hybrid varieties Saaz, 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 were harvested. In the Žatec area 3,469 tons of hops were harvested, in the Úštěk 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 because 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; Krota et al., 2013).

### 2 MATERIAL AND METHODS

The samples of freshly harvested and dried hops were collected in collaboration with the Chmelelaťství, 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, Úštěk 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
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- and β-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 decreased by 1.24% (37.2% rel.).

The overview of the α- and β-bitter acids contents in the harvests during this period differed considerably. Since the peak values in 1996 the content of 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 harvests in the years 2004 and 2005 were relatively in the bad quality, significant increase was observed in 2006 and 2007. The harvest in 2008 was above average, while the harvests in 2009 and 2010 were below average, and the harvests in 2011 and 2012 were above average.

The average value in 1994 was 2.76% rel. In comparison to 1995 the content was increased by 0.07% (2.6% rel.). Since the peak values in 1996 the content of β-bitter acids in hops from the growing area Žatec declined from 3.14% rel. in 1997 to 2.76% rel. in 2004 and 2007. The harvests in 2008 and 2009 were above average, while the harvests in 2010 and 2011 were below average. The harvest in 2012 was above average, while the harvests in 2013 and 2014 were below average. The average value in 2015 was 1.19% (2.6% rel.). In comparison to 2014 the content was increased by 0.04% (2.0% rel.).

The overview of the α- and β-bitter acids contents in the harvests during this period differed considerably. Since the peak values in 1996 the content of β-bitter acids in hops from the growing area Žatec declined from 3.14% rel. in 1997 to 2.76% rel. in 2004 and 2007. The harvests in 2008 and 2009 were above average, while the harvests in 2010 and 2011 were below average. The harvest in 2012 was above average, while the harvests in 2013 and 2014 were below average. The average value in 2015 was 1.19% (2.6% rel.). In comparison to 2014 the content was increased by 0.04% (2.0% rel.).

The overview of the α- and β-bitter acids contents in the harvests during this period differed considerably. Since the peak values in 1996 the content of α-bitter acids in hops from the growing area Žatec declined from 2.15% (1.95% in origin) in 1997 to 1.89% rel. in 2004 and 2007. The harvests in 2008 and 2009 were above average, while the harvests in 2010 and 2011 were below average. The harvest in 2012 was above average, while the harvests in 2013 and 2014 were below average. The average value in 2015 was 1.19% (2.6% rel.). In comparison to 2014 the content was increased by 0.04% (2.0% rel.).
Table 3 Bitter acids content of Saaz variety of year crop 2015 in Úštěk area

| α-kyseliny/α-acids | % hm. / % w | kohumulon/cohumulone | % rel. | α-kyseliny / α-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

3.1.3 Tršická pěstební oblast

Průměrné obsah α- a β-hořkých kyselin ve vzorcích chmele z Tršické oblasti činilo 2,19 % (2,01 % v původním chmele) (tab. 4). Sklízeň byla nevyhovující, relativně směrodatná odchylka obsahu α-hořkých kyselin souboru vzorků chmele byla 30,0 % (α-kyseliny v intervalu 1, 5 %–4,12 %). Hodnota je o 1,13 % (34,0 % rel.) nižší oproti průměru za posledních 22 let a o 0,81 % (27,4 % rel.) nižší oproti roku 2014 (Mikyška a Jurková, 2015).

Tab. 4 Bitter acids content of Saaz variety of year crop 2015 in Tršice area

| a-kyseliny/α-acids | % hm. / % w | kohumulon/cohumulone | % rel. | a-kyseliny / α-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

3.1.4 Česká republika celkem

Průměrné obsah α- a β-hořkých kyselin ve vzorcích chmele standardní i bezvirozní sadby z celé České republiky činily 2,15 % (1,96 % v původním chmele) (tab. 5). Relativní směrodatná odchylka od průměr- ného obsahu α- a β-hořkých kyselin činila 29,6 % (α-kyseliny v intervalu 1, 9 %–4,12 %). Zjistěné průměrné hodnoty byly 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 nálezi provedené sklízrové průhlednosti α- a β-hořkých kyselin jsou nižší než předsklízrové průhlednosti prováděné Chmelářským institutem (Zatecko 2,4 %, Uštěcko 2,4 %). Důvodem je zejména rozdíl v použitých metodách, pro předsklízrovou průhlednost je používáno konduktometrické stanovení.

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 α-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 Úštěk

The average content of α-bitter acids in hop samples from the Úštěk 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 (37.6% rel.) were in the range typical for the Saaz variety and was about the same when compared to the α-long-term average of cohumulone (24.8% rel.) and colupulone (40.6% 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 α-bitter acids varied from 0.90% to 4.12%.
**Table 5** Bitter acids content of Saaz variety of year crop 2015 in the Czech Republic

|                        | α-kyseeny/ a-acids % hm. / % w | Kohumulon/ cohumulone % rel. | α-kys. / acids : β-kys. / acids | β-kyseeny/ 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 – bezvirózní sadba / virus-free seed

Průměrný obsah α-β-hořkých kyselin v vzorcích chmele standardní sadby z celé České republiky činí 2,05 %. Průměrný obsah α-β-hořkých kyselin ve chmelech z bezvirózní sadby byl 2,25 %, byl tedy o 0,20 % (8,9 % rel.) vyšší v porovnání se standardní sadbou. Průměrný obsah β-β-hořkých kyselin ve chmelech z bezvirózní sadby byl srovnatelný s chmele ze standardní sadby (tab. 5). Od roku 2000, s přerušením v letech 2008–2010, jsou samostatně hodnoceny chmele ze standardní (ŻPC-ST) a bezvirózní (ŻPC-VF) sadby Žateckého poloraného červenáku. Dle našich výsledků byly ve sklizních 2003 až 2007 průměrné hodnoty obsahu α-β-hořkých kyselin u vzorků ŻPC-VF o 4–14 % rel. vyšší v porovnání s ŻPC-SC (Mikyška, 2008), v letech 2010 až 2015 se rozdíl pohyboval od 3 do 10 % rel.

Statistické rozdělení hodnot obsahu α-β-hořkých kyselin do obsa-hových tříd po 0,5 % obr. 1 ukázalo největší zastoupení chmelů s bezvirózní 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-β-hořkých kyselin pod 1,5 %, necelých 10 % chmelů z bezvirózní sadby mělo obsah α-β-hořkých kyselin blížně 10 % všech testovaných chmelů.

3.2 České hybridiční odrůdy

**3.2.1 Sládek**

Průměrný obsah α-β-hořkých kyselin v testovaných vzorcích chmele standardní sadby Sládek činí 5,09 % (4,66 % v původním chmele) (tab. 6). Odrůda Sládek je ve VÚPS sledována od roku 2000, s přerušením v letech 2008–2010. Od roku 2000, s přerušením v letech 2008–2010, jsou samostatně hodnoceny chmele ze standardní (ŻPC-ST) a bezvirózní (ŻPC-VF) sadby Žateckého poloraného červenáku. Dle našich výsledků byly ve sklizních 2003 až 2007 průměrné hodnoty obsahu α-β-hořkých kyselin u vzorků ŻPC-VF o 4–14 % rel. vyšší v porovnání s ŻPC-SC (Mikyška, 2008), v letech 2010 až 2015 se rozdíl pohyboval od 3 do 10 % rel.

Statistické rozdělení hodnot obsahu α-β-hořkých kyselin do obsa-hových tříd po 0,5 % obr. 1 ukázalo největší zastoupení chmelů s bezvirózní 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-β-hořkých kyselin pod 1,5 %, necelých 10 % chmelů z bezvirózní sadby mělo obsah α-β-hořkých kyselin pod 1,5 %, necelých 10 % chmelů z bezvirózní sadby mělo obsah nad 4,0 %, vyrovnanost obsahu α-β-hořkých kyselin měla srovnatelná s rokem 2014 a nižší nežli v předchozích sklizních.

3.2.4 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 α-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-bitter acids ratio was 0.67. This value was lower compared to the long-term average (0.76), considerable superiority of α-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 (23.5% 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 40.3% rel.).

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

**Table 6 Bitter acids content of Sládek variety of year crop 2015 in the Czech Republic**

|                        | α-kyseeny/ a-acids % hm. / % w | Kohumulon/ cohumulone % rel. | α-kys. / acids : β-kys. / acids | β-kyseeny/ 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
Table 7 Obsah hořkých kyselin v odrůdách Sládek, Premiant a Agnus ve skliznách 2004–2015 v České republice / Table 7 Bitter acids content of Šládek, 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      | 9.0   | 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 %. Nejnižší hodnota obsahu α-hořkých kyselin byla 2,17 %, nejvyšší hodnota byla 8,09 %. Statistické rozdělení hodnot obsahu α-hořkých kyselin ukázalo nejvíc 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 uvažovaném Chmelařským institutem v Žatci (0,70–1,30). Relativní obsah kohumulonu a kolupulonu ve výši 26,2 % a relativní obsah kolupulonu v celkových β-kyselinách 48,9 % jsou v rozmezí uvažovaném pro tuto odrůdu (kohumulon 23–30 % rel., kolupulon 34–45 % rel.), hodnoty byly v souladu s průměrem za 12let (25,8 % rel.) v závislosti od odrůdy (kohumulon 23–30 % rel., kolupulon 34–45 % rel.). Nejnižší hodnota obsahu α-kyselin na 6,59 % (6,04 % v původním chmelu).

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 ZPC-VF were only 4–14 % rel. higher when compared to samples of ZPC-ST (Mikýška 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 3,45% (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 compare 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 odrůdách Sládek, Premiant a Agnus ve sklizně 2015 v České republice / Table 8 Bitter acids content of Premiant variety of year crop 2015 in the Czech Republic

|                   | α-kyseliny / α-acids | kohumulon / kolupulone | α-kys. / α-kys. | β-kyseliny / β-acids | kolupulon / kohumulone | vláha / moisture |
|-------------------|----------------------|------------------------|----------------|----------------------|------------------------|-----------------|
| 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
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 bylo v porovnání se sedmiletým průměrem nižší o přibližně 20 % (1,18 %–19,4 % rel. resp. 1,29 %–20,8 % rel.) a v porovnání se sklizní 2014 byl vyšší o 0,81 % (8,4 % rel.) v porovnání se sedmiletým průměrem nižší o 0,80 % (7,1 % rel.).

Pro odrůdu Agnus je Chmelařským institutem v Žateci uváděn typický obsah α-hořkých kyselin v rozmezí 9 až 12 % hm. v sušině (4,56 % hm. v původním chmelu).

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 7,0 až 8,0 %, 20,0 % vzorků (tab. 8). Obr. 3. Frekvenční rozdělení obsahu α-bitter acids content of Premiant hops harvested in 2015

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

Table 9 Bitter acids content of Agnus variety of year crop 2015 in the Czech Republic

| a-kyseliny / α-acids | kohumulon / cohumulone | α-kys. / α-acids : β-kys. / β-acids | kohumulon / cohumulone | vůdka / vláha | % hm. / % w | % rel. | % rel. | % w | % w |
|----------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------|---------------|-------------|---------|--------|-----|-----|
| Průměr / Average     |                         |                                    |                        |               |             |         |        |     |     |
| 10.50                | 29.3                   | 2.15                               | 4.91                   | 52.0          | 7.3         |
| Maximum              | 11.54                  | 30.5                               | 2.29                   | 5.53          | 8.5         |
| Minimum              | 9.39                   | 27.3                               | 2.07                   | 4.11          | 6.3         |
| SD                   | 0.88                   | 1.5                                | 0.10                   | 0.59          | 0.9         |
| SD (% rel.)          | 8.36                   | 5.1                                | 4.60                   | 12.07         | 12.9        |
| Median               | 10.56                  | 30.3                               | 2.09                   | 5.09          | 7.0         |

SD – směrodatná odchylka / standard deviation

Table 10 Bitter acids content of Kazbek variety of year crop 2015 in the Czech Republic

| a-kyseliny / α-acids | kohumulon / cohumulone | α-kyseliny / α-acids : β-kyseliny / β-acids | kohumulon / cohumulone | vůdka / vláha | % hm. / % w | % 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

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 compare 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 content of α-bitter acids (20.4%) and colupulone (25.8% rel. and 48.9% rel.) were also in agreement with the average from the last 12 years (23 to 30% rel. and for colupulone values from 44 to 50% rel. The Hop Research Institute in Žatec (Anonymous, 2012) gives a range from 23 to 30% rel. for α-acid content and a range from 25.8% rel. and 48.9% rel.). 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%.
ně, obsah β-βůžých kyselin 4 až 6,5 % hm. v sušině (Anonymous, 2012).

Poměr obsahu α-kyselin k obsahu β-kyselin 2,15 ležel v rozmezí uvedeném CHI Žatec (1,90–2,60). Relativní obsah kohumulonu v celkových α-kyšelnách ve výši 29,3 % i relativní obsah kolupulonu v celkových β-kyšelnách 52,3 % byl na spodní hranici rozmezí uvedeného 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-βůžých kyselin v testovaných vzorcích chmele odrůdy Kazbek činil 4,59 % hm. v sušině (4,16 % v původním chmelu). Průměrný obsah β-βůžých kyselin 4,35 % hm. v sušině (3,94 % hm. v původním chmelu) (tab. 10). Tato odrůda byla na VUPŠ hodnocena druhým rokem. Obsah α-βůžých kyselin byl v porovnání se sklizně z let 2014 vyšší o 0,27 % (6,2 % rel.), obsah β-βůžých kyselin byl o 0,78 % (15,2 % rel.) nižší oproti sklizně 2014.

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

Poměr obsahu α-kyselin k obsahu β-kyselin 1,06 ležel nad dolní hranici rozmezí uvedeného CHI Žatec (0,90–1,50). Relativní obsah kohumulonu v celkových α-kyšelnách ve výši 34,9 % i relativní obsah kolupulonu v celkových β-kyšelnách 58,1 % byl na dolní hranici rozmezí uvedeného 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-βůžých kyselin v testovaných vzorcích chmele odrůdy Saaz Late činil 2,17 % hm. v sušině (1,97 % v původním chmelu). Průměrný obsah β-βůžých kyselin 3,87 % hm. v sušině (3,53 % hm. v původním chmelu) (tab. 11). Tato odrůda byla na VUPŠ hodnocena prvním rokem.

Pro odrůdu Saaz Late je Chmelařským institutem v Žatci uveden typický obsah α-βůžých kyselin v rozmezí 3,5 až 6 % hm. v sušině, obsah β-βůžých 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 uvedeného CHI Žatec (0,8–1,0). Relativní obsah kohumulonu v celkových α-kyšelnách ve výši 25,7 % byl nad horní hranici a relativní obsah kolupulonu v celkových β-kyšelnách 40,0 % v rozmezí uvedeném pro tuto odrůdu (kohumulon 20–25 % rel., kolupulon 39–43 % rel.).

Obsah vody v průměru činil 8,8 %.

4 ZÁVĚR

V roce 2015 byly v průběhu chmelové sklizně nebo bezprostředně po jejím ukončení odebrány vzorky čerstvé sklizených, usušených chmelů a analyzovány na obsah α-βůžých kyselin a obsah β-βůžých kyselin včetně jejich analogů. Analýzy byly provedeny kapalinovou chromatografií podle Analýty EBC (metoda 7.7). Bylo zjištěno, že průměrný obsah α-βůžých kyselin ve vzorcích chmele nejvýznamnějších odrůd, Žateckého červenáku, byl 2,15 % hmotnostních v sušině. Hodnota byla o 1,41 % (39,6 % rel.) nižší oproti průměru za posledních 22 let a 0,81 % (27,4 % rel.) nižší oproti sklizně 2014. Výsledky nám provedené skložitějšího analýzy α-βůžých kyselin jsou nížší než předskložitější analýzy prováděné Chmelařským institu-
Hodnocení sklizně českých chmelů v roce 2015. Část I: Obsah α- a β-hořkých kyselin

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, Nürenberg, Germany.
Anonymous, 2012: Atlas českých odrůd chmele, Chmelařský institut, Záteč. ISBN 978-80-87357-11-8.
Barborka, V., 2016: České chmelařství v přehledech ÚKZÚ, Chmelařská ročenka 2016, VÚPS, Praha: 262–280. ISBN 978-80-86576-69-5.
Krofta, K., Vrabcová, S., Míkyška, A., Jurková, M., 2013: The Effect of Hop Beta Acids Oxidation Products on Beer Bitterness. Kvasny Prum. 59(10-11): 296–305.
Míkyška, A., 2010: Sortimentní spotřeba chmele v tuzemských pivovarech. pivovarský kalendář 2011, VÚPS, Praha: 76–80. ISBN 978-80-86576-41-1.
Míkyška, A., Jurková, M., Poledníková, M., 1999: pivovarská hodnota českých a moravských chmelů ze sklizně 1999. Kvasny Prum. 45(11): 300–301.
Míkyška, A., Jurková, M., 2015: Evaluation of Czech hops harvested in 2014 – Part I: Contents of α- and β-bitter acids. Kvasny Prum. 61(4): 106-113.
Míkyška, A., 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.