

Chmelové silice ve vybraných odrůdách z různě starých chmelnic

Hop Essential Oils in the Selected Varieties from Differently Old Hop Yards

HELENA PLUHÁČKOVÁ, JAROSLAVA EHRENBERGEROVÁ, PAVEL KRETEK, BLANKA KOCOURKOVÁ
Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno
Mendel University in Brno, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Czech Republic
e-mail: schella@centrum.cz

Pluháčková, H. – Ehrenbergerová, J. – Kretek, P. – Kocourková, B.: Chmelové silice ve vybraných odrůdách z různě starých chmelnic. Kvasny Prum. 57, 2011, č. 7–8, s. 266–271.

Cílem práce bylo zhodnotit vlastnosti chmelových hlávek z různě starých chmelnic u odrůd pěstovaných v Tršické chmelařské oblasti. Předmětem hodnocení byly odrůdy Žatecký poloraný červeňák – tradiční forma, Žatecký poloraný červeňák – ozdravená forma, dále odrůdy Premiant a Sládek. Hlávky chmele byly odebrány při sklizni v roce 2009 a v roce 2010. Vzorkování hlávek při sklizni proběhlo podle obecných zásad pro odběr vzorků. Z průměrného vzorku byl podle ČSN 46 2520–4 a 5 stanoven obsah cizích a chmelových příměsí. Dále byl stanoven obsah silic v chmelových hlávkách destilací vodní párou, podle metodiky, kterou uvádí Krofta. Vzhledem k možnostem stanovení byla tato metoda pro naše potřeby modifikována a využívá se destilační aparatura podle Českého lékopisu 2009 na stanovení silic v rostlinných drogách. Jednotlivé odrůdy byly hodnoceny každá zvlášť, vzhledem k rozdílnému stáří chmelnic. Dále byl hodnocen výnos chmelových hlávek.

Z výsledků jsou patrné rozdíly ve výnosech, obsahu chmelových příměsí i obsahu silic. U odrůdy Žatecký poloraný červeňák – tradiční forma byl výnos u obou různě starých chmelnic vyšší v roce 2010. Obsah příměsí byl v roce 2009 vyšší, ve srovnání s rokem 2010. Obsah silice byl v obou sledovaných letech nižší u starších chmelnic. U odrůdy Žatecký poloraný červeňák – ozdravená forma byly výnosy v roce 2009 a 2010 nejvyšší ze vzorků 15leté chmelnice a nejnižší u nejmladší chmelnice (9leté). Obsahy příměsí měly v roce 2009 nejnižší hodnoty vzorky z nejmladších chmelnic (9 a 10leté) a nejvyšší hodnoty byly ve vzorcích starších chmelnic (12 až 17leté). V roce 2010 byl tento trend podobný. Z hlediska obsahu silic byl zaznamenán jednoznačný trend, kdy jejich obsah klesal v závislosti na stáří chmelnice. Odrůda Sládek poskytla nejnižší výnos u mladších chmelnic a vyšší u starších chmelnic. Obsah příměsí v roce 2009 klesal v závislosti na stáří chmelnice, výjimkou byla 7letá chmelnice. V roce 2010 naopak obsah příměsí stoupal v závislosti na stáří, pouze u vzorků 8leté chmelnice byl nižší. Obsah silice byl v obou letech nejvyšší u nejmladších chmelnic a dále klesal v závislosti na stáří chmelnice.

Pluháčková, H. – Ehrenbergerová, J. – Kretek, P. – Kocourková, B.: Hop essential oils in the selected varieties from differently old hop yards. Kvasny Prum. 57, 2011, No. 7–8, p. 266–271.

The aim of this study was to evaluate properties of hop cones from differently old hop yards in the varieties grown in Tršice hop-growing region. The following varieties were assessed: Saaz semi-early red bine hop – traditional form, Saaz semi-early red bine hop – recovered form ozdravená, and the varieties Premiant and Sládek. Hop cones were collected during harvest in 2009 and 2010. Cones sampling was performed according to the general sampling principles. Contents of foreign and hop admixtures were determined in an average sample pursuant to the ČSN 462520 – 4 and 5. In addition, essential oil content in hop cones was assessed using water steam distillation after the method described by Krofta. This method was modified to our requirements and a distillation apparatus for the determination of essential oils in plant drugs according to Český lékopis 2009/List of medical products 2009 was used. The varieties were assessed individually regarding a different age of hop yards. In addition, yield of hop cones was evaluated.

Results show differences in yields, contents of hop admixtures and essential oil. Yield of the variety Saaz semi-early red bine hop – traditional form was higher in both differently old hop yards in 2010. Content of admixtures was higher in 2009 compared to 2010. Essential oil content in both years was lower in older hop yards. In the variety Saaz semi-early red bine hop – recovered form, the highest yields were in the 15-year-old hop yard and the lowest in the youngest (9-year-old) hop yard in 2009 and 2010. The lowest admixture contents in 2009 were detected in samples from the youngest hop yards (9 and 10 year-old) and the highest values in samples from the older hop yards (12 to 17 year-old). This trend was similar in 2010. Clear tendency to decline in essential oil content depending on the hop yard age was recorded. The variety Sládek provided the lowest yield in the younger hop yards and higher in the older ones. Admixture content in 2009 declined depending on the age of a hop yard, with the exception of a seven-year-old hop yard. On the contrary, in 2010 admixture content increased in dependence on age, it was lower only in an eight-year-old hop yard. In both years essential oil content was the highest in the youngest hop yard and then it declined depending on the hop yard age.

Pluháčková, H. – Ehrenbergerová, J. – Kretek, P. – Kocourková, B.: Die Hopfen – Silizium in den ausgesuchten Sorten aus den unterschiedlich alten Hopfengärten. Kvasny Prum. 57, 2011, Nr. 7–8, S. 266–271.

Dieser Artikel befaßt sich mit der Auswertung der Eigenschaften der Hopfen-Zapfen aus den im Tršice (Terschitz) Hopfenanbaugebiet unterschiedlich alten Hopfengärten. Die Aufmerksamkeit wurde den Hopfensorten Žatecký poloraný červeňák (Saazer halbfrüher roter Hopfen) ursprüngliche Forme, Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ = Saazer halbfrüher roter Hopfen) – geheilte Forme, weiterhin die Sorten Premiant und Sládek. In den Jahren 2009 und 2010 während der Hopfenernte wurden die Hopfen-Zapfen gepflückt. Nach der allgemeinen Methodik wurden die Muster von Hopfen-Zapfen ausgesucht und aus dem durchschnittlichen Muster wurden der Gehalt an Fremden- und Hopfenbeimischungen festgestellt. Durch eine Destillation mit Wasserdampf laut Krofta Methodik wurde der Gehalt an Silizium in Hopfen-Zapfen analysiert. In Hinsicht auf unsere Möglichkeiten wurde diese Methode modifiziert und eine Destillationskolonne laut Český lékopis 2009 (Tschechische Arzneimittelsschrift) zur Siliziumanalyse in den Pflanzendrogen wird angewandt. Auf Grund des unterschiedlichen Alters der Hopfengärten wurden die einzelnen Sorten individuell ausgewertet, weiterhin wurde der Hopfen-Zapfen Ertrag ermittelt. Aus den Ergebnissen sind die Unterschiede im Ertrag, im Gehalt an Hopfen- und Fremdenbeimischungen und an Silizium ersichtlich. Im Jahre 2010 wurde der Ertrag bei der Hopfensorte Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ = Saazer halbfrüher roter Hopfen) aus den unterschiedlich alten Hopfengärten höher als im Jahr 2009, jedoch der Gehalt an Beimischungen wurde im Jahre 2009 höher als im Jahre 2010. In den Jahren 2009 und 2010 wurde der Gehalt an Silizium in Hopfen-Zapfen aus den älteren Hopfengärten niedriger. In den Jahren 2009 und 2010 wurden bei der Sorte Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ = Saazer halbfrüher roter Hopfen – geheilte Form) die Erträge aus dem 15 Jahre alten Hopfengarten und die niedrigste aus dem neuesten, 9 Jahre alten Hopfengarten. Im Jahre 2009 wurde ein Gehalt an Beimischungen im Hopfen-Zapfen aus den jüngsten Hopfengärten (9 und 10 Jahre alt) der niedrigster, der höchste Gehalt an Beimischungen im Hopfen-Zapfen ist in den Mustern aus den ältesten Hopfengärten gefunden worden (12 und 17 Jahre alt). Im Jahre 2010 ist der Trend ähnlich gewesen. Aus der Sicht des Gehalts an Hopfen Silizium wurde ein eindeutiger Trend festgestellt: der Gehalt an Silizium nimmt in Abhängigkeit des Hopfengartensalter ab, bei der Sorte Sládek wurde der niedrigste Gehalt an Silizium aus den jungen Hopfengärten, ein höherer Gehalt ist aus den älteren Hopfengärten gewesen. Im Jahre 2009 nahm der Gehalt an Beimischungen in Abhängigkeit vom Hopfengartensalter ab, nur eine Ausnahme tut einer siebenjährigen Hopfengarten. Im Jahre 2010 nahm der Gehalt an Beimischungen in Abhängigkeit vom Hopfengartensalter zu, nur bei den Mustern aus dem achtjährigem Hopfengarten wurde niedriger. In den beiden Jahren wurde der Gehalt an Silizium der höchste bei den jüngsten Hopfengärten und in Abhängigkeit vom dem Alten nahm ab.

Klíčová slova: biologické příměsi, výnos, obsah silice, stáří chmelnice

Keywords: biological admixtures, yield, essential oil content, hop yard age

1 ÚVOD

V roce 2008 výměra chmele dosáhla celosvětově 58 479 ha, což způsobilo přebytek chmele na světových trzích. Z tohoto důvodu se od roku 2009 výměra snižuje až na současnou plochu 50789 ha. Podle údajů firmy Hopsteiner byla v roce 2010 celková světová produkce 97 486 t chmele při průměrném výnosu 1,93 t/ha.

Výměra chmelnic v ČR v roce 2010 tvořila 10,3 % světové plochy. ČR tak zaujímá se svou výměrou 5238 ha třetí místo mezi světovými pěstiteli chmele po Německu (36,2 % světové plochy) a USA (24,9 % světové plochy) [1].

V ČR se pěstuje především odrůda Žatecký poloraný červeňák, která patří do skupiny jemných aromatických chmelů. V současné době se pěstuje v ozdravené i neozdravené formě.

Jednotlivé klony a formy se liší částečně v obsahu alfa-hořkých kyselin, ale skladba chmelových pryskyřic jako celek je stejná. To platí nejen o chmelových pryskyřicích, ale i chmelových silicích. Vynikající pivovarské vlastnosti byly využity i při šlechtění nových českých odrůd chmele hybridního původu. V genetickém základu odrůd Bor, Sládek, Premiant a Agnus je v různém poměru zastoupena tato tradiční česká odrůda. Pojem český chmel nabyl rozšířením odrůdové skladby širšího významu [2].

České republice se u chmele jako první zemi EU podařilo zaregistrovat zeměpisnou ochrannou známku Evropské unie – chráněné označení původu Žatecký chmel. Dne 8. května 2007 bylo vydáno nařízení Komise č. 503/2007 o zápisu určitých názvů do Rejstříku chráněných označení původu a chráněných zeměpisných označení mimo jiné i Žatecký chmel [3,4].

Pivovarsky cenné látky jsou především hořké kyseliny, hořké kyseliny jsou směsí sedmi dosud známých analogů humulonů, kde převládá kohumulon, humulon a adhumulon. Obsah hořkých kyselin se u českých chmelů pohybuje okolo 2,5–16 %. Hořké kyseliny se také vyskytují ve směsi analogů, z nichž jsou nejvíce zastoupeny kolupulon, lupulon a adlupulon. Obsah hořkých kyselin se v ČR pohybuje okolo 3,0–10,0 %. Poměr mezi těmito kyselinami by měl být 1 : 1,2–1,5 [5].

Další důležitou skupinou látek ve chmelu jsou rostlinné silice, které patří mezi aromatické látky. Komplexní vjem vzniklý působením vonných a chuťových látek obsažených v chmelových silicích se označuje jako chmelové aroma. Chmelové silice jsou produktem sekundárního metabolismu rostliny, během kterého dochází k degradaci látek metabolismu primárního, tedy cukrů, tuků a bílkovin [6]. Obsah silic v chmelu se pohybuje okolo 0,4–2,5 % [7]. Složky chmelových silic je možno rozdělit do tří skupin. Největší podíl připadá na uhlovodíkovou frakci. Jedno procento tvoří sírná frakce, která je senzorycky velmi aktivní a není v silici chmele zanedbatelná. Nejdůležitější jsou však složky uhlovodíkové frakce, a to myrcen, karyofylen, humulon a farnesen. Otázkami obsahu a složením chmelových silic se zabývala řada autorů, v poslední době, především Kroupa [8]. Tento autor uvádí, že chemické složení chmele je závislé na odrůdě, podmínkách počasí daného pěstitelského roku, ale i na klimatických podmínkách dané pěstitelské oblasti. Co se týče obsahu silic, různí autoři uvádí od 0,1–2,0 % hmotnosti [9,10,11,12]. Velmi charakteristické je složení silic u odrůdy Žatecký poloraný červeňák, kterou lze podle obsahu a složení silic identifikovat. Složení silic ostatních odrůd je velmi podobné, ale existují složky silic, podle kterých je možné jednotlivé odrůdy odlišit. Kroupa [8] prokázal závislost biosyntézy silic na povětrnostních podmínkách daného roku. Dále prokázal i rozdíly ve složení silic českých odrůd podle způsobu skladování. Z jeho práce dále vyplynulo, že seskviterpen farnesen – tento charakteristický znak silic Žateckého poloraného červeňáku – je velmi nestabilní a během stárnutí chmele, případně vlivem nesprávného skladování dochází k jeho rychlému úbytku.

2 MATERIÁL A METODY

Pro tuto práci byly v zemědělské organizaci Moravská zemědělská a. s., se sídlem v Prosenicích v Tršické chmelařské oblasti odebrány vzorky ze sklizně roku 2009 a 2010. Skladba chmelových odrůd v tomto podniku je Žatecký poloraný červeňák tradiční (klon 72), Žatecký poloraný červeňák z meristemového množení, tzv. ozdravená forma, dále hybridní typy odrůd Premiant a Sládek. Vzorky byly odebrány z různých starých chmelnic s ohledem na odrůdu, do papírových obalů při sklizni po očesání, vysušení a následně klimatizaci na vlhkost 11–12 %, kdy byly tyto vzorky podrobně popsány, označeny

1 INTRODUCTION

In 2008 the area under hops achieved 58.479 ha worldwide, which led to hop excess on world markets. For this reason since 2009 the hop area has been reduced to current 50789 ha. Based on the data of the company Hopsteiner the total world production was 97486 t of hop at an average yield of 1.93 t/ha in 2010.

The area under hops in the Czech Republic in 2010 formed 10.3 % of the world area, the CR with its acreage of 5238 ha thus occupies the third position among the world hop growers, after Germany and the USA (36.2 % and 24.9 % of the world acreage) [1].

The variety Saaz semi-early red bine hop is the most commonly grown variety in the CR, it belongs to a group of fine aromatic hops. Today its recovered and non-recovered forms are grown.

The individual clones and forms differ partly in content of alpha – bitter acids but composition of hop resins as a whole is the same. It is not valid only for hop resins but also hop essential oils. Excellent brewing characters were also used when breeding new Czech hop varieties of a hybrid origin. A traditional Czech variety is represented to a various extent in the genetic basis of the varieties Bor, Sládek, Premiant, and Agnus. By widening the varietal composition, the term Czech hop has acquired a wider importance [2].

The Czech Republic was the first EU country to register the protected geographical indication of the European Union – the protected designation of origin Žatecký chmel/Saaz hop. On May 8 2007 the PDO Žatecký chmel (Saaz hop) was successfully registered on the European list of PDO and Protected Geographical Indications by the Commission Regulation no. 503/2007 [3,4].

From the brewing point of view, and bitter acids are valuable substances, bitter acids are a mixture of seven so far known humulon analogues with prevailing cohumulon, humulon and adhumulon. Contents of bitter acids in Czech acids vary from 2.5–16 %. bitter acids also occur in the mixture of analogues, the most represented of which are colupulon, lupulon and adlupulon. Contents of bitter acids range from 3.0–10.0 % in the CR. The ration between these acids should be 1 : 1.2–1.5 [5].

Plant essential oils, another important group of hop components, belong to aromatic substances. Complex perception caused by aromatic and flavor substances contained in hop essential oils is denoted as hop aroma. Hop essential oils are a product of the plant secondary metabolism during which substances of the plant primary metabolism of sugars, fats and proteins are degraded [6]. Hop essential oil content varies from 0.4–2.5 % [7]. Components of hop essential oils can be split into three groups. The hydrocarbon fraction is the most represented, the sulphur fraction forms one per cent, it is sensorially very active and is not negligible in hop essential oils. However, components of the hydrocarbon fractions, myrcen, caryophylen, humulon and farnesen, are the most important. Hop essential oil content and composition have been studied by many authors, recently for example by [8]. He claims that chemical hop composition depends on the variety, weather conditions of the given growing year but also on the climatic conditions of the given growing area. Different authors give content in the range from 0.1–2.0 % of weight [9,10,11,12]. Essential oil content in the variety Saaz semi-early red bine hop is very characteristic; this variety can be identified according to essential oil content and composition. Essential oil composition in other varieties is very similar but the individual varieties can be distinguished based on some essential oil components. Kroupa [8] proved the dependence of essential oil biosynthesis on the weather conditions of the given year. Further, he also proved differences in essential oil composition in Czech varieties depending on the method of storage. His study also suggested that sesquiterpen farnesen – this characteristic trait of essential oils in Saaz hop – was very unstable and its level rapidly declined during hop aging or as a result of wrong storage.

2 MATERIAL AND METHODS

Samples from harvests 2009 and 2010 were collected in the agricultural company Moravská zemědělská a.s. with the seat in Prosenice in Tršice hop region. Composition of hop varieties is as follows: Saaz semi-early red bine hop – traditional, (clone 72), Saaz semi-early red bine hop – from the meristem replication, a so called recovered form, in addition, hybrid types of varieties Premiant and Sládek.

a uloženy ve tmě ve skladu při konstantní teplotě až do samotných rozborů.

Cizí a chmelové příměsi byly stanoveny podle metody, uvedené v ČSN 46 2520-4 a ČSN 46 2520-5. Podstatou zkoušky je, že hmotnost cizích (zbytky chmelového drátku, kameny, provázky apod.) a chmelových příměsí (tj. všech částí chmelové révy, listů, řapíků listů) zjistíme ve vzorku chmelových hlávek ručním vytříděním. Výsledek se vyjadřuje jako hmotnostní podíl v původním množství zkoumaného vzorku v procentech.

Obsah silice v odebraných vzorcích hlávkového chmele ze sklizní roku 2009 a 2010 byl stanoven destilací vodní párou dle metodiky, kterou uvádí Krofta [13]. Vzhledem k možnostem stanovení byla tato metoda pro naše potřeby modifikována a využívá se destilační aparatura podle Českého lékopisu 2009 na stanovení silic v rostlinných drogách. Obsah silice byl stanoven po půlročním skladování vzorků. Pro hodnocení výsledků byl využit statistický program StatSoft, Inc. (2009). STATISTICA (data analysis software system), version 9.0. Výsledky byly vyhodnoceny jednofaktorovou analýzou variance s následným testováním LSD testem.

3 VÝSLEDKY A DISKUSE

Z tab. 1 a 2 vyplývá, že u tradiční formy Žateckého poloraného červeňáku (dále jen ŽPČ – tradiční forma) byly rozdílné výnosy ve sledovaných letech, vyšší výnos byl ze starší chmelnice (1,08 a 1,69 t.ha⁻¹). V roce 2009 i 2010 byly tyto výsledky prokázány jako statisticky vysoce průkazné. Naproti tomu je vidět, že obsah silic byl v obou sledovaných letech vyšší (409 a 429,5 mg.100g⁻¹) u mladší chmelnice (17leté). Tyto rozdíly však nejsou statisticky průkazné. Co se týče obsahu příměsí, byl jejich obsah vyšší v roce 2009 u starší chmelnice (3,7 %), kdežto v roce 2010 byl obsah příměsí vyšší u mladší chmelnice (3,89 %), rozdíl činil 0,60 %. Obsah cizích příměsí

The samples were taken from differently old hop yards with respect to a variety, to paper packages, at harvest after picking, drying and following air conditioning to moisture of 11 – 12 %, the samples were described in detail, labeled and stored in the dark at the constant temperature till the analyses.

Foreign and hop admixtures were determined according to the method given in the standards ČSN 46 2520-4 and ČSN 46 2520-5. The principle of the test is that the weight of foreign (rests of hop wire, stones, strings etc.) and hop admixtures (i.e. any parts of hop bine, leaves, leaf stalks) is found in a sample of hop cones by manual screening. The results are expressed as percentage by weight in the original amount of the sample tested.

Essential oil content in samples of whole hops from harvests 2009 and 2010 was determined by steam distillation according to the methods given by [13]. With respect to possibilities of the determination, this method was modified for our use and a distillation apparatus according to Český lékopis 2009 for the determination of essential oils in plant drugs was employed. Essential oil content was determined after six-month storage of samples. Results were evaluated with the statistical program StatSoft, Inc. (2009). STATISTICA (data analysis software system), version 9.0. The results were evaluated with the single-factor analysis of variance and the LSD test.

3 RESULTS AND DISCUSSION

Tab. 1 and 2 show that the traditional forms of Saaz semi-early red bine hop (further only ŽPČ – traditional form) exhibited different yields in the followed years; higher yield was in the older hop yard (1.08 and 1.69 t.ha⁻¹). In 2009 and 2010 these results were confirmed as statistically highly significant. On the contrary, essential oil content in both the followed years was higher (409 and 429.5 mg.100g⁻¹) in a younger hop yard (17-year-old) but these results are not statistically

Tab. 1 Jednofaktorová analýza variance pro znaky odrůdy ŽPČ – tradiční forma / Single-factor analysis of variance for the parameters of the ŽPČ – traditional form

Znaky / Parameters	Zdroj proměnlivosti / Source of variance	Rok sklizně / Harvest year		
		n ¹	PČ	
			2009	2010
Výnos / Yield (t.ha ⁻¹)	Stáří chmele / Hop age	1	0.08***	0.41
	Chyba / Error	2	0.00	0.00
Obsah příměsí / Admixture content (%)	Stáří chmele / Hop age	1	0.09	0.36
	Chyba / Error	2	0.02	0.36
Obsah silice / Resin content (mg . 100g ⁻¹)	Stáří chmele / Hop age	1	1681	10486
	Chyba / Error	2	3362	2093

Pozn./note: * – p ≤ 0.05; ** – p ≤ 0.01; *** – p ≤ 0.001

Tab. 2 Průměrné hodnoty znaků odrůdy ŽPČ – tradiční forma / Average values of parameters of the variety ŽPČ – traditional forma

	Rok sklizně / Harvest year					
	2009			2010		
Stáří chmelnice (v letech) / Hop-yard age (in years)	Charakteristika / Characteristics			Charakteristika / Characteristics		
	Výnos / Yield (t.ha ⁻¹)	Obsah příměsí / Admixture content (%)	Obsah silice / Resin content (mg.100g ⁻¹)	Výnos / Yield (t.ha ⁻¹)	Obsah příměsí / Admixture content (%)	Obsah silice / Resin content (mg.100g ⁻¹)
17	0.8	3.4 ^a	409 ^a	18	1.05 ^a	3.89 ^a
19	1.08	3.7 ^a	368 ^a	20	1.69 ^a	3.29 ^a

Pozn.: Prům. hodnoty označené odlišnými písmeny ve sloupcích se od sebe statisticky významně liší při P=0,05

Note: Aver. values denoted with different letters in the columns differ statistically significantly at P=0.05

nebyl v žádném vzorku zaznamenán, proto není uveden následně není ani hodnocen.

V tab.3 a 4 jsou výsledky z hodnocení odrůdy ŽPČ – ozdravená forma, kde byly v obou sledovaných letech rozborovány vzorky z osmi různě starých chmelnic (9–17 let). Ve výnosech byly rozdíly mezi lety 2009 a 2010. V roce 2010 byly výnosy vyrovnané u chmelnic různého stáří. V roce 2009 byly ve výnosech značné rozdíly. Vyšší výnosy

significant. Content of admixtures was higher in 2009 in the older hop yard (3.7 %) while in 2010 content of admixtures was higher in the younger hop yard (3.89 %), the difference being 0.60 %. Content of foreign admixtures was not recorded in any sample and therefore it is not given nor assessed.

Tab. 3 and 4 give results from the evaluation of the variety ŽPČ – recovered form in which in both the followed years samples from eight

Tab. 3 Jednofaktorová analýza variance pro znaky odrůdy ŽPČ – ozdravená forma / Tab. 3 Single-factor analysis of variance for the parameters of the ŽPČ – recovered form

Znaky / Parameters	Zdroj proměnlivosti / Source of variance	Rok sklizně / Harvest year		
		n-1	PČ	
			2009	2010
Výnos/Yield (t.ha ⁻¹)	Stáří chmele/Hop age	7	0.09**	0.04
	Chyba/Error	24	0.02	0.09
Obsah příměsí/Admixture content (%)	Stáří chmele/Hop age	7	4.93	4.66***
	Chyba/Error	24	2.66	0.72
Obsah silice/Resin content (mg . 100g ⁻¹)	Stáří chmele/Hop age	7	92451***	88794***
	Chyba/Error	24	8202	3239

Pozn./note: * – p ≤ 0.05; ** – p ≤ 0.01; *** – p ≤ 0.001

Tab. 4 Průměrné hodnoty znaků odrůdy ŽPČ – ozdravená forma / Average values of parameters of the variety ŽPČ – recovered form

Stáří chmelnice (v letech)/ Hop-yard age (in years)	Rok sklizně / Harvest year						
	2009			Stáří chmelnice (v letech)/ Hop-yard age (in years)	2010		
	Charakteristika / Characteristics				Charakteristika / Characteristics		
	Výnos / Yield (t.ha ⁻¹)	Obsah příměsí / Admixture content (%)	Obsah silice / Resin content (mg.100g ⁻¹)		Výnos / Yield (t.ha ⁻¹)	Obsah příměsí / Admixture content (%)	Obsah silice / Resin content (mg.100g ⁻¹)
9	1.05 ^a	2.85 ^{ab}	1083.50 ^c	10	1.31 ^a	2.41 ^{ab}	1001.50 ^c
10	1.42 ^{bc}	2.40 ^a	1042.50 ^c	11	1.54 ^a	1.83 ^a	960.50 ^c
12	1.16 ^a	5.44 ^{bc}	817.50 ^b	13	1.45 ^a	4.31 ^c	741.13 ^b
13	1.27 ^{ab}	5.87 ^c	1063.00 ^c	14	1.62 ^a	3.43 ^{bc}	1022.00 ^c
14	1.37 ^{bc}	4.91 ^{bc}	868.75 ^b	15	1.47 ^a	3.70 ^{bc}	965.63 ^c
15	1.54 ^c	5.85 ^{bc}	1164.00 ^c	16	1.55 ^a	3.09 ^{abc}	1022.00 ^c
16	1.46 ^{bc}	4.10 ^{abc}	755.50 ^{ab}	17	1.67 ^a	5.95 ^d	592.50 ^a
17	1.08 ^a	3.75 ^{abc}	633.50 ^a	18	1.65 ^a	1.64 ^a	736.00 ^b

Pozn.: Prům. hodnoty označené odlišnými písmeny ve sloupcích se od sebe statisticky významně liší při P=0,05

Note: Aver. values denoted with different letters in the columns differ statistically significantly at P=0.05

(1,54 a 1,46 t.ha⁻¹) měly chmelnice vyššího stáří (15leté a 16leté), kdežto u mladších chmelnic (9leté a 12leté) byly výnosy nižší (1,05 a 1,16 t.ha⁻¹). Co se týče příměsí v roce 2009, byly nižší příměsí u mladších chmelnic (9leté a 10leté), vyšší u starších chmelnic, přičemž nejvíce příměsí bylo zjištěno u 13leté chmelnice. Tento trend je víceméně zachován u obsahu biologických příměsí také v roce 2010. V tomto roce bylo nejméně příměsí u 10leté chmelnice a 17leté chmelnice, kdežto více příměsí bylo u starších chmelnic (12leté – 15leté). V obsahu silic byly rozdíly mezi vzorky v obou sledovaných letech vysoce průkazné. V roce 2009 byly obsahy silic nejnižší u 16 a 17letých chmelnic (633,5 a 755,5 mg.100g⁻¹) oproti 9, 10, 13 a 15letým chmelnicím, u kterých byl průkazně vyšší obsah silic (1042,5–1164,0 mg.100g⁻¹). Také v roce 2010 byl nižší obsah silic u chmelnic 17letých a 18letých, vyšší obsah silic byl u mladších chmelnic 10leté a 11leté. Ve srovnání s rokem 2009 byl i v tomto roce obsah silic nejvyšší u chmelnice 16leté.

Nejvyšší výnos byl ve vzorcích odrůdy Premiant zaznamenán u 12leté chmelnice (2,48 a 2,6 t.ha⁻¹) v obou letech sledování, oproti chmelnici 13leté, kde byl nejnižší výnos (1,79 a 1,48 t.ha⁻¹) po oba dva sledované roky (tab. 5 a 6). Obsah příměsí byl u sledovaných chmelnic vyšší v roce 2009 oproti roku 2010. Nejvyšší obsah příměsí byl v roce 2009 ve vzorcích odrůdy Premiant u 9leté chmelnice (5,35 %) oproti nejnižšímu obsahu silic v roce 2010 u 14leté chmelnice (3,40 %). Obsah silic v závislosti na stáří chmelové rostliny klesá jak v roce 2009, tak i v roce 2010 se tento trend potvrdil.

Z hodnocení odrůdy Sládek (tab. 7 a 8) z hlediska výnosu vyplývá, že nejnižší výnos byl v roce 2009 u 6leté chmelnice. U chmelnice 3leté a 5leté byl také výnos nižší, kdežto u chmelnic starších, 7leté a 9leté, výnos dosahoval vyšší hranice. Rok 2010 byl z hlediska výnosového značně nevyrovnaný. Nejvyššího výnosu v tomto roce dosahovala chmelnice 3letá, která je nejmladší ze všech sledovaných. Chmelnice 5letá, 6letá a 7letá dosahovaly nižšího výnosu z důvodu velmi nepříznivého klimatu v roce 2010, který se velmi odrazil na výnosu této odrůdy. Chmelnice 9letá dosahovala o něco vyšší výnos než výše uvedené chmelnice. Obsah biologických příměsí v roce

differently old wine yards were analyzed (9 – 17 years). Yields in 2009 and 2010 were different. Yields in 2010 were balanced in the wine yards different ages. Year 2009 showed considerable differences in yields. Higher yields (1.54 and 1.46 t.ha⁻¹) were determined in the older hop yards (15 and 16 years old), while yields in the younger hop yards (9 and 12 years old) were lower (1.05 and 1.16 t.ha⁻¹). Admixtures in 2009 were lower in the younger hop yards (9 and 10 years old), higher in the older hop yards and the most admixtures were found in the 13-year-old hop yard. This trend was also maintained in the content of biological admixtures in 2010. In that year the lowest admixture content was determined in the 10 and 17-year old hop yards while more admixtures were found in the older hop yards (12 – 15-year old). Differences in content between samples were highly significant in both the studied years. In 2009 essential oil contents were the lowest in the 16 and 17-year old hop yards (633.5 and 755.5 mg.100g⁻¹) versus 9, 10, 13 and 15-year old hop yards in which essential oils contents were significantly higher (1042.5–1164.0 mg.100g⁻¹). In 2010 essential oil content was also lower in the 17 and 18-year old hop yards, higher essential oil content was in younger hop yards (10 and 11 years). Compared to 2009, also in this year content of essential oils was the highest in the 16-year old hop yard.

The highest yield was recorded in the samples of the variety Premiant from the 12-year old hop yard (2.48 and 2.6 t.ha⁻¹) in both the study years versus the 13-year old hop yard with the lowest yield (1.79 and 1.48 t.ha⁻¹) in both the studied years (Tab. 5 and 6). Content of admixtures in the studied hop yards was higher in 2009 than in 2010. The highest admixture content was in 2009 in the samples of the variety Premiant in the 9-year old hop yard (5.35 %) versus the lowest essential oil content in 2010 in the 14-year old hop yard (3.40 %). Essential oil content depending on the age of hop plant declined both in 2009 and 2010.

The evaluation of the yield of the variety Sládek (Tab. 7 and 8) showed that the lowest yield was in the 6-year old hop yard in 2009. The 3 and 5-year old hop yards also had a lower yield whereas the older hop yards, 7 and 9-year old, had higher levels of yield. Year 2010

Tab. 5 Jednofaktorová analýza variance pro znaky odrůdy Premiant / Single-factor analysis of variance for the parameters of the variety Premiant

Znaky / Parameters	Zdroj proměnlivosti / Source of variance	Rok sklizně / Harvest year		
		n-1	PČ	
			2009	2010
Výnos/Yield (t.ha ⁻¹)	Stáří chmele/Hop age	2	0.27	0.63
	Chyba/Error	3	0.00	0.00
Obsah příměsí/Admixture content (%)	Stáří chmele/Hop age	2	5.00**	1.97**
	Chyba/Error	3	0.06	0.02
Obsah silice/Resin content (mg . 100g ⁻¹)	Stáří chmele/Hop age	2	143747*	92886**
	Chyba/Error	3	6642	1681

Pozn./note: * – p ≤ 0.05; ** – p ≤ 0.01; *** – p ≤ 0.001

Tab. 6 Průměrné hodnoty znaků odrůdy Premiant / Average values of parameters of the variety Premiant

Stáří chmelnice (v letech)/ Hop-yard age (in years)	Rok sklizně / Harvest year						
	2009			Stáří chmelnice (v letech)/ Hop-yard age (in years)	2010		
	Charakteristika / Characteristics				Charakteristika / Characteristics		
	Výnos / Yield (t.ha ⁻¹)	Obsah příměsí / Admixture content (%)	Obsah silice / Resin content (mg.100g ⁻¹)		Výnos / Yield (t.ha ⁻¹)	Obsah příměsí / Admixture content (%)	Obsah silice / Resin content (mg.100g ⁻¹)
9	2.35	5.35 ^b	1104.00 ^b	10	1.96	3.10 ^b	1022.00 ^c
12	2.48	2.30 ^a	899.50 ^b	13	2.6	1.55 ^a	838.50 ^b
13	1.79	4.55 ^b	572.50 ^a	14	1.48	3.40 ^b	592.50 ^a

Pozn.: Prům. hodnoty označené odlišnými písmeny ve sloupcích se od sebe statisticky významně liší při P=0,05

Note: Aver. values denoted with different letters in the columns differ statistically significantly at P=0.05

Tab. 7 Jednofaktorová analýza variance (faktor stáří chmelnice) u odrůdy Sládek / Single-factor analysis of variance (factor – hop yard age) of the variety Sládek

Znaky / Parameters	Zdroj proměnlivosti / Source of variance	Rok sklizně / Harvest year		
		n ⁻¹	PČ	
			2009	2010
Výnos/Yield (t.ha ⁻¹)	Stáří chmele/Hop age	4	0.25	0.32
	Chyba/Error	11	0.00	0.00
Obsah příměsí/Admixture content (%)	Stáří chmele/Hop age	4	5.15**	3.82**
	Chyba/Error	11	0.40	0.61
Obsah silice/Resin content (mg . 100g ⁻¹)	Stáří chmele/Hop age	4	1496216***	1589303***
	Chyba/Error	11	10961	9083

Pozn./note: * – p ≤ 0.05; ** – p ≤ 0.01; *** – p ≤ 0.001

Tab. 8 Průměrné hodnoty znaků odrůdy Sládek / Average values of parameters of the variety Sládek

Stáří chmelnice (v letech)/ Hop-yard age (in years)	Rok sklizně / Harvest year						
	2009			Stáří chmelnice (v letech)/ Hop-yard age (in years)	2010		
	Charakteristika / Characteristics				Charakteristika / Characteristics		
	Výnos / Yield (t.ha ⁻¹)	Obsah příměsí / Admixture content (%)	Obsah silice / Resin content (mg.100g ⁻¹)		Výnos / Yield (t.ha ⁻¹)	Obsah příměsí / Admixture content (%)	Obsah silice / Resin content (mg.100g ⁻¹)
3	2.49	4.53 ^b	2330.50 ^d	4	2.96	1.78 ^a	2279.25 ^c
5	2.40	2.95 ^a	1196.00 ^c	6	2.38	3.29 ^b	1104.00 ^b
6	2.05	2.30 ^a	981.00 ^b	7	2.33	3.93 ^b	940.00 ^b
7	2.91	5.75 ^c	674.50 ^a	8	2.12	1.60 ^a	654.00 ^a
9	2.75	2.75 ^a	879.00 ^b	10	2.43	3.93 ^b	715.50 ^a

Pozn.: Prům. hodnoty označené odlišnými písmeny ve sloupcích se od sebe statisticky významně liší při P=0,05

Note: Aver. values denoted with different letters in the columns differ statistically significantly at P=0.05

2009 byl nejvyšší u 7leté chmelnice, ovšem v roce 2010 byl zaznamenán obsah příměsí u této chmelnice zjištěn jako nejnižší. Z ostatních sledovaných chmelnic z roku 2010 vyplývá, že se obsah příměsí pozvolna zvyšuje v závislosti na stáří chmele. Z hodnocení obsahu silice v obou sledovaných letech 2009 a 2010 nám vyplývá, že obsah silic se v závislosti na stáří chmele postupně snižuje. Statisticky významně vyšší obsah silice byl zjištěn ze vzorku z roku 2009 u 3leté chmelnice (2330,2 mg.100g⁻¹), statisticky významně nižší obsah silice byl zjištěn v roce 2010 z 8leté chmelnice (654,0 mg.100g⁻¹).

4 ZÁVĚR

Cílem práce bylo zhodnotit výnos, příměsí a obsah silic ve vzorcích chmelových hlávek z různých starých chmelnic u odrůd pěstovaných v Tršické chmelářské oblasti. Předmětem hodnocení byly odrůdy ŽPČ – tradiční forma (chmelnice ve stáří 17 a 19 let), ŽPČ – ozdravená forma (chmelnice ve stáří 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17 let), dále odrůdy Premiant (chmelnice ve stáří 9, 12, 13 let) a Sládek (chmelnice ve stáří 3, 5, 6, 7, 9 let). Hlávky chmele byly odebrány při sklizni v roce 2009 a v roce 2010. Byly hodnoceny chmelové příměsí podle ČSN 46 2520–4 a 5. Dále byl stanoven obsah silic v chmelových hlávkách destilací vodní párou, podle metodiky, kterou uvádí Krofta 2008. Vzhledem k možnostem stanovení byla tato metoda pro naše potřeby modifikována a využívá se destilační aparatura podle Českého lékopisu 2009 na stanovení silic v rostlinných drogách. Vzhledem k rozdílnému stáří chmelnic u jednotlivých odrůd byla každá odrůda hodnocena zvlášť.

Byly zjištěny rozdíly ve výnosech, obsahu biologických příměsí, ale také v obsahu silic, které mohly být způsobeny povětrnostními podmínkami roků 2009 a 2010. Obsah silic u všech sledovaných odrůd v obou hodnocených letech byl nižší u starších chmelnic. V obsahu příměsí za dvouleté období nelze určit jednoznačné tendence, protože obsah příměsí mohl být ovlivněn řadou dalších faktorů.

PODĚKOVÁNÍ

Tento výzkum byl podpořen projektem 1M0570 „Výzkumné centrum pro studium obsahových látek ječmene a chmele“ Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.

LITERATURA / REFERENCES

- Steiner, S. H.: Entscheidungsdaten für den Hopfeneinkauf. GmbH, Mainburg, Germany, 2010.
- Altová, M.: Situační výhledová zpráva chmel, pivo. Ministerstvo zemědělství, Praha, 2010, 60s., ISBN 978-80-7084-901-9.
- Kovařík, M.: Český chmel 2010. Ministerstvo zemědělství, Praha, 2010, 31s., ISBN 978-80-7084-933-0.
- Rosa, Z.: Český chmel 2009. Ministerstvo zemědělství, Praha, 2010, 31s., ISBN 978-80-7084-853-1.
- Bamforth, C. W.: Beer, Health and Nutrition. Blackwell Science Ltd a Blackwell Publishing company. 2010, 179s., ISBN 0-632-06446-3.
- Nováková, B., Šedivý, Z.: Praktická aromaterapie. Pragma, 1996.
- Čepička, J., in Prugar, J.: Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. VÚPS, Praha, 2008, 327, ISBN 978-80-86576-28-2.
- Kroupa, F.: Objektívni charakteristika chmelového aroma českých chmelů a chmelových výrobků. Disertační práce. VŠCHT v Praze,

largely unbalanced was in terms of yield. The highest yield in this yield was achieved by the three-year old hop yard, i.e. the youngest of all the studied hop yards. The 5, 6 and 7-year old hop yards achieved the lowest yields due to a very unfavorable weather in 2010 which greatly affected the yield of this variety. The 9-year old hop yard achieved slightly higher yield than the above mentioned hop yards. Content of biological admixtures in 2009 was the highest in the 7-year hop yard unlike 2010 when in this hop yard the lowest admixture content was recorded. Of the other hop yards followed in 2010 it is suggested that content of admixtures slowly rises depending on the hop age. The evaluation of essential oil content in both the studied years, 2009 and 2010, shows that essential oil content depending on the hop age gradually declined. Statistically significantly higher essential oil content was detected in the sample from 2009 in the 3-year old hop yard (2330.2 mg.100g⁻¹), statistically significantly lower essential oil content was found in 2010 in the 8-year old hop yard (654.0 mg.100g⁻¹).

4 CONCLUSIONS

The aim of this study was to evaluate the yield, admixtures and essential oil content in the samples of hop cones from differently old hop yards in the varieties grown in the Tršice hop area. The varieties ŽPČ – traditional form (age of the hop yards 17 and 19 years) ŽPČ – recovered form (age of the hop yards 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17 years), further the varieties Premiant (age of the hop yards 9, 12, 13 years) and Sládek (age of the hop yards 3, 5, 6, 7, 9 years). Hop cones were collected during harvest 2009 and 2010. Hop admixtures were assessed according to the standards ČSN 462520 – 4 and 5. Essential oil content was determined in hop cones by water steam distillation according to the method presented by KROFTA 2008. This method was modified to our requirements and a distillation apparatus for the determination of essential oils in plant drugs according to Český lékopis 2009/List of medical products 2009 was used. The individual varieties were assessed individually regarding the different age of hop yards. In addition, yield of hop cones was evaluated.

The differences in yields, content of biological admixtures and also essential oil content were found, they could be caused by the weather conditions of years 2009 and 2010. Essential oil contents in all the varieties under study in both the years of monitoring were lower in the older hop yards. In the two-year period, clear tendencies in content of admixtures could not be determined as admixture content may be also affected by a number of other factors.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was supported by the project 1M0570 “Research Centre of Extract Compounds of Barley and Hops” of the Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic.

- Fakulta potravinářské a biotechnologické technologie, 2007, 172 s.
- Rybáček, V., et al.: Chmelářství. SZN Praha, 1980, 426 s., ISBN 07-068-80.
- Verzele, M.: 100 years of hop chemistry and its relevance to brewing. J. Inst. Brew. **92**, 1986, 32-48.
- Moll, M., et al.: Beers and Coolers. Intercept Ltd., Andocer, 1991, 508 s.
- De Keukeleire, D.: International Symposium. Brussels, 1993.
- Krofta, K.: Hodnocení kvality chmele. Metodika pro praxi 4/08, Chmelářský institut s.r.o., Žatec, 2008, 50 s., ISBN 978-80-86836-84-3.

*Recenzovaný článek / Reviewed paper
Do redakce došlo / Manuscript received: 25. 5. 2011
Přijato k publikování / Accepted for publication: 20. 6. 2011*