

VITAL – Česká hybridní odrůda chmele – část II.

VITAL – The Czech Hop Hybrid Variety – Part II

Karel KROFTA¹, Alexandr MIKYŠKA², Josef PATZAK¹, Martin SLABÝ², Vladimír NESVADBA¹, Pavel ČEJKA²

¹ Chmelařský institut s. r. o., Kadaňská 2525, 438 46 Žatec / Hop Research Institute Co., Ltd., Kadaňská 2525, 438 46 Žatec

² Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., Lípová 15, 120 44 Praha 2 / Research Institute of Brewing and Malting, Lípová 15, CZ 120 44 Praha 2

e-mail: krofta@chizatec.cz

Recenzovaný článek / Reviewed paper

Krofta, K. – Mikyška, A. – Patzak, J. – Slabý, M. – Nesvadba, V. – Čejka, P.: VITAL – Česká hybridní odrůda chmele – část II. Kvasny Prum. 59, 2013, č. 7–8, s. 190–197

Pivovarské testy s chmelovými výrobky odrůdy Vital proběhly v uplynulých letech na několika úrovních ve čtvrtprovozním až provozním měřítku s použitím granulovaného chmele T90 a CO₂-extraktu. U pokusných piv nebyly zaznamenány žádné negativní aspekty aplikace testované odrůdy pokud se týče charakteru hořkosti, vlivu na barvu a pěnivost piva, přítomnosti cizích chutí a vůní. Nejlepších výsledků bylo dosažováno při kombinovaném chmelení s českými aromatickými odrůdami Žatecký poloraný červeňák, Sládek, Harmonie. Nejperspektivnějším chmelovým výrobkem se do budoucna jeví CO₂-extrakt, protože zbytkový chmel po extrakci se využívá v nepivovarských aplikacích. U Vitalu lze předpokládat, že jako vysokoobsažná odrůda se bude používat pro první chmelení k získání základní hořkosti piva. Při záměně granulí nebo extraktu hořkých odrůd chmele surovinou z odrůdy Vital je možno v provozu očekávat stejnou, případně lepší senzoryckou kvalitu vyráběných piv. Otázkou zůstává cena a dlouhodobé kontrakty, které mají pivovary uzavřeny se zahraničními dodavateli.

Krofta, K. – Mikyška, A. – Patzak, J. – Slabý, M. – Nesvadba, V. – Čejka, P.: VITAL – The Czech hop hybrid variety – Part II. Kvasny Prum. 59, 2013, No. 7–8, p. 190–197

In the last few years brewing tests with hop products of the Vital variety (hop pellets T90 and a CO₂-extract) were carried out at different levels: from a pilot scale trial to a full scale trial. From the experimental beers produced no negative effects such as changes in the character of bitterness, colour, foaming power, off-flavour or foreign odours were found. The best results were achieved when combined hopping with Czech aromatic varieties Saaz, Sládek and Harmonie were used. The most promising hop product is the CO₂-extract because it is possible to utilize spent hops after the extraction for non-brewing applications. The Vital variety with its high content of α -bitter acids could be used for the first hopping in order to obtain the basic beer bitterness. When replacing pellets or extracts of bitter hop varieties with the Vital variety the same or even better sensory quality of the beer produced can be expected. The issues are the price and the long-term contracts of the breweries with foreign suppliers.

Krofta, K. – Mikyška, A. – Patzak, J. – Slabý, M. – Nesvadba, V. – Čejka, P.: VITAL – Eine tschechische Hybridhopfensorte – Teil II. Kvasny Prum. 59, 2013, Nr. 7–8, S. 190–197

Im Verlauf der letzten Jahre auf verschiedenen Produktionsebenen (von Pilot- bis zum Betriebsmaßstab) unter Anwendung des granulierten Hopfens T90 und des CO₂ Extrakts wurden die Brauteste mit den Hopfenerzeugnissen der Hopfensorte Vital durchgeführt. Keine negativen Aspekte der Applikation wurden bei den Mustern des Versuchsbiere im Hinblick auf seinen Bitternischarakter, Einfluß auf die Farbe und Schaumstabilität des Bieres, fremden Geschmack und Gerüchen gefunden. Die besten Ergebnisse wurden erzielt unter Anwendung der kombinierten Hopfendosierung mit den tschechischen Hopfensorten Žatecký poloraný červeňák (Saazer halbfrüher Rothopfen), Sládek und Harmonie. Das erfolgversprechendsten Hopfenerzeugnis für die Zukunft scheint sich zu sein ein CO₂ Extrakt, weil der extrahierte Hopfen kann auch außer Lebensmittelindustrie verwendet werden. Bei der Hopfensorte Vital kann es vorausgesetzt werden, daß als eine hochgehaltige wird zur ersten Hopfendosierung eingewandt, eine Grundbitternis des Bieres zu gestalten. Bei der Granulen- oder Extrakterwechlung von anderen bitteren Hopfensorten durch Material aus der Hopfensorte Vital kann man die gleiche oder sogar eine bessere sensorische Qualität des Bieres erwartet werden. Als Frage bleiben der Preis und langfristige Kontakte, die die Brauereien mit den ausländischen Lieferanten abgeschlossen haben.

Klíčová slova: chmel, chmelové granule, CO₂-extrakt, Vital, alfa kyseliny, kohumulon, pivovarské testy, senzorycká stabilita

Keywords: hops, hop pellets, CO₂-extract, Vital, alpha acids, cohumulone, brewing tests, sensory stability

1 ÚVOD

V první části série (Krofta et al., 2013) byla prezentována agronomická, chemotaxonomická a genetická charakteristika odrůdy Vital. Byly prezentovány výsledky testů stárnutí a testů stability desmethylxanthohumolu (DMX) při posklizňové úpravě chmele. Z hlediska posouzení využití nové chmelové suroviny pro výrobu piva je důležitý zejména její vliv na senzorycký charakter piva. Ten je možno do jisté míry predikovat na základě obsahu a složení sekundárních metabolitů chmelové hlávky, zejména pryskyřic a silic. Synergické efekty působení senzorycky aktivních transformačních produktů původních látek nebo maskování senzoryckého vjemu dalšími látkami v pivu se mohou nečekaným způsobem promítnout do organoleptického vjemu, a proto je nutno novou surovinu testovat ve varných pokusech. Pivovarské testy s chmelovými výrobky odrůdy Vital proběhly na několika úrovních. V první fázi byla odrůda ještě pod šlechtitelským označením HŠKM 4715 několik let samostatně i v kombinaci s českými aromatickými odrůdami chmele testována ve čtvrtprovozním měřítku v pokusném minipivovaru Chmelařského institutu. Pokusné várky s hlávkovým chmelem byly v letech 2001 až 2003 provedeny i ve VÚPS. Po vysazení poloprovozního polního pokusu na chmelnicí CHI v lokalitě Stekník v roce 2008 bylo v následujících letech možno zpracovat

1 INTRODUCTION

In the first part of this study (Krofta et al., 2013) the agricultural, chemotaxonomic and genetic characteristics of the Vital variety were presented. Furthermore the results of aging tests and of tests of the desmethylxanthohumol (DMX) stability after post harvest processing were shown. The most important aspect for the appraisal of a new hop raw material in beer production is its influence on the sensory character. The sensory character of a beer could be predicted to some extent based on its content and composition of secondary metabolites in the hop cones particularly of the resins and oils. The synergic effects of sensory active transformation products of primal substances or the masking of the sensory perception by other substances present in beer could have an unexpected impact on the organoleptic properties. Therefore, the new raw material must undergo brewing tests. The brewing tests with hop products of the Vital variety were carried out at different levels. In the first phase of the test the new variety (still under the breeding code HŠKM 4715) was, for several years tested separately as well as in the combination with Czech aromatic hop varieties in pilot scale trials in the experimental mini-brewery at the Hop Research Institute (HRI). During the years 2001 to 2003 experimental batches with hop cones were also made at the Research Institute of Brewing and Malting (RIBM). In 2008

chmel na granule T90 i CO₂-extrakt, a následně provést pivovarské testy ve větším měřítku. V pokusném pivovaru Výzkumného ústavu pivovarského a sladařského byly v letech 2009 a 2010 uskutečněny poloprovozní pokusy s granulami odrůdy Vital v kombinaci s dalšími českými aromatickými odrůdami chmele. V testech byl kromě senzoričích vlastností hodnocen i vliv na pěnivost, obsah polyfenolů a antioxydační vlastnosti piv. Od roku 2009 byly granule T90 i CO₂-extrakt Vital nabízeny průmyslovým pivovarům k odzkoušení v provozních podmínkách. Testy proběhly ve třech průmyslových pivovarech různé velikosti. V roce 2011 byla v pokusném pivovaru Chmelářského institutu uvařena série piv chmelených CO₂-extrakty odrůd Vital, Agnus a významných zahraničních odrůd chmele. Piva byla senzoričky hodnocena širokou odbornou degustační komisí na pivovarsko-chmelářském semináři, který se konal v CHI Žatec dne 16. června 2011. V článku jsou prezentovány výsledky stěžejních varních pokusů.

2 MATERIÁL A METODY

2.1 Čtvrtprovozní várky

Varní testy ve čtvrtprovozním měřítku byly realizovány v pokusném minipivovaru Chmelářského institutu v Žatci. Dávkování chmele pro odrůdové pokusy bylo rozděleno na tři hmotnostně stejné dávky. První dávka se přidává ihned po zavaření, druhá po 20 minutách varu a poslední 20 minut před koncem chmelovaru. V nerezové mladinové pánvi je vyráženo 60 litrů horké mladiny po 90minutovém atmosférickém chmelovaru. Hlavní kvašení v otevřené splicce probíhalo při teplotách 6 až 8 °C po dobu 8 až 10 dní a dokvašování v nerezových ležáckých tancích při teplotě 2 až 3 °C po dobu 6 týdnů. U všech diskutovaných várek byl použit stejný kmen kvasinek č. 95 sbírky VÚPS. Hotová piva se filtrovala přes celulosové desky a plnila do lahví pod atmosférou oxidu uhličitého.

Byly uvařeny dvě ucelené série várek, první s aplikací granulovaných chmelů, druhá s aplikací chmelových extraktů. V první sérii se testovalo 100% chmelení a kombinace s českými aromatickými odrůdami. Jedno z piv bylo chmeleno výhradně odrůdou Vital, další tři v kombinaci s českými aromatickými odrůdami (Žatecký červeňák, Sládek, Harmonie) ve formě granulí T90. Poměr směsných chmelení byl 1:1 ve třech dávkách. Vital byl přidán v první a druhé dávce chmelení. Druhá série várek byla zaměřena na testování pryskyřičných CO₂-extraktů z českých a zahraničních odrůd. Piva byla připravena 100% chmelením CO₂-extrakty vyrobenými ze čtyř vysokoobsažných odrůd chmele – Magnum, Herkules (SRN), Agnus, Vital (ČR). Extrakty vyrobeny ze sklizní 2009 (Agnus, Herkules) a 2010 (Magnum, Vital).

Při hodnocení pokusů s novými odrůdami je důraz kladen na senzoričké vlastnosti piv. Senzoričké hodnocení piv se provádí podle degustačního schématu CHI, při kterém hodnotitel posuzuje několik, bodově ohodnocených, senzoričských atributů piva (chuť a vůně, intenzita a charakter hořkosti, celkový dojem po napití). Výsledkem degustace je pořadí piv dle celkové obliby dané součtem bodových hodnocení všech hodnotitelů. Piva z první i druhé série várek byla senzoričky hodnocena 73, respektive 64 hodnotiteli na odborných seminářích pořádaných CHI Žatec, jejichž součástí je i degustace piv.

2.2 Poloprovozní várky

Chmel odrůdy Vital (sklizeň 2009 a 2010) byl ve varních pokusech porovnán s chmelem Agnus z příslušné sklizně. Dále byl na surovině ze sklizně 2010 testován vliv kombinací odrůdy Vital s aromatickými odrůdami (ŽPČ, Sládek a Harmonie). Dávka chmelů aromatických odrůd byla 30 % alfa kyselin z chmelení, což odpovídá minimálnímu podílu dle Chráněného zeměpisného označení (CHZO) České pivo (Úřední věstník EU, 2008). Všechny chmele byly aplikovány ve formě pelet T90.

Pokusné várky o objemu 2 hl se uskutečnily v pokusném pivovaru VÚPS, v roce 2010 již na nové varně fy Kaspar Schulz (Německo). Pro pokusy byl zvolen běžný atmosférický chmelovar. Plnosladové 12% várky byly připraveny dekokčním dvourmutovým postupem ze sladu s parametry dle CHZO České pivo. Chmelovar trval 90 minut. Chmelové suroviny, granule T90 byly rozděleny na tři dávky, 30 % na začátku, 50 % po 30 minutách varu a 20 % chmele 15 minut před koncem devadesátiminutového chmelovaru. Aromatické chmele byly aplikovány ve 2. a 3. dávce. Mladina byla odkalena ve vířivé kádi, zchlazena na zákvasnou teplotu 10,0 °C a provzdušněna na obsah rozpuštěného kyslíku 8,0±0,5 mg/l. Hlavní kvašení proběhlo v cylindrokónických tancích (CKT). Mladina byla zakvašena jednotnou dávkou lisovaných kvasnic kmene č. 95 sbírky VÚPS. Maximální teplota hlavního kvašení byla 12 °C ± 0,1 °C. Mladé pivo bylo po

the tested hop variety was cultivated in a pilot field trial in the hop garden of the HRI in Stekník. In the following years the hops were used for the production of pellets and CO₂-extract and therefore, it was possible to do the tests on a full scale. In 2009 and 2010 pilot plant trials were carried out in the experimental brewery at the RIMB using hop pellets from the Vital variety combined with other aromatic hop varieties. In the tests the impact on the foaming power, the content of polyphenols and the antioxidant activity as well as the sensory quality of the beers were examined. Since 2009 both the T90 pellets and the CO₂-extract were offered to industrial breweries for testing under full scale conditions. The tests were carried out in three industrial breweries of different sizes. In 2011 several batches of beer hopped with CO₂-extracts from the Vital and Agnus varieties as well as with different foreign varieties were brewed at the HRI. The sensory evaluations of the beers were done by the professional tasting panel during the Hops and Brewing seminar which was held in HRI in Saaz on June 16, 2011. The results from the most important brewing tests are presented in this study.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 Pilot scale trials I

The pilot scale brewing tests were carried out in the experimental mini-brewery of the HRI in Žatec. Hops for the variety trials were divided into three portions of the same weight. The first portion was added immediately after the start of wort boiling, the second one after 20 minutes of boiling and the last one 20 minutes before the end of wort boiling. After 90 minutes of boiling at atmospheric pressure in a stainless steel copper 60 litres of hot wort was produced. The primary fermentation in the open fermenting cellar was carried out at a temperature of 6 to 8 °C for 8 to 10 days. The secondary fermentation was done in the stainless storage tanks at a temperature of 2 to 3 °C for 6 weeks. The same yeast strain No. 95 from the Yeast collection of the RIMB was used for all batches. The final beers were filtered through a cellulose filter sheet and filled into bottles under a CO₂-atmosphere.

Totally, two series of batches were brewed. The hop pellets were used in the first series and the CO₂-extracts in the second one. In the first series the 100% hopping with the variety Vital and the hopping with Vital combined with other Czech aromatic hop varieties were tested. One beer was hopped with the Vital variety alone and three with a combination with the Czech aromatic varieties Saaz, Sládek and Harmonie. For the hopping three doses of T90 pellets were used. The hops ratio in the mixtures was 1 : 1. The Vital variety was added in the first and the second hop doses. In the second series of batches the CO₂-resin extracts from Czech and from foreign hop varieties were targeted. The beers were prepared by 100% hopping with CO₂-extract made from four high-alpha hop varieties– Magnum, Herkules (both from Germany) and Agnus and Vital (both from the Czech Republic). The extracts were produced from 2009 (Agnus, Herkules) and 2010 crop harvests (Magnum, Vital).

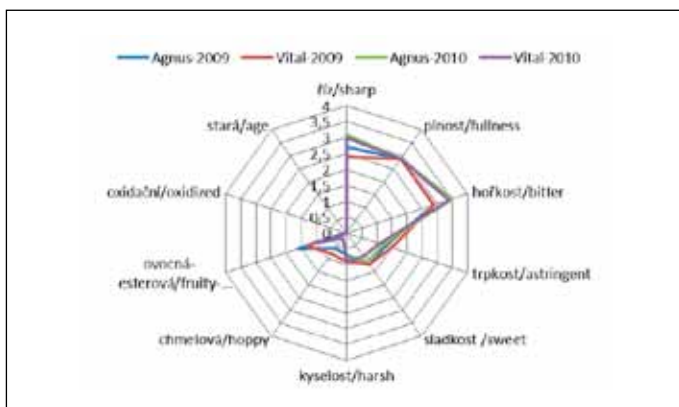
The evaluation of the tests with the new varieties emphasised the sensory characteristics of the beers. The sensory evaluations of the beers were done according to the testing protocol of the HRI. The judges evaluated several sensory properties of beer such as taste, flavour, intensity and character of bitterness and the total impression after drinking and scored them with points. The result of the tasting was a ranking of the beers according to the total popularity given by the sum of the points from all judges. In framework of the professional workshops organized by the HRI in Saaz beers from the first series were rated by 73 judges and beers from the second series by 64 judges.

2.2 Pilot Scale Trials II

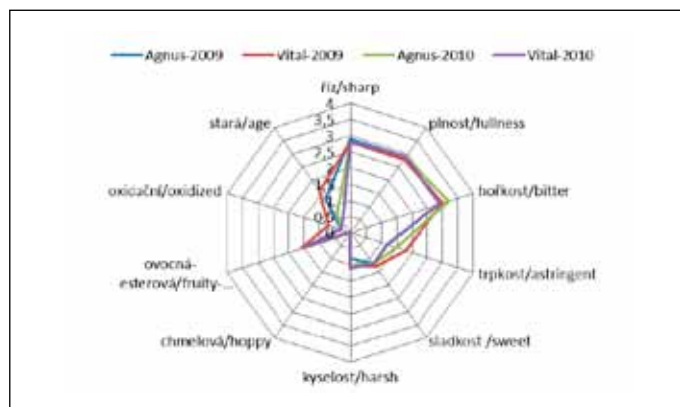
In the brewing tests the Vital hops variety from the 2009 and 2010 harvests was compared with the Agnus hops variety from the same years. Furthermore with the hops from the 2010 harvest the influence of combining the Vital and Saaz varieties and the Sládek and Harmonie varieties was investigated.

The dosage of the aromatic hop varieties corresponded to a 30% α-acids content from the hopping which is the minimum amount according to the Protected Geographical Indication (PGI) for Czech Beer (Official Journal of the EU, 2008). All hops were used in the form of pellets T90.

The first brewing tests with batches of 2 hl in volume were done in an experimental brewery in the RIMB and since 2010 in a new brewhouse Kaspar Schulz in Germany. The wort boiling was carried out under atmospheric pressure. Full malt 12% batches were prepared by a two-mash decoction method from the malt with parameters according to the PGI for Czech Beer. The boiling took 90 minutes. The



Obr. 1 Výsledky senzoričké analýzy čerstvých piv chmelených chmely Vital a Agnus / Fig. 1 Results of the sensory analysis of fresh beers hopped by the Vital and Agnus varieties



Obr. 2 Výsledky senzoričké analýzy piv chmelených chmely Vital a Agnus po 3 měsících skladování / Fig. 2 Results of the sensory analysis of beers hopped by the Vital and Agnus varieties after 3 months storage

Tab. 1 Výsledky senzoričkových zkoušek 1. série pokusných piv vyrobených ve Chmelařském institutu Žatec (pořadový test celkové oblíbenosti) / Sensorial tests results, 1st serie of pilot brews in HRI Žatec (ranking test)

Chmelení / Hopping	Počet bodů / Score	Pořadí / Ranking
Vital + Žatecký červeňák (Saaz)	185	2
Vital + Sládek	159	4
Vital + Harmonie	186	1
Vital	165	3

zchlazení na teplotu 5–6 °C sudováno do ležáckých tanků. Doba ležení byla 30 dní při teplotě 1–2 °C. Piva byla zfiltrována, stočena do láhví a pasterována na úroveň cca 20 PU.

Analýzy chmele, sladin, mladín a piv byly provedeny podle Analytiky EBC (Methods of Analyses EBC 1998) a Pivovarsko-sladařské analytiky (Basařová et al., 1994). Antioxidační (antiradikálové) aktivity mladín a piv byly stanoveny dvěma metodami – antiradikálová aktivita ESR-DPPH (Mikyška et al., 2006) a endogenní antiradikálová kapacita piv, to jest hodnota lag-time piva a hodnota T 150 sladin a mladín (Ushida a Ono, 1996; Ushida et al., 1996). Senzorická analýza čerstvého a tři měsíce skladovaného piva a hodnocení doznívání hořkosti bylo provedeno devítičlennou degustační komisí VÚPS podle postupů používaných ve VÚPS (Čejka et al., 2002; Čepička et al., 1992). Deskriptivní metodou byla hodnocena intenzita daného parametru ve škále 0–5 (žádná – velmi silná) a celkový dojem ve škále 1–9 (vynikající, bez vad – velmi závažné vady), výsledkem je průměrná hodnota parametru. Doznívání hořkosti bylo hodnoceno zaznamenáním intenzity hořkého vjemu v průběhu 120 sekund od napití ve škále 0–7.

2.3 Provozní várky

Provozní testy realizoval Chmelařský institut v pivovarech, jejichž velikost byla od malých podniků s výstavem několik desítek tisíc hektolitřů až po velký pivovar s výstavem více než 1 milion hl ročně. Kvašení probíhalo jak v klasických otevřených nádobách ve spilce, tak ve velkoobjemových CKT. V každém pivovaru byla část chmelení nahrazena odrůdou Vital, přičemž se jednotlivé várky lišily v podílu i v čase přidávky. Senzorické hodnocení piv bylo prováděno prakticky výhradně troj-úhelníkovým testem, kdy srovnávacím pivem bylo pivo z běžné výroby. V tomto článku jsou uvedeny výsledky ze tří pivovarů. Testy ve velkém pivovaru A proběhly v letech 2009 a 2010 při výrobě 10% výčepních piv. Chmelení granulami T90 odrůdou Vital, jako náhrada za jiné české odrůdy Agnus a Premiant, bylo rozloženo do 2 dávek. Senzorické

hop pellets were divided into three doses. The first dose of 30% was added at the beginning of the boiling, further 50% of the pellets were added after 30 minutes and the last 20% of hop pellets were added 15 minutes before the end of wort boiling. The aromatic hop varieties were added in the second and the third doses. The sludge was removed from the wort in a whirlpool tank. The wort was cooled down to a pitching temperature of 10 °C and was aerated to a dissolved oxygen volume of 8.0 ± 0.5 mg/l. The secondary fermentation was carried out in a cylindro-conical tank (CCT). The wort was fermented with the same dosage of compressed yeast strain No. 95 from the Yeast collection of the RIBM. The maximum fermentation temperature was 12 ± 0.1 °C. The green beer was cooled down to a temperature of 5–6 °C and filled into lager tanks. The storage time was 30 days at a temperature of 1–2 °C. The beer was filtered, bottled and pasteurized to a level of about 20 PU.

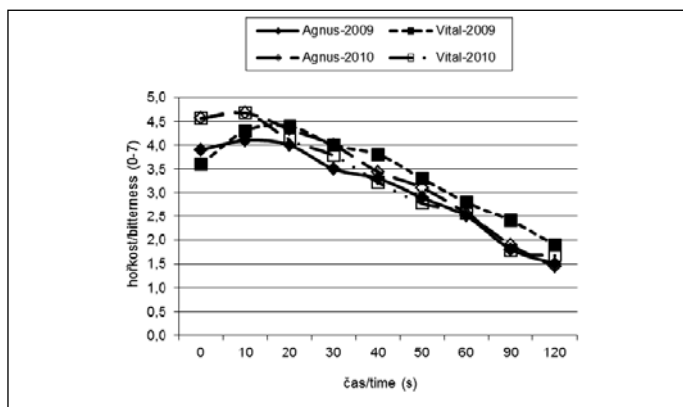
The analyses of hops, unhopped wort, and beers were done according to the Methods of Analyses EBC (1998) and the Pivovarsko-sladařská analytika (Basařová et al., 1994). The antioxidative and antiradical activity of the wort and the beer were determined by two methods: the antiradical activity by ESR-DPPH (Electron-spin-resonance spectrum of diphenylpicrylhydrazyl radicals) (Mikyška et al., 2006) and the endogenous antiradical capacity of beer which responds to values of the lag-time of beer and the value T150 of unhopped wort and wort (Ushida and Ono, 1996; Ushida et al., 1996). The sensory analyses of fresh beer and beer after three months storage and the evaluation of the lingering hop bitterness were conducted by a nine member panel at the RIBM according to the method used in the RIBM (Čejka et al., 2002; Čepička et al., 1992). The intensity of a given parameter was evaluated by a descriptive method with the scale of 0–5 (none – very strong) and the overall impression with the range of 0–9 (excellent, without faults – very serious faults). The results were average values for the given parameter. The lingering of bitterness was evaluated by a notification of the bitterness intensity in the range of 0–7 over 120 seconds after drinking.

2.3 Full Scale Trials

Full scale brewing trials were done by the HRI in breweries of different sizes: from small breweries with a capacity of a few tens of thousands hl of beer to a large brewery with an annual output of more than a million hl of beer. The fermentations were carried out in open fer-

Tab. 2 Složení chmelových pryskyřic v CO₂-extraktech vybraných odrůd ze sklizně 2009/2010 / Alpha and beta acids composition in CO₂-extracts, crop harvest 2009/2010

Odrůda / Variety	alfa kyseliny / alpha acids (% hm.w.)	beta kyseliny / beta acids (% hm.w.)	poměr alfa/beta / alpha/beta ratio	kohumulon / cohumulone (% rel.)	kolupulon / colupulone (% rel.)	Navážka chmelovar (g) / charge wort baizing
Herkules	55.8	18.3	3.05	35.0	54.4	3 x 4.76
Magnum	47.4	22.6	2.10	26.6	48.4	3 x 5.60
Vital	47.0	27.9	1.68	24.6	48.6	3 x 5.60
Agnus	43.3	20.6	2.10	33.8	56.7	3 x 6.10



Obr. 3 Intenzita a doznívání sensorické hořkosti čerstvých piv – Vital a Agnus / Fig. 3 The intensity and lingering of sensory bitterness of fresh beer – Vital and Agnus

hodnocení piv bylo provedeno společnou komisí pracovníků pivovaru z Chmelařského institutu. V pivovarech **B** a **C** byl testován CO₂-extrakt odrůdy Vital ze sklizně 2010. V obou pivovarech je použití CO₂-extraktů součástí chmelení všech značek vyráběných piv. V pivovaru **B** používají extrakt z německé odrůdy Magnum, v pivovaru **C** extrakt z americké odrůdy Columbus. Extrakty se dávkuje vždy na začátku chmelovaru a tvoří 30 až 50 % z celkové dávky alfa kyselin. Například v pivovaru **B** se chmelí 12% ležák celkovou dávkou 8,2 g alfa kyselin/hl. V pokusných várkách byl komerční produkt nahrazen extraktem z odrůdy Vital. Další chmelení i ostatní technologické parametry byly ponechány beze změn. Sensorické hodnocení piv bylo provedeno trojúhelníkovým testem komisí příslušného pivovaru a v druhém kole degustační komisí CHI Žatec.

3 VÝSLEDKY A DISKUSE

3.1 Čtvrtprovozní várky

V tab. 1 jsou uvedeny výsledky sensorického hodnocení první série 12% ležáckých piv vyrobených v pokusném pivovaru Chmelařského institutu. Panelem 73 degustujících byla nejlépe ohodnocena piva s kombinovaným chmelením Vital-Žatecký červeňák a Vital-Harmonie. S určitým odstupem následovalo pivo chmelené pouze chmelem Vital a pivo chmelené kombinací Vital-Sládek. To naznačuje, že optimální pivovarské využití odrůdy Vital bude založeno na kombinaci s jinými odrůdami. U Vitalu lze předpokládat, že jako vysokoobsažná odrůda se bude používat pro první chmelení k získání hlavního podílu hořkosti piva.

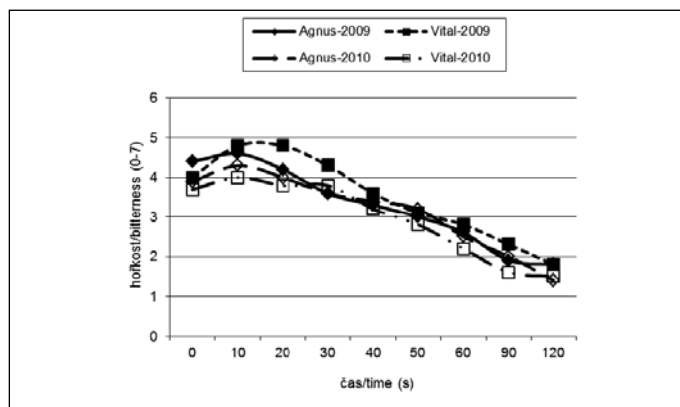
Výsledky analytického hodnocení chmelových extraktů a navážky pro chmelovar ve druhé sérii várek jsou shrnuty v tab. 2. Hořkost piv a výsledky sensorického hodnocení jsou uvedeny v tab. 3. Je patrné, že analytické hořkosti pokusných piv jsou poměrně vyrovnané, což je nezbytný předpoklad pro objektivní sensorické hodnocení. Celkem 64 degustujících vyhodnotilo jako nejlepší piva chmelená extrakty odrůd Vital a Herkules, která shodně získala 162 bodů. S odstupem byla na dalších místech hodnocena piva chmelená extrakty z odrůd Agnus a Magnum.

Výběr odrůd nebyl náhodný. Záměrně byly do testu zařazeny odrůdy s nižším (25 % rel.; Magnum, Vital) i vyšším (35 % rel.; Herkules, Agnus) podílem kohumulonu v alfa kyselinách. Výsledky sensorického hodnocení pokusných piv prokázaly, že charakter hořkosti piv s podílem kohumulonu v alfa kyselinách nesouvisí.

Vliv kohumulonu na hořkost piva byl v minulosti několikrát zkoumán a názory na tuto problematiku stále nejsou jednotné. Je známo, že kohumulon, který má nižší hodnotu disociační konstanty, je v mladině i pivu ve srovnání s dalšími analogy, více rozpustný a reaktivní. Z toho důvodu jeho konverze na iso-kohumulon při chmelovaru je

Tab. 3 Výsledky stanovení hořkosti a sensorického hodnocení piv z 2. série / Beers bitterness and sensorial assessment results of 2. series of experimental beers

Odrůda / Variety	Hořkost – mladé pivo (IBU) / Bitterness – Green beer (IBU)	Hořkost – pivo (IBU) / Bitterness – beer (IBU)	Body celkem / Total points	Pořadí oblíbenosti / Final score
Herkules	38.7	33.9	162	1.–2.
Magnum	33.8	31.9	147	4.
Vital	33.6	30.1	162	1.–2.
Agnus	35.8	32.6	149	3.



Obr. 4 Intenzita a doznívání sensorické hořkosti piv po 3 měsících – Vital a Agnus / Fig. 4 The intensity and lingering of sensory bitterness of 3 months stored beer – Vital and Agnus

mentation vessels as well as in large CCTs. In each brewery one dose of hops was replaced by the Vital variety. The individual batches differed in the size of doses and time of addition. The sensory analyses were done solely using triangle tests. The reference beer was a beer from the current production. The test results from three breweries are shown in this study. The tests in the large brewery **A** were carried out in the years 2009 and 2010 by the production of 10% draught beers. The T90 pellets made from the Vital variety were used as a replacement for other Czech varieties (Agnus and Premiant). The hopping was divided into two portions. The sensory evaluation was done by a joint panel of employees from the brewery and from the HRI. The CO₂-extract from the Vital variety harvested in 2010 was tested in the breweries **B** and **C**. In both breweries CO₂-extracts are commonly used for the hopping of all beer brands produced. Brewery **B** used the CO₂-extract of the German Magnum variety and brewery **C** the CO₂-extract of the American Columbus variety. The extracts are always added at the beginning of the wort boiling and they represented 30 to 50% of the total α -bitter acids consumption. In brewery **B**, for instance, the 12% lager beers are hopped with a total dosage of 8.2 g of α -bitter acids per hl beer. In the test batches the commercial product was replaced by the extract of the Vital variety. The following hopping as well as all other parameters remained unchanged. The sensory evaluation was done using a triangle test by the panel of employees from the corresponding brewery and in the second round by the evaluation panel from the HRI in Žatec.

3 RESULTS AND DISCUSSION

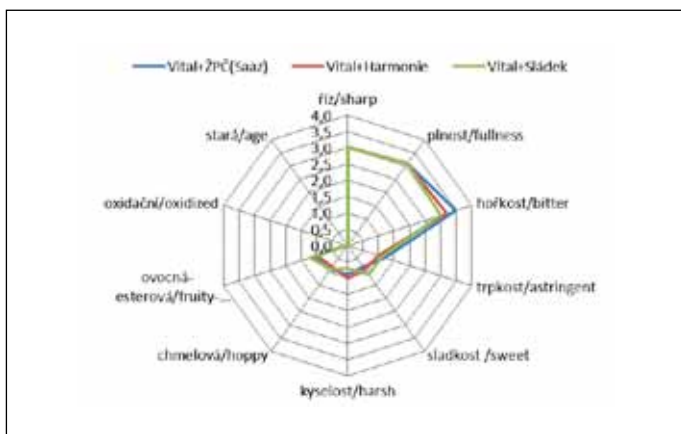
3.1 Pilot scale trials I

Tab. 1 shows the results of the sensory evaluation from the first series of 12% lager beers produced in the experimental brewery of the HRI. The evaluation panel of 73 members preferred beers hopped with combinations of Vital and Saaz varieties and of Vital and Harmonie varieties. At a certain distance followed a beer hopped only with hops of the Vital variety and a beer hopped with a combination of the Vital and Sládek varieties. That indicates that the optimal brewery usage of the Vital variety will be based on its combination with other varieties. The Vital variety with its high content of α -acids will presumably be used for the first hopping in order to obtain the basic beer bitterness.

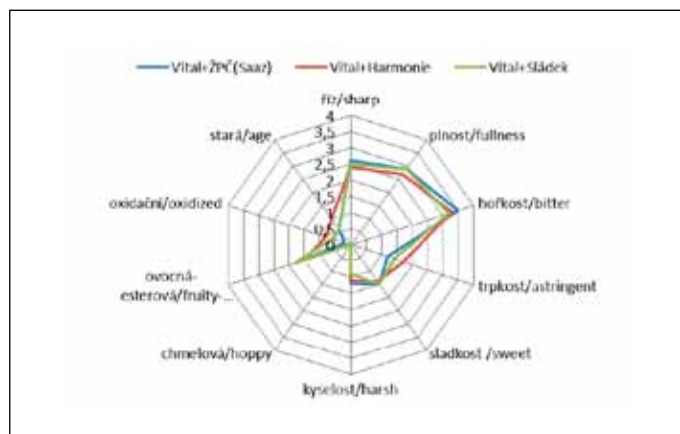
The results of the analytical assessment of hop extracts used for second beer series are summarized in Tab. 2. The beer bitterness and the results of the sensory evaluation are given in Tab. 3. The values of bitterness obtained by the analytical determinations

of the beers tested are relatively flat. This is a presupposition for an objective sensory evaluation. The beers hopped with the Vital and the Herkules varieties were assessed as the best by a total of 64 evaluators. Both obtained exactly 162 points. Beers hopped with extracts made from the Magnum and the Agnus varieties were rated at a distance.

The selection of the varieties was not accidental. The varieties



Obr. 5 Výsledky senzorycké analýzy čerstvých piv chmelených kombinací Vital+aromatický chmel / Fig. 5 Results of the sensory analysis of fresh beers hopped by a combination Vital + aroma hops



Obr. 6 Výsledky senzorycké analýzy piv chmelených kombinací Vital+aromatický chmel po 3 měsících skladování / Fig. 6 Results of the sensory analysis of beers hopped by a combination Vital + aroma hops after 3 months storage

Tab. 4 Obsah sekundárních metabolitů v testovaných chmelech / Secondary metabolites content in tested hops

Analytický parametr / Analytical parameter		Agnus-2009	Vital-2009	Agnus-2010	Vital-2010	ŽPČ/Saaz	Harmonie	Sládek
pryskyřice, polyfenoly / resins, polyphenols								
alfa kyseliny / alpha acids	%	11.6	10.2	10.9	14.1	3.4	7.7	6.6
beta kyseliny / beta acids	%	5.7	6.4	7.1	8.7	5.2	7.5	6.6
poměr alfa/beta / alpha/beta ratio		2.0	1.6	1.5	1.6	0.7	1.0	1.0
celkové polyfenoly / total polyphenols	mg/g	27.5	30.0	30.5	42.0	51.3	37.8	30.3
poměr celkové polyfenoly/alfa / total polyphenols/alpha ratio		2.4	2.9	2.8	3	14.9	4.9	4.6
anthokyanogeny / anthocyanogens	mg/g	14.9	16.4	14.8	20.5	20.9	13.8	12.2
flavonoidy / flavanoids	mg/g	3.2	3.7	3.6	5.9	7.5	4.6	3.6
ESR-DPPH	% rel.	38.5	41.5	38.2	51.6	57.8	43.3	36.4
silice ve chmelu / hop essential oils								
celkový obsah / total oil	%	2.86	2.23	2.54	2.83	0.55	1.58	1.85
myrcen / myrcene	% rel.	48.2	45.9	48.2	53.3	33.1	38.6	41.2
karyofylen / caryophyllene	% rel.	12.5	11.1	12.5	5.8	8.5	10.2	9.2
farnesen / farnesene	% rel.	< 1.0	4.9	< 1.0	1.8	19.7	< 1.0	< 1.0
humulen / humulene	% rel.	21.1	3.8	21.1	2.9	18.9	16.2	19.7
selineny / selinenes	% rel.	1.6	12.1	1.6	11.7	1.2	17.5	1.1

větší než u humulonů a adhumulonů (Jaskula, 2008). Podle Rigbyho (1972) disociované formy iso-alfa kyselin mnohem více dráždí chuťové buňky v porovnání s nedisociovanou molekulou. Došel k závěru, že iso-kohumulony, které jsou v pivu více disociovány než iso-humulony, poskytují piva s drsnější hořkostí. Toto konstatování je v práci prezentováno více méně jako teorie, aniž je podloženo adekvátním experimentálním ověřením. Je až překvapivé, jak tato teorie ovlivnila na mnoho let názor na kohumulon mezi chmelařskou i pivovarskou veřejností. V několika dalších studiích (Wackerbauer, 1992; Shellhammer, 2004; Kusch, 2007) se tato teorie nepotvrdila. Ke stejnému závěru dospěli i výsledky pivovarských testů, které byly před několika lety provedeny ve Chmelařském institutu v Žatci.

3.2 Poloprovozní várky

Pelaty testovaných odrůd použité pro poloprovozní pokusy splňovaly požadavky na odrůdovou charakteristiku (tab. 4). Obsah polyfenolových látek a stejně tak antioxidační aktivita rámcově klesá od aromatických odrůd po odrůdy vysokoobsažné (Krofta et al., 2008). Biochemické cesty vedoucí k tvorbě flavonoidních polyfenolů a hořkých kyselin jsou provázané (Stevens et al., 1998), šlechtění na vysoký obsah hořkých látek vede k určitému potlačení tvorby polyfenolů. Vzorky odrůdy Vital měly relativně vysoký obsah polyfenolových látek, mírně vyšší v porovnání se vzorky odrůdy Agnus. Antiradikálová aktivita ESR-DPPH chmelů Vital byla vyšší oproti chmelům Agnus.

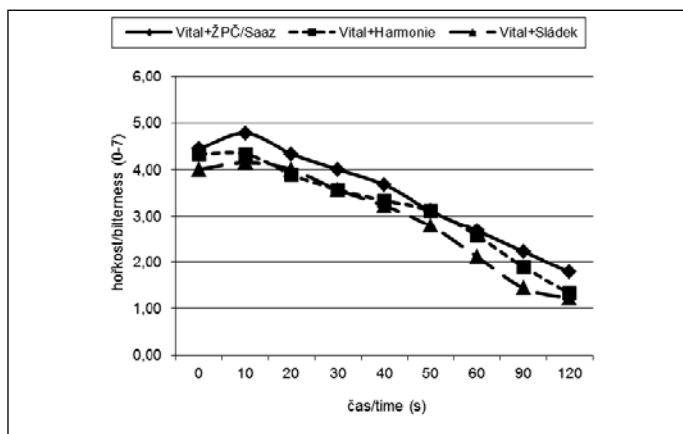
Obsah polyfenolových látek i antiradikálové vlastnosti (ESR-DPPH, ESR-T150) u mladiny chmelených odrůdami Vital a Agnus

with a lower (25% rel.) cohumulone ratio such as Magnum and Vital and the varieties with a higher (35% rel.) cohumulone ratio such as Herkules and Angus were taken into the test deliberately. The results of the sensory evaluation of beers tested showed no correlation between the character of bitterness and the content of cohumulone in the α -acids.

In the past the impact of cohumulone on beer bitterness was investigated several times and the opinion on this matter is not unified. Due to its lower dissociation constant the cohumulone is more soluble and more reactive in wort and in beer when compared with other bitter substances. Therefore, the conversion of cohumulone to isochumulone during the wort boiling is higher than the conversion of humulone and adhumulone (Jaskula, 2008). According to Rigby (1972) the dissociated form of the iso- α -acids irritates the palate much more than a non-dissociated molecule. He concluded that more dissociated isochumulones when compared with isohumulones give beers a coarse bitterness. This statement is presented more or less as a theory without any relevant experimental validation. Nevertheless, among the brewing and hop growing community this theory has influenced the opinion about cohumulone for many years. Some other authors, however, such as Wackerbauer (1992), Shellhammer (2004) and Kusch (2007) did not confirm this theory. The same conclusion reached the brewery tests carried out in the HRI in Žatec several years ago.

3.2 Pilot Scale Trials II

The pellets from the varieties tested used in pilot scale trial met the criteria for variety characteristics (Tab. 4). The content of the polyphenols



Obr. 7 Intenzita a doznívání senzorické hořkosti čerstvých pív – Vital + aromatická odrůda / Fig. 7 The intensity and lingering of sensory bitterness of beers hopped by a combination Vital + aroma hops

nolic compounds as well as the antioxidation activity generally declines for the aromatic hop varieties compared to high alpha varieties (Krofta et al., 2008). The biochemical processes leading to the formation of flavonoid polyphenols and bitter acids are interdependent (Stevens et al., 1998). The relatively high content of polyphenolic substances in samples of the Vital variety was slightly higher when compared with samples of the Angus variety. In the comparison with Agnus hops the antiradical activity ESR-DPPH of the Vital hops was higher.

In worts hopped with the Vital and Agnus varieties the content of polyphenols as well as the antiradical properties (determined by ESR-DPPH and ESR-T150) were very similar. In batches hopped with a combination of Vital and an aromatic hop variety the content of polyphenols and the antiradical properties corresponded to the properties of the varieties used. The ratio of *cis/trans* isomers of the iso-alpha acids was comparable for all batches (Tab. 5). When compared to the *cis*-stereoisomers of iso-humulones the *trans*-forms are less stable. They are subject to a higher extent to chemical changes during production and storage of the beer and their bitterness also differs from the *cis*-forms (Jaskula-Goiris et al., 2010). The results of the beer analyses are given in Tab. 6. The values for the basic chemical analyses show the similarity of the batches. The foaming stability was about the

Tab. 5 Výsledky rozboru pokusných mladín / Results of wort analyses

Analytický parametr / Analytical parameter		Agnus-2009	Vital-2009	Agnus-2010	Vital-2010	Vital + ŽPČ	Vital+ Harmonie	Vital + Sládek
extrakt / extract	%	12.2	12.1	12.2	12.4	12.3	12.4	12.1
celkové polyfenoly / total polyphenols	mg/l	191	183	210	218	234	217	207
anthokyanogeny / anthocyanogens	mg/l	45.3	43.7	44.5	45.6	50.9	49.9	44.8
flavonoidy / flavanoids	mg/l	21.6	22.8	20.4	19.8	25.5	24.1	22.4
ESR-DPPH	%	54.2	53.9	56	52	58	54	55
ESR T150		-	-	5.70	5.84	4.91	6.44	5.56
isohumulony / isohumulones	mg/l	-	-	49.4	46.6	45.8	46.3	45.5
cis/trans isohumulony / isohumulones		-	-	2.09	1.96	2.11	2.14	2.18

Tab. 6 Výsledky rozboru pokusných pív / Results of beer analyses

Analytický parametr / Analytical parameter		Agnus-2009	Vital-2009	Agnus-2010	Vital-2010	Vital + ŽPČ	Vital + Harmonie	Vital + Sládek
původní extrakt / original extract	%	12.1	11.7	12.2	12.6	12.2	12.4	12.0
prokvašení zdánlivé / attenuation apparent	%	74.8	75.2	71.1	71.4	73.2	72.1	71.9
prokvašení skutečné / attenuation real	%	61.9	62.2	59.0	59.2	60.6	59.8	59.6
barva / colour	EBC	8.4	8.7	8.8	8.6	9.3	9.2	8.9
pH		4.35	4.47	4.42	4.42	4.56	4.49	4.55
pěnivost / head retention NIBEM	Σ	273	283	269	280	286	291	286
celkové polyfenoly / total polyphenols	mg/l	159	159	183	177	189	175	172
anthokyanogeny / anthocyanogens	mg/l	37.8	34.8	34.2	34.4	35.2	30	29.5
flavonoidy / flavanoids	mg/l	19.4	18.7	15.6	15.8	17.2	15.3	15.6
ESR-lag time	min	12	15	57	59	57	67	60
ESR-DPPH	%	59	59	55.8	56.3	53.5	50.2	56.5
isohumulony / isohumulones	mg/l	31.7	28.5	35.9	35.6	36.3	34.8	33.1
cis/trans isohumulony / isohumulones		2.2	2.24	2.48	2.44	2.40	2.41	2.43
CSD pivo / beer	skóre/ score	3.6	3.8	4.0	4.1	3.5	3.7	3.4
CSD po 3 měsících / after 3 months	skóre/ score	5.3	5.6	4.6	4.4	4.3	5.4	4.9

CSD – celkový senzorický dojem / overall sensory impression

Tab. 7 Hořkosti poloprovozních várek piva v řadě mladina-mladé pivo-pivo po 3 měsících / *Development of bitterness in the chain of wort-green beer-beer after 3 months; semi-scale brews*

hořkost / bitterness (IBU)	Agnus 2009	Vital 2009	Agnus 2010	Vital 2010	Vital + ŽPČ	Vital + Harmonie	Vital + Sládek
mladina / wort	57	56	59	54	55	56	53
mladé pivo / green beer	37	35	37	35	36	33	31
pivo / beer	34	31	33	31	34	30	30
po 3 měsících / after 3 months	32	32	32	30	31	28	29

Tab. 8 Výsledky senzoričského hodnocení pokusných piv vyrobených v provozním měřítku pivovaru A (trojúhelníková zkouška) / *The results of beers assessment in full scale, brewery A; triangle test*

	2009	2010
Počet degustujících / total assessors	18	12
Správně určilo/ right score	4	3
Statistická průkaznost/ statistical significance	ne / no	ne / no

Tab. 9 Výsledky hodnocení piv v provozních pivovarech B, C trojúhelníkovou zkouškou / *The results of beers assessment in full scale breweries B, C; triangle test*

Pivovar / Brewery	Počet degustujících / Total assessors	Správně určilo / Right score	Statistická průkaznost / Statistical significance
B	14	7*	ne/no
C	10	5**	ne/no

* preferenční zkouška, pivovar B: 5–2 (Vital-kontrola) / *preference test, brewery B: 5–2 (Vital – control)*** preferenční zkouška, pivovar C: 2–3 (Vital-kontrola) / *preference test, brewery C: 2–3 (Vital – control)*

byly velmi blízké. Ve várkách s kombinací Vital + aromatická odrůda korespondoval obsah polyfenolových látek i antiradikálové vlastnosti s aplikovanou chmelovou surovinou. Poměr *cis/trans*-isomerů iso-alfa-hořkých kyselin byl u všech várek srovnatelný (tab. 5). Trans-stereoisomery isohumulonů jsou v porovnání s *cis*-formou méně stabilní a ve větší míře podléhají chemickým změnám při výrobě a skladování piva. Mají rovněž hořkost odlišnou od *cis*-formy isohumulonů (Jaskula-Goiris et al., 2010). Výsledky analýzy piv jsou uvedeny v tab. 6. Hodnoty základního chemického rozboru dokumentují vyrovnanost várek. Trvanlivost pěny byla u piv ze všech várek na srovnatelné úrovni, piva z chmelů odrůdy Vital měla mírně vyšší hodnotu v porovnání s pivy chmelenými chmely Agnus. Hodnoty barvy piv byly rovněž vyrovnané. Poměr *cis/trans*-isohumulonů v pivech chmelených chmely Vital a Agnus nevykazoval žádný trend ve vztahu k použitému chmelu, u várek se surovinou ze sklizně 2009 byl mírně nižší, tj. horší oproti várkám se chmely ze sklizně 2010, kdy byla piva vyrobena na nové varně. U várek s kombinací Vital + aromatická odrůda byly hodnoty pro všechny varianty srovnatelné. Obsah polyfenolových látek v pokusných pivech korespondoval s aplikovanou chmelovou surovinou. Hodnoty endogenní antiradikálové kapacity ESR-lag time várek chmelených odrůdami Vital a Agnus i kombinací Vital + aromatická odrůda byly srovnatelné, zřetelně vyšší hodnoty byly naměřeny u piv vyrobených na nové varně.

Analytická hořkost piv byla v rozmezí 30 až 34 jednotek hořkosti (tab. 7). Ztráty mezi mladinou a pivem u várek chmelených chmely Vital a Agnus byly srovnatelné. Výsledky analýzy hořkosti piv po 3 měsících skladování neukázaly rozdíly v dynamice poklesu obsahu hořkých látek mezi pivy chmelenými testovanými chmely. Senzorická kvalita, celkový senzoričský dojem piv chmelených 100 % chmelů Vital a Agnus byly prakticky shodné, shodné byly i výsledky hodnocení piv po 3 měsících skladování. Senzorické stárnutí piv vyrobených na nové varně bylo podstatně pomalejší (tab. 7). Senzorický profil piv se výrazně nelišil, u várky s chmelem Vital ze sklizně 2009 byla zaznamenána v čerstvém i starém pivu mírně vyšší trpkost (obr. 1 a 2). Čerstvá piva chmelená Agnusem měla analytickou hořkost slabší, o 2 až 3 jednotky, vyšší oproti pivům chmeleným Vitalem. Křivky průběhu senzoričského vjemu hořkosti čerstvých i skladovaných piv chmelených chmely Vital a Agnus ze sklizně 2010 byly velmi podobné, u várek ze sklizně 2009 byla u piva chmeleného chmelem Agnus zaznamenána vyšší intenzita a pozdější kulminace hořkého vjemu v porovnání s pivem chmeleným chmelem Vital (obr. 3, 4).

Piva chmelená kombinací Vital + aromatická odrůda chmele byla v celkovém senzoričském dojmu hodnocena o 0,4–0,7 bodu lépe nežli pivo chmelené stoprocentně chmelem Vital. Nejmenší rozdíl byl u kombinace Vital + Harmonie. Po 3 měsících skladování bylo

same for all batches; nevertheless, beers hopped with the Vital variety showed slightly higher values when compared with beers hopped with the Agnus. The values for beer colour were similar too. The ratio of *cis/trans*-isohumulones in beers hopped with the Vital and Agnus varieties shows no correlation to the hops used. For the batches with hops harvested in 2009 the *cis/trans*-ratio was slightly lower, that means worse when compared with batches with hops harvested in 2010 and produced in a new brewhouse. For the batches with the Vital and aromatic hops combination the values for all variations were similar. The content of polyphenolic compounds in the experimental beers corresponded to the hops used. The values of endogenous antiradical capacity ESR-lag time for batches hopped with Vital and Agnus varieties as well as with the Vital and aromatic variety combination were also similar.

Analytical beer bitterness was in the range of 30 to 34 IBU (Tab. 7). The losses between wort and beer were similar to batches hopped with the Vital and Agnus varieties. The results of bitterness determination for beers after three months storage didn't show any differences in the dynamic of the reduction of bitter substances between the beers hopped with the tested hops. The sensory quality and the total sensory perception of beers hopped entirely with the Vital or with the Agnus variety were almost the same and remained unchanged even after three months storage. The sensory aging of beers produced in the new brewhouse was considerably slower (Tab. 7). The sensory profiles of the beers didn't differ much. A slightly higher astringency was only registered for the batch with the Vital hops harvested in 2009 both for the fresh beer and for the beer after three months of storage (Fig. 1 and 2). For fresh beers with the Agnus hops the analytically determined bitterness was 2 to 3 IBU higher when compared with beers hopped with the Vital variety. The sensory bitterness perception and lingering hop bitterness curves for fresh and stored beers with the Vital and Agnus varieties of hops harvested in 2010 were very similar. The batches hopped with the Agnus variety harvested in 2009 showed a higher intensity and a later culmination of bitterness perception when compared with beers hopped with the Vital variety harvested in the same year (Fig. 3 and 4). The evaluations of total sensory perception for beers with the Vital and aromatic hops combination were generally 0.4 to 0.7 points better than for beers hopped with the Vital variety only. The smallest difference was found for the combination of the Vital and Harmonie varieties. After three months storage the beer hopped with the Vital and Saaz varieties was evaluated as the best with 4.3 points and the beer hopped with the Vital and Harmonie varieties as the worst with 5.4 points (Tab. 7). The sensory profile of fresh beers showed no significant differences, however, with the stored beers hopped with the Vital and Harmonie varieties a higher intensity of astringent, stale and oxidized taste was found (Fig. 5 and 6). The sensory bitterness perception and lingering

nejlépe hodnoceno pivo chmelené kombinací Vital + ŽPČ (4,3 bodu) a nejhůře pivo chmelené kombinací Vital + Harmonie (5,4 bodu) (tab. 4). Senzorický profil čerstvých piv se výrazně neliší, u skladovaných piv byla pro pivo chmelené Vital + Harmonie zaznamenána vyšší intenzita trpké, staré a oxidační chuti (obr. 5, 6). Křivky průběhu sensorického vjemu hořkosti čerstvých i skladovaných piv chmelených kombinacemi chmele Vital a aromatické odrůdy byly velmi podobné (obr. 7 a 8).

3.3 Provozní várky

Výsledky sensorického hodnocení pokusných piv vyrobených v provozním měřítku v pivovaru A jsou uvedeny v tab. 8. Sensorické hodnocení trojúhelníkovou zkouškou ukázalo, že kvalitativní rozdíly piva z běžné výroby a piva chmeleného odrůdou Vital jsou statisticky neprůkazné.

V pivovarech B a C byl testován CO₂-extrakt odrůdy Vital ze sklizně 2010. Sensorické hodnocení piv bylo provedeno trojúhelníkovým testem komisí příslušného pivovaru a v druhém kole degustační komisí CHI Žatec. Výsledky uvedené v tab. 9 jsou souhrnem hodnocení obou dílčích komisí. Výsledky sensorických zkoušek v obou pivovarech jsou shodné, mezi pivy z běžné výroby a pokusnými pivy chmelenými odrůdou Vital nebyly shledány statisticky průkazné sensorické rozdíly. Degustátoři preferovali pivo pivovaru B s Vitalem před srovnávacím vzorkem. Z kvalitativního hlediska je možno uvažovat o náhradě tuzemské suroviny za dovážené extrakty. Otázkou zůstává cena a dlouhodobé kontrakty, které mají pivovary uzavřeny se zahraničními dodavateli.

4 ZÁVĚR

Ve čtvrtprovozních a provozních pokusech byla zjištěna kvalita piv chmelených CO₂-extraktem Vital shodná nebo lepší v porovnání s chmelením extrakty významných zahraničních vysokoobsažných odrůd chmele. Kvalitní piva byla rovněž vyrobena ve čtvrtprovozním až provozním měřítku chmelením granulemi T90 Vital. Výsledky pokusných poloprovozních várek ležáckých piv ukázaly sensorickou kvalitu a stabilitu piv chmelených peletami T90 Vital srovnatelnou s peletami T90 Agnus. Nejpomalejší sensorické stárnutí mělo pivo chmelené kombinací Vital + Žatecký červeňák, nejrychleji stárnulo pivo chmelené kombinací Vital + Harmonie. U pokusných piv nebyly zaznamenány žádné negativní aspekty aplikace nové odrůdy Vital, vliv na barvu, pěnivost, cizí chuti a vůně. Při záměně granulí nebo extraktu hořkých odrůd chmele surovinou z nové odrůdy Vital je možno v provozu očekávat srovnatelnou sensorickou kvalitu vyráběných piv.

PODĚKOVÁNÍ

Tato studie byla finančně podpořena projekty FR-TI1/012 Ministerstva průmyslu a obchodu a MSM6019369701 Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy.

LITERATURA / REFERENCES

- Analytica EBC, 1998: 5th edition, European Brewery Convention, Carl-Hans Verlag, Nürnberg.
- Basaňová, G., 1994: Pivovarsko sladařská analytika, Merkanta, Praha.
- Čejka, P., Kellner, V., Čulík, J., Horák, T., Jurková, M., 2002: Moderní metody hodnocení výsledků sensorické analýzy. Kvasny Prum., 48(5): 114–119.
- Čepička, J., Střeček, F., Pokorný, J., 1992: Monatsschrift für Brauwissenschaft 45(10): 329–335.
- Jaskula-Góris, B. et al., 2008: A Kinetic Study on the Isomerization of Hop Alpha Acids. J. Agric. Food Chem. 56: 6408–6415.
- Jaskula-Góris, B., Aerts, G., De Cooman, L., 2010: Hop α -acids isomerisation and utilisation: an experimental review. Cerevisia, 35(3): 57–70.
- Krofta, K., Mikyška, A., Hašková, D., 2008: Antioxidant characteristics of hops and hop products. J. Inst. Brew., 114: 160–166.
- Krofta, K., Patzak, J., Nesvadba, V., Mikyška, A., Slabý, M., Čejka, P., 2013: VITAL – česká hybridní odrůda chmele – část I. Kvasny Prum., 59, 2013(1): 2–13.
- Kusche et al., 2007: Influence of the new high alpha hop variety Herkules on beer quality. Proc. 31th EBC Congress, Venice, Italy.

hop bitterness curves for fresh and stored beers hopped with the Vital and aromatic varieties were very similar (Fig. 7 and 8).

3.3 Full Scale Trials

The results of the sensory evaluation of the experimental beers produced in full scale conditions in brewery A are presented in Tab. 8. The evaluation carried out using triangle tests showed that qualitative differences between the beers from normal production and the experimental beers hopped with the Vital hops variety are not statistically significant.

The CO₂-extracts from the Vital variety harvested in 2010 were tested in breweries B and C. For the sensory evaluations triangle tests were used. In the first round it was carried out by panel members from the brewery and in the second round by the evaluation panel from the HRI in Žatec. The results presented in Tab. 9 are a summary of the evaluations by both panels. The sensory evaluations in both breweries are consistent. No statistically relevant differences between the beers from normal production and the experimental ones were found. The judges preferred the beer produced in brewery B hopped with the Vital variety over a reference sample. In terms of the beer quality the imported extracts could be replaced by domestic products. The problems to be solved are the price and the long-term contracts of the breweries with foreign suppliers.

4 CONCLUSIONS

The experimental beers hopped with the CO₂-extracts from the Vital variety produced in pilot scale trials and full scale trials were qualitatively the same or better when compared with beers hopped with high alpha foreign hop varieties. All experimental beers hopped with Vital T90 pellets and produced at levels from quarter scale trials to full scale trials were also of good quality. The batches of lager beers produced in pilot scale trials and hopped with Vital T90 pellets showed a sensory quality and stability comparable with beers hopped with Agnus T90 pellets. The hopping with Vital pellets (70%) combined with aromatic hop varieties such as Saaz, Sladek or Harmonie seems to enhance the sensory quality of the beers. The slowest sensory aging was found with the beer hopped with the Vital and Saaz combination. The fastest sensory aging beer was with the beer hopped with the Vital and Harmonie combination. The experimental beers showed no negative impacts on colour, foaming power, off-flavour or foreign odour when the new hop variety Vital was used. When replacing the pellets or CO₂-extracts of bitter hop varieties with the Vital variety the same or even better sensory quality can be expected.

ACKNOWLEDGMENTS

The present study was supported by the research project FR-TI1/012 of the Ministry of Industry and Trade and the research project MSM6019369701 of the Ministry of Education, Youth and Sports.

Translated by Eva Paterson

- Mikyška, A., Krofta, K., Hašková, D., 2006: Evaluation of antioxidant properties of hop and hop products. Kvasny Prum., 52(7–8): 214–225.
- Shellhammer, T. et al., 2004: A Comparison of the Bitter Quality of Beer Produced with High and Low co-humulone Hop Varieties. Oral presentation. World Brewing Congress, San Diego.
- Stevens, J.F., Miranda, C. R., Buhler, D.R., 1998: Chemistry and biochemistry of hop flavonoids. J. Am. Soc. Brew. Chem., 56(4): 136–145.
- Ushida, M., Ono, M., 1996: Improvement of oxidative flavor stability of beer – Role of OH-radicals in beer oxidation. J. Am. Soc. Brew. Chem., 54: 198–204.
- Ushida, M., Suga, S., Ono, M., 1996: Improvement of oxidative flavor stability of beer – Rapid prediction method for beer flavor stability by electron spin resonance spectroscopy. J. Am. Soc. Brew. Chem., 54: 205–211.
- Úřední věstník EU, 2008: C016, 23/01/2008, 0014–0022.
- Wackerbauer, K., Balzer, H., 1993: Hop bitter compounds in beer, Part II: The influence of cohumulone on beer quality. Brauwelt International, 11: 116–118.