

VITAL – česká hybridní odrůda chmele – část I

VITAL – The Czech Hop Hybrid Variety – Part I

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

Krofta, K. – Patzak, J. – Nesvadba, V. – Mikyška, A. – Slabý, M. – Čejka, P.: VITAL – česká hybridní odrůda chmele – část I. Kvasny Prum. 59, 2013, č. 1, s. 2–13.

Odrůda Vital byla registrována v roce 2008. Geneticky je nejvíce příbuzná další české odrůdě Agnus. Výnosový potenciál je 2 až 2,5 t/ha. Obsahem alfa kyselin v intervalu 10 až 15 % hm. se odrůda Vital řadí mezi hořké chmele. Vysoký je i obsah beta kyselin v rozmezí 6 až 10 % hm. stejně jako obsah chmelových silic, 1,5–2,5 g/100 g. Složení silic je typické obsahem farnesenu a humulenu do 5 % rel. a vysokým obsahem selinenů v intervalu 7–15 % rel. Nejvýznamnějším znakem odrůdy Vital je vysoký obsah desmethylxanthohumolu (DMX). DMX je znám jako prekurzor 8-prenylaringenin, vysoce účinného fytoestrogenu. Díky vysokému obsahu této látky je odrůda Vital perspektivní i pro nepivovarské využití např. ve farmacii či pro výrobu doplňků stravy. V zelených hlávkách činí obsah DMX až 0,50–0,70 % hm. Vzhledem k omezené stabilitě DMX dochází již při sušení k poměrně významným ztrátám, při provozních teplotách sušení 55–60 °C činí ztráta DMX více než 30 % rel. Pro využití k nepivovarským účelům bude nutno použít specifické režimy zpracování zeleného chmele jako je šetrné sušení v komorových sušárnách a uskladnění sušeného chmele v klimatizovaných skladech až do finálního zpracování – granulace nebo extrakce.

Krofta, K. – Patzak, J. – Nesvadba, V. – Mikyška, A. – Slabý, M. – Čejka, P.: VITAL – The Czech hop hybrid variety – Part I. Kvasny Prum. 59, 2013, No. 1, p. 2–13.

The Vital hop variety was first registered in 2008. Vital is genetically most related to Agnus, another Czech variety. The yield potential is 2.0 to 2.5 t/ha. With respect to its content of α -bitter acids of 10 to 15 % it belongs to the bitter cultivars. Both, the contents of β -bitter acids, in the range of 6 to 10 % and the total hop oils of 1.5 to 2.5 % are high. The contents of farnesene and humulene of up to 5 % rel. are characteristic for the hop oils compositions. The content of selinene was 7 to 15 % rel. The most significant characteristic of the variety is the high content of desmethylxanthohumol (DMX). DMX is precursor of 8-prenylaringenin, one of the most efficient phytoestrogen currently known. Because of its high content of this compound the Vital hop variety could also be a prospective cultivar for non-brewing applications in pharmacy or for the production of food supplements. In fresh green cones DMX contents of 0.50 to 0.70 % were found. In the course of drying significant losses of DMX occur due to its chemical instability. Under the most common drying temperatures of 55–60 °C the loss of DMX is more than 30 % rel. In the case of utilizing this hop variety for non-brewing purposes, specific modes of green hops processing such as gentle drying and storage of dried hops in air conditioned warehouses until final processing such as pelletizing or extraction would be necessary.

Krofta, K. – Patzak, J. – Nesvadba, V. – Mikyška, A. – Slabý, M. – Čejka, P.: VITAL – tschechische Hybridhopfensorte, I. Teil. Kvasny Prum. 59, 2013, Nr. 1, S. 2–13.

Im Jahre 2008 wurde eine neue tschechische Hybridhopfensorte Vital registriert. Genetisch ist diese Hopfensorte am meisten verwandten mit einer anderen tschechischen Hopfensorte Agnus. Die Ernteausbeute ist 2,0 bis zum 2,5 t/ha. Mit dem Gehalt an Alfa – Säure im Bereich 10% bis zum 15 % (Gew.) gehört die Hopfensorte unter die bitteren Hopfensorten. Der Gehalt an Beta – Säuren liegt im Bereich 6–10% (Gew.) und an Ätheröle (1,5–2,5 g/100 ist auch hoch. Durch den Gehalt an Farnesen und Humulen bis zu 5% (rel.) und den hohen Gehalt an Selinen im Intervall 7–15% rel.) ist die Ätherölenszusammensetzung dieser Hopfensorte typisch. Der hohe Gehalt an Desmethylxanthohumol (DMX) gibt's als das bedeutendste Merkmal dieser Sorte. DMX ist bekannt als Prekursor des hochwirksamen Phytoestrogens 8-Prenylaringenin. Dank dem hohen Gehalt an diesen Stoff findet die Hopfensorte Vital ihre Anwendung nicht nur in der Brauindustrie aber auch in der Pharma-Industrie oder zur Herstellung von Lebensmitteladditiven. Der Gehalt an DMX in den grünen Hopfenzapfen liegt im Bereich bis zu 0,50–0,70 % (Gew.). Schon während des Trocknungsprozesses verfolgt infolge der beschränkten DMX Stabilität zu den bedeutenden Verlusten, bei der Temperatur 55–60°C tut Verlust an DMX mehr als 30% (rel.). Für die nicht-brau Anwendung ist nötig eine spezifische Verfahren der Grünhopfenverarbeitung anzuwenden, zum Beispiel eine schonende Trocknung in den Kammer-trockenanlagen und Lagerung des Trockenhopfens in den klimatisierten Lagern bis zur Finalverarbeitung: Granulation oder Extraktion.

Klíčová slova: chmel, *Humulus lupulus* L., alfa-kyseliny, chmelové silice, prenylflavonoidy, DMX, DNA, genom

Keywords: hop (*Humulus lupulus* L.), alpha acids, hop oils, prenylflavonoids, DMX, DNA, genome

■ 1 ÚVOD

Odrůdová restrukturalizace českého chmelařství byla zahájena v polovině 90. let minulého století. V tomto období, charakteristickém odbytovou krizí Žateckého červeňáku, se začínají volně pěstovat první české hybridní odrůdy *Bor*, *Sládek* (registrace 1994) a *Premiant* (registrace 1996), které jsou považovány za první generaci českých hybridních odrůd, i když bylo jejich šlechtění zahájeno již na konci 60. let minulého století. Díky svým vynikajícím pěstitelským i pivovarským vlastnostem se tyto odrůdy dokázaly prosadit i po více než 25 letech od svého vzniku. Obsahem alfa kyselin do 12 % hm.

■ 1 INTRODUCTION

The restructuring of hop production by the Czech hop growers started in the first half of the nineties in the last century. At that time, due to the decrease in sales of the *Saaz* variety (*Saaz red bines* hop), the first hybrid varieties *Bor*, *Sladek* (registered in 1994) and *Premiant* (registered in 1996) were cultivated. They are considered as the first generation of Czech hybrid varieties though the selection work already began at the end of sixties in the last century. Due to their excellent cultivating and brewing characteristics these varieties remained established even 25 years after their creation. With bitter

a charakterem chmelového aroma patří do kategorie aromatických a hořkých odrůd s vyšším obsahem pryskyřic. V následujících letech byly postupně registrovány další odrůdy: *Agnus* (2001), *Harmonie* (2004), *Rubín* (2007), *Vital* a *Kazbek* (2008), *Saaz Late*, *Bohemie* (2010). V genetickém základu většiny českých hybridních odrůd má významné zastoupení Žatecký poloraný červeňák. Vzhledem ke stávajícímu rozsahu pěstování (1–2 hektary) lze uvedenou skupinu odrůd, s výjimkou *Agnus*, zatím považovat za minoritní. České hybridní odrůdy se v roce 2011 pěstovaly na celkové ploše 569 hektarů (*Bor 4* ha, *Sládek* 250 ha, *Premiant* 256 ha, *Agnus* 52 ha, *Harmonie* 1 ha, *Rubín* 1 ha, *Vital* 2 ha, *Kazbek* 1 ha, *Saaz Late* 2 ha), což představovalo 12,3% z celkové sklizňové plochy.

Ve šlechtění chmele lze v posledních letech zaznamenat nové trendy, které mají za cíl najít pro chmel nové oblasti uplatnění nejen v pivovarském průmyslu. Jedním z těchto cílů jsou nové odrůdy chmele s atraktivním, sensoricky výrazně odlišným aroma, které v průběhu varního procesu přechází až do piva. Příkladem takových odrůd je například novozélandská odrůda *Nelson Sauvin* nebo americká odrůda *Citra*. Prvně jmenovaná se v pivu projevuje výraznou vůní tropického ovoce (grapefruit). Jako původce atypické vůně byly identifikovány dva těkavé thioly, 3-sulfanyl-4-methylpentan-1-ol a 3-sulfanyl-4-methylpentylacetát se synergickým účinkem (Takoi, 2009). Odrůda *Citra* je výsledkem šlechtění firmy Hop Breeding Company. V genetickém původu je vysoké zastoupení aromatických odrůd *Hallertauer Mittelfrüh* a *Tettnanger US*. V pivu se projevuje výrazným aroma po citrusovém ovoci (Probasco, 2010). Oficiálně je deklarována jako speciální aromatická odrůda, přestože obsahuje 11–13% hm. alfa kyselin. Ukazuje se, že pojem „aromatické odrůdy“ chmele má v současné době širší význam. Tradiční klasifikace odrůd na aromatické a hořké není přesná a někdy je až zavádějící, protože původně byla míněna především z pohledu obsahu alfa kyselin. Mnoho hořkých odrůd se však vyznačuje velmi intenzivním aroma díky tomu, že obsahují mnohem více chmelových silic. Vhodným dávkováním ke konci chmelovaru v režimu „late hopping“ lze chmelové aroma pivovarsky využít, aniž by se podstatně zvyšovala hořkost piva (Van Opstaele, 2010).

V Anglii a USA se šlechtění zaměřuje na odrůdy s vysokým obsahem beta kyselin. Beta kyseliny jsou známé vysokou antibakteriální aktivitou (Sakamoto et al., 2002; Siragusa et al., 2008). Extrakty beta kyselin se již používají např. v cukrovarnictví, kde nahradily k potlačení bakteriální kontaminace ve výrobním procesu dosud používaný formaldehyd (Hein, 1997). Další perspektivní oblastí nepivovarského využití chmele je farmaceutický a potravinářský průmysl, pro které jsou středem zájmu především prenylflavonoidy, xanthohumol, desmethylxanthohumol (DMX), ale také například alfa kyseliny. O bioaktivních účincích xanthohumolu a jeho transformačních produktů byly již publikovány desítky prací (Miranda et al., 2000; Gernhauser et al., 2002; Zanolli, 2008; Lupinacci, 2009; Dorn, 2010). Význam DMX spočívá především v tom, že se jedná o prekurzor 8-prenylaringenin (8-PN), který je v současné době považován za nejúčinnější dosud známý fytoestrogen (Milligan et al., 2002). K transformaci DMX na 8-PN dochází při chmelovaru. Koncentrace 8-PN v pivu jsou však velmi nízké, řádově do 50 µg/l, a tudíž podle některých autorů biologicky prakticky neúčinné (Stevens, 2004). 8-PN také vzniká z isoxanthohumolu po vypití piva působením střední mikroflóry (Possemiers, 2005). V mnohem větších dávkách je 8-PN obsažen v některých fytofarmakách, která jsou již komerčně dostupná. Surovinou pro získávání prenylflavonoidů jsou zpravidla zbytkové chmelové produkty po CO₂-extrakci chmele. Výtěžek cílových látek a tím i ekonomika celého izolačního procesu závisí na obsahu těchto látek ve chmelu, a je proto snahou šlechtitelů odrůdy s vysokým obsahem těchto látek vyvinout. Z nových českých odrůd má největší potenciál nepivovarského využití odrůda *Vital* díky velmi vysokému obsahu DMX v intervalu 0,20–0,40% hm., což je přibližně dvojnásobné množství než u ostatních odrůd. Největším úskalím využití desmethylxanthohumolu je, na rozdíl od xanthohumolu, jeho relativně malá stabilita (De Keukeleire, 2003).

V části 1 článku je uvedena agronomická, chemotaxonomická a genetická charakteristika odrůdy *Vital* a jsou prezentovány výsledky testů státnosti a stability DMX při posklizňové úpravě chmele – sušení, granulaci a extrakci oxidem uhličitým. Velká pozornost byla věnována zpracování chmele pro potřeby pivovarské technologie. V části 2 článku budou prezentovány výsledky varních testů v pokusných pivovarech Chmelařského institutu a Výzkumného ústavu pivovarského a sladařského a testů v provozním měřítku.

acids content of 12% and because of the characteristic hop flavour content they belong to the category of aromatic flavoured and bitter varieties with a higher content of resins. In the following years other varieties such as *Agnus* (2001), *Harmonie* (2004), *Rubín* (2007), *Vital* and *Kazbek* (2008) and *Saaz Late* and *Bohemie* (2010) were also registered.

The genome of the majority of Czech hybrid varieties is based on the *Saaz* variety. For the time being the new hybrid varieties (with the exception of the *Agnus* variety) are cultivated on the area of only 1 to 2 ha each and therefore they are considered as minor products. In 2011 the Czech hybrid varieties were cultivated on a total area of 569 ha (*Bor 4* ha, *Sládek* 250 ha, *Premiant* 256 ha, *Agnus* 52 ha, *Harmonie* 1 ha, *Rubín* 1 ha, *Vital* 2 ha, *Kazbek* 1 ha and *Saaz Late* 2 ha). That represented 12.3% of the total growing area.

In recent years hop cultivation trends to create hop varieties which could be utilized not only for the production of beer. One of the goals is the cultivation of hops with an attractive and significantly sensory different flavour which permeates into the beer during brewing. Such varieties are for example *Nelson Sauvin* from New Zealand or *Citra* from the USA. The *Nelson Sauvin* variety gives the beer a distinct grapefruit flavour which is based on two volatile thiols – 3-sulfanyl-4-methylpentane-1-ol and 3-sulfanyl-4-methylpentylacetate having a synergistic effect (Takoi, 2009). The *Citra* variety is a result of cultivation in the Hop Breeding Company. In the genome the aromatic varieties *Hallertauer Mittelfrüh* and *Tettnanger US* are strongly present. The hop imparts a distinct citrus flavour to the beer (Probasco, 2010). *Citra* variety is officially declared as a special aromatic variety despite the fact that it contains 11 to 13% of α -acids. This indicates that in recent times the term “aromatic varieties” has had a broader significance. The traditional classification into aromatic and bitter varieties is not valid and sometimes even misleading since it was originally decided from the perspective of the α -acids content. However, due to the higher content of hop resins, many of the bitter varieties have a very intense flavour. By using an appropriate addition of hops during the latter part of brewing (late hopping) it is possible to utilize the hop flavour without increasing the bitterness of the beer (Van Opstaele, 2010).

In the UK and the USA hop cultivation is aimed at varieties with high contents of β -acids. The β -acids have a high level of antibacterial activity (Sakamoto et al., 2002; Siragusa et al., 2008). Extracts of β -acids were already used in the sugar industry for suppressing bacterial contamination. It replaced the previously used formaldehyde (Hein, 1997). Other prospective fields for utilizing hops in non brewing industries are the pharmaceutical and food industries. Their interest lies especially in prenylflavonoids, xanthohumol and DMX and their transformation products but also in α -acids. The bioactive effects of xanthohumol and its transformation products were already described in many publications (Miranda et al., 2000; Gernhauser et al., 2002; Zanolli, 2008; Lupinacci, 2009; Dorn, 2010). The significance of DMX lies mainly in the fact that it is a precursor of 8-prenylaringenin (8-PN) – the most effective phytoestrogen known up to now (Milligan et al., 2002). The transformation reaction takes place during wort boiling. Concentrations of 8-PN in beer are however very low – up to 50 µg/l and according to some authors therefore biologically ineffective (Stevens, 2004). 8-PN also originates from isoxanthohumol. After the beer is drunk the microorganisms in the colon transform isoxanthohumol into 8-PN (Possemiers, 2005). A far higher content of 8-PN was found in some commercial phytopharmaceuticals. The raw materials for prenylflavonoid production are usually spent hop after CO₂-extraction. The material profit from the isolation procedure depends directly on the content of the required substances. Therefore, varieties with high prenylflavonoid contents are highly desirable.

From the Czech hybrid varieties *Vital* has the biggest potential for utilization in non-brewing industries due to its high DMX content of 0.20 to 0.40%. This is approximately twice that of other varieties. In contrast to xanthohumol the DMX has relatively low stability which is the biggest problem for its utilization (De Keukeleire, 2003).

In Part I of this article agricultural, chemotaxonomic and genetic characteristics of the *Vital* variety are presented. In addition the results of DMX stability tests during the post harvest treatment of hops, mainly for brewery needs, such as drying, pelletizing and CO₂-extraction will be shown. The results from brewing tests in the pilot breweries of the Hop Research Institute and the Research Institute of Brewing and Malting, and tests in an operating scale will be presented in Part II.

2 MATERIÁL A METODY

2.1 Původ odrůdy

Vital byl získán výběrem z hybridního potomstva po křížení odrůdy Agnus. Z otcovské strany se jedná o několikanásobný kříženec odrůd Northern Brewer, Žatecký červeňák a Sládek. Další komponentu tvořil rozpracovaný šlechtitelský materiál s podílem volného opylení. Odrůda byla registrována v roce 2008.

2.2 Obsah a složení sekundárních metabolitů, chemotaxonomie odrůdy

Typické obsahy a složení alfa a beta kyselin, prenylflavonoidů a chmelových silic odrůdy Vital byly stanoveny ve vzorcích chmele z několika ročníků pocházejících z rajonizačních pokusů, šlechtitelských ploch a poloprovozního pokusu na pokusné farmě Chmelařského institutu ve Stekníku. Obsah a složení chmelových pryskyřic byly stanoveny metodami EBC 7.5 a EBC 7.7 (Analytica EBC, 1998). Pomocí Wöllmerovy metody EBC 7.5 byl hodnocen obsah celkových pryskyřic a beta frakce. HPLC metodou EBC 7.7 byly stanoveny obsah a složení alfa kyselin, beta kyselin, xanthohumolu a desmethyloxanthohumolu. Analýzy byly provedeny na kapalinovém chromatografu SHIMADZU LC20A a koloně Nucleosil 250 x 4 mm, 5 μ m, RP C₁₈ (Macherey Nagel, Germany) při průtoku mobilní fáze 0,8 ml/min. Látky byly detekovány detektorem diodového pole při vlnové délce λ = 314 (alfa a beta kyseliny) a 370 nm (xanthohumol a DMX). Izolace chmelových silic se prováděla destilační metodou. Obsah silic byl stanoven jako hmotnostní podíl vytěkaný s vodní párou v průběhu 90 minutového varu ze 100 g chmele. Separace složek byla provedena na plynovém chromatografu THERMO-FOCUS ve spojení s hmotnostním detektorem DSQ II a kapilární koloně DB 5, 30 m x 0,25 mm x 0,25 μ m s teplotním programem v rozsahu 60 °C až 250 °C. Průtok nosného plynu (helium) byl 1 ml/min, nástřik vzorků dělený v poměru 1:50 (Krofta, 2002). Obsah celkových polyfenolů byl stanoven spektrofotometrickou metodou EBC (Analytica EBC, 1998) ve výluhu chmele za varu (Krofta et al., 2008).

2.3 Analýza genomu

Základem molekulárních metod je izolace DNA. Jako standardní byla v experimentech použita modifikovaná metoda s využitím cetyltrimetylamonium bromidu. DNA byla izolována z čerstvých mladých listů nebo zamražených vzorků zelených částí rostlin chmele (Patzak, 2001). K analýze genomu se v současné době používá široká škála molekulárně biologických metod, z nichž jsou využívány osvědčené metody sekvenčně specifických míst pro PCR (sequence tagged sites – STS) a polymorfismu mikrosatelitních sekvenčních repetit (simple sequence repeat – SSR). Metodika STS a SSR postupů vychází z publikovaných primerových kombinací a podrobných protokolů (Patzak et al., 2007; Jakše et al., 2002; Hadonou et al., 2004; Štajner et al., 2005).

2.4 Testy stárnutí a sušení

Testy sušení odrůdy Vital byly provedeny bezprostředně po mechanizované sklizni na Účelovém hospodářství ve Stekníku v laboratorní a poloprovozní komorové sušárně. Jejich účelem bylo testování stability prenylflavonoidů, alfa i beta kyselin za různých sušících podmínek. Sušení v laboratorní sušárně se provádělo při teplotách 50, 58 a 65 °C v komorové sušárně Memmert UFE 700 s nuceným oběhem vzduchu (sklizeň 2009, 2010). Sušení v poloprovozní sušárně bylo, s ohledem na výsledky laboratorních testů, vedeno při snížené teplotě 45 °C (sklizeň 2011). Sušící komora měla objem 2,77 m³. Průtok 5,5 m³ sušícího vzduchu/s odpovídala lineární rychlosti proudění 3,1 m/s. Chmel byl umístěn do drátěných lisek s vrstvou chmele vysokou 10 cm. Během sušení byly průběžně po 2 hodinách odebírány vzorky hlávek na analýzu alfa a beta kyselin, xanthohumolu, DMX a stanovení vlhkosti až do dosažení konečné vlhkosti cca 10 % hm.

Dynamika stárnutí byla sledována v hlávkách i granulích ze sklizní 2009 i 2010 po dobu 12 měsíců. Pro tyto pokusy byl granulovaný chmel zabalen do sáčků z vícevrstvé hliníkové fólie a obsah evakuován. Z hlávek byly na laboratorním lisu připraveny malé hranoly lisovaného chmele o hmotnosti 40–50 g a rozměrech 10 x 10 x 5 cm, zabaleny do balicího papíru. Sáčky s granulemi i hranoly lisovaných hlávek byly skladovány bez přístupu světla v klimatizovaném (2–3 °C) i neklimatizovaném prostoru (20 °C). Část granulovaného chmele byla skladována volně na vzduchu, při pokojové teplotě bez přístupu světla (simulace protržení obalu) a ponechání obsahu působení vnějších vlivů. Vzorkování chmelů bylo provedeno po 2, 4, 6, 8, 10 a 12 měsících skladování. Vzorky byly připraveny v takovém počtu,

2 MATERIAL AND METHODS

2.1 Origin of the Variety

The *Vital* variety was created by selection from hybrid descendants after crossbreeding the *Agnus* variety. From the paternal side it is a multiple hybrid of the varieties *Northern Brewer*, *Saaz* and *Sladek*. Another element was in-process cultivation material with a part of open pollination. The variety was registered in 2008.

2.2 Content and Composition of secondary Metabolites and Chemotaxonomy of the Variety

The specific contents and compositions of α - and β -bitter acids, prenylflavonoids and hop resins of the *Vital* variety were determined in hop samples from several years. The samples originated from tests territories, cultivation areas and from a pilot test at the research farm of the Hop Institute in Steknik. The contents and the compositions of hop resins were determined by the methods of the Analytica EBC (Analytica EBC, 1998). The content of total resins and the β -fraction were determined by means of the Wöllmer Method EBC 7.5. The contents and the compositions of α -acids, β -acids, xanthohumol and DMX were determined by means of the HPLC method EBC 7.7. The analyses were carried out with a HPLC-Chromatograph SHIMADZU LC20A (Shimadzu Europa GmbH, D) equipped with a Nucleosil column 250 x 4 mm i.d. (Macherey Nagel, D) coated with a 5 μ m layer of RP C₁₈. The flow rate of the mobile phase was 0.8 ml/min. Detection was carried out with a diode array detector at wavelengths λ = 314 nm for α - and β -acids and 370 nm for xanthohumol and DMX. The hop oils were isolated by a steam distillation method. The contents of hop oils were determined as a volatile fraction from 100 g of hops during 90 minutes of boiling. For the separation of the volatile fraction a GC-MS unit Thermo-Focus with a DSQ II detector (both Thermo Fisher Scientific) equipped with a capillary column DB 5 30 m x 0.25 mm i.d. and a 0.25 μ m film thickness was used. The operating conditions were: helium carrier gas 1 ml/min., temperature program from 60 °C to 250 °C and a 1:50 split ratio (Krofta, 2002). The content of total polyphenols was determined using the spectrophotometric method according to the EBC (Analytica EBC, 1998) for hop extracts during boiling (Krofta et al., 2008).

2.3 The Analysis of Genome

The molecular methods are based on DNA isolation. The modified method with cetyltrimethylammonium bromide was used as the standard experimental method. The DNA was isolated from fresh young leaves or from deep frozen samples of the green parts of the hops (Patzak, 2001). For the DNA profiling a well established approach based on polymerase chain reaction (PCR) and *microsatellites*, also known as simple sequence repeats (SSR) or short tandem repeats (STR) was used. This method exploits highly polymorphic regions that have short repeated sequences of DNA. The STRs can be used to discriminate between unrelated species. These locations on a chromosome, the sequence-tagged sites (STS) could be easily detected and amplified using PCR. The STS and SSR techniques are based on different publications (Patzak et al., 2007; Jakše et al., 2002; Hadonou et al., 2004; Štajner et al., 2005).

2.4 Tests for aging and drying

Drying is the first treatment in the hop processing after harvesting. Drying tests for the *Vital* variety were carried out immediately after mechanical harvesting under laboratory conditions and in a pilot chamber kiln at hop farm Steknik. The aim was stability testing of prenylflavonoids and α - and β -acids under different conditions. Drying in the laboratory was carried out at temperatures of 50, 58 and 65 °C in a chamber oven Memmert UFE 700 with forced air circulation. The hop samples tested were from the years 2009 and 2010. Taking into consideration the results from the laboratory tests, the drying temperature in the pilot kiln was lowered to 45 °C. The kiln chamber had a volume of 2.77 m³. The flow rate of drying air was 5.5 m³/s and the linear streaming velocity was 3.1 m/s. The hop samples tested were from the 2011 harvest. The hop layers placed on the wire kiln floor were 10 cm thick. Every two hours during the drying process up until the final water content of about 10 % was reached samples of hop cones were collected and the contents of α - and β -acids, xanthohumol, DMX and moisture were determined.

The dynamics of hop aging was monitored in both the cones and the pellets from the 2009 and 2010 harvests over a 12 month period. The pellets were vacuum packed in bags with multiple aluminum foils. The cones were pressed with a laboratory press into size 10 x 10 x 5 cm and of 40 – 50 g weight and packed in wrapping

aby při každém vzorkování byl použit k analýzám nový, neporušený sáček či hranol. Dynamika procesů stárnutí byla analyticky sledována na základě analýzy obsahu alfa a beta kyselin metodou HPLC a stanovením indexu skladování chmele (HSI) metodou ASBC (Analytica ASBC, 1992). Index skladování chmele HSI byl měřen na UV-VIS spektrofotometru Shimadzu 1601.

3 VÝSLEDKY A DISKUSE

3.1 Agronomické vlastnosti odrůdy Vital

Rostlina má středně mohutný vzrůst pravidelného válcovitého tvaru, plodonosné pазochy jsou nasazeny od výšky 4 až 5 metrů. Barva révy o průměru 7–11 mm je zelená, podobně jako u odrůd Premiant a Sládek. Výnosový potenciál se pohybuje v rozmezí 2 až 2,5 t/ha. Chmelová hlávka je protáhlá, v apikální části špičatá s pevně sevřenými listy (obr. 2). Díky tomu nedochází při mechanizované sklizni k rozpadu nebo poškození hlávek. Hmotnost 100 suchých hlávek je 15 až 25 gramů. Vřeténko je pravidelné a dlouhé 15–21 mm. Odrůda Vital je středně odolná k padlí chmelovému (*Sphaerotheca humuli*). V jarním období je citlivá k peronospoře chmelové (*Pseudoperonospora humuli*), když vytváří četné klasovité výhony. Vital je pozdní odrůda s délkou vegetační doby 135 až 142 dní podobně jako odrůdy Sládek a Kazbek. Je charakteristická dlouhou periodou technické zralosti. Aroma odrůdy je kořenité, chmelové.

3.2 Obsah a složení sekundárních metabolitů, chemotaxonomie odrůdy

Průběh biosyntézy alfa kyselin, beta kyselin a prenylflavonoidů v předsklizňovém období až do sklizně v letech 2010 a 2011, sledovaný na stejné chmelnici, je uveden v tab. 1. V tab. 2 jsou shrnuty obsahy alfa kyselin, beta kyselin a prenylflavonoidů v sušených hlávkách odrůdy Vital ve vybraných lokalitách žatecké chmelařské oblasti v letech 2009 až 2011. Obsah alfa kyselin v odrůdě Vital se pohybuje převážně v rozmezí 10–15% hm. Je nejvyšší ze všech stávajících českých chmelů. Úroveň zahraničních vysokoobsažných odrůd, jako jsou např. Taurus, Herkules, Columbus, však nedosahuje. Relativně vysoký je i obsah beta kyselin v intervalu 6 až 10% hm. Poměr alfa a beta kyselin je v rozmezí 1,1–1,7. U většiny srovnatelných zahraničních odrůd je tento poměr větší než 2,0. Zastoupení kohumulonu a kolupulonu je v intervalu 22–26% rel., a 45 až 50% rel. Obsah xanthohumolu v intervalu 0,70 až 1,00% je nadprůměrný, vezmeme-li v úvahu, že většina odrůd jej obsahuje v množství do 0,70% hm. K odrůdám s vysokým obsahem xanthohumolu kolem 1% hm. se řadí Agnus, ze zahraničních Taurus (Německo) a Admiral, Target (Anglie). Obsah desmethylxanthohumolu je vysoký, nejčastěji v intervalu 0,20 až 0,40% hm. ve hlávkách bezprostředně po usušení. Toto množství je minimálně o 50% vyšší než u ostatních

Obr. 2 Chmelová hlávka odrůdy Vital / Fig. 2 Hop cone of the Vital variety



paper. Both the bags with the pellets and the pressed scantlings were stored in the dark either in an air-conditioned storage at a temperature of 2 to 3 °C or at a room temperature of 20 °C. A part of the hop pellets were stored unpacked in the open air at room temperature in the dark. This test conditions simulated the case where the wrapping has been ruptured and the pellets have been exposed to external influences. The tests were conducted after 2, 4, 6, 8, 10 and 12 months of storage. For each test a new intact bag or pellet was used. The dynamics of hop aging were monitored by means of an analytical determination of the α - and β -acids contents using a HPLC method and by determination of the hop storage index (HSI) using a spectrophotometric technique according to the American Society of Brewing Chemists (ASBC) (Analytica ASBC, 1992). The HSI was obtained from determinations of the α - and β -acids on an UV-VIS spectrophotometer SHIMADZU 1601 (Shimadzu Europa GmbH, D).

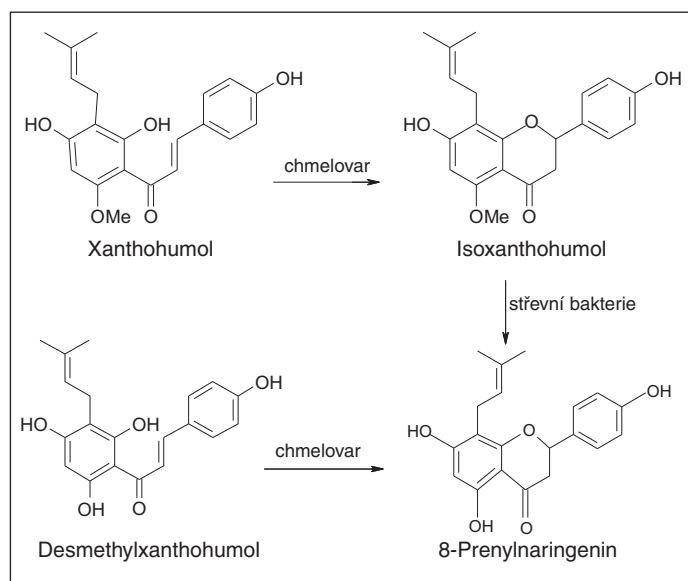
3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Agronomical proprieties of the Vital hop variety

The plant has a medium profuse size of regular cylindrical form and the fruitive offshoots occur up to a height of 4 to 5 m. The hop bines have a diameter of 7 to 11 mm and their colour is green, similarly to the *Premiant* and *Sladek* varieties. The yields range between 2 and 2.5 t/ha. The cones are drawn and pointed in the apical part. The bracteoles are tightly closed which prevents disaggregation and damage of the cones during mechanized harvesting (Fig. 2). The weight of 100 dry cones ranges from 15 to 25 g. The hop strig is 15 to 21 mm long and has a regular shape. The *Vital* variety has medium resistance against mildew (*Sphaerotheca humuli*). In the spring, during the growth of numerous bines it is sensitive to downy mildew (*Pseudoperonospora humuli*). The *Vital* is a late variety with a vegetation period of 135 to 142 days similar to the *Sladek* and *Kazbek* ones. This variety is characterized by a long phase of technical maturity and a spicy hop flavour.

3.2 Content and Composition of Secondary Metabolites and Chemotaxonomy of the Vital Variety

The course of the biosyntheses of α - and β -acids and prenylflavonoids in the period from pre-harvest to harvest in the years 2010 and 2011 is shown in Tab. 1. The evaluation was carried out in the same hop garden. Tab. 2 summarizes the contents of α - and β -acids and prenylflavonoids in dried cones of the *Vital* variety from selected localities in the Saaz area harvested in the years from 2009 to 2011.



Obr. 1 Chemické struktury xanthohumolu, desmethylxanthohumolu, isoxanthohumolu, 8-prenylarnigeninu / Fig. 1 Chemical structures of xanthohumol, desmethylxanthohumol, isoxanthohumol, 8-prenylarnigenin

českých i zahraničních odrůd chmele. V zelených hlávkách je množství DMX ještě mnohem vyšší, a to 0,50 až 0,70 % hm. (viz tab. 1).

Obsah chmelových silic v rozmezí 1,5 až 2,5 % hm. je velmi vysoký, z českých odrůd srovnatelný pouze s odrůdou Agnus. Majoritní složkou chmelových silic odrůdy Vital, podobně jako u jiných odrůd, je myrcen v množství 40 až 55 % rel. Pro odrůdu Vital je charakteristické zastoupení seskviterpenických uhlovodíků α -humulenu, β -farnesenu, α - a β -selinenu. Zatímco obsah β -karyofylenu v intervalu 5 až 8 % rel. je běžné rozmezí, nízké zastoupení α -humulenu (2–5 % rel.) je velmi neobvyklé. Humulen bývá u většiny odrůd jednou z majoritních složek silic. Jeho množství je většinou v intervalu 20–30 % rel. Zajímavá je dále přítomnost β -farnesenu (1–4 % rel.), který je ve srovnatelném množství obsažen pouze v odrůdách Premiant a Bohemie. Nejvíce β -farnesenu ze všech kulturních chmelů, 14 až 20 % rel., obsahují Žatecký červeňák a geneticky příbuzné odrůdy. Vysoký je rovněž obsah α - a β -selinenu v množství 7 až 15 % rel. V portfoliu českých odrůd však není ojedinělý. Ve srovnatelném množství jej obsahují také odrůdy Harmonie, Rubín a Bohemie, ze zahraničních chmelů například německá odrůda Taurus. Chromatogram chmelových silic odrůdy Vital je uveden na obr. 3.

Chemotaxonomii odrůdy Vital lze spolehlivě založit na typickém složení chmelových silic a vysokém obsahu xanthohumolu a DMX. Jako pomocné kritérium lze použít vysoký obsah beta kyselin a z toho vyplývající nízkou hodnotou poměru alfa a beta kyselin. Zastoupení kohumulonu i kolupulonu se u mnoha odrůd překrývá (20–30 % kohumulon; 40–50 % kolupulon) a pro charakterizaci odrůd chmele má proto omezený význam. Během zpracování

The contents of β -acids ranging from 10 to 15% are the highest of all the Czech hops varieties. Nevertheless it does not reach the level of foreign hop varieties such as *Taurus*, *Hercules*, or *Columbus*. The content of the β -acids ranging from 6 to 10% are also relatively high. The ratio of α -/ β - acid was in the range from 1.1 to 1.7. It is low when compared to the majority of foreign varieties which have a ratio higher than 2.0. The contents of cohumulone and colupulone ranged from 22 to 26 % rel. and 45 to 50 % rel. respectively. The xanthohumol content of 0.70 to 1.00 % is above the average. Most others varieties have xanthohumol contents only up to 0.70 %. The Czech variety with a high xanthohumol content is *Agnus* and from foreign varieties *Taurus* (D), and *Admiral* and *Target* (UK). The content of DMX is high; mostly between 0.20 and 0.40 % in the cones immediately after drying. This amount is a minimum of 50 % higher than in any other Czech or foreign hop varieties. In the green cones the content of DMX is even higher amounting a level of 0.50 to 0.70 % (Tab. 1). The contents of hop essential oils ranging from 1.5 to 2.5 % are very high. From the Czech varieties only the *Agnus* variety is comparable. As with other varieties, the major component of the essential oils in the *Vital* variety is myrcene occurring in amounts of 40 to 55 % rel. The contents of sesquiterpenes such as α -humulene, β -farnesene and α - and β -selinene are characteristic. While the β -caryophyllene content of 5 to 8 % rel. is common, the α -humulene content of 2 to 5 % rel. is unusually low. The humulene is normally one of the major components of the essential oils in hops reaching an amount of 20 to 30 % rel. Also very interesting is the β -farnesene content of 1 to 4 % rel. Comparable amounts were only found in the *Premiant* and *Bohemia* varieties. The *Saaz* variety and its genetically related varieties

Tab. 1 Vývoj obsahu chmelových pryskyřic a prenylflavonoidů v odrůdě Vital v průběhu zrání v letech 2010 a 2011 / Development of hop resins and prenylflavonoids content in Vital variety during ripening in 2010 and 2011

Datum vzorkování Sampling date	alfa kyseliny (% hm. v suš.) alpha acids (% w/dm)	beta kyseliny (% hm. v suš.) beta acids (% w/dm)	kohumulon (% rel.) cohumulone (% rel.)	kolupulon (% rel.) colupulone (% rel.)	X (% hm. v suš.) X (% w/dm)	DMX (% hm. v suš.) DMX (% w/dm)	Vlhkost (% hm.) moisture (% w)
20. 8. 2010	9.0	9.8	20.8	42.8	0.76	0.49	79.3
30. 8. 2010	15.8	11.2	21.4	44.5	0.74	0.60	77.8
6. 9. 2010	14.8	10.3	22.5	46.4	0.88	0.68	77.1
15. 9. 2010	16.4	10.9	23.8	47.8	0.91	0.71	75.9
20. 9. 2010	15.7	10.5	23.7	46.9	0.8	0.65	75.1
16. 8. 2011	10.0	9.1	25.9	46.6	0.81	0.43	80.0
29. 8. 2011	12.5	9.3	26.6	48.1	0.88	0.47	76.2
5. 9. 2011	12.9	9.4	28.5	49.9	0.89	0.48	75.9
12. 9. 2011	12.8	8.3	25.1	47.9	0.82	0.46	74.4

X – xanthohumol

DMX – desmethylxanthohumol

* průměrné hodnoty ze dvou paralelních stanovení / mean values from duplicate analyses

Tab. 2 Obsah alfa kyselin, beta kyselin a prenylflavonoidů v sušených hlávkách odrůdy Vital ve vybraných lokalitách žatecké chmelařské oblasti v letech 2009 až 2011 / The content of alpha acids, beta acids and prenylflavonoids in dried cones of a Vital variety at selected locations in Saaz hop growing region in the years 2009 to 2011

Lokalita/ Locality	Ročník/ year	alfa kys./ alpha acids (%)	beta kyseliny/ beta acids (%)	poměr/ratio alfa/beta alpha/beta	kohumulon/ cohumulone (% rel.)	X (% hm.) X (% w)	DMX (% hm.) DMX (% w)
Stekník	2009	13.8	9.0	1.53	23.4	0.70	0.35
	2010	13.2	8.6	1.53	25.5	0.76	0.35
	2011	11.0	7.1	1.55	26.0	0.74	0.23
Mradice	2009	13.2	8.7	1.52	23.2	0.65	0.32
	2010	13.3	8.2	1.62	23.0	0.70	0.30
	2011	11.0	6.7	1.64	24.7	0.63	0.27
Kněžves	2009	12.6	9.8	1.29	24.3	0.73	0.23
	2010	10.8	8.7	1.24	23.2	0.73	0.24
	2011	11.4	9.8	1.16	26.2	0.91	0.21
Mukoděly	2010	14.3	10.0	1.43	23.4	0.74	0.24
	2011	10.7	9.3	1.15	24.2	0.74	0.21
Nesuchyně	2011	13.5	8.4	1.61	24.8	0.80	0.43

na chmelové výrobky se obsahy některých složek mohou měnit. Týká se to především složení chmelových silic a obsahu DMX. Obsah a složení sekundárních metabolitů je proto nezbytné posuzovat jako celek a brát při tom v úvahu stáří vzorku, podmínky skladování po sklizni a způsob zpracování na chmelové výrobky. Souhrnná chemotaxonomická charakteristika odrůdy Vital s intervalovým zastoupením vybraných sekundárních metabolitů je uvedena v tab. 3.

3.3 Genetická charakteristika

Využití molekulárně genetických metod studia DNA přineslo v posledních letech jiný pohled na hodnocení jednotlivých genotypů chmele. Moderní molekulární metody umožňují co nejlépe sledovat změny způsobené kombinováním genetického materiálu rodičů, chybami v přenosu, mutacemi a selekčním tlakem, a zhodnotit tak příbuznost jednotlivých genotypů nebo variabilitu (diverzitu) v rámci populace. Molekulárními metodami se podařilo objektivně zhodnotit genetickou informaci DNA odrůdy Vital a její podobnost s dalšími genotypy, které vznikly českým i celosvětovým křížením. Pomocí statistických metod shlukové analýzy byla molekulárně-genetická data zpracována do fylogenetických dendrogramů, kde jsou do jednotlivých shluků přiřazeny genotypy s největší genetickou příbuzností. V experimentech bylo hodnoceno celkem 74 odrůd chmele světového sortimentu pomocí molekulárních metod STS a SSR, které jsou nejhodnovnější. Získaný dendrogram (obr. 4, 5) odpovídá morfológickým, geobotanickým a analytickým charakteristikám jednotlivých odrůd. Rozmístění odrůd v dendrogramu odráží především introdukci planých amerických genotypů do zárodečné plasmý evropských

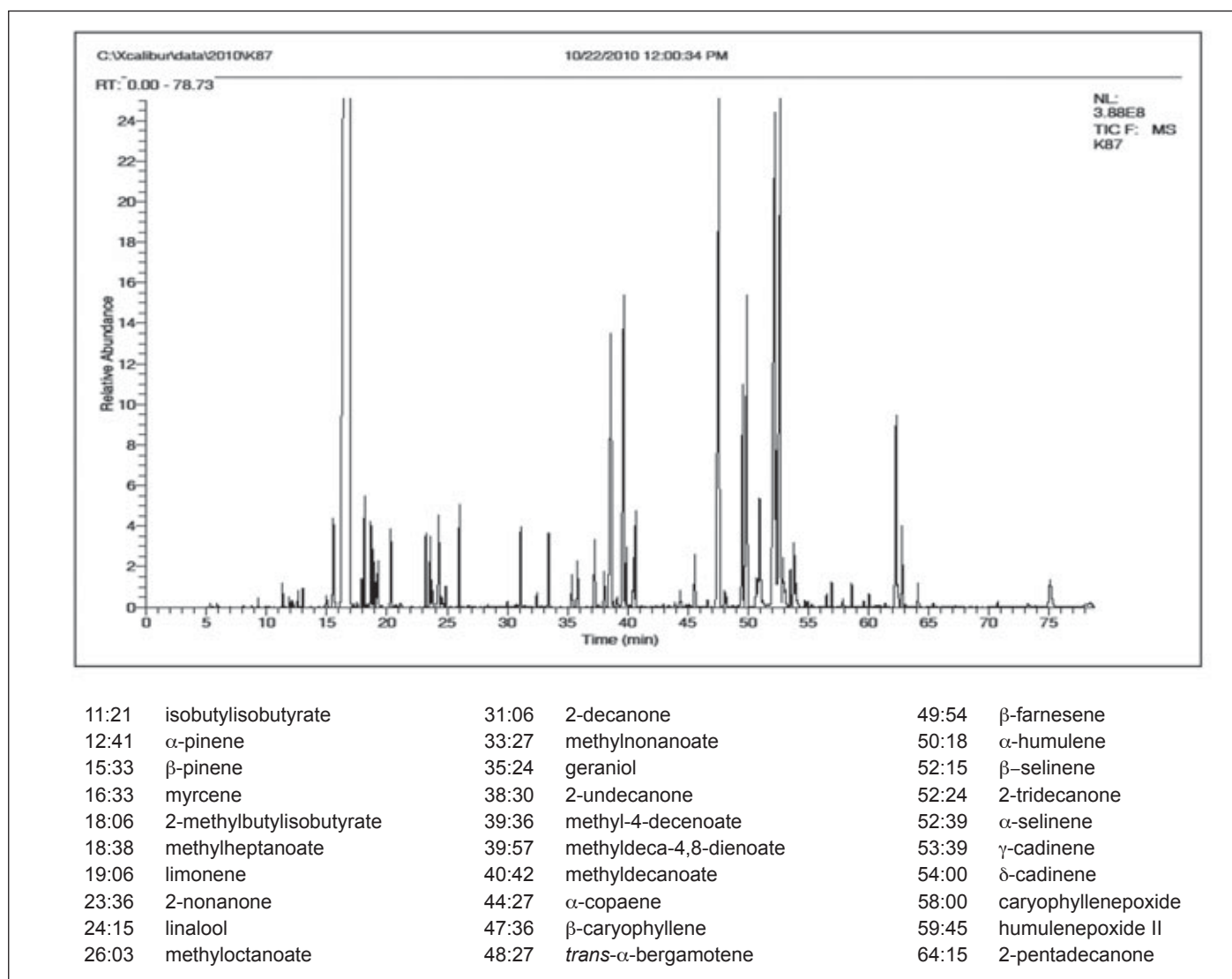
have the highest β -farnesene contents of all cultivated hops. The α - and β -selinene contents of 7 to 15% rel. are also high but not unusual among Czech hop varieties. The Czech varieties *Harmonie*, *Rubin*, and *Bohemie* and also some foreign varieties such as the German *Taurus* also have similarly high contents. The chromatogram of the essential oils present in the *Vital* variety is shown in Fig. 3.

The chemotaxonomy of the *Vital* variety is reliably based on the typical composition of the essential oils and the high contents of xanthohumol and DMX. An additional criterion is the high content of β -acids and consequently a low α -/ β -acids ratio. The contents of cohumulone (20 to 30%) and colupulone (40 to 50%) are similar to many varieties and are therefore meaningless. Occasionally, specifically the content of DMX and the composition of the essential oils can change during the processing into hop products. Therefore, the content and the composition of secondary metabolites must be considered as a whole. The age of the samples as well as the storage conditions after harvesting and the kind of processing into hop products must be taken into account. The summary of the chemotaxonomic characteristics of the *Vital* variety represented by selected secondary metabolites is shown in Tab. 3.

3.3 Genetic characteristic

Recently, the use of molecular-genetic techniques for DNA profiling brought a different perspective for the evaluation of individual hop genomes. The present day methods enable the following of changes due to the combination of the parents' genomes, errors in DNA transmission, mutations and selection pressure. In this way, the propinquity of individual genomes and the diversity among populations

Obr. 3 Chromatogram chmelových silic odrůdy Vital / Fig. 3 Chromatogram of essential oils of the Vital variety

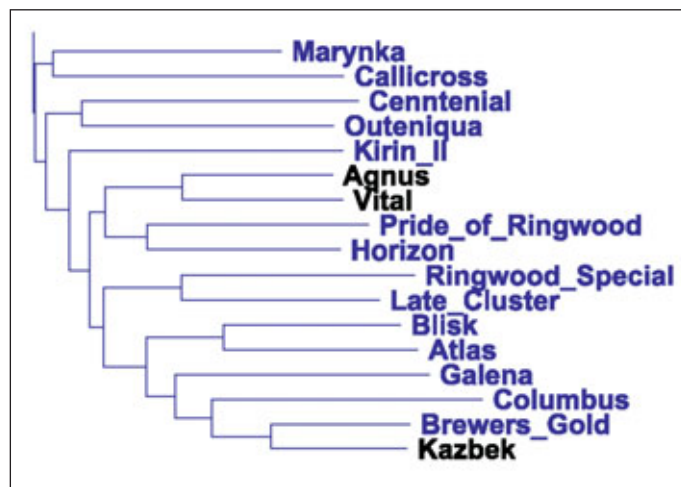


chmelů. Nejvíce se tu pak projevuje vliv dvou základních šlechtitelských odrůd minulosti, a to *Brewers Goldu*, s genotypem planého amerického chmele, a její dcery, odrůdy *Northern Brewer*, s genotypem evropského chmele. *Vital* patří geneticky do skupiny chmelů s euroamerickým původem. Nejvíce je příbuzný s odrůdou *Agnus*, která v genomu převažuje. Genetické metody jsou velmi účinným nástrojem i při zjišťování autenticity odrůd a velmi vhodně doplňují chemotaxonomický přístup. Na obr. 6 je uveden výsledek porovnání genetických analýz odrůdy *Vital* a dalších českých odrůd ve formě názorného čárového kódu.

3.4 Testy sušení

Výsledky pilotních sušících testů provedených v laboratorní sušárně s nuceným oběhem vzduchu v letech 2009 a 2010 potvrdily omezenou stabilitu dexmethylxanthohumolu při všech sušících teplotách v rozmezí 50 až 65 °C. I při nejšetrnější teplotě 50 °C činila ztráta DMX téměř 20 % rel. Při teplotě 55–60 °C, při které se chmel suší v provozních podmínkách, byla ztráta DMX 30 %. Testy naopak potvrdily stabilitu alfa kyselin, beta kyselin a xanthohumolu při sušících teplotách do 60 °C. Při teplotě 65 °C byly, kromě enormních ztrát DMX, již zaznamenány i úbytky hořkých kyselin a xanthohumolu. S ohledem na výsledky laboratorních testů byla teplota sušícího vzduchu v poloprovozních testech snížena na 45 °C. K poloprovozním testům sušení byl použit čerstvý zelený chmel bezprostředně po strojové sklizni na ÚH ve Stekníku. Analýzy ukázaly, že hlávky obsahují zhruba 13 % hm. alfa kyselin, 8,2 % beta kyselin, 0,82 % xanthohumolu a 0,46 % DMX. Obsahy alfa kyselin, beta kyselin i xanthohumolu se podle očekávání v průběhu sušení podstatně neměnily. Tepelně nejlabilnější látky, DMX, ubylo po 10 hodinách sušení 12–15 % rel. Finální obsah DMX v rozmezí 0,38–0,40 % hm. lze považovat za příznivý výsledek z pohledu budoucího využití. S tímto údajem kontrastuje 40 % úbytek DMX při sušení v provozní pásové sušárně za jiných procesních podmínek (0,46 → 0,28 % hm, tab. 4). Cílové vlhkosti sušeného chmele 10 % hm. se však po 10 hodinách sušení nepodařilo dosáhnout. Hlávky se na omak jeví dostatečně suché, analýzou však byla zjištěna vlhkost 16,7 % hm. Obsahy hořkých kyselin, prenylflavonoidů a vlhkosti chmele v průběhu jednoho z testů jsou uvedeny v tabulce 4. Další sušící test byl proveden bez použití nuceného proudění teplého vzduchu samovolným sušením čerstvě očesaných hlávek. Su-

Obr. 5 Detail dendrogramu genetických analýz světového sortimentu chmele s odrůdou *Vital* / Fig. 5 Detail of genetic analysis dendrogram of world hop assortment with variety *Vital*

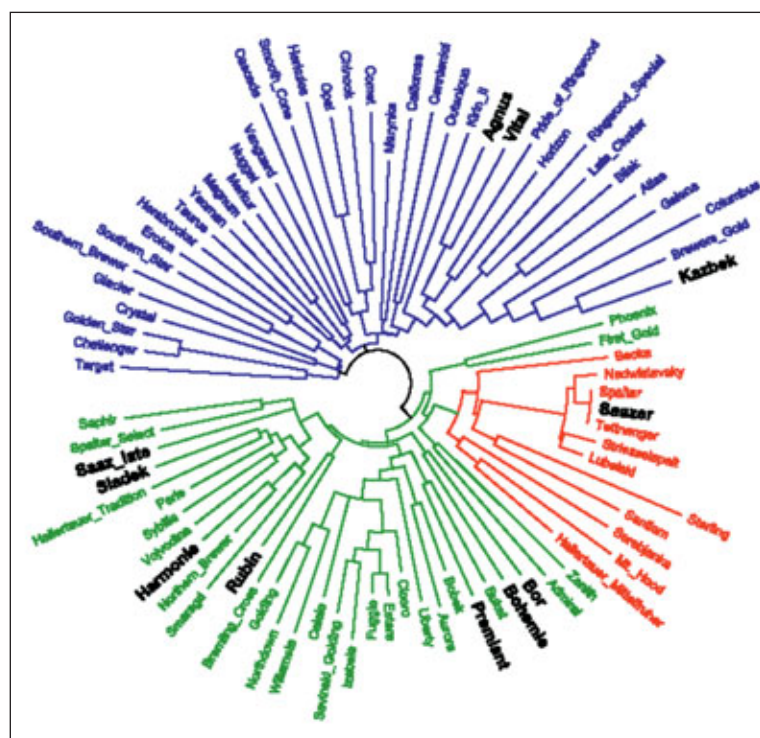


could be evaluated. By using these techniques the hereditary background of the *Vital* variety and its propinquity with other genomes originating from the hybridisation of Czech and foreign hop varieties were evaluated. By means of the statistic method of cluster analysis the molecular genetic data were expressed as a phylogenetic dendrogram, where the genomes with the highest propinquity were assigned to individual clusters. In total 74 hop varieties of global importance were evaluated by means of the well established molecular techniques STS and SSR. The dendrogram obtained presents morphological, geobotanical and analytical characteristics of the individual varieties (Fig. 4, 5). The position of the varieties in the dendrogram mainly reflects the introduction of wild American genotypes into the germplasm of European hops. Two basic breeding varieties from the past namely *Brewers Goldu* with a genome of wild American hop and its daughter, the *Northern Brewer* variety with a European genome have the biggest impact. *Vital* belongs to the group of hops with Euro-American genetic origins. It is mostly associated with the *Agnus* variety which preponderates in the genome. Genetic methods are also very effective means for detecting the authenticity of varieties and they supplement the chemotaxonomy. Fig. 6 shows the comparison of the genetic analyses of the *Vital* variety with other Czech varieties in the form of illustrative barcodes.

3.4 Drying Tests

The limited stability of DMX at all drying temperatures in the range from 50 to 65 °C was confirmed from the results of pilot drying tests carried out in 2009 and 2010 under laboratory conditions in an oven with forced air circulation. The loss of DMX even at the lowest temperature of 50 °C was almost 20 % rel. Under the normal operation conditions at the temperature of 55 to 60 °C the DMX loss reached 30 %. Furthermore, the tests confirmed the stability of α - and β -acids and xanthohumol at temperatures up to 60 °C. At a temperature of 65 °C, apart from the enormous loss of DMX losses of α - and β -acids and xanthohumol were also registered. As an outcome of the results of the laboratory tests the temperature of the drying air in the pilot kiln was lowered to 45 °C. For the pilot tests fresh green hops taken immediately after mechanical harvesting at hop farm in Stekník.

The analyses indicated approximate contents of 13 % α -acids, 8.2 % β -acids, 0.82 % xanthohumol and 0.46 % DMX. As expected, the contents of α -acids, β -acids and xanthohumol remained almost constant during the total drying period. The content of the most labile substance the DMX decreased by 12 to 15 % rel. after 10 hours of drying. The final DMX content of 0.38 to 0.40 % can be considered as a positive result with regards to future utilization. Then, by drying on the full scale belt dryer under different process conditions the DMX content dropped from 0.46 to 0.28 % which represents a loss of 40 % rel. (Tab. 4). Unfortunately, after 10 hours of drying the targeted water content of 10 % in the dry hops was not reached. From touch the cones appeared to



Obr. 4 Dendrogram genetických vzdáleností odrůd světového sortimentu chmele na základě 26 STS a 80 SSR polymorfních molekulárních markerů (NTSYS-pc v.2.01, Exeter software,USA) / Fig. 4 Cluster analysis of genetic diversity of world hop cultivars based on 26 STS and 80 SSR polymorphic molecular markers (NTSYS-pc v. 2.01, Exeter Software, USA)

šení probíhalo při pokojové teplotě v temné místnosti po dobu 10 dní na konečnou vlhkost 9,5 % hm. Zjištěný obsah DMX 0,30 % hm. byl nižší, než se očekávalo. Negativní roli v tomto případě zřejmě sehrála dlouhá doba sušení. Sušení představuje první operaci v procesu posklizňového zpracování chmele. Dalším krokem je granulace a u odrůdy Vital přichází v úvahu i extrakce, nejlépe oxidem uhličitým. Při tomto způsobu extrakce zůstávají prenylflavonoidy ve zbytkovém chmelu (spentu), který se tak stává potenciálně cennou surovinou. Bilance DMX, která mapuje stávající stav zpracování odrůdy Vital, je patrná z obr. 7. Lisovaný chmel v pěstelských hranolech byl až do zpracování (listopad-prosinec) skladován v neklimatizovaných skladech. Výchozí hladinu DMX představuje obsah v čerstvých hlávkách, který v roce 2010 činil 0,65 % hm., v roce 2011 0,46 % hm. (tab. 1). Již při sušení v provozní pásové sušárně při teplotách 55–60 °C se obsah DMX snížil o 40 až 45 %, k dalším ztrátám docházelo při granulaci a extrakci. Celkové ztráty DMX při běžném způsobu zpracování tak činí $\frac{2}{3}$ až $\frac{3}{4}$ původního množství. Je zřejmé, že pokud má být využit potenciál odrůdy Vital pro nepivovarské aplikace (potravní doplňky, farmacie), bude vyžadovat zcela jiný režim posklizňového zpracování a skladování. Sušící režim v provozních sušárnách lze bezpochyby nastavit v šetrnějším režimu. Výhodou je, že odrůda Vital se sklízí jako poslední, a tudíž zde vzniká časový prostor pro experimenty. Dalším nezbytným opatřením je umístění lisovaného chmele bezprostředně po usušení v klimatizovaných skladech při teplotách 2–4 °C až do granulace. Časový interval mezi sušením a granulací by měl být zkrácen na minimum. Samozřejmě musí být umístění granulovaného chmele v chlazených skladech. Je nutno se smířit se skutečností, že v průběhu posklizňové úpravy odrůdy Vital dojde k úbytku DMX. Lze předpokládat, že úpravou procesních parametrů zpracování a podmínek skladování budou ztráty omezeny na přijatelné minimum.

3.5 Testy stárnutí

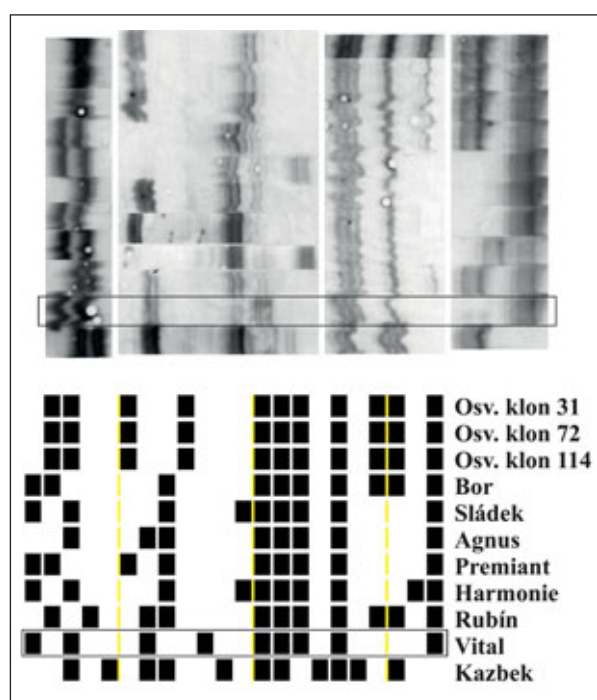
Výsledky testů stárnutí vzorků odrůdy Vital v hlávkové i granulované formě z období 2009/2010 a 2010/2011 jsou shrnuty v tab. 5 a 6. Data jasně ukazují, že nejrychleji stárne granulovaný chmel, skladovaný volně na vzduchu při normální teplotě. Příčinou je narušení struktury lupulinových zrn při mletí a granulaci, což názorně potvrzují snímky lupulinových zrn pořízených elektronovým mikroskopem (Srečec, 2011). Ke smršťování a praskání malého podílu lupulinových zrn dochází již při sušení. Největší mechanickou zátěž představují pro chmel mletí a granulace. Chmelové pryskyřice a další látky v deformovaných a potrhávaných lupulinových zrnech rychle

be dry enough but a water content of 16.7% was measured. The contents of bitter acids, prenylflavonoids and water during one of the tests are shown in Tab. 4. A further drying test was made without the forced circulation of warm air. The freshly harvested cones were just dried directly for 10 days at room temperature in the dark to a final water content of 9.5%. Apparently as a result of the long drying period, the DMX content measured of 0.30% was lower than expected.

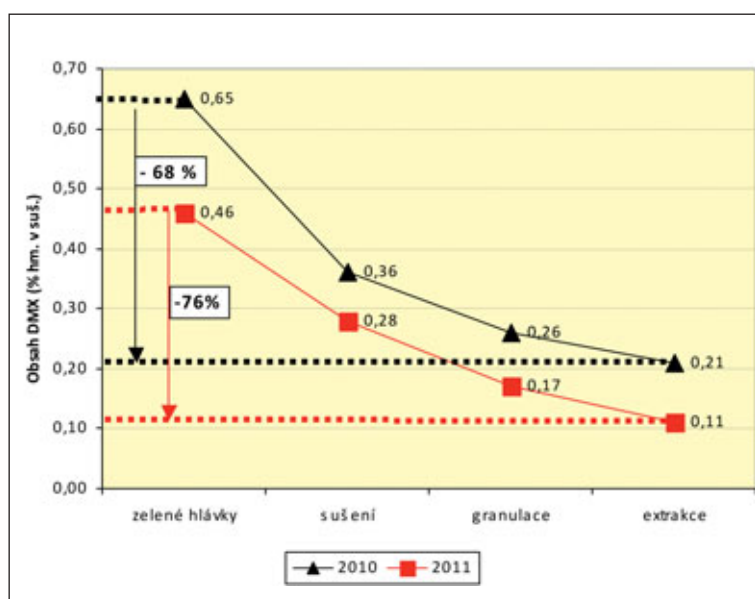
The next step is pelletizing. With the Vital variety CO₂-extraction could also be considered. By this extraction, prenylflavonoids remain in the spent hop, which then becomes a potentially valued raw material. A summary showing the DMX content at various stages of processing of the Vital hop variety is given in Fig. 7. The hops pressed into prisms were kept in a non air-conditioned store until processing in November and December. The initial level of DMX in the fresh cones was 0.65% in 2010 and 0.46% in 2011 (Tab. 1). The DMX content dropped by 40 to 45% in the course of drying on the full scale belt dryer at temperatures of 55 to 60 °C and further losses occurred during pelletizing and extraction. The total losses during common processing were from $\frac{2}{3}$ to $\frac{3}{4}$ of the initial amount. It is evident that the storage and the hop processing must be carried out in a different way if the potential of the Vital variety were also to be fulfilled for non-brewery applications such as food supplements or phytopharmaceuticals. The drying can surely be done in less damaging ways. The advantage is that the Vital variety is harvested last and consequently there remains more time for experiments. The next necessary step is the storage of the pressed hops in air-conditioned rooms at temperatures of 2 to 4 °C during the time immediately after drying and before the pelletizing. The time between drying and pelletizing should be reduced to a minimum. The hop pellets should be stored in cooled warehouse. Nevertheless, the post harvest losses of DMX in the Vital variety are inevitable. The aim is to modify the storage and process parameters in order to minimize the losses to an acceptable level.

3.5 Aging Tests

Tab. 5 and 6 summarize the aging test results for the Vital variety in whole and pelletized hops from the seasons 2009/2010 and 2010/2011. The data shows that pelletized hops stored loosely at room temperature ages the fastest. Pictures of lupulin glands made by electron microscope indicate the reason (Srečec, 2011). It is the structure breaching of the lupulin grains during grinding and pelletizing. Shrinkage and cracking of a small part of the lupulin grains could already be observed during drying but the biggest mechanical stresses for the hops are the grinding and the pelletizing. The hop resins and other substances in damaged grains are subjects of



Obr. 6 DNA čárový kód odrůdy Vital v porovnání s dalšími českými odrůdami chmele / Fig. 6 DNA barcode of the Vital variety in comparison with other Czech hop varieties



Obr. 7 Bilance DMX od sklizně až do zpracování na CO₂-extrakt v letech 2010 a 2011 / Fig. 7 DMX balance from harvest to processing to CO₂-extract in 2010 and 2011

podléhají degradačnímu působení kyslíku a zvýšené teploty. Rychlost znehodnocení takto skladovaných granulí je až překvapující. Zhoršená pivovarská kvalita se odráží v enormním nárůstu indexu skladování chmele na hodnoty vyšší než 2,00. Uvedené zjištění je potřeba brát v potaz zejména v malých a restauračních pivovarech, kde navážky chmele nejsou tak velké a zpracovávání načatých ba-

a rapid degradation process caused by the oxidation and temperature increase. The speed of the degradation process is extraordinary. A deteriorated brewing quality causes an enormous increase in the hop storage index (HSI) up to values above 2.00. This fact could be of importance especially in small pub breweries where the quantity of weighed-out hop is small and therefore the consumption of an

Tab. 3 Chemotaxonomická charakteristika odrůdy Vital / *Chemotaxonomic characteristic of the variety Vital*

Pryskyřice/hop resins			
celkové pryskyřice/total resins (% hm., % w)	25–30	poměr alfa/beta <i>alpha/beta ratio</i>	1.1–1.7
alfa kyseliny/ <i>alpha acids</i> (% hm., % w)	10–15	kohumulon/cohumulone (% rel.)	21–26
beta kyseliny/ <i>beta acids</i> (% hm., % w)	6–10	kolupulon/colupulone (% rel.)	45–50
Silice/hop oils			
obsah silic/total oil (% hm., % w)	1.5–2.5	limonene (% rel.)	0.15–0.21
myrcene (% rel.)	40–55	linalool (% rel.)	0.70–0.80
β-caryophyllene (% rel.)	5–8	geraniol (% rel.)	0.20–0.30
α-humulene (% rel.)	2–5	2-undecanone (% rel.)	1.60–2.00
β-farnesene (% rel.)	1–4	methyl-4-decenoate (% rel.)	2.00–2.50
α- + β-selinenes (% rel.)	7–15	methylgeranate (% rel.)	0.20–0.30
Polyfenoly/polyphenols			
celkové polyfenoly/total polyphenols (% hm., % w)	4.0–5.0		
xanthohumol (% hm., % w)	0.70–1.00		
DMX (% hm., % w)	0.20–0.40		

Tab. 4 Sušení odrůdy Vital v provozní pásové a poloprovozní komorové sušárně / *Drying of the Vital variety in full scale belt and pilot chamber oven*

Doba sušení (h) <i>Time of drying (hours)</i>	alfa kyseliny (% hm. v suš.) <i>alpha acids (% w/dm)</i>	beta kyseliny (% hm. v suš.) <i>beta acids (% w/dm)</i>	X (% hm. v suš.) <i>X (% w/dm)</i>	DMX (% hm. v suš.) <i>DMX (% w/dm)</i>	Vlhkost (% hm.) <i>moisture (% w)</i>
zelený chmel po mechanizované sklizni / <i>green hops after mechanized harvesting</i>					
Čerstvý chmel/ <i>fresh hops</i>	12.8	8.2	0.82	0.46	74.8
sušení – poloprovozní komorová sušárna / <i>drying – pilot chamber dryer CHI Zatec</i>					
2 hodiny/hours*	13.5	8.5	0.85	0.43	52.5
4 hodiny/hours*	13.3	8.2	0.84	0.39	38.3
6 hodin/hours*	13.4	8.5	0.90	0.40	30.0
8 hodin/hours*	13.0	8.5	0.82	0.38	21.4
10 hodin/hours*	13.2	8.5	0.87	0.39	16.7
Stekník – provozní pásová sušárna / <i>Stekník – full scale belt dryer</i>					
Suchý chmel / <i>dry hops</i>	12.6	8.4	0.86	0.28	8.0

* průměrné hodnoty ze dvou paralelních stanovení / mean values from duplicate analyses

Tab. 5 Stárnutí hlávek odrůdy Vital (20 °C, aerobní podmínky, bez přístupu světla) / *Ageing of leaf hops of Vital variety (20 °C, aerobic conditions, in a dark room)*

Období <i>Period</i>	Parametr <i>Parameter</i>	Začátek pokusu <i>Start of trial</i>	Po 6 měsících <i>After 6 months</i>	Po 12 měsících <i>After 12 months</i>	Pokles obsahu (% rel.) <i>Decrease (% rel.)</i>	
					po 6 měsících <i>after 6 months</i>	po 12 měsících <i>after 12 months</i>
2009/2010	HSI	0.267	0.473	0.841	–	–
	alfa kys. (% hm.)	12.96	9.78	6.16	24.5	55.8
	beta kys. (% hm.)	8.4	6.12	2.67	27.1	68.2
	X (% hm.)	0.77	0.6	0.35	22.1	54.5
	DMX (% hm.)	0.33	0.19	0.07	42.4	78.8
2010/2011	HSI	0.279	0.453	0.958	–	–
	alfa kys. (% hm.)	13.84	11.72	6.42	15.3	53.6
	beta kys. (% hm.)	8.59	7.08	2.54	17.6	70.4
	X (% hm.)	0.71	0.67	0.42	5.6	40.8
	DMX (% hm.)	0.4	0.22	0.1	45	75.0

lení s granulovaným chmelem může trvat další dobu. Dynamika stárnutí granulovaných chmelů skladovaných bez přístupu vzduchu je podle očekávání podstatně pomalejší. Při skladování v klimatizovaných prostorech se obsah alfa a beta kyselin po 12 měsících snížil max. o 6 % rel.. Nejvyšší ztráty, 12–33 % rel., i při tomto šetrném skladování, byly zjištěny u DMX.

Volba parametrů pokusu umožnila kvantifikovat podíl působení kyslíku a zvýšené teploty na celkovém zhoršení kvality chmele. Za předpokladu, že při skladování bez přístupu vzduchu a nízkých teplotách je rychlost degradačních reakcí zanedbatelná, pak podíl oxidačních reakcí na zhoršení kvality chmele činí 60–70%, zbývající část je zřejmě výsledkem působení vyšších teplot. Hodnoty indexu skladování a obsahu alfa kyselin v hlávkovém i granulovaném chmelu v průběhu testu 2010/2011 jsou uvedeny na obr. 8 a 9. Průběh křivek ukazuje, že analytické ukazatele se s časem nemění rovnoměrně, ale vykazují inhibiční periodu trvající zpravidla 4 až 6 měsíců. V druhé, akcelerační periodě, se kvalita chmele zhoršuje podstatně rychleji než v první. Délka inhibiční fáze je dána působením antioxidantů, které po určitou dobu jsou schopny průběh degradačních reakcí potlačovat (Hoyweghen, 2010). Rychlost stárnutí je odrůdově podmíněna a je třeba ji u každé nové odrůdy experimentálně stanovit (Likens, 1970). Stabilita odrůd se uzančně stanovuje jako míra poklesu obsahu alfa kyselin v hlávkovém chmelu po 6 měsících skladování při pokojové teplotě za přístupu vzduchu (Hopunion, 2011). Hodnoty pro odrůdu Vital uvedené v tabulce 5 ukazují, že po 6 měs-

opened pack of pelletized hops takes a long time. The aging speed of pelletized hops stored without air is, of course, considerably slower. When stored in an air conditioned room, the contents of α - and β -acids decrease after 12 months by a maximum of 6 % rel. Under these conditions the highest losses of 12 to 33 % rel. were found for DMX.

The schedule of the test parameters allows a quantification of the contributions of oxygen and increased temperature to the total quality deterioration. Assuming that the speed of the degradation reactions is negligible during storage under vacuum and at low temperatures then the part caused by oxidation amounts to 60 to 70 %. The remaining part of the quality deterioration is obviously due to increased temperatures. The values for the HSI and the content of α -acids in whole and pelletized hops determined during the 2010/2011 test are shown in Fig. 8 and 9. The graphics show that the analytical indicators do not change constantly. They point to an inhibition period lasting generally 4 to 6 months. The hop quality deteriorates considerably faster in the second (acceleration) period than in the first one. The length of the inhibition period depends on the presence of antioxidants, which are able to restrain the degradation process for a certain time (Hoyweghen, 2010). The aging speed is individual and it must be experimentally determined for each new hop variety (Likens, 1970). The hop stability is expressed as the percentage of α -acids remaining in baled whole hops after six months of storage at ambient temperature (Hopunion, 2011). The values determined for

Tab. 6 Stárnutí granulovaných chmelů odrůdy Vital v obdobích 2009/2010 a 2010/2011 / Aging of hop pellets of Vital variety in seasons 2009/2010 and 2010/2011

Období Period	Parametr Parameter	Začátek pokusu Start of trial	Po 12 měsících After 12 months	Pokles (% rel.) Decrease (% rel.)
+ 2 °C, anaerobní podmínky, Alu-fólie / anaerobic conditions, Alu foil				
2009/2010	HSI	0.501	0.580	–
	alfa kyseliny/ <i>alpha acids</i> (% hm., % w)	10.66	10.25	3.8
	beta kyseliny/ <i>beta acids</i> (% hm., % w)	6.33	6.27	1.0
	X (% hm., % w)	0.67	0.63	6.0
	DMX (% hm., % w)	0.15	0.1	33.3
2010/2011	HSI	0.332	0.352	–
	alfa kyseliny/ <i>alpha acids</i> (% hm., % w)	12.76	12.01	5.9
	beta kyseliny/ <i>beta acids</i> (% hm., % w)	7.76	7.12	8.2
	X (% hm., % w)	0.7	0.67	4.3
	DMX (% hm., % w)	0.24	0.21	12.5
+ 20 °C, anaerobní podmínky, Alu-fólie / anaerobic conditions, Alu foil				
2009/2010	HSI	0.501	0.615	–
	alfa kyseliny/ <i>alpha acids</i> (% hm., % w)	10.66	8.27	22.4
	beta kyseliny/ <i>beta acids</i> (% hm., % w)	6.33	6.13	3.2
	X (% hm., % w)	0.67	0.57	14.9
	DMX (% hm., % w)	0.15	0.04	73.3
2010/2011	HSI	0.332	0.545	–
	alfa kyseliny/ <i>alpha acids</i> (% hm., % w)	12.76	8.35	34.6
	beta kyseliny/ <i>beta acids</i> (% hm., % w)	7.76	6.39	17.6
	X (% hm., % w)	0.7	0.62	11.4
	DMX (% hm., % w)	0.24	0.08	66.6
20 °C, aerobní podmínky, bez přístupu světla / aerobic conditions, in the dark				
2009/2010	HSI	0.501	2.661	–
	alfa kyseliny/ <i>alpha acids</i> (% hm., % w)	10.66	0.14	98.7
	beta kyseliny/ <i>beta acids</i> (% hm., % w)	6.33	0.05	99.2
	X (% hm., % w)	0.67	0.22	67.2
	DMX (% hm., % w)	0.15	< 0.02	100.0
2010/2011	HSI	0.332	2.081	–
	alfa kyseliny/ <i>alpha acids</i> (% hm., % w)	12.76	0.54	95.8
	beta kyseliny/ <i>beta acids</i> (% hm., % w)	7.76	0.53	93.2
	X (% hm., % w)	0.7	0.28	60.0
	DMX (% hm., % w)	0.24	0.06	75.0

cích skladování za normální teploty došlo k poklesu obsahu alfa kyselin o 15 až 25 %. Dle klasifikace lze tuto odrůdu zařadit mezi chmele s dobrou skladovací stabilitou.

the *Vital* variety, given in *Tab. 5* point to a decrease in α -acids content from 15 % to 25 %. Based on these results the *Vital* variety is considered as a hop with good storage stability.

4 ZÁVĚR

Odrůda *Vital*, geneticky odvozená z další české odrůdy chmele *Agnus*, se obsahem 10 až 15 % alfa kyselin řadí do kategorie hořkých chmelů. Díky kompaktní struktuře chmelové hlávky nedochází při mechanizované sklizni k rozpadu a poškození hlávek. Vzhledem k vysokému obsahu xanthohumolu a DMX má potenciál i nepivovarského využití při výrobě potravních doplňků či biofarmak. Vzhledem k relativně nízké stabilitě DMX však bude při posklizňovém zpracování vyžadovat mimořádný režim v podobě šetrného sušení a skladování v klimatizovaných prostorech. *Vital* má dobrou skladovací schopnost. Skladováním hlávek při pokojové teplotě po dobu 6 měsíců poklesne obsah alfa kyselin max. o 25 %. Autenticitu odrůdy *Vital* lze spolehlivě založit na typickém složení chmelových silic, vysokém obsahu xanthohumolu, DMX a genetických analýzách.

Poděkování

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

4 CONCLUSIONS

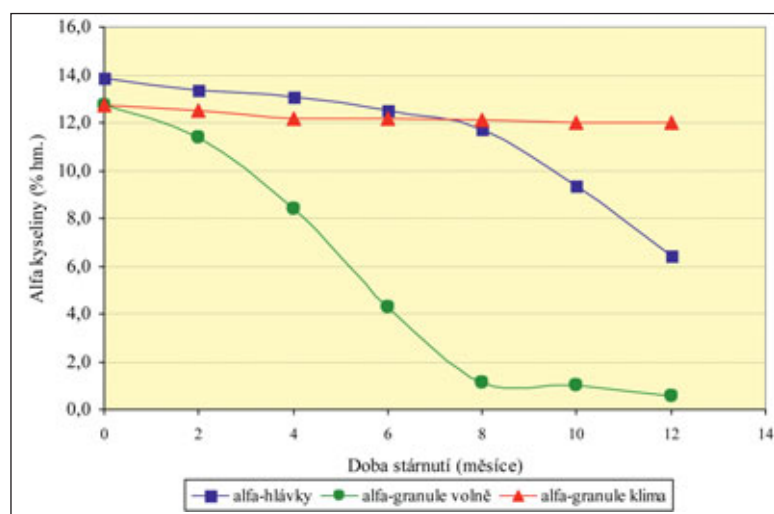
The *Vital* variety is genetically related with another Czech variety, *Agnus*. Since its α -acids content is in the range of 10 to 15 % it belongs to the bitter hops types. Due to the compact structure of the hop cones it is resistant to damage caused by mechanical harvesting. As a result of its high contents of xanthohumol and DMX it could also be possibly used in non-brewing industry for the production of food supplements or phytopharmaceuticals. Nevertheless, due to the relatively low stability of DMX special care must be taken during the post harvest treatments. The hops must be dried at lower temperatures and stored in air conditioned warehouses. The *Vital* variety has good storage stability. The content of α -acids decreases by a maximum of 25 % after six months storage at ambient temperature. The authenticity of the *Vital* variety can be reliably recognized from its specific composition of hop oils, high content of xanthohumol and DMX and genetic analyses.

Acknowledgements

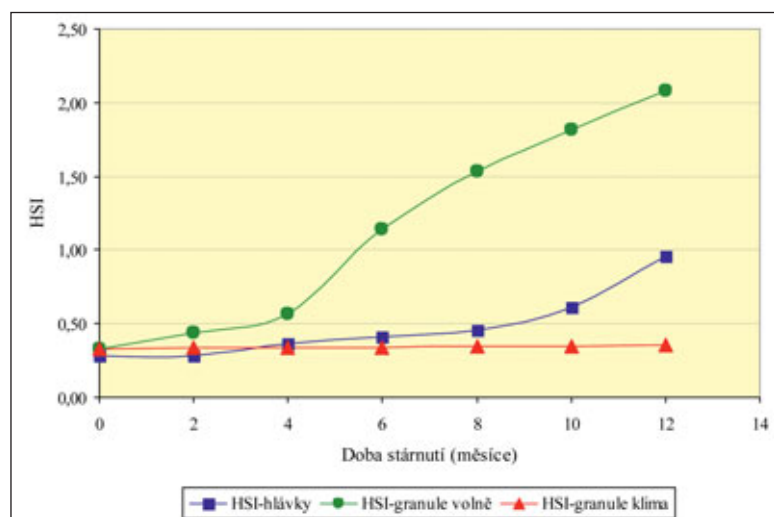
The present study was supported by the research project FR-TI1/012 of the Ministry of Industry and Trade and the research project MSM6019369701 of the Ministry of Education, Youth and Sports.

Translated by Eva Paterson

Obr. 8 Obsah alfa kyselin v hlávkách a granulích odrůdy *Vital* za různých podmínek skladování v období 2010/2011 / Fig. 8 Alpha acid contents in cones and pellets of *Vital* hops under various storage conditions in period 2010/2011



Obr. 9 Hodnoty HSI v hlávkách a granulích odrůdy *Vital* za různých podmínek skladování v období 2010/2011 / Fig. 9 HSI values in cones and pellets of *Vital* hops under various storage conditions in period 2010/2011



Literatura / References

- Analytica EBC, 1998: 5th edition, European Brewery Convention, Carl-Hans Verlag, Nürnberg.
- ASBC, 1992: Methods of Analysis, 8th edition, American Society of Brewing Chemists, St. Paul, MI.
- Buckwold, V. E. et al., 2004: Antiviral activity of hop constituents against a series of DNA and RNA viruses. *Antiviral Research*, 61: 57–62.
- De Keukeleire, J., et al., 2003: Formation and Accumulation of Alpha Acids, Beta Acids, Desmethylxanthohumol and Xanthohumol during Flowering of Hops (*Humulus Lupulus* L.). *J. Agric. Food Chem.* 51: 4436–4441.
- Dorn, Ch. et al., 2010: Xanthohumol, a chalcon derived from hops, inhibits hepatic inflammation and fibrosis. *Mol. Nutr. Food Res.* 54: 1–9.
- Hadonou, A.M., Walden, R., Darby, P., 2004: Isolation and characterization of polymorphic microsatellites for assessment of genetic variation of hops (*Humulus lupulus* L.). – *Mol. Ecol. Notes* 4: 280–282.
- Gernhauser, C. et al., 2002: Cancer Chemopreventive Activity of Xanthohumol, a natural Product derived from Hop. *Mol. Cancer Therapeutics*, 1: 959–969.
- Hein, W., Pollach, G., 1997: New findings with the use of hop products in the sugar industry. *Zuckerindustrie*, 122, Nr. 12: 940–949.
- Hopunion LLC, 2011: Hop Variety Handbook, Yakima, Washington, USA.
- Hoywehnen, L., Biendl, M., Heyerick, A., 2010: Radical Scavenging Capacity of hop-derived Products. *Brewing Science* 63: 1–5.
- Jakše, J., Bandelj, D., Javorník, B., 2002: Eleven new microsatellites for hop (*Humulus lupulus* L.). *Mol. Ecol. Notes* 2: 544–546.
- Krofta, K., 2002: Obsah a složení chmelových pryskyřic žateckých chmelů z pohledu jejich pivovarské hodnoty. *Disertační práce, VŠCHT v Praze*.
- Krofta, K., Mikyška, A., Hašková, D., 2008: Antioxidant characteristics of hops and hop products. *J. Inst. Brew.* 114 (2): 160–166.

- Likens, S.T., Nickerson, G.B., Zimmermann, C.E., 1970: An Index of Deterioration in Hops (*Humulus lupulus* L.). ASBC Proceedings: 68–74.
- Lupinacci, E. et al., 2009: Xanthohumol from Hop (*Humulus lupulus* L.) Is an Efficient Inhibitor of Monocyte Chemoattractant Protein-1 and Tumor Necrosis Factor- α Release in LPS-Stimulated RAW 264.7 Mouse Macrophages and U937 Human Monocytes. J. Agric. Food Chem. 57: 7274–7281.
- Milligan, S. et al., 2002: Oestrogenic activity of the hop phyto-oestrogen 8-prenylnaringenin. Reproduction 123: 235–242.
- Miranda et al., 2000: Antiproliferative and cytotoxic effects of prenylated flavonoids from hops in human cancer cell lines. Food and Chemical Toxicology 37: 271–285.
- Patzak, J., 2001: Comparison of RAPD, STS, ISSR and AFLP molecular methods used for assessment of genetic diversity in hop (*Humulus lupulus* L.). Euphytica 121: 9–18.
- Patzak, J., Vrba, L., Matoušek, J., 2007: New STS molecular markers for assessment of genetic diversity and DNA fingerprinting in hop (*Humulus lupulus* L.). Genome 50: 15–25.
- Possemiers, S. et al., 2005: Activation of Proestrogens from Hops (*Humulus lupulus* L.) by intestinal Microbiota; Conversion of Iso-xanthohumol into 8-Prenylnaringenin. J. Agric. Food Chem. 53: 6281–6281.
- Probasco, G., Varnum, S., Perrault, J., Hysert, D., 2010: Citra-A New Special Aroma Hop Variety. MBAA Tech. Quarterly, 47 (4): 17–22.
- Sakamoto, K., Konings, W. N., 2002: Anti-Microbial Effects of Hop. Cerevisia, 27 (4): 184–188.
- Siragusa, G. R. et al., 2008: Antimicrobial activity of lupulone against *Clostridium perfringens* in the chicken intestinal tract jejunum and caecum. J. Antimicrobial Chemotherapy, 61: 853–858.
- Sreèec, S. et al., 2011: Hop pellets Type 90: ESEM Studies of Granular Trichomes Morphological and Structural Changes during the Different Phases of Hop Processing. Acta Alimentaria, 40 (2), 282–290.
- Štajner, N., Jakše, J., Kozjak, P., Javorník, B., 2005: The isolation and characterisation of microsatellites in hop (*Humulus lupulus* L.). Plant Sci. 168: 213–221.
- Stevens, J.F., Page, J.E., 2004: Xanthohumol and related prenylflavonoids from hops and beer: to your good health! Phytochemistry 65, 1317–1330.
- Takoi, K. et al., 2009: Identification and Characteristics of New Volatile Thiols Derived from the Hop (*Humulus lupulus* L.) Cultivar Nelson Sauvin. J. Agric. Food Chem. 57, 2493–2502.
- Van Opstaele et al., 2010: Analytical and Sensory Assessment of Hoppy Aroma and Bitterness of Conventionally Hopped and Advanced Hopped Pilsner Beers. J. Inst. Brew. 166 (4): 445–448.
- Zanoli, P., Zavatti, M., 2008: Pharmacognostic and pharmacological profile of *Humulus lupulus* L. J. Ethnopharmacology 116: 383–396.

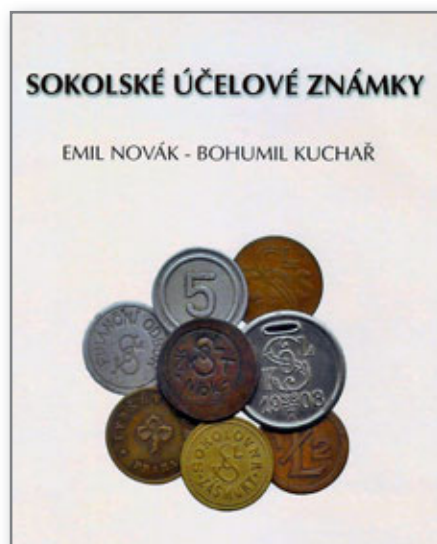
Recenzovaný článek / Reviewed paper

Do redakce došlo / Manuscript received: 25. 09. 2012

Přijato k publikování / Accepted for publication: 06. 12. 2012

Knihy / Books

Emil Novák – Bohumil Kuchař: SOKOLSKÉ ÚČELOVÉ ZNÁMKY



Polabské muzeum, Poděbrady
48 stran
cena: 75 Kč (včetně DPH)

Zmiňují-li v tomto časopise publikaci o účelových známkách, je jistě jasné, že knižka pojednává o známkách pivních. Známek na pivo bývalo mezi našimi účelovými známkami mnoho, i Kvasný průmysl jich uveřejnil desítky – jen známky sokolské mezi nimi prakticky chybí.

Sokolská tělocvičná organizace (Sokol) byla v Čechách založena v roce 1862 – nedávno jsme si připomněli její stopadesátileté trvání, a současně i 130 let od konání prvního všesokolského sletu v roce 1883. V sousedním Německu ale vznikaly tělocvičné jednoty mnohem dříve, než u nás – první cvičiště vybavené tělocvičným náčiním bylo zřízeno v Hasenheidě u Berlína již roku 1811. Přes zdánlivě stejné zaměření byly mezi našimi tělocvičnými jednotami a turnerským hnutím značné rozdíly. Zpočátku se sice i našim cvičencům říkalo turnysté, brzy se však ujal název Sokol a jeho členové byli všeobecně označováni Sokolové. Turnerské hnutí bylo více společenskou než tělocvičnou záležitostí, téměř při každé turnerské jednotě existovaly knajpy (tj. krčmy, hostince), kde členové vysedávali u piva, hráli ku-

želky, pořádali společné výlety, zájezdy do dalších jednot a podobně. Sokolské jednoty zřizovaly tělocvičny – sokolovny, pravidelně cvičily všude, kde to bylo jen trochu možné – ve školách, v zahradách, na lukách... Nešlo tedy o stolní společnosti jako u turnerů. To je také jedním z hlavních důvodů, proč jsou jejich pivní známky tak ojedinělé, a ty, které se dochovaly, pro nás tak zajímavé.

Uvedená publikace jich z Českých zemí popisuje jen málo: kromě devíti z neznámého místa jen deset z Čech (Praha – Týršův dům, Dolní Kalná, Hostouň, Klatovy, Libeň, Nesuchyně, Nezvěstice, Nymburk, Plzeň a Zámuky) a čtyři z Moravy (Oslavany, Uherské Hradiště, Tišnov a Zlín). Jejich vzácnost svědčí o tom, že hlavním cílem Sokola bylo povznesení nejen tělesných, ale mravních sil národa. A všichni víme, že Sokol svou úlohu v dobách habsburské monarchie i za nacistické okupace splnil.

Dr. Zbyněk Likovský