

Šlechtění chmele v České republice

Hop Breeding in the Czech Republic

VLADIMÍR NESVADBA, ZDĚNKA POLONČÍKOVÁ, ALENA HENYCHOVÁ

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

e-mail: v.nesvadba@telecom.cz

Nesvadba, V. – Polončíková, Z. – Henychová, A.: Šlechtění chmele v České republice. Kvasny Prum. 58, 2012, č. 2, s. 36–39.

Šlechtitelské cíle v České republice lze rozdělit na šlechtění aromatických a vysokoobsažných chmelů, odolných k vnějším stresům, pro farmaceutické využití a na nízké konstrukce. V roce 2008 byly registrovány odrůdy Vital a Kazbek a v roce 2010 odrůdy Saaz Late a Bohemie. V současné době byla vyšlechtěna řada perspektivních genotypů s vysokým obsahem chmelových pryskyřic. Šlechtitelskou prací byla získána řada nových genotypů s vysokým obsahem xanthohumolu nebo desmethylxanthohumolu. Byl získán projekt Eureka pro šlechtění chmele na nízké konstrukce.

Nesvadba, V. – Polončíková, Z. – Henychová, A.: Hop Breeding in the Czech Republic. Kvasny Prum. 58, 2012, No. 2, p. 36–39.

Hop breeding objectives in CR can be divided into aroma and bitter hops, both being resistant to stresses, dwarf varieties for cultivation in low trellis and varieties for pharmaceutical utilization. In 2008 we managed to release Vital and Kazbek. Varieties Saaz Late and Bohemie were registered in 2010. Recently we have bred some perspective genotypes with high contents of xanthohumol or desmethylxanthohumol (DMX). In January 2011, we were awarded funding for a new four years EUREKA Project, which is an inter-governmental network that supports the development for innovations across all sectors of industry within EU. It should help us to develop new low trellis high quality aroma hops as sustainable replacements for traditional tall hops in the future.

Nesvadba, V. – Polončíková, Z. – Henychová, A.: Der Hopfenanbau in der Tschechischen Republik. Kvasny Prum. 58, 2012, Nr. 2, S. 36–39.

Die Ziele der Hopfenbauer in der Tschechischen Republik kann man folgendes unterscheiden: der Anbau von aromatischen Hopfen und der Anbau von hochgehaltigen Hopfen, die gegen die Außenstressen, für pharmazeutische Anwendung und für den Anbau auf niedrige Konstruktionen geeignet sind. Im Jahre 2008 wurden die Hopfensorten Vital und Kazbek, später im Jahre 2010 die Hopfensorten Saaz Late und Bohemie registriert. Zurzeit wurde eine Reihe von perspektiven Genotypen mit hohem Gehalt an Hopfenharze gezüchtet. Durch die Anbautätigkeit wurden neue Genotypen mit hohem Gehalt an Xanthohumol oder Desmethylxanthohumol gezüchtet. Ein Projekt Eureka für den Hopfenanbau auf niedrigere Konstruktionen wurde erhalten.

Klíčová slova: chmel, *Humulus lupulus* L., šlechtění chmele, odrůdy, xanthohumol, desmethylxanthohumol, nízké konstrukce

Keywords: hop, *Humulus lupulus* L., varieties, genotypes, breeding material, low trellis, EUREKA project, dwarf hops, xanthohumol, DMX

1 ÚVOD

Šlechtění chmele v České republice bylo založeno na klonové selekci, jejímž cílem bylo zušlechťování Žateckého poloraného červeňáku. Křížení chmele bylo používáno od 60. let, ale nemělo velký význam. První odrůdy, které vznikly křížením, byly v roce 1994 Bor a Sládek. Lze konstatovat, že v současné době se ve šlechtění chmele využívá výhradně metoda křížení. Tímto způsobem byly získány další odrůdy Premiant (1996), Agnus (2001), Harmonie (2004) a Rubín (2006). Z pivovarského pohledu se nejvíce uplatňují odrůdy Sládek, Premiant a Agnus. V současné době se zvyšuje i poptávka po odrůdách Harmonie, proto bude v roce 2011 rozšířena produkce této odrůdy. Chmel obsahuje řadu významných látek pro farmaceutické a biomedicínské využití (De Keukeleire et al., 2003; Pšenáková a kol., 2010). Šlechtitelské cíle lze rozdělit na šlechtění aromatických a vysokoobsažných chmelů, odolných k vnějším stresům, pro farmaceutické využití a na nízké konstrukce.

2 METODIKA

Základem pro šlechtění chmele jsou genetické zdroje – jedná se o rozpracovaný šlechtitelský materiál, registrované odrůdy a plané chmele. Genetické zdroje (Nesvadba V., Krofta K., 2005) jsou podporovány Českou republikou (MZe 33083/03-300 6.2.1. – MZe ČR). Šlechtění je zaměřeno na křížení vhodných rodičovských komponentů. Získaná potomstva jsou následně využívána pro další šlechtění. Potomstva jsou pěstována na stanovišti 2 roky, kdy po dvou letech následuje výběr nejlepších jedinců. Ti jsou následně množeni a testováni v šlechtitelských školkách. Perspektivní genotypy jsou po důkladných testacích (5–8 let) přihlášeny do státních registračních zkoušek. Pro hodnocení potomstev, šlechtitelského materiálu a nových odrůd jsou využívány základní statistické parametry.

1 INTRODUCTION

Hop breeding in Czech Republic was based on clone selection, whose aim was to get better quality of the original Czech aroma hops. Although hop crossing was carried out in the sixties of the last century its importance used to be neglected. The first Czech varieties, which have had their origin in hop crossing (Bor, Sládek), were registered in 1994. Varieties Premiant (1996), Agnus (2001), Harmonie (2004) and Rubín (2006) followed. Breweries use mostly Sládek, Premiant and Agnus. Higher demands for Harmonie result in extension of its acreage. Hop cones contain many important compounds, which can be utilized within pharmaceutical as well as biomedicine industry (De Keukeleire et al., 2003; Pšenáková et al. 2010). Breeding objectives can be divided into aroma and bitter hops, both being resistant to stresses, dwarf varieties for cultivation in low trellis and varieties for pharmaceutical utilization.

2 MATERIAL AND METHODS

Genetic resources (breeding material, registered varieties and wild hops) are the bases for hop breeding. Genetic resources (Nesvadba V., Krofta K., 2005) are supported by the government of CR (MZe 33083/03-300 6.2.1. – MZe ČR). The breeding process is aimed at crossing of suitable parents. Their progenies are grown on a plot for two years. The best individuals are selected from this collection. These plants are propagated and tested in a breeding nursery. Perspective genotypes are submitted to thorough tests (5–8 years) and after this period they are enrolled to the registration process controlled by Czech government.

3 ŠLECHTITELSKÉ SMĚRY

Šlechtění chmele má v České republice dlouholetou tradici. V současné době je šlechtění zaměřeno na pět cílů. Samozřejmě, že všechny perspektivní genotypy musí vykazovat odolnost k houbovým chorobám, dobré agrotechnické parametry a především dobré pivovarské vlastnosti, proto Chmelařský institut Žatec disponuje pokusným pivovárkem o kapacitě 50 litrů. Od roku 2008 byly v Česku registrovány 4 nové odrůdy chmele (tab. 1).

3 RESULTS AND DISCUSSION

Hop breeding has a long tradition in CR. Nowadays; it is aimed at five objectives. It is necessary all the perspective genotypes to show good tolerance to fungal diseases (downy and powdery mildew), good agro-technical parameters and last but not least very good brewing characteristics. A pilot brewery (50l capacity) is therefore a necessary part of our facilities to test these features. We have managed to register 4 new hop varieties in CR since 2008. The results of hop analyses are shown in Tab. 1.

Tab. 1 Chemické složení nových českých odrůd chmele / Chemical structure of new Czech hop varieties

Odrůdy / Hop variety	Vital	Kazbek	Saaz Late	Bohemie
Alfa kyseliny / Alpha acids (% hm.)	12.0 – 16.0	5.0 – 8.0	3.5 – 6.0	5.0 – 8.0
Beta kyseliny / Beta acids (% hm.)	6.0 – 10.0	4.0 – 6.0	4.0 – 6.5	6.0 – 9.0
Kohumulon / Cohumulone (% rel.)	21 – 26	35 – 40	20 – 25	23 – 26
Xanthohumol (% hm.)	0.70 – 1.00	0.30 – 0.45	0.30 – 0.50	0.50 – 0.75
DMX (% hm.)	0.25 – 0.40	0.10 – 0.20	0.07 – 0.12	0.10 – 0.20
Obsah silic / Total hop oils (% hm.)	1.5 – 2.5	0.9 – 1.8	0.5 – 1.0	1.0 – 1.5
Myrcen / Myrcene (% rel.)	40 – 55	40 – 50	25 – 35	30 – 40
Karyophylen / Caryophyllene (% rel.)	5 – 8	10 – 15	6 – 9	7 – 10
Humulen / Humulene (% rel.)	2 – 5	20 – 35	15 – 20	17 – 23
Farnesene / Farnesene (% rel.)	1 – 4	< 1	15 – 20	< 1
Selineny / Selinens (% rel.)	7 – 15	1 – 3	3 – 4	8 – 12

3.1 Šlechtění aromatických chmelů

V posledních letech je šlechtění aromatických chmelů rozděleno na dva směry. První skupina je klasická – křížení rodičovských komponent aromatického typu s následným výběrem potomstev. Tím byla získána odrůda Sládek, která vykazuje dobré pivovarské využití. V současné době tvoří standard kvality této skupiny aromatických chmelů. V rámci této skupiny byla v roce 2004 registrována odrůda **Harmonie**, v roce 2010 odrůda **Bohemie**, která byla získána z potomstva po odrůdě Sládek. Bohemie má shodné kvalitativní parametry, ale má kratší vegetační dobu. Druhou skupinu tvoří jemné aromatické chmele, to je Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ), který je charakteristický vynikajícími pivovarskými vlastnostmi. Dosud byla využívána jen klonová selekce v rámci Žateckého poloraného červeňáku. V posledním období se Žatecký poloraný červeňák využíval ke křížení s vhodnými samčími genotypy, které mají v původu též ŽPČ. Výsledkem dlouhodobé práce je registrace nové odrůdy **Saaz Late**, která byla provedena v roce 2010. Tato odrůda vykazuje shodné složení chmelových pryskyřic i silic jako Žatecký poloraný červeňák. V současné době je pěstována na ploše 3 ha. V roce 2011 bude provedena nová výsadba na ploše 5 ha. Odrůda je testována v českých i zahraničních pivovarech a vykazuje vynikající výsledky. Z důvodu požadavků pivovarů pro další testy je nutný nárůst plochy.

3.2 Šlechtění vysokoobsažných chmelů

Šlechtění vysokoobsažných chmelů má pouze jedno kritérium, a to produkci alfa kyselin z hektaru. Nové odrůdy musí vykazovat odolnost, dobré agrotechnické parametry, protože to ovlivňuje ekonomiku pěstování chmele a dále i pivovarské vlastnosti. V roce 2001 byla v České republice registrována odrůda **Agnus**, která nemá nejvyšší produkci alfa kyselin z hektaru, ale vykazuje vynikající pivovarské parametry, a to především pozitivní vliv na stabilitu piva. Odrůda **Vital**, která byla registrována pro farmaceutické využití, vykazuje vyšší obsah alfa kyselin i vysoký obsah beta kyselin, ale nižší výnosovou úroveň, proto pravděpodobně nebude atraktivní pro pěstitelskou praxi. V pivovarských testech vykazuje výborný vliv na kvalitu piva. V roce 2010 bylo vybráno 5 nadějných genotypů do registračních zkoušek, které vykazují obsah alfa hořkých kyselin 13 až 17% a výnos chmele nad 3 t/ha.

3.3 Šlechtění odolných chmelů

Odolných odrůd k vnějším stresům není mnoho. Získat novou odrůdu, která bude odolná k suchu, vysokým teplotám, bude vykazovat

3.1 Breeding of aroma hops

Two main ways have been used to provide breeding aroma hops recently. The first classical one consists in crossing aroma parental hops and selection of their progenies. In this way we managed to release **Sládek**, which has good brewing utilization. Nowadays, it represents the standard for the group of aroma hops. Within this group **Harmonie** was registered in 2004 and **Bohemie** in 2010. This variety was obtained from the progeny of **Sládek**. It has the same qualitative parameters but shorter growing period. The second group is represented by fine aroma hops (**Saazer**), which are typical for excellent brewing characteristics. Up to now only clone selection has been used within **Saazer**. Recently, it has been used for crossing with suitable male genotypes having their origin in **Saazer** as well. As the result of this activity we registered **Saaz Late** in 2010. This variety has the same structure of hop resins and essential oils as **Saazer**. In 2011 it is grown on the acreage of 3 ha and it will be planted on another 5 ha during this year. The variety is tested in numerous Czech and foreign breweries. As it shows very good brewing qualities quick increase of its acreage will be necessary.

3.2 Breeding of bitter hops

Breeding of these hops is aimed entirely at high production of alpha acids. Of course, new varieties must meet also other necessary demands: good tolerance and agro-technical parameters as well as brewing characteristics as it has positive influence at the growing profitability. In 2001 **Agnus** was released. It has just above-average production of alpha acids but on the other hand its brewing characteristics, including positive influence on beer stability, are excellent. **Vital** was registered to meet demands of pharmaceutical industry. It also shows higher content of alpha and beta acids but its yield seem to be too low for practical utilization even though brewing tests have proved its very good influence on beer quality. In 2010 we managed to select five perspective genotypes and apply them into governmental registration tests. They show alpha bitter content in the range of 13–17% and yield of hops higher than 3 t/ha.

3.3 Breeding on resistance

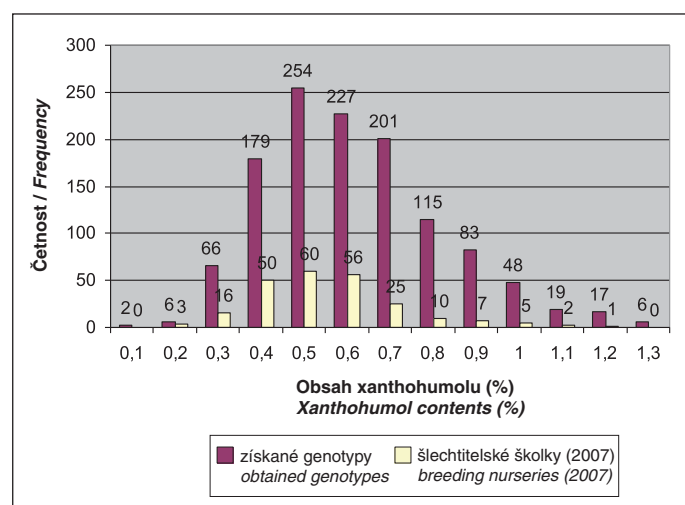
Varieties tolerant to abiotic stresses are not numerous. It is not easy to get a new variety tolerant to drought and hot weather, which would also have good productivity and stability of alpha acids including good brewing parameters. In 2008 we managed to register **Kazbek**, which shows high level of stability in the content of alpha acids

vysokou stabilitu obsahu chmelových pryskyřic a výnosu chmele a současně bude mít i výborné pivovarské vlastnosti, je dosti obtížné. V Česku byla v roce 2008 registrována odrůda Kazbek, která vykazuje vysokou stabilitu obsahu chmelových pryskyřic i výnosu chmele. Je první odrůdou, která má vyšší výnos chmele než odrůda Sládek, která vykazuje v praxi výnos nad 3 t/ha. V roce 2010 byla vysazena provozní plocha, která bude využívána pro pivovarské testy. Je nutné podotknout, že odrůda Kazbek má v původu ruský planý chmel. Právě plané chmele jsou nejvíce využívány pro tento šlechtitelský směr (Patzak, J. et al., 2010).

3.4 Šlechtění pro farmaceutické účely

Z realizovaných křížení se podařilo získat 90 nových genotypů s obsahem xanthohumolu nad 1 %. Tento výsledek je nutno chápat jako úspěšný, protože genotypy získané ze šlechtitelského procesu do roku 2007 vykazovaly z celkového počtu pouze 7 genotypů s obsahem xanthohumolu nad 1 % (obr. 1). Vyšší úspěšnost byla u šlechtění na vysoký obsah DMX, protože pouze 1 genotyp vykazoval obsah DMX nad 0,25 % a výsledkem záměrného šlechtění bylo v rámci projektu získáno 43 nových genotypů chmele s obsahem DMX nad 0,25 % (obr. 2). Z těchto genotypů byl odebrán sadbový materiál pro založení polního pokusu. V roce 2010 byly již 3 genotypy, které vykazují požadovaný obsah DMX, namnoženy a přihlášeny do registračních pokusů ÚKZÚZ. V rámci tohoto šlechtitelského cíle byla registrována v roce 2008 nová odrůda Vital, která vykazuje průměrný obsah DMX 0,30 % hm. v sušině. Rozpětí obsahu je 0,22 až 0,49 % hm.

Obr. 1 Četnost obsahu xanthohumolu u potomstev / Fig. 1 Frequency of xanthohumol contents



and productivity. It is the first Czech variety to show higher yields than Sládek (> 3.0 t/ha). In 2010 we planted it in a commercial hop garden, which will be used for brewing tests. As it can be obvious from the name, this variety is of Russian origin and it is the evidence that wild hops are mainly utilized within this breeding objective (Patzak et al., 2010).

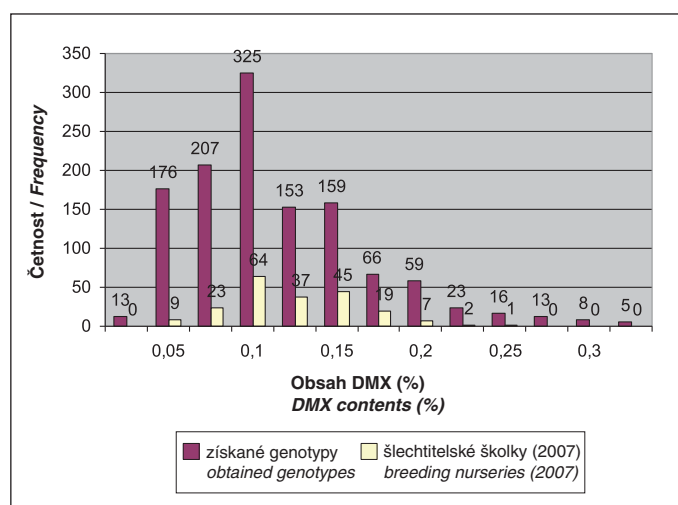
3.4 Breeding for pharmaceutical industry

We managed to get 90 new genotypes with xanthohumol content higher than 1%. This seems a very good result in comparison with 2007 when we were able to obtain just seven genotypes with such high content of this precious compound (Fig. 1). Even better results were got with DMX. Whereas in 2007 only one genotype had content of DMX higher than 0.25%, three years later 43 new hop genotypes exceeded this value (Figure 2). Planting material for establishment of a field trial was taken from this collection. In 2010 we applied for their incorporation into the governmental registration trials. New variety Vital was registered in 2008 within this breeding objective. It shows DMX content at the level of 0.3 % w.w. with the range between 0.22 and 0.49 % w.w.

3.5 Breeding of dwarf hops

On the base of internode measurement in genotypes for high (Premiant and Sládek) as well as low trellis (First Gold and Czech genotype no. 5021) we determined with the help of t-test statistical significance of the difference with 99% probability between the abo-

Obr. 2 Četnost obsahu DMX u potomstev / Frequency of DMX contents in the progenies bred at its high content



3.5 Šlechtění na nízké konstrukce

Na základě měření vzdálenosti internodií u genotypů pro vysoké konstrukce (české odrůdy Premiant a Sládek) a nízké konstrukce (anglická odrůda First Gold a české novošlechtění 5021) byla pomocí t-testu stanovena statistická průkaznost rozdílu s 99% pravděpodobností mezi uvedenými skupinami genotypů. V tab. 2 je patrné, že genotypy pro vysokou konstrukci vykazují vzdálenost internodií 0,277 m (Premiant) a 0,237 m (Sládek) a genotypy zakrslého typu mají průměrnou vzdálenost internodií 0,075 m (First Gold) a 0,092 m (nšl. 5021). Nejnížší variabilitu vykazuje odrůda Premiant (16,59 %) a naopak nejvyšší variabilitu má anglická odrůda First Gold (24,88 %).

ve-mentioned groups of the genotypes. It is obvious from Table 2 that genotypes for high trellis have the average length of internodes 0.277 m (Premiant) and 0.237 m (Sládek), whereas dwarf genotypes 0.075 m (First Gold) and 0.092 (genotype no 5021). The lowest variability was found out in Premiant (16.59 %). On the contrary, the highest variability showed First Gold (24.88 %).

Progenies H37 and H39 were got from a male UK dwarf genotype. Progeny H7 comes from a parental combination for high trellis. Statistical parameters for the individual progenies are reviewed in Tab. 3. Dwarf progenies show the both types of genotypes (for low and high trellis), which can be characterized by higher variability (VK = 40.42

Tab. 2 Variabilita vzdálenosti internodií u genotypů vysokého a zakrslého růstu / Variability in the length of internodes in high and dwarf hops

Odrůda / Hop variety	Premiant	Sládek	First Gold	5021
Průměr / Average (m)	0.277	0.237	0.075	0.092
Směr. odchylka / Standard deviation	4.589	5.219	1.876	2.180
Var. koeficient / Var. coefficient (%)	16.59	21.99	24.88	23.73
Min. délka / Min. length (m)	0.160	0.130	0.025	0.022
Max. délka / Max. length (m)	0.350	0.350	0.112	0.145

Tab. 3 Variabilita vzdálenosti internodií u genotypů vysokého a zakrslého růstu u potomstev F_1 generace / Variability in the length of internodes in high and dwarf hops within the progenies of F_1 generation

Odrůda / Hop variety	H 37	H 38	H 39	H 7
Průměr / Average (m)	0.067	0.069	0.067	0.168
Směr. odchylka / Standard deviation	32.016	27.986	34.730	37.208
Var. koeficient / Var. coefficient (%)	47.48	40.42	51.61	22.04
Min. délka / Min. length (m)	0.026	0.026	0.020	0.087
Max. délka / Max. length (m)	0.186	0.154	0.218	0.257

Potomstva H37 až H39 byla získána po křížení se samčím anglickým genotypem samcem zakrslého typu, ale potomstvo H7 bylo získáno po křížení českého samce genotypů pro vysoké konstrukce. V tab. 3 jsou uvedeny statistické parametry hodnocených potomstev. Potomstva vhodná pro nízké konstrukce vykazují oba typy genotypů, a to pro nízké a vysoké konstrukce, což charakterizuje vyšší variabilita ($V_k = 40,42$ až $51,61$ %). Pomocí t-testu byla stanovena 99% pravděpodobnost rozdílu v délce internodií potomstva H7 k ostatním potomstvům pro nízké konstrukce. V současné době je tento cíl řešen v rámci projektu Eureka.

Z šlechtitelského materiálu, získaného v předešlých letech, bylo vybráno 5 genotypů (tab. 4), které vykazovaly nižší vzrůst (předpoklad pro nízké konstrukce), odolnost k houbovým chorobám a dobré kvalitativní parametry chmelových hlávek. U označení genotypu je uvedena i matečná rostlina, která poukazuje na možné pivovarské zařazení. Genotypy po vysokoobsažných odrůdách Agnus a Taurus budou patřit do skupiny s vyšším obsahem alfa kyselin (4903 a 5059) a genotypy po odrůdách Sládek a First Gold se řadí do skupiny hořkých chmelů (5019) až aromatických chmelů (4900, 5020 a 5021). Dosažené výsledky jsou z klasické vysoké konstrukce šlechtitelských školek.

– 51.61%). With the help of t-test we determined 99% probability of the difference in the length of internodes within H7 progeny in comparison with the other dwarf progenies. This activity is researched within Eureka project nowadays.

Five genotypes have been selected from our breeding material obtained recently (Table 4). These genotypes show dwarf growth and therefore they are suitable for growing in low trellises. They are also resistant to diseases and their cones show good characteristics. Designation of a mother plant is shown here together with the designation of a genotype so as to be able to trace back its brewery classification. Genotypes originating from high alpha hop varieties Agnus and Taurus belong to a group with a higher content of alpha acids (4903 and 5059), whereas genotypes, which have their origin in Sládek and First Gold belong to a group of bitter (5019) or aroma hops (4900, 5020 and 5021). These results are obtained from the plants grown in classic high trellises.

Acknowledgements

This work was supported by Czech Ministry of Education within the Research Project no. 2B06011 and Eureka project (LF 11008). Samples were obtained from the field collection of genetic resources,

Tab. 4 Složení chmelových pryskyřic u genotypů se zakrslým charakterem růstu (Stekník, 2007–2010) / Composition of hop resins in dwarf genotypes (Stekník, 2007–2010)

Označení genotypu / Genotype designation	Alfa kyseliny / Alpha acids (% hm.)	Beta kyseliny / Beta acids (% hm.)	Poměr (alfa/beta) / Ratio (alpha vs. beta)	Kohumulon / Cohumulone (% rel.)
4900 (Sládek)	6.0 – 7.5	2.5 – 3.5	1.7 – 2.1	26 – 29
4903 (Agnus)	9.0 – 12.0	4.5 – 6.0	1.8 – 2.2	26 – 31
5019 (F. Gold)	4.5 – 6.0	3.5 – 5.0	1.3 – 1.7	32 – 36
5020 (F. Gold)	5.5 – 8.5	5.0 – 6.5	1.1 – 1.7	30 – 33
5021 (F. Gold)	6.0 – 8.0	5.5 – 7.5	0.9 – 1.2	27 – 32
5059 (Taurus)	8.0 – 13.0	5.0 – 6.5	1.5 – 2.5	23 – 30

Poděkování

Tato práce byla podpořena MŠMT v rámci Výzkumného záměru č. 2B06011 a projektem Eureka č. LF 11008. Vzorky byly získány z polní kolekce genetických zdrojů chmele, která je součástí Národního programu konzervace a využití genofondu rostlin a agrobiodiversity (Ministerstvo zemědělství, MZe 33083/03-300 6.2.1).

which is a part of "National Program of Conservation and Utilization of Genetic Resources in Plants and Biodiversity" (MZe 33083/03-300 6.2.1) issued by Czech Ministry of Agriculture.

Literatura / References

De Keukeleire, J., Ooms, G., Heyerick, A., Van Bockstaele, E., 2003: Formation and accumulation of alpha acids, beta acids, desmethyl-xanthohumol and xanthohumol during flowering of hops (*Humulus lupulus* L.). J. Agric. Food Chem.: **51**, 4436–4441.
Nesvadba, V., Krofta, K., 2005: Genetic sources of hops in Czech Republic. International Hop Growers Convention. Proceedings of the Scientific Commission, George, South Africa 20–25 February 2005: 25. ISBN 1814–2192.

Patzak, J., Nesvadba, V., Krofta, K., Henychová, A., Marzoev, A. I., Richards, K., 2010: Evaluation of genetic variability of wild hops (*Humulus lupulus* L.) in Canada and the Caucasus region by chemical and molecular methods. Genome: **53**, 545–557. doi:10.1139/G10-024

Pšenáková, I., Hetešová, L., Nemeček, P., Faragó, J., Kraic, J., 2010: Genotype and seasonal variation in antioxidant activity of hop extracts. Agriculture (Poľnohospodárstvo): **56**, 4, 106.

Recenzovaný článek / Reviewed paper

Do redakce došlo / Manuscript received: 16. 10. 2011

Přijato k publikování / Accepted for publication: 3. 1. 2012