

AGNUS – PRVNÍ ČESKÁ VYSOKOBSAŽNÁ ODRŮDA CHMELE

AGNUS – FIRST CZECH HIGH-ALPHA HOP VARIETY

KAREL KROFTA, VLADIMÍR NESVADBA, Chmelařský institut s.r.o., Kadaňská 2525, 438 46 Žatec
JAROSLAV ČEPIČKA, Ústav kvasné chemie a bioinženýrství VŠCHT v Praze, Technická 5, 166 28 Praha 6
ALEXANDR MIKYŠKA, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a. s., Lípová 15, 120 44 Praha 2

Klíčová slova: chmel, pivo, chmelové pryskyřice, chmelové silice

Keywords: hops, beer, hop resins, hop oils

1 ÚVOD

Odrůdová přestavba českého chmelařství byla zahájena v polovině 90. let uplynulého století zavedením prvních hybridních odrůd Bor, Sládek a Premián do zemědělské praxe [1]. Do té doby se zmíněné odrůdy pěstovaly v omezeném měřítku na experimentálních plochách. V následujících letech se jejich pěstování postupně rozšiřovalo až na plochu 200 ha v roce 2001, ze které bylo sklizeno 332 tun chmele [2]. Převážná většina z tohoto množství se spotřebovává v tuzemských pivovarech, ve kterých v průběhu let získaly hybridní odrůdy značnou oblibu. Nahradily dovážené odrůdy především německého původu, jako například Perle, Northern Brewer aj. Bilance zahraničního obchodu s chmelovými výrobky však ukazuje, že značné množství α -hořkých kyselin ve formě chmelových extraktů se stále do ČR dováží. V komoditní studii Ministerstva zemědělství z roku 2001 se uvádí, že v roce 2000 činil dovoz chmelových extraktů 154,6 tun [3].

Šlechtění chmele v Chmelařském institutu v Žatci se v průběhu 90. let zaměřilo především na vyšlechtění odrůdy s vysokým obsahem α -hořkých kyselin, protože v sortimentu českých chmelů odrůda, vhodná k výrobě chmelových extraktů, nebyla dosud k dispozici. Výsledkem je registrace nové odrůdy Agnus v roce 2001. Jedná se o první vysokoobsažnou odrůdu českého původu, která byla v průběhu šlechtění vedena pod označením „hybrid 4587“. V jejím genetickém původu jsou různým podílem zastoupeny odrůdy Fuggle, Žatecký poloraný červeňák, Sládek, Northern Brewer a další [4]. Nová odrůda byla s časovým předstihem zkoušena v rámci odrůdových a rajonizačních pokusů, současně bylo zahájeno i ověřování pivovarských vlastností ve čtvrtprovozním i provozním měřítku.

Tento příspěvek si klade za cíl představit pivovarské veřejnosti odrůdu Agnus z pohledu obsahu a složení pivovarsky cenných látek, především chmelových pryskyřic a silic, jak v hlávkové formě, tak ve formě chmelových výrobků, porovnat je s obdobnými zahraničními odrůdami a prezentovat dosavadní výsledky ověřovacích pivovarských zkoušek.

2 METODIKA

2.1 Analýzy chmelů

Chmele a chmelové výrobky byly analyzovány na obsah a složení chmelových pryskyřic metodami EBC 7.5 a EBC 7.7 [5]. Metodou EBC 7.5 byl vážkově stanoven obsah celkových, měkkých a tvrdých pryskyřic na základě rozpustnosti v různých organických rozpouštědlech (diethylether, hexan). Dále byla titračně stanovena konduktometrická hodnota chmele (KH) a z rozdílu obsahu měkkých pryskyřic a KH vypočten obsah β -frakce.

Metodou EBC 7.7 byl stanoven obsah a složení α -hořkých a β -hořkých kyselin kapalinovou chromatografií. Analýzy byly provedeny na chromatografu SHIMADZU LC 10. Mobilní fáze se skládala ze směsi methanol : voda : kyselina fosforečná (850:190:5 obj.). Separace hořkých kyselin byla provedena na koloně Nucleosil 250 x 4 mm, 5 mm, RP C₁₈, při průtoku mobilní fáze 0,8 ml/min. Látky byly detegovány detektorem diodového pole při vlnové délce $\lambda = 314$ nm.

Chmelové silice byly z chmelových hlávek izolovány destilační metodou. Analýza složení silic byla provedena plynovou chromatografií na 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 silice dělený v poměru 1:50. Vlastní analýza byla provedena na plynovém chromatografu VARIAN 3400 ve spojení s hmotnostním detektorem FINNIGAN ITD 800 [6].

2.2 Provedení pivovarských zkoušek

Varní testy ve čtvrtprovozním měřítku byly realizovány v pokusném pivovaru Chmelařského institutu v Žatci. V nerezové mladinové pánvi bylo vyráženo 60 litrů horké mladiny po 90minutovém atmosférickém chmelovaru. Dávkování chmele bylo diferencováno na tři hmotnostně stejné dávky. První dávka se přidávala ihned po zavaření, druhá po 20 minutách varu a poslední 20 minut před koncem chmelovaru. Hlavní kvašení probíhalo při teplotách 6 až 8 °C po dobu 8 až 10 dní a dokvašování v nerezových ležáckých tancích při teplotě 2 až 3 °C po dobu 6 týdnů. Hotová piva se filtrovala přes celulózoové desky a plnila

do lahví pod atmosférou oxidu uhličitého.

Provozní varní testy byly provedeny jak v pivovarech vybavených klasickou technologií kvašení a zrání piva, tak pivovarech používajících technologii CKT. Uskutečnily se při výrobě 10% výčepních i 12% ležáckých pív v těchto pivovarech: Plzeňský Prazdroj, Královský pivovar Krušovice, Drinks Union Ústí nad Labem, Pivovar Louny a Rodinný pivovar Bernard Humpolec.

2.3 Hodnocení pív

Stanovení základních analytických parametrů pokusných pív, tj. hořkosti, pH, obsahu alkoholu a koncentrace původní mladiny, bylo provedeno podle zavedených metodik [7]. Senzorické hodnocení pív vyrobených v čtvrtprovozním měřítku bylo prováděno krátce po stoučení v Chmelařském institutu v Žatci. Degustační schéma používané ve Chmelařském institutu je založeno na bodovacím systému tří parametrů: chuti a vůně piva, příjemnosti a intenzity hořkosti a celkového dojmu po napití. Každý ze sensorických atributů je hodnocen bodovou stupnicí, přičemž nejlepší pivo dostává nejvíce bodů.

Piva z provozních ověřovacích várek byla hodnocena několika nezávislými degustačními komisemi v Chmelařském institutu v Žatci, v Ústavu kvasné chemie a bioinženýrství VŠCHT v Praze, ve Výzkumném ústavu pivovarském a sladařském v Praze a pracovníky spolupracujících pivovarů. V provozních testech se vždy hodnotila trojice pív. Dvě z nich byla chmelena odrůdou Agnus ve formě granulí a CO₂-extraktu, třetí, kontrolní, bylo z běžné produkce pivovaru. Senzorická hodnocení na VŠCHT a VÚPS byla prováděna podle Cuřínova schématu, ve kterém se kromě již zmíněných atributů navíc hodnotí říz, plnost piva, intenzita a charakter cizích vůní a chutí. Celkový subjektivní dojem je posuzován podle bodové strukturované stupnice v řadě od mimořádně dobrý (1) do mimořádně špatný (9) [8]. I když se degustační schémata v jednotlivých komisích lišila, výsledkem hodnocení pív bylo vždy číselné vyjádřené pořadí na prvním až třetím místě. Celkové hodnocení piva bylo stanoveno jako modus pořadí z jednotlivých komisí.

Tab. 1 Obsah a složení hořkých kyselin a chmelových pryskyřic odrůdy Agnus v rajonizačních a odrůdových pokusech v období 1998 až 2001

Lokalita	Ročník	Hořké kyseliny (EBC 7.7)					Chmelové pryskyřice* (EBC 7.5)				
		α -Kyseliny [% hm. v suš.]	β -Kyseliny [% hm. v suš.]	Poměr α/β	Kohumulon [% rel.]	Kolupulon [% rel.]	Celkové	Měkké	KH	β -Frakce	Tvrdé
Stekník	1998	14,8	7,3	2,03	38,3	59,6	31,5	28,7	15,2	13,5	2,8
Stekník	1999	11,9	6,7	1,78	37,6	57,3	29,5	26,9	12,4	14,5	2,6
Stekník	2000	13,4	6,8	1,97	36,3	59,5	–	–	–	–	–
Liběšice	2000	15,1	6,1	2,47	30,3	52,8	–	–	–	–	–
	2001	14,2	7,6	1,87	34,3	54,6	30,0	26,9	14,7	12,2	3,1
Ročov	2000	11,9	5,1	2,33	29,4	51,2	–	–	–	–	–
	2001	14,7	6,3	2,33	31,2	54,4	–	–	–	–	–
Nesuchyně	2000	13,7	5,2	2,63	31,9	54,3	–	–	–	–	–
	2001	13,4	6,8	1,97	34,2	54,8	–	–	–	–	–
H. Počaply	2000	12,1	4,2	2,88	30,3	53,0	27,6	25,5	13,6	11,9	2,1
	2001	12,7	7,0	1,81	35,5	56,8	31,0	28,6	13,8	14,8	2,4
Blšany	2000	15,7	5,5	2,85	29,6	52,6	–	–	–	–	–
	2001	13,7	7,8	1,76	34,8	56,4	–	–	–	–	–
Stekník	2000	13,5	4,8	2,81	29,1	51,3	–	–	–	–	–
	2001	13,6	6,5	2,09	30,3	51,1	–	–	–	–	–
Kolešovice	2000	15,5	6,1	2,54	32,6	55,3	31,8	29,4	16,5	12,9	2,4
	2001	16,1	7,3	2,20	35,4	56,3	32,5	29,8	17,1	12,7	2,7
V. Bystřice	2000	14,7	6,4	2,29	31,5	54,4	–	–	–	–	–
	2001	13,4	6,9	1,94	30,9	51,0	–	–	–	–	–

* % hm. v suš.

3 VÝSLEDKY A DISKUSE

3.1 Složení chmelových pryskyřic odrůdy Agnus

Výsledky analýz chmelových pryskyřic a hořkých kyselin v hlávkových chmelech odrůdy Agnus pocházejících z odrůdových a rajonizačních pokusů v období 1998 až 2001 jsou uvedeny v tab. 1. Rajonizační pokusy byly založeny ve všech chmelářských oblastech ČR za účelem sledování výkonnosti novošlechtěných chmelů v různých pěstitelských podmínkách v rámci řešení výzkumného projektu EP 9356. V tab. 2 jsou pro porovnání uvedeny výsledky analýz hořkých kyselin ve vzorcích zahraničních vysokoobsažných odrůd z USA, Německa a Anglie.

Výsledky ukazují, že obsahem celkových pryskyřic na hladině 30 % hm. v su-

šině a α -hořkých kyselin v rozmezí 11 až 16 % hm. v sušině se odrůda Agnus řadí do kategorie vysokoobsažných odrůd, což je minimálně o 25 až 30 % vyšší než v hybridních odrůdách Bor a Premiant. Obsah α -hořkých kyselin v odrůdě Agnus je s řadou zahraničních odrůd, např. Nugget či Target, srovnatelný. Některé zahraniční odrůdy, například Columbus, Taurus, Magnum, Merkur však dosahují vyšších a vyrovnanějších obsahů α -hořkých kyselin. Obsah β -hořkých kyselin v odrůdě Agnus se pohybuje převážně v rozmezí 5 až 7,5 % hm. v sušině. Poměr α/β hořkých kyselin se nalézá poblíž hodnoty 2,0, ale vlivem ročníkových i lokálních výkyvů se uvedený poměr v souboru vzorků z tab. 1 pohybuje v intervalu 1,76 až 2,88. Nižší obsah β -hořkých kyselin v porovnání s obsahem α -hořkých kyselin je pro

všechny vysokoobsažné odrůdy typický bez výjimky. Vzájemný poměr α/β hořkých kyselin je tak vyšší než 1,0 a v některých chmelech může překročit hranici 3,0.

Měkké pryskyřice v odrůdě Agnus tvoří přibližně 90 % hmotnosti celkových pryskyřic, zbytek připadá na tvrdé pryskyřice. Obsah celkových pryskyřic je pozitivně ovlivněn vysokým obsahem β -frakce, jejíž podíl je někdy srovnatelný s obsahem α -hořkých kyselin. Podíl β -frakce v celkových pryskyřicích je zhruba 45 ± 5 % rel. Obsah kohumulonu v α -hořkých kyselinách odrůdy Agnus je zpravidla vyšší než 30 % rel. a v maximálních hodnotách může dosáhnout hranice až 39 % rel. Vyššímu zastoupení kohumulonu odpovídá i větší podíl kolupulonu v β -hořkých kyselinách, který se v horní hranici blíží hodnotě 60 % rel. Ze zahraničních odrůd mají podobné zastoupení ko-analogů hořkých kyselin pouze anglické odrůdy Target a Admiral a americká odrůda Tillicum. V ostatních zahraničních odrůdách nepřesahuje zastoupení kohumulonu hranici 30 až 31 % rel. a 55 % rel. u kolupulonu.

V tab. 3 jsou uvedena typická rozmezí

Tab. 2 Obsah a složení hořkých kyselin v zahraničních vysokoobsažných odrůdách chmele

Odrůda	Původ chmele	Ročník	Hořké kyseliny (EBC 7.7)				
			α -Kyseliny [% hm. v suš.]	β -Kyseliny [% hm. v suš.]	Poměr α/β	Kohumulon [% rel.]	Kolupulon [% rel.]
Columbus	USA	1998	14,5	4,5	3,22	29,4	54,1
Culumbus	USA	1999	14,6	5,0	2,92	29,1	53,6
Columbus	USA	2000	14,6	5,1	2,86	30,8	53,9
Tillicum	USA	1998	14,7	10,7	1,37	36,4	61,1
Nugget	USA	1998	14,7	4,9	3,00	23,6	49,4
Nugget	USA	2000	12,2	4,6	2,65	19,9	51,2
Horizon	USA	1999	12,1	6,6	1,83	17,5	40,5
Magnum	Německo	1998	16,1	7,6	2,12	24,1	43,1
Magnum	Německo	1999	13,7	8,1	1,69	28,5	45,9
Magnum	Německo	2000	15,0	6,4	2,34	25,7	46,2
Nugget	Německo	1998	12,7	5,0	2,54	27,4	52,0
Nugget	Německo	1999	10,3	5,3	1,94	30,5	54,3
Taurus	Německo	1998	14,6	4,7	3,11	21,5	41,1
Taurus	Německo	2000	14,9	5,0	2,98	22,4	44,5
Merkur	Německo	2000	16,2	6,4	2,53	19,7	44,0
Target	Anglie	1998	10,9	5,0	2,18	36,3	59,2
Admiral	Anglie	1999	14,5	7,1	2,04	36,0	58,3
Target	Anglie	2000	13,1	5,9	2,22	35,0	58,0

Tab. 3 Složení chmelových pryskyřic odrůdy Agnus za období 1998 až 2001

Složka	Jednotka	Rozpětí
Celkové pryskyřice	[% hm. v suš.]	27 – 32
α -Hořké kyseliny	[% hm. v suš.]	11 – 15
β -Hořké kyseliny	[% hm. v suš.]	5 – 7,5
Poměr α/β	–	1,90 – 2,60
β -Frakce	[% hm. v suš.]	11 – 14
Tvrdé pryskyřice	[% hm. v suš.]	2 – 3
Kohumulon	[% rel.]	29 – 38
Kolupulon	[% rel.]	51 – 59

Tab. 4 Složení chmelových silic odrůdy *Agnus* v několika lokalitách chmelařských oblastí v roce 2000

Lokalita	Liběšice	Ročov	Stekník	H. Počaply	Blšany	Kolešovice
Složka / Obsah silice [% hm.]	2,84	2,10	2,30	2,58	2,27	2,10
Isobutylisobutyřát	0,18	0,14	0,14	0,18	0,16	0,13
α -Pinen	0,14	0,12	0,12	0,12	0,14	0,12
2-Methylbutylpropanoát	0,18	0,10	0,13	0,14	0,12	0,06
β -Pinen	1,31	1,20	1,16	1,21	1,29	1,01
Myrcen	48,3	46,6	45,6	48,4	48,3	52,1
2-Methylbutylisobutyřát	1,10	0,85	0,90	1,12	0,88	0,81
Methylheptanoát	0,21	0,21	0,18	0,18	0,19	0,13
Limonen	0,89	0,81	0,84	0,81	0,90	0,78
trans-Ocimen	0,18	0,21	0,27	0,22	0,23	0,15
2-Nonanon	0,28	0,15	0,16	0,14	0,19	0,12
Linalool	0,64	0,59	0,59	0,61	0,58	0,47
Methyloktanoát	0,31	0,24	0,30	0,28	0,35	0,22
2-Dekanon	0,11	0,16	0,11	0,10	0,11	0,09
Methyl-6-nonenoát	0,04	0,06	0,03	0,03	0,03	0,05
Methylnonanoát	0,13	0,13	0,12	0,12	0,13	0,09
Geraniol	0,95	0,72	0,72	1,00	0,63	0,63
Methyl-8-methylnonanoát	0,35	0,25	0,30	0,30	0,39	0,38
2-Undecanon	1,27	1,25	1,45	1,18	1,60	1,28
Methyl-4-decenoát	2,02	1,62	1,81	1,57	2,14	2,06
Methyl-4,8-dekadienoát	0,48	0,56	0,43	0,44	0,44	0,37
Methylgeranát	1,85	1,56	1,84	1,98	1,35	1,40
Methyldekanoát	0,20	0,21	0,22	0,20	0,27	0,16
α -Kuben	0,08	0,07	0,08	0,08	0,07	0,07
α -Ylangen	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07
α -Kopaen	0,26	0,29	0,31	0,28	0,29	0,26
Geranylacetát	0,06	0,06	0,06	0,07	0,04	0,02
2-Dodekanon	0,08	0,10	0,10	0,09	0,10	0,09
β -Karyofylen	11,0	10,1	11,6	10,8	10,2	10,2
β -Kuben	0,39	0,41	0,43	0,43	0,39	0,32
α -Humulen	16,3	20,0	17,9	16,3	17,1	16,9
β -Farnesen	0,20	0,26	0,50	0,15	0,10	0,05
γ -Muurolen	0,80	0,87	0,91	0,89	0,78	0,63
β -Selin	0,62	0,67	0,73	0,68	0,62	0,48
α -Selin	0,93	0,98	1,11	1,04	0,95	0,82
2-Tridekanon	0,64	0,75	0,46	0,65	0,73	0,67
α -Muurolen	0,17	0,19	0,24	0,21	0,16	0,18
Methyl-3,6-dodekadienoát	0,19	0,23	0,15	0,17	0,19	0,20
γ -Kadinen	0,79	0,85	0,85	0,89	0,68	0,66
δ -Kadinen	1,26	1,35	1,46	1,41	1,24	1,14
α -Kadinen	0,13	0,14	0,15	0,15	0,12	0,10
Karyofylenepoxid	0,06	0,06	0,07	0,09	0,07	0,07
2-Tetradekanon	0,05	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06
Humulenepoxid II	0,10	0,12	0,12	0,15	0,10	0,07
2-Pentadekanon	0,06	0,06	0,08	0,07	0,07	0,06

z šesti rajonizačních pokusů ze sklizně 2000. Obsah chmelových silic je poměrně vysoký, pohybuje se v rozmezí 2,0 až 3,0 % hm., což je zhruba dvojnásobně více než v hybridních odrůdách Bor, Sládek a Premiant (1,0 až 2,0 % hm.) a přibližně čtyřnásobek obsahu v Žateckém poloraném červeňáku (0,5 až 1,0 % hm.) [6]. Ve složení silic dominují terpeny myrcen (40 až 55 % rel.), β -karyofylen (10 až 12 % rel.) a α -humulen (16 až 20 % rel.). Obsah β -farnesenu je velmi malý a zpravidla není vyšší než 0,50 % rel. Zastoupení ostatních terpenů, jako jsou například pineny, limonen, ocimen, kubeneny, selineny či kadineny, které se ve chmelových silicích běžně nacházejí, se pohybuje v intervalu od několika desetin do 2 až 3 % rel. Kyslíkatá frakce chmelových silic odrůdy *Agnus* je bohatá na estery, z nichž řada se vyskytuje v homologických řadách. V první řadě se jedná o methylestery mastných kyselin s lineárním řetězcem v řadě od hexanoátu po dodekanoát, řetězcem nelineárním (6-methylheptanoát, 8-methylnonanoát) i nenasyceným (4-decenoát, 4,8-dekadienoát). Z dalších esterů se v silicích odrůdy *Agnus* nachází isobutylisobutyřát, 2-methylbutylacetát, isobutyřáty, methylbutyřáty a některé další. Složení chmelových silic odrůdy *Agnus* se dále vyznačuje poměrně velkým obsahem geraniolu, methylgeranátu a detegovatelným obsahem geranylacetátu. Záznam analýzy chmelových silic odrůdy *Agnus* plynovou chromatografií je uveden na obr. 1.

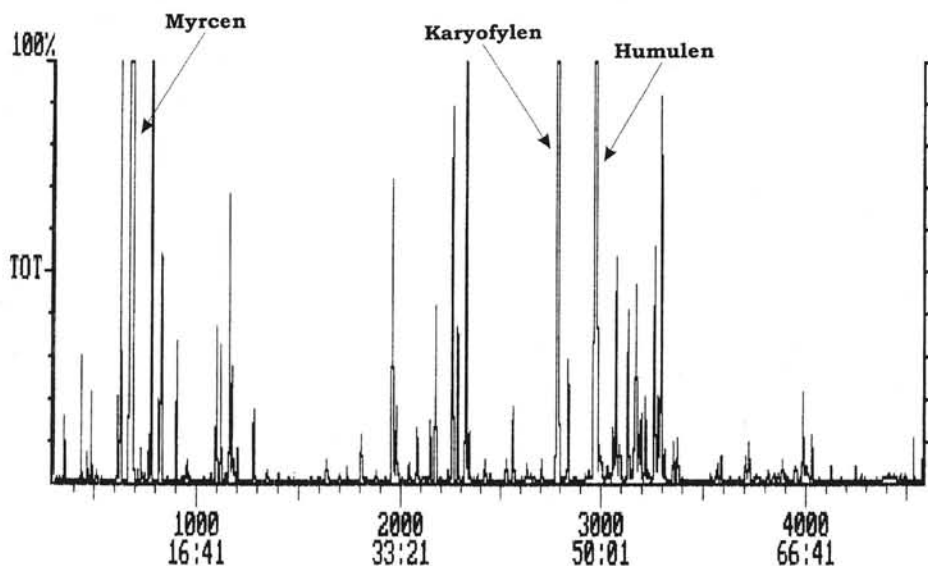
3. 3 Chmelové výrobky z odrůdy *Agnus*

Obsah α -hořkých kyselin předurčuje pivovarské využití odrůdy *Agnus* především k základnímu chmelení ve formě extraktů, popřípadě pelet typu 90 a 45.

obsahu a složení chmelových pryskyřic a hořkých kyselin odrůdy *Agnus* zpracovaná z údajů v tab. 1 s tím, že některé limitní hodnoty, např. hodnoty obsahu α -hořkých kyselin nad 15 % hm. nejsou do typických intervalů zahrnuty. Některé údaje uvedené v tab. 3 je nutno v této fázi považovat za orientační, protože množství dat, na základě kterých byly stanoveny, s ohledem na značnou ročníkovou a lokální variabilitu, je dosud omezeno malým počtem sledovaných sezon. Týká se to především obsahu α -hořkých kyselin, β -hořkých kyselin a celkových pryskyřic. Kvalitativní parametry budou v následujících letech dále upřesňovány, zejména po zavedení odrůdy do zemědělské praxe.

3. 2 Složení chmelových silic odrůdy *Agnus*

V tab. 4 jsou uvedeny obsahy a složení chmelových silic odrůdy *Agnus* stanovené ve vzorcích hlávkových chmelů



Obr. 1 Záznam chromatografické analýzy chmelové silice odrůdy *Agnus* z lokality Stekník a sklizně 2001. Plynový chromatograf Varian 3400, hmotnostní detektor Finnigan ITD 800, kolona DB5-MS, 30 m x 0,25 mm x 0,25 μ m, nosný plyn helium, 1 ml/min, nástřík dělený 1:50, teplotní program 60–250 $^{\circ}$ C.

Tab. 5 Složení hořkých kyselin v chmelových výrobcích z odrůdy Agnus (původně hybridu 4587) a vybraných zahraničních odrůd. Chmel odrůdy Agnus vypěstován na ÚH ve Stekníku v letech 1999 až 2001.

Výrobek	Odrůda	Ročník	Hořké kyseliny (EBC 7.7)				
			α -Kyseliny [% hm. v suš.]	β -Kyseliny [% hm. v suš.]	Poměr α/β	Kohumulon [% rel.]	Kolupulon [% rel.]
Hlávky	4587	1999	13,0	7,2	1,80	32,8	55,1
Granule 90	4587	1999	12,3	6,8	1,81	31,7	53,7
CO ₂ -extrakt	4587	1999	42,7	26,2	1,63	31,8	52,6
Hlávky	4587	2000	11,0	4,5	2,44	31,0	53,0
Granule 90	4587	2000	9,9	4,0	2,47	28,6	50,9
Granule 45	4587	2000	11,3	5,0	2,26	28,8	50,2
CO ₂ -extrakt	4587	2000	39,0	16,7	2,33	28,4	50,8
Hlávky	Agnus	2001	13,0	6,1	2,13	33,0	54,9
Granule 90	Agnus	2001	11,2	5,8	1,93	34,0	56,1
CO ₂ -extrakt	Agnus	2001	42,4	22,5	1,88	33,5	55,6
Granule 90	Columbus	1998	14,9	5,7	2,61	27,6	53,7
CO ₂ -extrakt	Magnum	1999	51,3	23,2	2,21	24,2	42,0
CO ₂ -extrakt	Nugget	1999	47,2	18,6	2,54	24,6	50,5
CO ₂ -extrakt	Taurus	2000	55,2	18,1	3,05	24,2	45,7
CO ₂ -extrakt	Nugget	2000	44,1	18,0	2,45	24,5	51,1
CO ₂ -extrakt	Columbus	2000	50,9	17,1	2,98	29,6	56,0
Granule 90	Columbus	2000	14,6	5,1	2,86	30,9	53,0

Vysázení hybridu do produkční chmelnice na pokusné farmě ve Stekníku v roce 1998 poskytlo v následujících letech dostatečné množství hlávkového chmele pro zpracování na granule i chmelové CO₂-extrakty a následné pivovarské testy. V tab. 5 jsou uvedeny výsledky analýz hořkých kyselin v chmelových výrobcích z odrůdy Agnus, tj. granulovaných chmelech typu G 90, G 45 a CO₂-extraktech, vyrobených v období 1999 až 2001.

Výroba CO₂-extraktů byla realizována ve firmách Suprex Bezno u Mladé Boleslavi (1999) a Flavako Pardubice (2000, 2001), granulované chmele byly vyrobeny na lince Družstva Chmelařství Žatec. V tab. 5 jsou uvedeny pro srovnání i výsledky stanovení hořkých kyselin ve chmelových výrobcích připravených ze zahraničních vysokoobsažných odrůd.

Protože chmel určený k dalšímu zpracování byl vypěstován na stejné produkční chmelnici, data uvedená v tab. 5 umožňují porovnat kvalitu vstupní suroviny a výrobků a zároveň sledovat postupné změny v obsahu a složení hořkých kyselin, ke kterým dochází při granulaci a extrakci chmele. Výsledky

uvedené v tab. 5 ukazují, že obsah α -hořkých kyselin v CO₂-extraktech i peletách připravených z hybridu 4587/odrůdy Agnus je zhruba o 20 % nižší než v obdobných zahraničních produktech. Například obsah α -hořkých kyselin v CO₂-extraktech z odrůd Magnum, Taurus nebo Columbus se běžně pohybuje kolem 50 % hm. Nižší obsah α -hořkých kyselin v extraktech z odrůdy Agnus je způsoben v průměru nižším obsahem hořkých kyselin ve vstupním produktu, kterým je při výrobě CO₂-extraktů granulovaný chmel, a částečně i nižší výtěžností extrakčního procesu. Nízký obsah α -hořkých kyselin ve výrobcích ze sklizně 2000 je, kromě výše uvedených příčin, dále způsoben tím, že z technických důvodů (výroba vhodné matrice) byla jejich výroba přesunuta až na jaro 2001 a vlivem stárnutí došlo k poklesu α -hořkých kyselin ve vstupní surovině. Nízké obohacení pelet typu 45 ve srovnání s typem 90 bylo způsobeno tím, že omezené množství vstupní suroviny neumožnilo proces dostatečně optimalizovat. V následujících letech bude snaha, aby se chmelové výrobky z odrůdy Agnus v obsahu α -hořkých kyselin přiblí-

žily, případně vyrovnaly zahraničním produktům. Cesty, jak tohoto cíle dosáhnout, jsou pěstování odrůdy v příhodných lokalitách a další optimalizace procesních podmínek při zpracování na chmelové výrobky.

3. 4 Pivovarské zkoušky odrůdy Agnus

Pivovarské zkoušky odrůdy Agnus v čtvrtprovozním i provozním měřítku byly zahájeny s časovým předstihem v roce 2000 v rámci projektu FA-E3/051 finančně podporovaného Ministerstvem průmyslu a obchodu. V čtvrtprovozních varních testech byla pivovarská kvalita odrůdy Agnus porovnávána se zahraničními chmeli stejného pivovarského využití, např. odrůdami Magnum, Taurus, Columbus či Target. V některých sériích pokusných várek bylo použito 100% chmelení testovanou odrůdou, diferencované podle schématu uvedeného v metodické části. V jiných byly simulovány podmínky chmelení ve velkých pivovarech, tj. kombinace vysokoobsažných odrůd pro první chmelení, hořkých a aromatických odrůd pro druhé a třetí chmelení. Vyrobená piva byla senzoričsky hodnocena podle bodového degustačního schématu Chmelařského institutu. Výsledky senzoričského hodnocení čtvrtprovozních várek, ve kterých byla porovnávána odrůda Agnus a několik vysokoobsažných chmelů ve 100% chmelení, jsou uvedeny v tab. 6. Varní testy byly provedeny v několika etapách v období únor 2000 až duben 2001.

Struktura experimentálních dat uvedených v tab. 6 umožňuje objektivně porovnat odrůdy Agnus a Magnum ve formě CO₂-extraktů. Přímé srovnání se uskutečnilo v šesti sériích pokusných várek. Pivo chmelené CO₂-extraktem z odrůdy Agnus se dvakrát umístilo na prvním místě, třikrát na druhém a jednou na třetím místě. Piva chmelená odrůdou Magnum se umístila třikrát na prvním a třikrát na druhém místě. Aritmetický součet pořadí je u odrůdy Agnus jedenáct, u odrůdy Magnum devět. Celkový počet získaných bodů v šesti varních testech je rovněž velmi vyrovnaný. Pokud byl do série pokusných várek zařazen CO₂-extrakt z anglické odrůdy Target, pivo chmelené tímto výrobkem se vždy umístilo s odstupem na posledním místě.

Provozní varní testy odrůdy Agnus byly uspořádány tak, že v zavedených recepturách chmelení byl podíl, připadající na vysokoobsažné chmele zpravidla ve formě chmelových extraktů, nahrazen odrůdou Agnus ve formě CO₂-extraktu nebo granulí typu 90 i 45. Při senzoričském hodnocení pív z provozních ověřovacích várek byla vždy hodnocena trojice pív, z nichž dvě byla chmelená výrobky z odrůdy Agnus, třetí pivo bylo kontrolní z běžné produkce pi-

Tab. 6 Výsledky senzoričského hodnocení srovnávacích várek piva ve čtvrtprovozním měřítku

Datum	Agnus granule		Agnus CO ₂ -extrakt		Magnum CO ₂ -extrakt		Target CO ₂ -extrakt		Columbus CO ₂ -extrakt	
	Body	Pořadí	Body	Pořadí	Body	Pořadí	Body	Pořadí	Body	Pořadí
Únor 2000	42	3.	72	1.	56	2.	–	–	–	–
Červen 2000	–	–	48	2.	57	1.	28	3.	–	–
Srpen 2000	70	1.	48	3.	50	2.	–	–	–	–
Leden 2001	–	–	72	2.	78	1.	49	3.	–	–
Březen 2001	–	–	96	2.	102	1.	75	4.	89	3.
Duben 2001	–	–	122	1.	102	2.	65	3.	–	–
Modus	–		–	2	–	1–2	–		–	
Aritmetický součet umístění	–		–	11	–	9	–		–	
Celkový počet bodů	–		458	–	445	–	–		–	

Tab. 7 Výsledky senzorického hodnocení provozních ověřovacích várek odrůdy Agnus v českých pivovarech

Pivovar	Typ piva	Rok	Chmelení		
			Agnus/granule	Agnus/extrakt	Kontrola
Plzeňský Prazdroj	ležák	2001	2	1	1
Královský pivovar Krušovice	výčepní	2000	2	1	3
	ležák	2001	3	2	1
Rodinný pivovar Bernard Humpolec	výčepní	2000	1	2	3
	výčepní	2001	1	2	3
Pivovar Louny	výčepní	2000	2	3	1
	ležák	2001	3	1	2
Drinks Union Ústí n/Labem	ležák	2000	1	2	3
	ležák	2001	1	2	3
Modus			1	2	3
Aritmetický součet pořadí			16	16	20

vovaru. Piva byla hodnocena způsobem, který je popsán v metodické části. Výsledky hodnocení jsou uvedeny v tab. 7.

Výsledky čtvrtprovozních pokusných várek naznačily, že chmelové výrobky z odrůdy Agnus mají v pivovarském procesu kvalitu srovnatelnou se zahraničními odrůdami stejného typu. Provozní ověřovací várky provedené v letech 2000 a 2001, které celkově vyzněly pro odrůdu Agnus velmi příznivě, tento předběžný závěr plně potvrdily. Chmelové výrobky z ní vyrobené se osvědčily v pivovarech s klasickou technologií kvašení

ve spilce i technologií kvašení v CKT. V roce 2002 ověřovací zkoušky dále pokračují.

4 ZÁVĚR

Odrůda Agnus je první českou vysokoobsažnou odrůdou chmele. Vzhledem k obsahu α -hořkých kyselin, který se pohybuje převážně v rozmezí 11 až 15 % hm. v suš., je určena především k prvnímu chmelení ve formě extraktů. Aplikace v granulované formě je rovněž možná. Přestože varní zkoušky nejsou ještě dokončeny, dosavadní výsledky

ukazují, že chmelové výrobky z odrůdy Agnus svou kvalitou mohou plně nahradit obdobné produkty ze zahraničních odrůd, které se dosud pro potřeby tuzemských pivovarů dovážejí. Pokud by se náhradu podařilo i zčásti realizovat, znamenalo by to další impuls k posílení pozice českého chmelařství.

Literatura

- [1] Krofta, K., Čepička, J., Kubiček, J.: Uplatnění nových českých hybridních odrůd chmele v pivovarském procesu. Kvasny Prum. 45, 1999, s. 187.
- [2] Barborka V.: Sklizeň chmele 2001 – podle odrůd. Chmelařství 75, 2002, s. 29.
- [3] Pivo, Chmel: Komoditní studie Ministerstva zemědělství ČR, Praha, 2001.
- [4] Nesvadba, V., Krofta, K., Kořen, J.: 19. pivovarsko-sladařské dny – souhrny přednášek. Kvasny Prum. 47(10), 2001, Příloha, s. 10.
- [5] Analytica EBC: Hans Carl Getränke Fachverlag, 1997.
- [6] Krofta, K.: Disertační práce, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2002.
- [7] Basařová, G. et al.: Pivovarsko-sladařská analytika, Merkanta Praha, 1993.
- [8] Cuřín, J.: Využití výsledků senzorické analýzy piva. Kvasny Prum. 34, 1988, s. 321.

Lektoroval Ing. Jiří Šrogl
Do redakce došlo 26. 6. 2002

Poděkování

Tato studie byla vypracována v rámci projektu EP 9356, na jehož řešení se finančně podílelo Ministerstvo zemědělství ČR, a projektu FA-E3/051 s finanční podporou Ministerstva průmyslu a obchodu ČR.

Krofta, K. – Nesvadba, V. – Čepička, J. – Mikyška, A.: Agnus – první česká vysokoobsažná odrůda chmele. Kvasny Prum. 48, 2002, č. 9, s. 239–244.

V roce 2001 byla v ČR registrována odrůda Agnus, první česká vysokoobsažná odrůda chmele. Obsahuje přibližně 30 % hm. v suš. celkových pryskyřic a 11 až 15 % hm. α -hořkých kyselin. Obsah β -hořkých kyselin se nachází převážně v rozmezí 5 až 7,5 % hm. v suš. Měkké pryskyřice v odrůdě Agnus tvoří přibližně 90 % hmotnosti celkových pryskyřic, zbytek připadá na tvrdé pryskyřice. Obsah kohumulonu v α -bitterých kyselinách je zpravidla vyšší než 30 % rel. a v maximálních hodnotách může dosáhnout až hranice 39 % rel. Obsah chmelových silic v odrůdě Agnus je vysoký a pohybuje se v rozmezí 2,0 až 3,0 % hm. Ve složení silic dominují terpeny myrcen, β -karyofylen a α -humulen. Obsah β -farnesenu je velmi malý a zpravidla není vyšší než 0,50 % rel. Kyslíkatá frakce chmelových silic je bohatá na estery, z nichž řada se vyskytuje v homologických řadách. Obsah α -hořkých kyselin v CO_2 -extraktech odrůdy Agnus je 39 až 42 % hm. Ověřování pivovarských vlastností odrůdy Agnus bylo s předstihem zahájeno v roce 2000 v čtvrtprovozním i provozním měřtku. Provozní varní testy se uskutečňují jak v pivovarech s klasickou technologií kvašení a zrání, tak v pivovarech používajících technologii kvašení v CKT. Varní zkoušky se doposud uskutečnily v pěti pivovarech (zastoupeny velké, střední i malé pivovary) a dále pokračují. Dosavadní výsledky ukazují, že chmelové výrobky z odrůdy Ag-

nus svou kvalitou mohou plně nahradit obdobné produkty ze zahraničních odrůd, které se dosud pro potřeby tuzemských pivovarů dovážejí.

Krofta, K. – Nesvadba, V. – Čepička, J. – Mikyška, A.: Agnus – First Czech High-Alpha Hop Variety. Kvasny Prum. 48, 2002, No. 9, p. 239–244.

In the year 2001, the variety Agnus was registered in the Czech Republic as the first Czech high-alpha variety of hop. It contains approximately 30 % b.w. in dry matter of total resins and 11 to 15 % b.w. of α -bitter acids. The content of β -bitter acids inheres mainly in the range from 5,0 to 7,5 % b.w. in dry substance. In the Agnus variety, the soft resins form approximately 90 % of weight of total resins, the rest remains to hard resins. The content of cohumulone in α -bitter acids is generally higher than 30 % rel. and in maximum values it can even reach the limit of 39 % rel. The content of hop oils in the Agnus variety is high and ranges from 2,0 to 3,0 % b.w. Within the composition of oils, the terpenes myrcene, β -caryophyllene and α -humulene dominate. The content of β -farnesene is very low and as obviously it does not reach 0,50 % rel. The oxygenous fraction of hop oils is rich in esters, a number of esters abounds in homologous series. The content of α -bitter acids in CO_2 -extracts of the Agnus variety represents 39 till 42 % b.w. The testing of brewing properties of the Agnus variety started in advance in the year 2000 on semipilot and plant scale. The plant brewing tests are ef-

fected both in breweries with conventional fermentation and ageing and breweries using the fermentation technology in cylindroconical tanks. The brewing tests have so far taken place in five breweries (where large, medium and small breweries were represented) and they go further on. The present results show that, by the mean of quality, the hop products from the Agnus variety can fully replace similar products from foreign varieties, imported so far for needs of local breweries.

Krofta, K. – Nesvadba, V. – Čepička, J. – Mikyška, A.: Agnus – die erste tschechische Hopfensorte mit hohem Bitterstoffgehalt. Kvasny Prum., 48, 2002, Nr. 9, S. 239–244.

In dem Jahr 2001 wurde in der tschechischen Republik die erste tschechische Hopfensorte mit hohem Bitterstoffgehalt Agnus registriert. Sie enthält ungefähr 30 Gew. % in Trocken-Substanz der Gesamtharze und 11 bis 15 Gew. % an α -Bittersäuren. Der Gehalt der β -Bittersäuren bewegt sich meist zwischen 5 und 7,5 Gew. % in Trockens. Die Weichharze bilden in der Sorte Agnus rund 90 Gew. % der Gesamtharze, der Rest entfällt auf die Hartharze. Der Kohumulongehalt in den α -Bittersäuren liegt in der Regel höher als 30 % rel. und kann in den Maximalwerten bis zu der Grenze 39 % rel. reichen. Der Gehalt der Hopfenöle in der Sorte Agnus ist hoch und bewegt sich in dem Bereich von 2,0 bis 3,0 Gew. %. In der Zusammensetzung der Hopfenöle dominieren die Terpene Myrcen, α -Karyofylen und α -Humulen. Der Gehalt des β -Farnesens ist sehr gering und bleibt meist

unter der Grenze von 0,50 % rel. Die Sauerstoffhaltige Fraktion der Hopfenöle ist reich an Estern, deren mehrere in der homologischen Reihen auftreten. Der Gehalt der α -Bittersäuren in den CO_2 -Extraktion der Sorte Agnus beträgt 39 bis 42 Gew.%. Die Prüfung der Brauerei-Eigenschaften der Sorte Agnus wurde in Vorsprung bereits im Jahr 2000 und zwar in Kleinbetriebs- und Betriebs-Ausmass gestartet. Die betrieblichen Probesude werden nicht nur in den mit klassischer Gärungs- und Reifungstechnologie arbeitenden Brauereien, sondern auch in mit ZKT ausgestatteten Brauereien realisiert. Bisher wurden die Probesude in fünf Brauereien (unter denen kleine, mittlere und grosse Brauereien vertreten sind) durchgeführt und werden weiter fortgesetzt. Die bisherigen Ergebnisse zeugen davon, dass die Produkte aus der Sorte Agnus in ihrer Qualität die analogen, bisher importierten Produkte aus ausländischen

Sorten vollkommen ersetzen können.

Крофта, К. – Несвадба, В. – Чепичка, Й. – Микышка, А.: Agnus – первый чешский сорт хмеля высокого содержания альфа-горьких кислот. Kvasny Prum, 48, 2002, No. 9, стр. 239–244.

В 2001 г. был в Чешской республике зарегистрирован сорт хмеля Agnus – первый сорт высокого содержания 30 % весовых на сухое вещество суммарных смол и 11–15 % вес. альфа-горьких кислот. Содержание бета-горьких кислот находится по большей мере в пределах 5–7,5 % вес. на сухое вещество. Мягкие смолы в сорте Agnus представляют приблизительно 90 % вес. суммарных смол, остаточное количество представляют твердые смолы. Содержание когумуллона в альфа-горьких кислотах находится обыкновенно выше, чем 30 % относ., при макс. величинах достигает предела до 39 % относ. Содержание хмелевых масел в сорте Agnus высокое, оно находится в пределах 2,0–3,0 % вес. В составе масел пре-

обладают терпены мирцен, бета-кариофиллен и альфа-гумулен. Содержание бета-фарнецена очень низкое, обыкновенно макс. 0,50 % относ. Кислородная фракция хмелевых масел богатая эфирами, из которых некоторые находятся в гомологических рядах. Содержание альфа-горьких кислот в экстрактах CO_2 сорта Agnus составляет 39–42 % вес. Проверка свойств настоящего сорта, как они подходят для пивоварения, была начата уже в 2000 г. в лабораторных условиях и на производстве. Испытания проводятся в варочных цехах на пивзаводах, применяемых как обыкновенную технологию брожения и созревания пива, так на пивзаводах, применяемых технологию брожения в ЦК танках. Испытания до сих пор происходили на пяти пивзаводах (малые, средние и крупные пивзаводы, и продолжаются. Полученные результаты показали, что продукты из сорта хмеля Agnus по своему качеству способны вполне заменить подобные продукты зарубежных сортов, до сих пор привозимых из зарубежья.

POZITIVNÍ PŘÍNOSY PIVA KE ZDRAVÍ SPOTŘEBITELE

POSITIVE EFFECTS OF BEER ON CONSUMER'S HEALTH

VLADIMÍR KELLNER, PAVEL ČEJKA, JIŘÍ ČULÍK, TOMÁŠ HORÁK, MARIE JURKOVÁ, Pivovarský ústav Praha, VÚPS, a. s., Lípová 15, 120 44 Praha 2

Klíčová slova: pivo, zdraví, pozitivní vliv, alkohol, cizorodé látky, kardiovaskulární choroby, CVD, antioxidační vlastnosti piva, vitaminy

Keywords: beer, health, positive effects, alcohol, cardiovascular disease, CDV, antioxidants, vitamins

Problematika zdravé výživy a zdravého životního stylu zajímá stále větší procento světové populace. Není proto divu, že i pohled na pivo pod tímto zorným úhlem, tj. na jeho reálné či možné účinky na zdraví, je stále aktuálnější, a to nejen v zahraničí, ale i u nás. Neustále přibývá mnoho nových prací, které dokazují, že pravidelné, ale střídání pití piva má velmi příznivý vliv na zdraví konzumenta.

I když Česká republika podle výstavu piva zaujímá mezi světovými producenty patnácté místo s roční produkcí pohybující se okolo 18 milionů hektolitřů, patří jí absolutní a neotřesitelné prvenství v roční spotřebě na osobu, která se stále pohybuje okolo 160 litrů. Vzhledem k této skutečnosti je neustále třeba seznámat veřejnost s tím, že rozumné pití piva má pozitivní účinky na její zdraví.

Dnes už snad nikdo nepochybuje o skutečnosti, že alkohol v malých dávkách požívaných pravidelně má příznivý vliv na zdraví konzumenta. Z bohaté řady publikovaných zdravotních studií věnovaných alkoholu (jedná se o údaje o více než 350 tisících zkoumaných osob) již zmíněný fakt vyplývá.

V našich zeměpisných šířkách představují kardiovaskulární choroby (CVD) hlavní příčinu úmrtnosti – až 65 % populace umírá na komplikace aterosklerózy, infarkty myokardu a cévní mozkové příhody.

Za rizikový faktor srdečních a cévních chorob je označována vysoká hladina cholesterolu v krvi. Jde hlavně o cholesterol vázaný v lipoproteinech o nízké hustotě nebo jinak řečeno nízkodenzitních krevních lipoproteinech (LDL – Low Density Lipoproteins). Lipoproteiny o vysoké hustotě – tzv. vysokodenzitní (HDL – High DL) se naopak podílejí na odvádění cholesterolu z tkání a cév do jater, kde je odbouráván.

Alkohol v malých dávkách omezuje vznik ischemické choroby srdeční, snižuje úmrtnost na infarkt myokardu a cévní mozkové příhody. Tento efekt se ve velké míře připisuje zvýšení hladiny „hodného“ HDL cholesterolu. Současně pitím malého množství alkoholu dochází ke snižování koncentrace „zlého“ LDL cholesterolu, který se ukládá v cévách a je příčinou aterosklerózy [1–3]. Alkohol tak zlepšuje poměr HDL/LDL. Snižuje aterosklerózu a blokuje srážení krve.

Alkohol má při rozumné konzumaci i mnoho dalších pozitivních vlivů, např. má uklidňující vliv na psychiku, snižuje stresy, podporuje krevní oběh, snižuje krevní tlak. Ale zůstaňme pouze u jeho vlivu na snižování úmrtnosti způsobené CVD. Obecně se dá říci, že úmrtnost se u střídavých konzumentů snižuje o 20 ÷ 50 % oproti úplným abstinentům či naopak alkoholikům [1]. Důležitá je také představa, co se rozumí pod střídavou, zdraví prospěšnou konzumací [4]. V lite-

ratuře lze nalézt dosti rozdílné údaje, které se ale obvykle pohybují od 20 do 80 g alkoholu na den. Průměrně se udává jako optimální dávka 40 g alkoholu za den, což odpovídá zhruba 2 půllitřům piva [1, 5, 6]. Lékaři se v poslední době sjednocují v názoru, že muž by měl vypít 1 až 4 půllitřů piva v průběhu celého dne (nikoliv najednou např. večer). U žen platí totéž, pouze ta piva by měla být třetinková.

Pro producenty piva je velmi důležité, že pozitivní vliv alkoholu při střídavé konzumaci se dá velmi dobře uplatnit právě prostřednictvím piva – díky jeho perfektní nutriční vyváženosti a fyziologickým efektům. Mezi lidmi se, bohužel, kladný vliv alkoholu na zdraví hodně spojuje hlavně s červeným vínem. Na publikacích z nedávné doby lze jasně doložit, že z hlediska zdravotních účinků se pivo červenému vínu vyrovná, v mnoha ohledech ho dokonce předčí.

V British Medical Journal vyšel nedávno článek autorů Katedry epidemiologie a veřejného zdraví z University College London a z Institutu klinické a experimentální medicíny v Praze, kteří studovali soubor populace, která přednostně pije pivo, tedy soubor v České republice [7]. Výzkum byl prováděn v pěti oblastech, jednalo se o soubor mužů mezi 25 ÷ 64 lety, kteří za sebou měli již první nefatální infarkt myokardu. Výzkum naprosto jasně prokázal, že sku-