

CHMEĽOVÉ PREPARÁTY A FAKTORY OVPLYVŇUJÚCE PRIEBEH CHMEĽOVARU

MARIANA CVENGROŠCHOVÁ^a a DANIELA ŠMOGROVIČOVÁ^b

^a Pivovar Šariš a.s., Pivovarská 9, 082 21 Veľký Šariš,
^b Katedra biochemickej technológie, Fakulta chemickej
a potravinárskej technológie STU, Radlinského 9, 812 37
Bratislava, Slovenská republika
daniela.smogrovicova@stuba.sk

Došlo 22.5.06, prepracované 4.1.07, prijaté 11.1.07.

Kľúčové slová: chmeľovar, chmeľové preparáty, mladina, pH, polyfenoly

Obsah

1. Úvod
2. Chmeľovar a chmeľové preparáty
3. Zloženie chmeľových preparátov
4. Dávkovanie chmeľových preparátov
5. Vplyv dĺžky a teploty chmeľovaru
6. Vplyv pH
7. Záver

1. Úvod

Chmeľovar, var sladiny s chmeľovými preparátmi, je jedným z dôležitých krokov procesu prípravy mladiny. Chmeľové preparáty, ich dávkovanie a vlastnosti ovplyvňujú charakter a kvalitu mladiny i hotového piva. Mladine dávajú horkú chuť, charakteristickú arómu a podporujú vylučovanie bielkovín. Jednotlivé chmeľové preparáty sa líšia obsahom horkých kyselín, chmeľových polyfenolov a silíc. Ich využiteľnosť je značne ovplyvnená podmienkami chmeľovaru. Dôležitá je izomerizácia horkých kyselín, pretože produkty vzniknuté izomerizáciou sú rozpustné aj v studenej mladine. Rozsah izomerizácie je závislý od mnohých parametrov, ako sú pH, dĺžka a teplota varu.

Článok prináša prehľad jednotlivých chmeľových prípravkov využívaných v pivovarníctve. Rozoberá zloženie a využitie chmeľových extraktov, granulátov a upravovaných preparátov získaných izomerizáciou alebo redukciou. Diskutuje ich dávkovanie a načasovanie dávok, porovnáva jednotlivé faktory chmeľovaru z pohľadu izomerizácie chmeľových preparátov.

2. Chmeľovar a chmeľové preparáty

Cieľom chmeľovaru je predovšetkým prevod horkých látok chmeľu do roztoku, ktorý nastáva povarením sladiny s chmeľom. Vplyvom fyzikálno-chemických zmien dochádza k stabilizácii koncentrácie a zloženia mladiny. K najdôležitejším procesom patrí inhibícia enzýmových aktivít teplom, a s tým súvisiace determinácie sacharidového zloženia a oxidoredukčnej kapacity mladiny; sterilizácia mladiny teplom s inhibíciou reziduálnej mikroflóry z vody, sladú, chmeľu a surogátu; koagulácia a flokulácia vysokomolekulárnych dusíkatých látok mladiny teplom a interakciami s ostatnými zložkami; reakcia dusíkatých a sacharidických zložiek mladiny za tvorby reduktónov a farebných látok; ďalej oxidačné reakcie, s ktorými súvisia zmeny zložiek extraktu, predovšetkým polyfenolov a následne farby a koloidej stability piva. Odparí sa prebytočná voda a mladina sa zakoncentruje na požadovanú hodnotu, oddestiluje sa časť chmeľových silíc a oxidačných produktov¹. Samotným procesom chmeľovaru a prídavkom chmeľových preparátov sa zabezpečuje koloidná stabilita, biologická stabilita, chuťová stabilita, trvanlivosť peny, pričom chmeľ ovplyvňuje horkosť, vôňu, farbu a „gushing“ (samovoľné prepeňovanie piva)².

V súčasnosti sa používajú chmeľové granuláty, extrakt a izomerizované chmeľové preparáty. Použitie redukovaných izomerizovaných extraktov sa stalo v poslednej dekáde veľmi populárne tiež z hľadiska lepšej penivosti a svetelnej stability. Klasická analýza horkosti pív chmeľených týmito extraktmi (stanovenie BU – jednotiek horkosti, skratka z Bitterness Units) je nevhodná, prepočítavací faktor na pociťovanú horkosť je 1,0–1,1 pre tetrahydro-izo- α -kyseliny (THIA) a 0,7 pre rho-izo- α -kyseliny (RHIA). Kvalita horkosti senzorycky pociťovanej klesá so zvyšujúcim sa obsahom THIA aj RHIA. Izomerizované chmeľové pelety znižujú až o tretinu spotrebu horkých kyselín, pričom je možno ovplyvňovať chmeľovú arómu piva bez ekonomických strát. Rovnaký postup je možný pri aplikácii chmeľových extraktov³. Predizomerizované chmeľové preparáty je možné pridať počas chmeľovaru alebo po hlavnom kvasení. Preparáty pridávané po hlavnom kvasení by nemali obsahovať β -kyseliny, nešpecifické živice a silice⁴. Izomerizované chmeľové pelety sa používajú ako náhrada za pelety typu 90 (zo 100 kg chmeľu sa odstránením balastných látok získa 90 kg peliet). Extrakcia izo- α -kyselín pri chmeľovare prebieha veľmi rýchlo (10 min) a z tohto dôvodu je možno ich pridať v priebehu procesu neskôr, aby sa využili silice. Izomerizované pelety ako pelety typu 90 vykazujú rad výhod pri priaznivej cenovej relácii⁵.

Výskyt sekundárneho „gushingu“ (samovoľného prepeňovania piva) je zaznamenaný predovšetkým pri pivách

vyrobených z izomerizovaných chmeľových extraktov⁶. Použitie izomerizovaných produktov uľahčuje manipuláciu, pretože stačia nižšie dávky, zlepšuje stupeň využitia a znižuje náklady. Ak sa tieto prípravky použili na výrobu pív vyžadujúcich vyššie chmelenie, prejavila sa v nich negatívna zvieravá (adstringentná) a trpká chuť⁷.

Pri kombinácii naturálneho chmeľu s dvojzložkovým chmeľovým extraktom sa dosiahla úspora asi 13 % a pri kombinácii granulovaného chmeľu s dvojzložkovým chmeľovým extraktom sa dosiahla 8% úspora horkých látok⁸. Výťažky špecifických horkých látok sú mierne vyššie, ak sa použije etanolový živcový extrakt, zatiaľ čo trieslovín vo forme polyfenolov a antokyanogénov je viac v pivách vyrobených s peletami typu 45 (zo 100 kg chmeľu sa odstránením balastných látok získa 45 kg peliet). Neukázali sa žiadne rozdiely v pomere horkých látok, polyfenolov a aromatických látok. Nebol zistený vplyv na trvanlivosť peny, pomer aromatických látok a chuť piva⁹. Intenzita horkosti a schopnosť stabilizovať penu sú závislé od veľkosti hydrofóbného charakteru chmeľových zlúčenín. Izokohumulóny vykazujú nižšiu horkosť ako iné, viac hydrofóbne chmeľové zlúčeniny. Rovnako zjavné sú aj rozdiely horkosti medzi *cis*- a *trans*-izomermi, z ktorých prvé sú viac horké. *Trans*-izoméry sa pri kvasení hromadia v pene, čím je možné vysvetliť pozorované obohatenie hotového piva *cis*-izomermi¹⁰. Počas skladovania piva klesá obsah *trans*-izoméru izohumulónu, zatiaľ čo obsah *cis*-izoméru ostáva prakticky nezmenený. Pomer izomérov *trans/cis* je ukazovateľom starnutia piva a intenzity starej chuti¹¹. Penivosť pozitívne ovplyvňujú aj izomerizačné a hydrogenačné produkty horkých chmeľových kyselín. Pri obidvoch týchto skupinách látok hrajú pozitívnu úlohu ich hydrofóbne vlastnosti a vnútorná štruktúra molekúl. Poukázané sú však negatívne účinky lipidov, etanolu, vyšších alkoholov, esterov a bázičských aminokyselín¹².

3. Zloženie chmeľových preparátov

K pivovarsky cenným zložkám chmeľu patria živice, polyfenoly a silice. Najúčinnnejšou zložkou živíc sú α -horké kyseliny, skladajúce sa prevažne z humulónu, kohumulónu a adhumulónu. Menšinovými zložkami α -horkých kyselín sú adprehumulón a prehumulón. Ich izomerizované deriváty značne zlepšujú stabilitu peny piva a zlepšujú tak znaky piva¹³.

Na začiatku chmeľovaru dochádza k prudkému nárastu horkosti vplyvom neizomerizovaných α -horkých kyselín, nárast obsahu α -horkých kyselín je rovnomerný a reakcia na dávkovanie chmeľu je pomalšia^{14,15}. Použitie vysokého tlaku pri mladinovom varení ovplyvňuje rozpustnosť horkých látok a izomerizáciu α -horkých kyselín v mladine. Ošetrovanie vysokým tlakom vedie k zníženiu základového potenciálu¹⁶.

Chmeľové živice sa čiastočne zúčastňujú aj tvorby lomu, ich význam spočíva predovšetkým v tvorbe zložiek

dodávajúcich mladine typickú horkú chuť. Vzniknuté produkty sú izozlúčeniny. Stupeň izomerizácie α -horkých kyselín za vzniku izo- α -horkých kyselín je ovplyvňovaný podmienkami chmeľovaru, ako je pH mladiny, doba chmeľovaru, teplota a intenzita varu, koncentrácia α -horkých kyselín a niektorých ďalších zložiek extraktu mladiny. Zvýšením teploty pri chmeľovare za tlaku je možné reakčnú dobu skrátiť a využitie horkých kyselín zvýšiť, avšak za súčasného ovplyvnenia ďalších chemických reakcií chmeľovaru, čo môže mať vplyv na zloženie mladiny¹.

Nešpecifické spektroskopické stanovenie jednotiek horkosti (metóda EBC) plne neodráža skutočný senzorický vnem horkosti piva. Lepšie výsledky je možné dosiahnuť, ak je horkosť piva vyjadrená ako koncentrácia prítomných izo- α -horkých kyselín. Analýzu izo- α -horkých kyselín z piva je možné robiť metódou kvapalinovej chromatografie s UV detekciou pri vlnovej dĺžke 270 nm. Pri použití extrakčného postupu na pevnú fázu (polymérny sorbent STRATA X) sa hodnoty izo- α -horkých kyselín menej odchyľujú od reálneho priemeru, je potrebná nižšia časová náročnosť a získané výsledky majú menší rozptyl oproti extrakčnému postupu kvapalina-kvapalina¹⁷.

Polyfenoly sú antioxidanty a antikarcinogény, chmeľové horké látky sú významné pre horkosť, arómu piva a tvorbu peny a prispievajú k brzdeniu rastu patogénnych mikroorganizmov v pive¹⁸. Chmeľové polyfenoly prechádzajú do vodných roztokov, aj do mladiny ľahko, a to ako pri nižších teplotách (40 °C), tak aj za varu¹⁹. Polyfenoly priaznivo ovplyvňujú oxidoredukčnú kapacitu a obsah karbonylových látok sumárne stanovovaných ako číslo kyseliny tiobarbitúrovej (TBA). Zníženie obsahu polyfenolov pridaním sorbentu na báze PVPP do horúcej sladiny má nepriaznivý dopad na chuťovú stabilitu. Naopak bol dokázaný nepriaznivý vplyv polyfenolov na koloidnú stabilitu piva²⁰.

Počas celého technologického procesu je potrebné kontrolovať ako obsah polyfenolov, tak aj bielkovín, pretože ich interakciami (zrážaním) dochádza k tvorbe zvýšeného zákalu a zhoršeniu senzorických vlastností. Aktívnymi prekurzormi zákalu sú kondenzované alebo oxidované polyfenoly a bielkovinový materiál²¹. Aromatické chmele majú oveľa vyššie hodnoty nízkomolekulárnych polyfenolov než horké chmele. Obsah polyfenolov v chmeli závisí od chmeľovej odrody a od oblasti, v ktorej bol chmeľ pestovaný²².

Stúpajúcemu obsahu tanoidov v pive je napr. prisudzované zvyšovanie chuťovej stability, ktoré sa vysvetľuje ich antioxidačnými účinkami, chrániať ostatné zložky extraktu pred oxidáciou. Katechín výrazne urýchľuje štiepenie aminokyselín, pričom vznikajú aldehydy, ktoré vedú k oxidácii polyfenolov vzniknutých z *o*-chinónov na organolepticky nežiaduce aldehydy v Streckerovej degradácii aminokyselín. Podľa súčasných poznatkov znižovaním koncentrácie polyfenolov v pive sa nepoškodzuje stabilita chuti²³.

4. Dávkovanie chmeľových preparátov

Načasovanie dávok chmeľových preparátov v priebehu chmeľovaru je dôležité hlavne kvôli senzorickej stránke, aj z pohľadu izomerizácie. Ak má chladená mladina obsahovať málo prchavých aromatických látok chmeľu, je účelné dávkovať chmeľ na začiatku, prípadne použiť chmeľový extrakt. Ak sa požaduje naopak vysoký obsah chmeľovej silice, je vhodné dávkovať chmeľ čo najneskôr, alebo použiť neextrahovaný chmeľový produkt²⁴. Pridanie chmeľových peliet na začiatku chmeľovaru vedie k rýchlejšiemu rozpusteniu a izomerizácii α -horkých kyselín, pri použití etanolového extraktu je rozpúšťanie a izomerizácia α -horkých kyselín zo začiatku pomalšia, po určitej dobe rýchlejšia, než v prípade peliet. K lepšej izomerizácii kohumulónu dochádza iba pri aplikácii čisto živcového extraktu do prvej dávky^{14,15}.

Na piva s vyššou horkosťou a s požadovanou výraznou chmeľovou arómou sa odporúčajú dve dávky – prvá väčšia, po zavarení a druhá menšia, 30 min pred koncom, alebo tri dávky – prvá (50 %) po zavarení, druhá (35 %) 60 min pred koncom a posledná (15 %) 15 min pred koncom chmeľovaru. Platí zásada, že najprv sa dávkujú vysokoobsažné chmele a jemné aromatické chmele až ku koncu¹. Po zaplnení dna panvy prvými podielmi sladiny (predku) nasleduje chmelenie pomocou peliet typu 45 na 30–50 % podielu celkovej dávky chmeľu. Pivá s chmeľeným predkom vykazujú lepšiu penivosť, nižší obsah chmeľových aromatických látok a lepšie senzorické vlastnosti²⁵.

Koncentrácia dusičnanov chmeľu a varnej vody má vplyv na koncentráciu dusičnanov v pive. Chmeľové produkty, s výnimkou extraktov získaných oxidom uhličitým, majú relatívne vysoký obsah dusičnanov²⁶. Chmelenie podporuje aj vylučovanie mastných kyselín, ktoré sa z mladiny odstráni spolu s kalmi²⁷.

5. Vplyv dĺžky a teploty chmeľovaru

V konvenčných varných systémoch je priemerná dĺžka varu okolo 90 min, čo za normálneho tlaku postačuje na izomerizáciu α -horkých kyselín chmeľových extraktov. Na izomerizáciu α -horkých kyselín granulovaných chmeľov stačí aj kratší čas, avšak pre lisovaný hlávkový chmeľ je naopak potrebná dlhšia doba varu. Pri tzv. nízkotlakovom chmeľovare stačí pre dostatočný priebeh izomeračných reakcií iba 15 až 20 min, pri vyššom tlaku zaručujúcom teploty 140 °C stačia len 2 až 3 minúty. Základnou požiadavkou je dosiahnutie optimálneho odparu, spravidla 10 % za hodinu a viac¹. Klasický chmeľovar trvá asi 75 až 90 min pri atmosférickom tlaku. Aby boli dosiahnuté technologické výsledky, je potrebný 8% celkový odpar, avšak už pri 4% odpare a 50% úspore energie, je možné týmto spôsobom (systém Merlin) vyrobiť mladinu výbornej kvality. Zabezpečuje šetrný chmeľovar a zmenou teploty prihrievania je možné regulovať aj podiel dusíkatých frakcií

mladiny²⁸. S predlžujúcim sa časom chmeľovaru prechádza do roztoku viac horkých látok a vzrastá tvorba penotvorne pozitívnych glykoproteínov, avšak vylučuje sa aj viac koagulovateľných bielkovín a stúpa koncentrácia voľných mastných kyselín²⁹. V súčasnosti sa v praxi odporúča napúšťať varné nádoby odspodu, obmedziť intenzitu varu (a tým aj pohyb rmutov) na mieru potrebnú k optimálnemu vylúčeniu kalov a docieleniu primeranej hodnoty odparu, zbytočne však nepredlžovať chmeľovar (najviac 90 min)³⁰.

Skrátením chmeľovaru o 7 min, znížením odparu z 5 % na 4,5 % a predchladením mladiny na 89 °C došlo k zníženiu koeficientu TBA z 9 na hodnotu 2,3 a zvýšeniu farby iba o 0,4 j. EBC oproti 0,9 v porovnávacích várkach. Ďalej sa znížil obsah DMS o 30–45 %. Neprejavil sa vplyv skráteného procesu na izomerizáciu horkých látok, intenzitu kvasenia, ani filtrovateľnosť a bolo potvrdené aj zlepšenie senzorickej stability³¹. Skrátená doba varu zo 65 na 40 min a polovičná celková doba odparovania ušetrili asi 40 % energie počas jedného varenia. Skrátením doby varu aj odparovania dochádza v studenej mladine k zvýšeniu obsahu koagulovateľného dusíka. Výťažok horkých látok sa znižuje nepatrne³². Vysoký obsah koagulovateľného dusíka v mladine znamená nedokonalý lom mladiny, ktorý môže byť mimo iného spôsobený nedostatočným varom. Odporúčaná hodnota je 18–22 mg l⁻¹ (cit.³³). Zaradenie vákuového výparníka za mladinový kotol spôsobí 2% odparenie mladiny vo výparníku, ochladenie mladiny asi o 10 °C, zníženie obsahu voľného dimetylsulfoxidu pod 10 ppb. Jeho zavedením je možné skrátenie chmeľovaru a dosiahnutie šetrnejšieho zaobchádzania s bielkovinovými zlúčeninami, čím dochádza k zlepšeniu stability peny podľa NIBEM o 10 sekúnd³⁴. Príliš intenzívny var mladiny (je nutné sledovať teplotu varu, dobu varu a teplotu varného média) má nepriaznivý vplyv na stabilitu peny piva³⁵.

V súčasnosti sa okrem varenia za atmosférického tlaku používa aj varenie za nízkeho tlaku (NDK), varenie mladiny pri vysokej teplote (HTW), mechanická alebo termická kompresia brýdových pár (BV)^{36,37}. Pri štúdiu rôznych spôsobov varenia mladiny za použitia barometrického vonkajšieho zariadenia bol pozorovaný vplyv teploty varu (100, 107 a 110 °C) a odparu (od 3 do 15 %) na zloženie mladiny. Zistilo sa, že aldehydy 2-metylbutanal a 3-metylbutanal za varu prechádzajú, avšak so stúpajúcou intenzitou varu sa opäť tvoria. Produkty Maillardovej reakcie sa chovajú podobne, napr. 2-furfural a 2-hydroxymetylfurfural. Iba hexanol sa varom vypudí a znovu nevzniká. Obsah dusíkatých heterocyklických zlúčenín je závislý na termickom zaťažení a na odpare. Chuť piva z várok pri vyšších teplotách a väčšom odpare (11 %) bola lepšia. Tu sa objavila paralelnosť s obsahom esterov kyseliny octovej (hexyl-, heptyl-, oktyl-) v pive. Zníženie oxidácie v priebehu rmutovania a prípravy mladiny znižuje aj prítomnosť furfuralu, 5-hydroxymetylfurfuralu (indikátory starnutia)^{38,39}.

Pri kombinácii nízkotlakového varenia (so štyrmi fázami tlaku a odparu) a vákuového odparu po vírivej kadi sa dosahuje v mladinovom kotli odpar 4 %, aby bola do-

siahnutá minimálne rovnaká kvalita mladiny aj piva ako pri štandardnej technológii s odparom 6,5 až 7 %. Ďalšie zníženie odparu vody v mladinovom kotli vedie k nedostatku tepla pre predohrev mladiny a je preto energeticky nezaujímavé pre využitie v pivovare. Postup tak môže byť prispôbený rôznej kvalite surovín, a to voľbou tlakovej fázy a odparu v mladinovom kotli a množstvom odparu vody vo vákuovom odparníku⁴⁰. Pri nízkotlakovom varení je zhruba za 50–70 min mladina pripravená k vyrážaniu⁴¹. Dynamické nízkotlakové varenie ako systematicky optimalizovaný postup varenia má mnohé parametre, ktoré ovplyvňujú kvalitu mladiny a energetické náklady – ohrev, počet tlakových fáz, úroveň teploty, atmosférické varenie, predchladenie mladiny. Vzhľadom na vysokú flexibilitu môže byť tento postup prispôbený kvalite suroviny alebo energetickým požiadavkám pivovaru⁴².

Doba a teplota varu, teplota povrchu výmenníka tepla zahrievajúceho mladinu a vírenie (turbulencia) varnej kade ovplyvňujú priebeh denaturácie proteínov. Znížením obsahu koagulovateľného dusíka dochádza k predĺženiu trvanlivosti piva. Obsah koagulovateľného dusíka v mladine určenej na kvasenie nesmie byť vyšší ako 20 mg l⁻¹ (prepočítané na 10% mladinu)⁴³.

6. Vplyv pH

Hodnota pH mladiny ovplyvňuje čírosť, penivosť, izomerizáciu, koloidnú stabilitu, mikrobiologickú stabilitu a má vplyv aj na priebeh kvasenia. Za vhodné pH mladín pre pomnožovanie kvasiniek a efektívne využitie aminokyselín sa považuje rozmedzie 5,2–5,5. Príliš vysoká hodnota pH môže meniť flokuláciu niektorých kmeňov kvasiniek a akumuláciu vicinálnych diketónov⁴⁴. Úprava pH na nižšie hodnoty sa pozitívne prejaví pri kvasení. Kyselina mliečna je pre okysľovanie najvhodnejšou kyselinou⁴⁵. Biologickému okysleniu termofilnými kmeňmi mliečnych baktérií, používanému v zahraničí pri výrobe piva, sa všeobecne pripisuje priaznivé pôsobenie na zlepšenie chuťových vlastností piva aj na jeho fyzikálno-chemickú a biologickú stabilitu⁴⁶.

Nižšie pH pri chmeľovare v oblasti blízkej izoelektrickému bodu bielkovín 5,0–5,2 znamená účinnejšiu koaguláciu bielkovín a tvorbu bohatšieho „lomu“ mladiny. Tým dochádza k lepšej separácii kalov a dokonalejšej čírosti pripravenej mladiny. Naopak negatívny vplyv to môže mať na penivosť piva a nižšie pH počas chmeľovaru môže negatívne ovplyvniť využitie horkých kyselín, spôsobiť slabšiu izomerizáciu. Hotové pivo má pri nižšom pH lepšiu koloidnú aj mikrobiologickú stabilitu. Optimálne pH mladiny znamená predpoklad pre rýchlejšie naštartovanie kvasenia. Ak sa okysľuje hotová mladina, je to možné vyriešiť takisto dávkovaním vápenatých solí po skončení chmeľovaru, napr. do vírivy kade³³.

Zabránenie prístupu kyslíka počas výroby mladiny, zníženie hodnôt pH mladiny k hranici 5,1 biologickým okyslením rmutov je prínosné pre enzýmové reakcie

a zníženie oxidačných reakcií na varni, ale znižuje tvorbu prirodzeného antioxidantu pri kvasení, ktorým je oxid siričitý. Mohlo by urýchľovať aj reakcie voľných radikálov, a tým podporovať tvorbu starej chuti v stočenom pive⁴⁷.

7. Záver

Dnešná doba nám poskytuje možnosť využitia širokej škály chmeľových preparátov – chmeľové granuláty, chmeľový extrakt, upravované chmeľové preparáty redukciovou alebo izomerizáciou. Jednotlivé preparáty sa líšia zložením, mierou využiteľnosti, ale aj chuťovými vlastnosťami. Práve preto je dôležité ich správne dávkovanie v závislosti na množstve a čase. Ich prídavok ovplyvňuje kvalitu pripravenej mladiny a následne aj hotového produktu – piva. Nemenej dôležité sú aj ostatné faktory chmeľovaru (teplota a dĺžka chmeľovaru, pH), ktoré ovplyvňujú využitie chmeľových preparátov a vlastností mladiny.

LITERATÚRA

- Čepička J., Basařová G.: Kvasný prům. 39, 66 (1993).
- Šauer Z.: Kvasný prům. 37, 351 (1991).
- Weiss A., Schönberger CH., Mitter W., Biendl M., Back W., Krottenthaler M.: J. Inst. Brew. 108, 236 (2002).
- Biendl M.: Brauwelt Int. 21, 20 (2003).
- Westwood K.: Brew. Guardian 123, 31 (1994).
- Čepička J., Šrogl J., Škach J.: Kvasný prům. 39, 98 (1993).
- Cvengrošková M., Šepel'ová G., Šmogračičová D.: Monatsschr. Brauwiss. 56, 206 (2003).
- Cuřín J.: Kvasný prům. 32, 225 (1986).
- Mitter W., Kessler H., Biendl M.: Brauindustrie 85, 138 (2000).
- Hughes P.: J. Inst. Brew. 106, 271 (2000).
- Araki S., Takashio M., Shinotsuka K.: J. Am. Soc. Brew. Chem. 60, 26 (2002).
- Čepička J.: Kvasný prům. 45, č.10, Pivovarské a sladařské dny – příloha, str. 4 (1999).
- Smith R. J., Davidson D., Wilson R. J. J.: J. Am. Soc. Brew. Chem. 56, 52 (1998).
- Mitter W.: Brauindustrie 84, 560 (1999).
- Wilson J. H. R., Roberts T., Smith R. J., Biendl M.: Tech. Q.- Master Brew. Assoc. Am. 38, 11 (2000).
- Fisher S.: Monatsschr. Brauwiss. 51, 120 (1998).
- Jurková M., Kellner V., Čulík J., Horák T., Čejka P.: Kvasný prům. 49, 258 (2003).
- Piendl A., Biendl M.: Brauwelt 18, 310 (2000).
- Šrogl J., Kosař K., Mikyška A., Boušová P.: Kvasný prům. 43, č.10, Pivovarské a sladařské dny – příloha, str. 12 (1997).
- Mikyška A., Hrabák M., Hašková D., Šrogl J.: Kvasný prům. 46, č.11, 30. pivovarsko-sladařský seminár – příloha, str. 5 (2000).

21. O'Rourke T.: *Brewer Int.* 2, 23 (2002).
22. Forster A., Beck B., Schmidt R., Jansen C., Mellen-thin A.: *Monatsschr. Brauwiss.* 55, 98 (2002).
23. Basařová G., Škach J., Kubánek V., Verulovič B.: *Kvasný prům.* 29, 61 (1983).
24. Narziss L., Miedaner H., Gresser A.: *Monatsschr. Brauwiss.* 38, 448 (1985).
25. Preis F., Mitter W.: *Brauwelt* 133, 2137 (1993).
26. Borchert C., Jorge-Nothhaft K., Krüger E.: *Monatsschr. Brauwiss.* 41, 426 (1988).
27. Narziss L., Mück E.: *Monatsschr. Brauwiss.* 39, 216 (1986).
28. Weinzierl M., Stippler K., Wasmuht K., Miedaner H., Englmann J.: *Brauwelt* 139, 185 (1999).
29. Ťopka P., Voborský J.: *Kvasný prům.* 33, 99 (1987).
30. Basařová G., Janoušek J.: *Kvasný prům.* 46, 314 (2000).
31. Krottenthaler M., Back W.: *Brew. Distill. Int.*, 14 (2001).
32. Jacob F., Krieger R., Wahl R.: *Brauwelt* 141, 166 (2001).
33. Šemík P., Sekora M., Gubiš J.: *Kvasný prům.* 48, 192 (2002).
34. Krottenthaler M., Lehmann J., Mieth R.: *Brauwelt* 143, 956 (2003).
35. Narziss L., Reicheneder E., Voigt J.: *Brauwelt* 134, 360 (1994).
36. Schu G., Stolz F.: *Brauwelt* 133, 1380 (1993).
37. Schwarz K.: *Lebensmittelindustrie* 32, 124 (1985).
38. Takashio M., Shinotsuka K.: *Tech.Q.- Master Brew. Assoc. Am.* 38, 41 (2000).
39. Shimizu CH., Nakamura Y., Miyai K., Araki S., Takashio M., Shinotsuka K.: *J. Am. Soc. Brew. Chem.* 59, 51 (2001).
40. Dieren B., Pieters W., Brekelmans M.: *Brauwelt* 143, 1566 (2003).
41. Dodt P.: *Kvasný prům.* 46, 5 (2000).
42. Bühler T., Michel R., Baumagärtner Y.: *Brauwelt* 143, 1173 (2003).
43. Chlynovskij M. D.: *Pivo Napitki*, 18 (1999).
44. Vernerová J., Čejka P.: *Kvasný prům.* 33, 33 (1987).
45. Veldichová Z., Debourg A., Van Dervelde L., Rychtera, M.: *Kvasný prům.* 45, č. 10, Pivovarské a sladařské dny, str. 10 (1999).
46. Back W.: *Monatsschr. Brauwiss.* 41, 152 (1988).
47. Narziss L., Back W., Miedaner H., Lusting S.: *Monatsschr. Brauwiss.* 52, 192 (1999).

M. Cvengroschová^a and D. Šmogrovičová^b
(^a *Brewery Šariš, a.s., Velký Šariš*, ^b *Department of Biochemical Technology, Faculty of Chemical and Food Technology, Slovak University of Technology, Bratislava*):
Hop Preparations and Factors Affecting Wort Boiling

Hop preparations, their dosing and properties affect the quality of wort and the resulting beer. They impart to wort a bitter taste, hop-like aroma and enhanced protein coagulation. Isomerization products of some hop preparation components are soluble in cold wort. The extent of the isomerization depends on pH, length and temperature of wort boiling. This article provides an overview of the hop preparations used in brewing – hop extracts, granules, modified preparations obtained by isomerization or reduction. It discusses also their composition, dosing, timing and other factors affecting the wort boiling process.