

## Studie možnosti náhrady hvozďení sladu I

Ing. VLADIMÍR KAREL, CSc., Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha

663.434

Do redakce došlo 9. 9. 1970

V práci [1] uveřejněné již dříve v tomto časopisu, byla zmínka o možnosti náhrady účinku hvozďení na extrakt zeleného sladu zařazením modifikovaného, tepelně tlakového nárazu na sladinu do kontinuální linky [2], a to při zpracování 100% sypání zeleného sladu. Šlo o předpoklad dosahovat tepelně tlakovým nárazem ve sladince ze zeleného sladu změny, které obvykle probíhají na hvozdu, z čehož vyplývá možnost vyřadit hvozďení a realizovat napojení kontinuálního pásového klíčidla přímo na kontinuální varnu [3]. Výsledky orientačních pokusů, které se v tomto směru provedly [1], ukazovaly na reálnost uvedeného předpokladu, a proto se přistoupilo k dalším pracím.

Pokusy se konaly se zcukřenou sladinou ze zeleného sladu, která se získávala infuzí intenzifikovanou tlakem, postupem popsáním již dříve [1]; tepelně tlakový náraz pro náhradu účinku hvozďení se aplikoval na protékající sladinu v glycerinovém výměníku při teplotách do 230 °C a tlaku 30 at. Provedení nárazu je v principu totéž jako v kontinuální lince na zpracování hvozďeného sladu [2]. Jde v podstatě o novou aplikaci tohoto nárazu; na sladinu ze zeleného sladu se působí vyšší teplotou, resp. náraz je celkově upraven tak, aby svým účinkem na extrakt zeleného sladu v protékající zcukřené sladině mohl co nejúplněji nahradit hvozďení. Glycerinové náplně výměníku se použilo pro nutnost dosáhnout teplot 200 °C a teplot vyšších; v blízkosti používaného pokusného zařízení nebyl zdroj odpovídající vysokotlaké páry. Upravený náraz je v článku označován prozatímním názvem „hvozdicí náraz“.

Pro posuzování jakosti sladin ze zeleného sladu po hvozdicím nárazu bylo nutno především předběžně prozkoumat indikativnost analytických kritérií ve sladinách z hvozďených sladů. Sledovala se jakost sladin z alikvotních podílů téhož sladu, hvozďených, resp. dotahovaných při různých teplotách (70, 80, 90 °C). Z průzkumu vyplynulo, že hvozďení, resp. intenzita hvozďení se nejzřetelněji projevuje v hodnotě frakce A bílkovinného dusíku podle *Lundina*, v hodnotě časové indikátorové zkoušky a v hodnotách frakcí redukujících látek podle *De Clercka* a *Van Cauwenberga* [4], dále v obsahu maltózy (redukujících látek) podle *Schoorla*, ve zdánlivém dosažitelném stupni prokvašení sladin, v barvě, informativní byly i zjišťované hodnoty viskozity sladin [4 až 6]; vliv hvozďení se dále sledoval na chromatogramech cukrů, bílkovin a aminokyselin [7 až 9].

Po zjištění a výběru vhodných analytických kritérií indikujících intenzitu hvozďení se začala série pokusů, při nichž se zcukřená sladina ze zeleného sladu podrobovala účinku hvozdicího nárazu při různých teplotách. Současně byla část téhož sladu

použita pro přípravu laboratorní, kongresní sladin, na které se v naznačeném směru sledoval účinek jednohodinového a tříhodinového varu a další podíly téhož zeleného sladu byly laboratorně hvozďeny, rovněž při třech dotahovacích teplotách (70, 80, 90 °C). Hvozdicí náraz na sladinu se prováděl nejednoduše v rozsahu teplot 130 až 220 °C, vzorky se odebíraly při jednotlivých, určených teplotách. Na základě zkušeností, získaných z 1. série, se provedly další tři série pokusů, v celkovém rozsahu teplot 130 až 230 °C. Tlak 30 at byl ponechán při všech pokusech; byl použit na základě zkušeností se zpracováním hvozďených sladů [2] a vzhledem k získávaným výsledkům nebyl měněn. Protože se vyskytly v současné literatuře zprávy o dobré zpracovatelnosti již třídenních sladinách sladů [10, 11] v pivovarství, zahrnulo se v rámci dílčích pokusů ověření i v tomto směru.

Uvádění veškerých dosažených výsledků a rozvádění teorie řešené problematiky [12] by přesáhlo rámec tohoto článku; lze uvést pouze některá fakta a výsledná zjištění, která poskytnou ucelenou informaci. Jak se uvádí v pivovarské literatuře, jde při hvozďení zejména o dosažení potřebné inaktivace enzymů v zrnech zeleného sladu, dále o koagulaci především vysokomolekulárních bílkovin a o tvorbu melanoidinů, resp. látek typu melanoidinů; posouzení nové, zkoušené technologie v těchto směrech vyplynulo především z porovnání návazných analytických hodnot, zjišťovaných ve sladinách z alikvotních podílů téhož zeleného sladu, zpracovaných způsobem uvedeným v předcházejícím odstavci a dále i z jednotlivých, samostatných pokusů.

Pokud jde o enzymové mohutnosti sladin, zjistilo se, že již zcukřená sladina ze zeleného sladu, získávaná tlakovým způsobem, vykazuje prakticky tutéž amylolytickou aktivitu jako laboratorní zcukřené sladin z hvozďených sladů, i když se ve výstírce ze zelených sladů zjišťuje vyšší amylolytická aktivita než při zpracování hvozďených sladů; diastatické mohutnosti se zjišťovaly za podmínek stanovení podle *Windische* a *Kolbacha* [6, 12]. Shodně, totiž v obou případech negativně, vyzněl i test pro zjištění proteolytické aktivity [13] ve zcukřených sladinách, jak ze zelených, tak i z hvozďených sladů, i když ve výstírkách ze zeleného sladu byla opět vyšší proteolytická aktivita, a to až dvojnásobně vyšší než ve výstírkách z hvozďeného sladu; proteolytická aktivita se sledovala metodou *Gleinstera* a *Burghera* [13] na ústřížcích fotografického filmu. Podle uvedených nálezů lze soudit, že teplotní podmínky při rmutování, resp. zcukřování se uplatňují ve stejné míře na aktivitu sledovaných enzymů, ať jde o enzymy „oslabené“ nebo „neoslabené“ hvozďením. Ve sladinách po hvozdicím ná-



razu byla zjištěna možnost dosáhnout negativní reakce použitých testů amylolytické i proteolytické aktivity. Aktivita fenoláz zatím sledována nebyla.

V otázce koagulace bílkovin hvozděním a hvozdícím nárazem se zjistila možnost dosáhnout porovnatelného poklesu vysokomolekulárních bílkovin Lundinovy frakce A, která zahrnuje veškerý dusík koagulovatelný varem ve sladince [6]. Porovnatelnost účinku hvozdění a hvozdícího nárazu vyplynula i z dobré porovnatelnosti chromatogramů bílkovin adsorbovatelných na silikagel [8, 12].

Tvorbu melanoidních látek při hvozdění lze považovat za nejtýpističtější a snad i nejdůležitější děj; má význam pro barvu piva, pro jeho chuť i trvanlivost. O tvorbě těchto látek tepelně tlakovým nárazem svědčí jak indikátorová časová zkouška, tak hodnoty frakcí redukujících látek podle *De Clercka* a *Van Cauwenberga*, dále stanovení maltózy (redukujících látek) podle *Schoorla* [5], barva získávaných sladin, jejich chuť, vůně i dosažitelný stupeň prokvašení. Lze konstatovat, že účinkem zkoušeného nárazu byl zjištěn vznik redukujících látek všech tří frakcí [4], tj. látek redukujících indikátorový roztok 2,6-dichlorfenolindofenolu velmi rychle (do 15 sec), látek redukujících do 5 i do 150 minut; zvětšení obsahu jednotlivých frakcí zjištěná působením hvozdícího nárazu jsou porovnatelná s účinkem hvozdění a výšky dotahovacích teplot, použitých při výrobě sladů. Chromatografie cukrů a aminokyselin byla provedena rovněž u porovnatelných, návazných vzorků jako předcházející stanovení, tj. u sladin ze zeleného sladu a sladin z hvozděných, alikvotních podílů tohoto sladu, dotahovaných při teplotách 70, 80, 90 °C. Z porovnání komplexu návazných chromatogramů vyplývá, že intenzifikace hvozdění se projevila na chromatogramech cukrů mírným snižováním intenzity skvrny maltózy, glukózy, fruktózy a značnějším poklesem intenzity skvrn pentóz. V tomtéž smyslu se projevilo i zvyšování teploty při hvozdícím nárazu; klesala intenzita skvrn těchto sacharidů jako při zvyšování dotahovací teploty na hvozdu. Na chromatogramu laboratorní, infuzní sladiny ze sladu dotahovaného při 90 °C se již projevil pod pentózami glycerol, který se při aplikacích hvozdícího nárazu vyskytl až v tepelném rozsahu 190 až 200 °C, intenzivněji se projevil v rozsahu 200 až 220 °C, kdy se pod glycerolem projevila ještě další skvrna, pravděpodobně uronových kyselin, jako štěpných produktů pektinů [7] a vymizela zcela rhamnóza. Celkově vyplynula z chromatografie sacharidů porovnatelnost účinku hvozdění a nárazu. Dotahovací teploty 90 °C na hvozdu se používá ve speciálních případech a totéž platí o použití teplotního rozsahu 190 až 200 °C při hvozdícím nárazu.

Jako další znak podobnosti účinku hvozdění a nárazu lze uvést zjištění tvorby (přírůstku) sacharózy, který se projevuje na návazných chromatogramech obou typů sladin [14, 15].

Z jednorozměrných chromatogramů aminokyselin vyplynula o účinnosti hvozdění a hvozdícího nárazu v podstatě souhlasná informace jako o cukrech; nezjistilo se, že by nárazy způsobovaly mimořádné

děje, resp. pronikavé změny. Pokud se v pokusných sladinách vyskytly difference, lze je řadit do rozsahu diferencí, které by se zřejmě projevily i při různých způsobech hvozdění. Nálezy svědčí o porovnatelnosti účinku hvozdění a hvozdícího nárazu na extrakt zeleného sladu. Důležité je zjištění, že při aplikaci hvozdícího nárazu při teplotách nad 200 °C (200 až 230 °C) se pravděpodobně již značně nebo téměř úplně rozkládají aminokyseliny, což lze soudit podle prakticky negativních, resp. negativních nálezů na chromatogramech odpovídajících sladin. Použití teploty nad 200 °C při hvozdícím nárazu však přichází v úvahu rovněž pouze ve speciálních případech.

Vzhledem k tomu, že žádné ze sledovaných analytických kritérií sladin nesvědčilo o nepoužitelnosti hvozdícího nárazu a naopak se potvrdila porovnatelnost účinku principiálního působení obou zkoušených technologických zásahů, hvozdění a hvozdícího nárazu, přistoupilo se k výrobě pív. Doposud se podle koncepce kontinuální výroby mladiny [2], se zařazením hvozdícího nárazu, tj. s upraveným nárazem sladinnového lomu [2], vyrobilo osm světlých a dvě tmavá piva. Sledovala se další zpracovatelnost pokusných sladin, zpracovatelnost třídenního zeleného sladu, resp. sladiny v dalších fázích výroby piva i možnost výroby tmavých pív jako další ověření o účinnosti hvozdícího nárazu. Ze 100% sypání sedmidenního sladu byla vyrobena tři světlá piva, ze 100% sypání třídenního sladu pět světlých pív, pro obě tmavá piva se použilo rovněž 100% sypání třídenního zeleného sladu.

Hvozdící náraz pro výrobu sladin světlých pív se aplikoval při teplotách v rozsahu 150–172 °C, při výrobě sladin tmavých pív se na část zcukřeného sladiny ze zeleného sladu použilo teploty 200 až 217 °C [1]. Teploty nad 200 °C se použilo proto, aby získaným tmavým podílem se dosáhlo potřebné barvy celkové sladiny tmavého piva. V prvních, dosud provedených pokusech se použilo úmyslně vysokého procenta tmavého podílu sladiny (25 a 40 % celkového objemu sladiny), aby se tak získala zřetelnější informace o jeho další zpracovatelnosti a použitelnosti. Piva normálně prokvasila a chuťově byla přijatelná, při vysokém procentu tmavých podílů se neprojevily vedlejší příchutě ani nežádoucí vůně, barva pív byla dostatečně vysoká. Pro výrobu tmavých, resp. speciálních pív lze považovat za dostačující nižší procento tmavého podílu sladiny, pravděpodobně blízké procentu barevných sladů při výrobě tmavých pív obvyklými způsoby. Celkově lze o vyrobených pivech ve stručnosti říci, že svými analytickými i organoleptickými vlastnostmi poukazují na použitelnost principu náhrady hvozdění hvozdícím nárazem. V těchto pokusech se současně ověřila i použitelnost parního výměníku pro aplikaci hvozdícího nárazu.

O teplotě při hvozdícím nárazu vyplynulo, že její výška je limitována požadovanou barvou sladin pro výrobu světlých pív. Při vyšších teplotách se získávají sladiny příznivější jakosti pro koloidně stálá piva. Chmelovar při výrobě pív se prováděl



podle koncepce kontinuální výroby [2], v jednom případě dekokčním způsobem. Pro přípravu všech mladín se používalo 100% chmelového extraktu čs. výroby. Várky potvrdily rovněž dobrou zpracovatelnost pouze třídenního zeleného sladu [10, 11], a to i používanou, kontinuální technologií [2].

### Závěr

Účelem článku bylo podat přehled o řešené problematice i o dosažených výsledcích, protože bez předběžné, celkové, byť i zevrubné informace, by byl význam podrobnější, dílčí zprávy o některém řešeném úseku méně srozumitelný a jaksi „bez souvislosti“. V průběhu celé práce šlo o jediné: dosáhnout tepelně tlakovým nárazem na sladinu ze zeleného sladu takovou změnu jakosti, aby svými vlastnostmi odpovídala sladidně, resp. dekokční sladidně z hvozděného sladu. K tomu byly zaměřeny pokusy a z tohoto hlediska se účinnost tepelně tlakových nárazů také posuzovala. Vyplývala dobrá porovnatelnost účinku hvozdění a hvozdícího nárazu na extrakt zeleného sladu a odtud i možnost zaměnit obě technologie. Získané výsledky svědčí o reálnosti i realizovatelnosti původního předpokladu a lze konstatovat, že zkoušenou koncepcí je možno považovat za novou, reálnou možnost intenzifikace pivovarsko-sladařských procesů; řešení této koncepce není konečné.

Další práce budou zaměřeny na ověření možnosti využít hvozdícího nárazu v dekokčním procesu při zpracování 100% sypání zeleného sladu, zařazením tepelného výměníku pro náraz mezi scezovací kád a mladinovou pánev.

### Souhrn

Zkoumala se možnost dosahovat účinku hvozdění na extrakt zeleného sladu novou technologií,

tj. aplikací tepelně tlakového nárazu („hvozdícího šoku“) na sladinu ze zeleného sladu, při průtoku tepelným výměníkem. Získaly se jednotlivé principiální poznatky, které svědčí o reálnosti i realizovatelnosti zkoušeného postupu.

Tepelně tlakový náraz s hvozdícím účinkem lze zařadit do linky kontinuální výroby mladiny, umožňuje zpracovat 100% sypání zeleného sladu, tedy vyřazení hvozdů a přímé napojení klíčidla zeleného sladu na varnu; vyzkoušela se zpracovatelnost sedmidenních i třídenních zelených sladů.

Předpokládá se využitelnost hvozdícího nárazu v dekokčním varním procesu, zařazením tepelného výměníku pro tento náraz mezi scezovací kád a mladinovou pánev. Aplikací nárazu byla ze 100% sypání třídenního zeleného sladu pokusně vyrobena tmavá i světlá piva.

### Literatura

- [1] KAREL, V.: Kvasný průmysl, **16**, 1970: 74.
- [2] KAREL, V.: Kvasný průmysl, **13**, 1967: 3.
- [3] MACKAY, C. F.: Journ. Inst. Brew. **71**, 1965: 530.
- [4] DE CLERCK, J.: Lehrbuch der Brauerei II. Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei Berlin, 1965.
- [5] VANČURA, M. a kol.: Pivovarsko-sladařská analytika. SNTL Praha, 1966.
- [6] PAWLOWSKI — SCHILD: Die brautechnischen Untersuchungsmethoden. Hans Carl, Nürnberg, 1961.
- [7] DYR, J. — MOŠTEK, J.: Kvasný průmysl, **4**, 1958: 169 a 9, 1933: 137.
- [8] KAREL, V.: Kvasný průmysl, **9**, 1963: 117 a **15**, 1969: 64.
- [9] MOŠTEK, J.: Analytické metody ke cvičení z kvasné chemie a technologie, skripta, SNTL Praha, 1966.
- [10] CURTIS, N. S.: Journ. Inst. Brew. **74**, 1968: 128.
- [11] LINKO, M. — EKLUND, E. — ENARI, T. M.: Proc. EBC 1965, s. 105 Elsevier Publ. C., Amsterdam, London, N. York, Princeton, 1935.
- [12] KAREL, V.: „Zpracování zeleného sladu...“, závěrečná zpráva VÚPS Praha, 1970.
- [13] GLEINSTER, P. R. — BURGER, M.: Proc. ASBC 1970, s. 117. Bruce Co., Minnesota 1930.
- [14] HARRIS, G. — MacWILLIAM, I. C.: Journ. Inst. Brew. **60**, 1954: 149.
- [15] STEWART, E. D.: American Brewer, **100**, 1967: 18, č. 4.