

## Soudobý stav názorů na chmelový extrakt jako náhrady chmele při výrobě piva (2. část)

663.444.7

Ing. VLADIMÍR ČERNOHORSKÝ, Pokusné a vývojové středisko OŘPS, Praha

### 4. Vlivy a faktory působící na využití pivovarských cenných látek z chmele a chmelového extraktu

#### 4.1 Vlivy technologické

Pro pivovarskou praxi jsou z hlediska racionálního využití hořkých látek nejdůležitější a také co do množství nejpočetnější vlivy technologické. Lze je v zásadě shrnout do těchto bodů [13]:

1. Stáří a původ použitého chmele
2. Složení varní vody
3. Doba chmelovaru
4. Lom mladiny
5. Počet dávek chmele a celková výše chmelení
6. Fyzikálně chemické složení mladiny a sladiny
7. Doba chlazení mladiny [18]
8. Druh kvasnic
9. pH mladiny a piva
10. Stabilizační prostředky a sorpční prostředky (včetně filtrace) [6].

Četnými pokusy bylo dokázáno, že využití hořkých látek stoupá [15]:

1. S přibývajícím stárnutím chmele; jde však jen o relativní vzrůst využití, neboť látky, které ve zvýšené míře přicházejí do piva, mají nižší hodnotu hořkosti.

2. Snižující se dávkou chmele; tato skutečnost je zajišťující, ale ve větší míře těžko realizovatelná v podmínkách výroby.

3. Prodlužováním doby chmelovaru, ovšem jen do určité hranice, neboť jak uvádí *Knorr* [13], při chmelovaru přes 2 hodiny nastávají nepříjemné chuťové změny piva. Prodloužením průměrné doby chmelovaru ze 70 na 90 minut vedlo při praktických zkouškách k úspoře 11 % chmele. Při organoleptických zkouškách se obě piva navzájem nelišila.

4. Snižováním lomu mladiny; snížením lomu mladiny (snížením koagulovatelného dusíku v sladině před chme-

lovarem ze 14,8 mg/100 ml na 11,4 mg/100 ml) vzrostla úspora hořkých látek o 9 %.

5. Zvyšováním pH mladiny; všeobecně nežádoucí, protože může snadno způsobit nepříjemnou hořkost a další problémy při hlavním kvašení.

6. Zvyšováním pH piva; je rovněž v rozporu se zásadami chuťové sladění piva a navíc je nutno počítat též se zhoršením biologické trvanlivosti nepasterovaných pív.

Využití hořkých látek jednoznačně klesá s přibývajícím množstvím zkvasitelného extraktu, následkem většího vylučování hořkých látek při kvašení. Též množství vyprodukovaných kvasnic je úměrné úbytku hořkých látek. *Kolbach* [15] navrhoval zvýšit využití hořkých látek zpětným použitím technologických odpadů, obsahujících hořké látky. Šlo o přidávání chmelového mláta k vystírce nebo mladině (úspora 14–30 %) a přidavek kvasných pokrývek k sladině (úspora 40–30 %). Tyto způsoby se v současné době nepovažují za vhodné, neboť takto dosahované úspory hořkých látek nemají jednoznačně kladný vliv na kvalitu piva.

V poslední době se soustředil zájem na využití hořkých látek cestou předběžné úpravy chmele na chmelové extrakty a koncentráty, způsob jejich dávkování a způsob zpracování v pivovarském výrobním procesu.

Otázku doby chmelovaru při použití chmelových extraktů se snažili před časem vysvětlit *Wellhoener*, *Riedl a Schild* [l. c. 19]. Podobně jako *Kolbach* [15] u chmele dokázali oni i u chmelových extraktů, že déle vařená extraktová mladina má znatelně vyšší hořkost než mladina kratší dobu povařovaná. Naproti tomu *Masior et al.* [20] obdrželi při použití tříslovinoprostých extraktů již po 60 min varu a při použití extraktu s obsahem tříslovin dokonce již po 30 min maximum v pivu rozpuštěných hořkých látek. *Weyh* [19] se odvolává na výsledky pokusných laboratorních chmelovarů s chmelem a extrak-



tem z něho vyrobeným. U jednotlivých sérií ponechával konstantní dávku chmele a jemu odpovídající dávku chmelového extraktu a měnil dobu chmelovaru. V takto získaných mladínách a mladých pivech sledoval obsah izohumulonů (podle Kloppea). Ze zjištěných hodnot a z velikosti výchozí dávky, ve které byl znám obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin, vypočítal výtěžky. Nejvyšších výtěžků dosáhl při 120 min chmelovaru, a to jak u mladiny považované s chmelem, tak s chmelovým extraktem. Prodloužení chmelovaru na 3 hodiny nepřineslo již žádné zvýšení výtěžku, naopak u chmelového extraktu se projevilo lehké ubývání hořkých látek v mladině. Rozdíly ve výtěžcích při použití chmelového extraktu v porovnání s chmelem dosáhly u mladiny a mladého piva poměrně nízké hodnoty 10 % ve prospěch chmelového extraktu. Z porovnání dob chmelovaru vyplynulo, že přeměna  $\alpha$ -hořkých kyselin v izohumuloniny proběhla podstatně rychleji při použití chmelového extraktu. Chmelový extrakt rovněž obsahoval daleko větší množství v mladině rozpustných hořkých látek, což dobře koresponduje se změnami, které nastávají při výrobě chmelového extraktu.

Z pokusů provedených *Thomase*, *Kolbachem* [21] a *Schurem* [39] lze soudit na dvě příčiny, proč při zpracování chmelového extraktu vznikají úspory:

1. extrakty neobsahují žádné součásti chmelové hlávky, které by ztěžovaly převedení hořkých látek do mladiny.

2. v chmelovém extraktu jsou více nebo méně velká množství transformovaných hořkých látek, jejichž „hořkostní“ vlastnosti nemusí být teprve přeměňovány během chmelovaru v hořce ochutnávací varní produkty rozpustné v mladině a pivu.

Často diskutovanou otázkou je vliv obsahu dusíkatých látek ve sladu, z něhož se připravuje sladina a mladina. Obecně uznávaná zásada, že obsah hořkých látek v mladině připravené ze sladin s vysokým obsahem dusíku je nižší než v mladině, která byla vyrobena za stejných podmínek, ale ze sladin s nízkým obsahem dusíku, byla četnými autory potvrzena. Tento efekt je připisován vzniku nerozpustných komplexů bílkoviny — hořké látky a zvýšené tvorby kalů, na které jsou hořké látky adsorbovány. Proto je velmi důležitá doba volného chlazení mladiny, po kterou je mladina s tvořícími se kaly ve styku. Procentně nejvyšší úbytek jak celkových hořkých látek, tak izohumulonů byl zjištěn v období mezi 60 a 120 minutami volného chlazení mladiny, tj. právě v časovém rozmezí pivovarskou praxí používaném [18]. *Knorr* [13] vychází z prací *Salače* předpokládá, že k racionálnějšímu využití hořkých látek přispívá také pozorování vlivu proteolytických pochodů ve varně a posouzení zcukření. Přitom má důležitý vliv jakost sladu vyjádřená jednotlivými Lundinovými frakcemi. Za jistých podmínek proteolýzy mohou chybět v předku koloidy, které mají velký vliv na hořké látky a chmelové třísloviny. Čím více srazitelného dusíku sladina obsahuje, tím více izohumulonů při chmelovaru vypadne v nerozpustném koagulátu. Lze říci, že obsah koagulujících bílkovin sladin je mírou odhořčení mladiny. Při hlavním kvašení dusíkatějších mladin vznikají rovněž zvýšené ztráty hořkých látek [3]. Rozhodujícím faktorem je zřejmě i intenzivnějším kvašením vyvolaný pokles pH, přičemž rozpustnost hořkých látek zvláště neizomerovaných  $\alpha$ -hořkých kyselin v mladém pivu klesá. Rovněž zvýšení tvorby biomasy i kvasných dek u dusíkatějších mladin má vliv. Bylo též pozorováno [22], že se zvyšujícím se stupněm izomerace hořkých látek v chmelovém extraktu se během kvasného procesu vylučovalo postupně méně hořkých látek. Toto se dá vysvětlit menší adsorpcí izomerovaných hořkých látek na buněčný povrch kvasinek.

Rovněž zajímavé jsou poznatky o vzájemných vztazích tříslovin a hořkých látek. Chmelové třísloviny jsou na rozdíl od ječmenných ve vodě rozpustnější a nestálější. Svou snadnější oxidovatelností chrání hořké látky (hlavně  $\alpha$ -hořké kyseliny). Oxidací chmelové třísloviny vzniká amorfni látka flobafen, která tvoří s bílkovinami jak za tepla tak za studena nerozpustné koagulum. *Narziss* a spol. [23] sledoval vliv tříslovin obsažených v chmelovém extraktu. K tomuto účelu dával tříslovinný a pryskyřičný podíl extraktu jednak odděleně a jednak společně smíšený v různých poměrech. Došel k závěru, že čím pozdější přidání pryskyřičného podílu do chmelovaru, tím vyšší obsah hořkých látek (podle Kloppea) v mladině. Ztráta při kvašení byla však naopak tím větší, čím později se pryskyřičný podíl dávalo. Optimální doba pro přidání pryskyřičného podílu byla 30 minut od začátku varu, kdy byl dávován tříslovinný podíl. Při dávování dvoufázových extraktů s různými poměry pryskyřičného a tříslovinného podílu klesal se vzrůstajícím obsahem tříslovin obsah hořkých látek v mladině. Ztráta hořkých látek kvašením byla naopak u piv bohatších na třísloviny menší. Tyto rozporné závěry jsou vysvětlovány tím, že při chmelovaru s extrakty bohatými na třísloviny nastává zesílené srážení bílkovin a také silnější odnímání hořkých látek těmito koagulujícími bílkovinami. Bílkovina adsorbovala zvláště neizomerované  $\alpha$ -hořké kyseliny. Proto při hlavním kvašení vlivem poklesu pH nebyly již tyto neizomerované  $\alpha$ -hořké kyseliny v takové míře převedeny jako nerozpustné do kvasných pokrývek.

#### 4.2 Vlivy způsobu výroby chmelových extraktů

Pokusy s extrakty vyrobenými různými rozpouštědly bylo zjištěno [17], že výtěžky  $\alpha$ -hořkých kyselin se použitím rozdílných rozpouštědel (metylénchlorid, trichlór-etylén, metylalkohol) příliš nezměnily (viz tab. 3). Malé rozdíly mezi výtěžky hořkých látek lze přičítat rozdílnému stupni oxidace extraktů. Tato míra oxidace roste se zvyšujícím se bodem varu použitého rozpouštědla. Naproti tomu nejsou oxidované hořké látky, obzvláště oxidační produkty  $\alpha$ -hořkých kyselin, pro varní proces bezcenné, právě naopak. Jak uvádí *Kolbach* [40], propůjčují pivu jemnější hořkost než produkty vzniklé varem z  $\alpha$ -hořkých kyselin.

*Schur* a *Pfeninger* [24] se zabývali studiem různých druhů rozpouštědel. Polární rozpouštědla typu  $\text{CH}_3\text{OH}$ , aceton atd. extrahují vedle hořkých kyselin ve větší míře také měkké a tvrdé pryskyřice než méně polární  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  nebo hexan. Ovšem tato rozpouštědla vzhledem ke své nemísitelnosti s vodou se lépe získají zpět. Při použití  $\text{CH}_3\text{OH}$  se extrahuje i voda a v ní rozpustné komponenty.

Vodný výluh obsahuje asi 10 % tříslovin (podle *Chapmana*). Při vyluhování horkou vodou a pozdějším zahušťováním se třísloviny kondenzují, což se projevuje úbytkem anthokyanogenů. Vzniklé vysokomolekulární polyfenoly se vyznačují vyšší reaktivností k proteinům mladiny.

Tabulka 3. Využití hořkých látek v mladém pivu při použití extraktů vyrobených různými rozpouštědly (hodnoty jsou průměrnými výsledky z více pokusů [24])

	Dávka celkových pryskyřic mg/l	$\alpha$ -hořké kyseliny v % celkových pryskyřic	Tvrdé pryskyřice v % celkových pryskyřic	Výtěžek hořkých látek (Kloppe) v mladém pivu %
Extrakt A (metylénchlorid)	427	35	18	34
Extrakt B (trichlór-etylén)	466	34	19	37
Extrakt C (metylalkohol)	475	32	21	38



Weyh [17] porovnával extrakty vyrobené z německých chmelů z různých proveniencí. Zjistil u všech vzorků prakticky stejné výtěžky hořkých látek v mladém pivu. Malé rozdíly byly způsobeny stupněm oxidace použitých chmelových extraktů.

Kromě tzv. standardních, resp. dvousložkových chmelových extraktů s celkovým obsahem hořkých látek 30 až 40 % vyrábějí různé zahraniční firmy tzv. jednosložkové extrakty s obsahem hořkých látek až do 90 %. Kromě toho vyrábějí extrakty s různým obsahem tříslovin. Schur [25] shledal v pivu připraveném z koncentrovanějšího extraktu nižší výtěžek hořkých látek než u piva připraveného ze standardního extraktu. Weyh [17] získal při stejné dávce  $\alpha$ -hořkých kyselin u chmelových extraktů s obsahem celkových pryskyřic 40, 50 a 60 %, výtěžky 40 %, 40 % a 39 % hořkých látek v mladém pivu. Mírné rozdíly přičítá vyššímu obsahu chmelových tříslovin ve „standardních“ extraktech.

##### 5. Chmelový extrakt a kvalita piva

Kleber [26] a Silbereisen [27] pozorovali u piv vyrobených z chmelových extraktů světlejší barvu proti pivům chmeleným hlávkovým chmelem, ze kterého byly extrakty vyrobeny. Weyh [17] vlastními pokusy zjistil snížení barvy o asi 10 %. Knorr [13] přičítá snížení barvy nižšímu dávkování tříslovin. Rovněž Narziss [27] zjistil, že s klesajícím tříslovinným podílem v extraktech se barvy mladiny a piv snižovaly a naopak.

Nižší dávkování tříslovin při použití chmelových extraktů může mít vliv i na další vlastnosti piva. Bylo pozorováno [26, 27], že čím je vyšší náhrada chmele extraktem, tj. čím méně chmelové třísloviny se zúčastní procesů probíhajících při chmelovaru, tím více je pivo odolné proti chladovým zákalům. Pravý opak však zjistil Narziss [27] a Moštek [28].

Rovněž při zjišťování vlivu chmelového extraktu na pěnívost se nedošlo k jednoznačným závěrům. Podle Lüerse [28a] lze pozorovat znatelné zlepšení trvanlivosti pěny, když část chmele se nahradí chmelovým extraktem. Také Schilfahrt [29] zjistil zvýšenou trvanlivost pěny při použití chmelového extraktu. Pokusy provedené Weyhem [17] ukázaly opak. Pravděpodobně hraje zde důležitou roli opět obsah tříslovin obsažených v extraktu, neboť při zvýšení tříslovinného podílu extraktu bylo pozorováno jednoznačné zhoršení hodnot pěnívosti [27].

Zjištění vyššího obsahu dusíku v mladinách chmelových extraktem vyplývá z rozdílného obsahu tříslovin ve chmelu a chmelovém extraktu.

Organolepticky ani analyticky se však nedá s jistotou dokázat [17], zda při přípravě piva bylo použito chmele nebo chmelového extraktu. Literatura někdy udává, že piva vyrobená z chmelového extraktu mají mírnější (jem-

nější, lahodnější) hořkost. Toto závisí pravděpodobně na množství a druhu tříslovin, které jsou známy svou trpkou hořkou chutí. Výzkumy Schilda a Weyhe [17] a výzkumy Vančury [30] ukázaly, že zpracování méně jakostních chmelů nebo špatně skladovaných chmelů na chmelové extrakty je pro pivovarský provoz přínosem. Vančura [31] dále sledoval v různých závodech provozními várkami výši náhrady chmele chmelovým extraktem a jeho vliv na chuť piva. Při náhradě 70 % chmele chmelovým extraktem byla vyrobena piva, která svým složením a chuťovými vlastnostmi se vyrovnala pivům srovnávacím, chmeleným jen hlávkovým chmelem. Výsledky úplné náhrady chmele extraktem nebyly již tak jednoznačné. Určité rozdíly, které se projeví v analytickém složení piv (hlavně obsah tříslovin) měly vliv i na chuťové vlastnosti piv, i když ne úplně v negativním smyslu. Přesto autor prozatím 100 % náhradu chmele nedoporučuje.

##### Souhrn

Je podán přehled soudobých názorů na chmelový extrakt jako náhrady chmele, a to z hlediska jeho průmyslové přípravy a aplikace při výrobě piva. Kriticky jsou zhodnoceny ekonomické a technologické přednosti chmelového extraktu a pivovarského zužitkování jeho pryskyřic, polyfenolových látek a silic a posouzeny fyzikálně chemické změny mladiny a piva při jeho použití místo hlávkového chmele.

##### Literatura

- [1] BAETSLE, G.: Echo Brass., **21**, 1965, č. 49/50
- [2] STAGE, G.: Brauwelt, **108**, 1968, č. 76/77, s. 1410
- [3] HUDSON, J. R.: J. Inst. Brew., **71**, 1965 č. 6, s. 482
- [4] HORST, I. F.: Brit patent 994575 (1961)
- [5] MASSCHELEIN, CH. A.: Brass et Malter., **18**, 1968, č. 2, s. 57
- [6] MOŠTEK, J.: Biochemie a technologie sladu a piva (Skriptu VŠCHT), Praha, SNTL 1969
- [7] SCHILD, E., RIEDEL, W.: Brauwiss., **4**, 1951, č. 3, s. 38
- [8] HARTL, A., KLEBER, W.: Proc. EBC Congress, Wien, 1961, s. 139
- [9] MASIOR, S.: Schweiz. Brauerei-Rdsch., **75**, 1964 s. 21
- [10] KLEBER, W.: Brauwelt, **94**, 1954, s. 1190
- [11] WEYH, H.: Brauwiss., **20**, 1967, č. 1, s. 13
- [12] MOŠTEK, J., BÍLEK, J.: Dosud nepublikovaná zpráva VŠCHT Praha
- [13] KNORR, F.: Brauer. u. Mälz., **19**, 1966, č. 19, s. 3
- [14] DE CLERK, J.: Echo Brass., **22**, 1966, č. 36, s. 757
- [15] KOLBACH, P.: Brauerei, **12**, č. 1, s. 12
- [16] DYR, J. - ČEPIČKA, J.: Kvasný průmysl, 1969, č. 3, s. 52
- [17] WEYH, H.: Brauwiss., **20**, 1967, č. 4, s. 144
- [18] VANČURA, M.: Kvasný průmysl **16**, 1970, č. 5, s. 109
- [19] WEYH, H.: Brauwiss., **20**, 1967, č. 4, s. 83
- [20] MASIOR, S. - SURMINSKY - SOBZAK: Schweiz. Brauerei-Rdsch., **78**, 1965, č. 3, s. 59
- [21] THOMAS, F. - KOLBACH, P.: Mschr. Brauerei, **14**, 1961, s. 192
- [22] WEYH, H.: Brauwiss., **20**, 1967, s. 101
- [23] NARZISS, L.: Brauwelt, **109**, 1969, č. 21, s. 366
- [24] SCHUR, F.: Schweiz. Brauerei-Rdsch **75**, 1964, s. 254
- [25] SCHUR, F. - PFENINGER, H.: Schweiz. Brauerei-Rdsch, **79**, 1968, č. 1, s. 1
- [26] KLEBER, W.: Monatsschrift Brauerei, **94**, 1954, s. 1190
- [27] SILBEREISEN, K.: Brauwelt **5**, 1951, s. 167
- [28] MOŠTEK, J.: Brauwissenschaft **21**, 1968, s. 253
- [29a] LÜERS, H.: Wschr. Brauerei **44**, 1927, s. 588
- [29] SCHILFARTH, H.: Monatsschrift Brauerei **18**, 1965, s. 65
- [30] VANČURA, M.: Závěrečná zpráva VÚPS, 1967
- [31] VANČURA, M.: TEI, 1969, č. 1