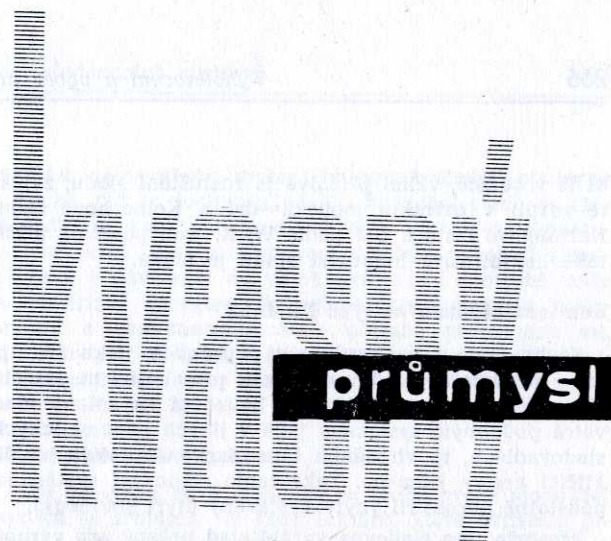


12

prosinec 1978

ročník 24



ODBOBNÝ ČASOPIS PRO PRACOVNÍKY V KVASNÉM A NÁPOJOVÉM PRŮMYSLU

Pivovarství a sladařství

Vyhodnocení a výběr nejvhodnějších sladovacích systémů

663.43

Ing. FRANTIŠEK JANATKA, CSc., Koospol a. s., Praha

Předneseno na XIX. Pivovarsko-sladařském semináři v Plzni

Vývoj technologie sladování byl ovlivněn v posledních letech několika faktory. Nejdůležitější z nich lze zařadit do tří oblastí:

1. Snahy snížit podíl lidské práce v hotovém sladu na minimum. Tyto snahy vedou k automatizaci jednotlivých operací (např. procesu klíčení, hvozďení apod.). Jako cíl konstruktérů a technologů je označena plně automatizovaná výroba sladu, která byla v praxi realizována v kontinuálních sladovnách.

2. Snížit sladovací ztráty na minimum. V tomto směru byly vyvinuty některé technologie a mechanická zařízení (jako je obrušování nebo namáčknutí ječmene), s nimiž byly dosaženy pozitivní výsledky.

3. Jako souhrn uvedených faktorů jsou snahy snížit na minimum výrobní náklady, investiční náklady a zkrátit dopravní cesty a manipulační časy.

Při rozhodování o tom, jaký sladovací systém zvolit při výstavbě sladovny, patří na první místo optimální kapacita sladovny. V evropských podmínkách se považuje za maximální kapacitu 40 až 60 tisíc tun. Přesto byly v posledních letech vybudovány sladovny s roční kapacitou přes 100 tisíc tun (např. Vitry Le François ve Francii) [1].

V zámoří jsou budovány ještě větší kapacity, až 200 tisíc tun (sladovna firmy Rahr v USA v Minneapolis s roční kapacitou 260 000 tun sladu) [2].

V ČSSR se považuje roční kapacita 30 až 60 tisíc tun za optimální vzhledem k rozdílným podmínkám jednotlivých oblastí. Výstavba sladovny s tak velkou kapacitou může být rozdělena do dvou nebo tří relativně samostatných jednotek. Takové řešení bylo použito v mnoha sladovnách (např. Saladinovy skříně v Čačaku v Jugoslávii, statická sladovna v Mendleshamu ve Velké Británii) [3]. Mnohé sladovací systémy, např. Saturn nebo

Domalt, jsou budovány pouze jako jedna výrobní jednotka. Znamená to, že denní namáčka se pohybuje kolem 250 tun ječmene a té musí odpovídat veškeré dopravní zařízení a manipulační stroje.

Pivovarský průmysl v celém světě požaduje vyrovnanou jakost surovin. Pro programované a automatizované výrobní procesy jsou nezbytné egalizované partie sladu. Důležitou úlohu také hrají tendence v pivovarech zlepšit ekonomiku výroby piva při zachování tradiční jakosti finálního výrobku. Z rozdílných technologií sladu a s tím používaného zařízení lze volit pro výstavbu nové sladovny pouze takové, které se již v praxi osvědčily a které snižují provozní riziko na minimum. Lze konstatovat, že v posledních letech nezískaly převahu žádné z dále popsaných technologií a k tomu použitých zařízení.

Statická sladovna

Byla již popsána v odborné literatuře [4]. I když jde o poměrně výhodný systém sladování v jedné skříní (máčení, klíčení, hvozďení), nedoznal v původní podobě podstatného rozšíření. Smyslem této technologie je umrtvovat vyrůstající kořínky teplým máčením a tím snižovat sladovací ztráty při dobrém rozluštění sladu. Slady jsou vyráběny za 6 a půl až 7 dnů, sladovny jsou budovány s velmi nízkými investičními a provozními náklady.

Slad, vyrobený ve statické sladovně ve skříních bez obrácení, má našedlou až šedivou barvu a vůni, která zcela neodpovídá představám a požadavkům na vůni plzeňského sladu. Ze skříní s obrácením se barva sladu více blíží typické barvě sladu plzeňského, ale slad nemá lesk. Je to následkem opakovaného teplého máčení. Extrakt sladu dosahuje vysokých hodnot nad 80 až

81 % v sušině, velmi příznivé je rozluštění sladu, zvláště rozdíl v extraktu moučka—drť a Kolbachově čísle. Hartongovo číslo a DM podle W. K. jsou poněkud nižší, také hektolitrová hmotnost sladu je nízká.

Kontinuální sladovna typu DOMALT

Technologie i zařízení byly popsány v tisku [5, 6]; jde o nepřetržitý sladovací proces probíhající na pásech. V průběhu máčení, klíčení i hvozďení se zelený slad větrá podobným systémem jako v jiných pneumatických sladovadlech, tj. vhněním klimatizovaného vzduchu do klíčící vrstvy ječmene. Také tento sladovací systém se podstatně nerozšířil (byly vystavěny čtyři sladovny).

Přestože tato sladovna vyrábí slad určený pro výrobu whisky, poskytuje slad dobré jakosti. Příznivé je obsah extraktu nad 80 %, barva 0,16–0,18 podle Branda, velmi nízká je hektolitrová hmotnost. Hodnoty Kolbachova čísla, RE při 45 °C podle Hartonga a DM jsou nízké, ovšem úpravou délky sladování, klimatizace a teplot lze vyrábět i slady přelustěné.

Sladovací systém M.T.I.

Využívá technologie opakovaného máčení a sladovací proces probíhá v kruhových nádobách (klíčidla i hvozdy). Kruhové nádoby byly původně zvoleny pro hvozdy, později se rozšířily i u sladovadel v jiných sladovacích systémech. Výroba sladu v tomto zařízení je poměrně náročná na spotřebu energie [6]. Vzhledem k tomu, že tento sladovací systém používá k výrobě sladu opakovaného máčení, jsou vyrobené slady charakteristické netypickou vůní a naředlou barvou. Protože jde o pneumatický způsob sladování, lze vyrobit slady dobře rozluštěné, s vysokým podílem rozpustných bílkovin (K. Č.), nízkým extraktivním rozdílem, ale nižší diastatickou mohutností.

Bubnové sladovny

V upravené, moderní formě s automatizací byl tento systém použit v průmyslové praxi ve Velké Británii. Vyráběné slady se jakostí neliší od sladů ze sladovacích skříní. V teplotně mírném pásmu jsou bubnové sladovny budovány tak, že sladovací bubny, v nichž probíhá máčení a klíčení ječmene, jsou umístěny ve velké hale stanové konstrukce. V posledních letech není tento systém dále rozšiřován.

V dobře vedené bubnové sladovně se dosahují velmi dobré výsledky i jakosti sladu — vysoké extrakty, příznivé rozluštění (RE při 45 °C 36,0, K. Č. 46 i vyšší, D. M. 290 jednotek W. K., extraktivní rozdíl 1,0) a barva. Ve zlepšených podmínkách nemá slad vyšší hl-motnost, která byla u starších bubnových sladoven typickým znakem vyrobených sladů. Také dříve zjišťovaná obtížná zpracovatelnost bubnových sladů ve varně se zlepšila — slady jsou plně porovnatelné se slady z jiných pneumatických sladovadel.

Systém Saturn — kontinuální sladovna

U tohoto systému sladování bylo spojeno máčení, klíčení a hvozďení ječmene do jedné linky na otočné lísce. Sladovny původní konstrukce (Španělsko, Jugoslávie) používaly pouze jeden sladovací prstenec. Pro mechanické a technologické potíže byl použit systém dvou kruhů, z nichž vnitřní je určen výhradně pro hvozďení. Sladovna v Metz s roční kapacitou 70 000 tun sladu patří k největším jednotkám v Evropě [7, 8, 9]. Při použití principu pneumatického sladování se v novém systému Saturn vyrábí slad běžné jakosti. Při použití systému jednoho kruhu vzniká řada technologických problémů a ty se projevují v jakosti.

Modernizované sladovací skříně

Skříně typu Saladin

Jsou budovány se zařízením na automatické vyhrnování zeleného sladu buď obracečem podélně vyhrnujícím slad (systém uplatněný ve sladovně Hodonice), nebo netradiční způsob posuvného jalového dna. U tohoto způsobu se po skončení procesu máčení a klíčení otevře čelo sladovací skříně, jalové dno — nekonečný pás — se uvede do pohybu a zelený slad je vynášen do příčného dopravníku. Někteří výrobci doplňují Saladinovy skříně kombinovaným máčecím zařízením (např. Giracleur firmy Nordon). Zatížení na 1 m² se pohybuje až do 600 kg ječmene.

Přepouštěcí skříně

Sladovací systém byl realizován v průmyslovém měřítku pouze v jedné sladovně v NSR. Je složen z více sladovacích skříní, které jsou umístěny nad sebou. Každý den je zelený slad přemísťován o jedno patro níže, hvozdy tvoří nejvyšší podlaží [10].

Přepouštěcí skříně systém Lausmann

Jsou stavěny na kapacitu do 40 tun denní namáčky v jedné lince. Sladovadlo se skládá z 6 až 9 polí, každé pole je určeno pro denní namáčku. Na konci sladovací linky je hvozdy, přičemž doprava sladu z jednoho do druhého pole je uskutečňována přeřnovacím zařízením a postupně se zvedajícími, resp. klesajícími jalovými dny sousedních skříní. Jakost sladu odpovídá běžné kvalitě ze Saladinových skříní [11, 12]. Sladování ve skříních zaručuje vysokou jakost sladů, protože v nich lze dobře regulovat celou technologii a určit způsob sladování tak, aby se získal slad požadované jakosti. Vysoké obsahy extraktu (nad 80 %), světlé barvy, příznivé rozluštění a hlavně vyrovnaná jakost sladu jsou typické pro tento způsob sladování. Poněkud vyšší bývá podíl přerostlých zrn (husarů).

Posuvné hromady

Podobně jako v Saladinových skříních lze také v posuvných hromadách vyrobit slad dobré jakosti. Srovnávací zkoušky prokázaly, že při pečlivé, individuální obsluze lze vyrobit jakostní slad. Zařízení je citlivější na vnější vlivy (venkovní teplota, teplota vody, poměry vzduchu v klimatizaci atd.) než sladovací skříně.

Věžové sladovny

Umožňují výstavbu nového závodu na malé ploše. Technologie sladování vychází z předmáčení ječmene v kontinuálních pračkách, domočení, klíčení i hvozďení probíhá v kruhovém sladovadle. Sladovna je postavena tak, že několik sladovadel (5–6) je umístěno nad sebou ve věži. Sladovací věž má uprostřed centrální kanál, kterým je přiváděn horký vzduch při hvozďení. Klimatizovaný, chlazený vzduch je přiváděn kanály ve stěnách. Celý sladovací proces probíhá v jednom sladovadle (od máčení až do odhvozďení) [16, 17].

Princip pneumatické výroby sladu ve věžových sladovnách, které jsou v podstatě kruhové sladovací skříně, umožňuje vyrábět kvalitní slad. V podstatě zkrácená technologie máčení, klíčení a hvozďení dovoluje i při plné automatizaci řídit sladování při nízkých teplotách klíčení a získávat slady s extrakty nad 80,5 %, světlé barvy, nízké vláhly a dobré rozluštění. Doposud vybudované věžové sladovny byly postaveny pro obchodní sladovny v NSR, které dodávají slad národním pivovarům.

Šachtová sladovna

Dobře rozluštěné slady ze šachtové sladovny jsou v průběhu rychlého hvozďení a vyšších teplot, působí-

cích na zelený slad s poměrně vysokou vláhou, po odhvozdění zatvrdlé. Na řezu jsou zrna polosklovitá, tvrdšího obsahu, vůně sladu je méně výrazná, barva vyšší od 0,22 podle Branda výše. Při prodloužení hvozďení a zvětšení hvozdu zdvojením šachet, se získají lepší výsledky.

Humnové sladovny

Slad vyrobený v humnových sladovnách platí stále za špičkový standard. V ČSSR jsou z kvalitního ječmene v humnových sladovnách vyráběny slady s obsahem extraktu i nad 82 % v sušině, světlé barvy sladů (z dvouliskových hvozďů systém Růžička), nízké vláhy 3 až 4 % a příznivě rozluštěné (K. Č. 38—42, DM podle W. K. 240—280 jednotek rozdíl v extraktu v moučce a drti pod 3 %, RE při 45 °C podle Hartonga 36—38). Humnové slady se vyznačují dobrou zpracovatelností ve varně a příznivým varním výtěžkem.

Uvedené způsoby sladování je možno z hlediska jakosti vyrobeného sladu rozdělit na pneumatické způsoby výroby sladu, jimiž je možno vyrobit jakostní slad, dále způsoby spojené s určitými riziky (kontinuální, statické, opakované máčení) v jakosti vyrobeného sladu a na posledním místě, z hlediska použitelnosti pro výstavbu, ale na prvním místě v jakosti — humnový způsob výroby sladu.

Tabulka 1. Potřeba vody, energií a pracovníků na 1 tunu sladu ve sladovnách různého typu

| Typ a kapacita sladovny | Voda [m³] | Teplo [kJ/kcal] | Elektrina [kWh] | Pracovníci |
|--|-----------|--|-----------------|------------|
| Statická, Mendlesham 11 500 t | 6,462 | 7 781 293 1 858 530 | 41,10 | 9 |
| Konti, Domalt 6 000 t | 13,888 | 3 928 935 938 410 | 51,68 | 4 |
| Bubnová, A.B.M. 50 000 t | 4,206 | 5 210 263 1 244 450 | 46,52 | 11 |
| Posuvné hromady, Ipswich 25 000 t | 8,267 | 4 473 805 4 068 550 | 26,66 | 10 |
| Saladinovy skříně, Ipswich 6 000 t | 8,267 | 3 861 168 1 161 070 | 30,94 | 2 |
| Věžová, OPTI 12 000 t | 7—10 | 3 977 460 950 000 | 40—45 | 2 |
| Věžová, MIAG 45 000 t | 8 | 3 349 000 až 3 768 120 800 000 až 900 000 | 40—45 | 6 |
| Humnová (plyn) 19 300 t | 9,6 | 4 366 832 1 043 000 | 36,7 | 81 |
| Humnová (uhlí) 24 400 t | 8,4 | 4 747 831 1 134 000 | 39,11 | 102 |
| Humnová (pára) 8 500 t | 9,5 | 3 696 944 883 000 | 22,14 | 56 |
| Přepouštěcí skříně 12 000 t | 4,8 | 3 140 100 750 900 | 95—150 | 4 |
| Průměrné hodnoty podle Niederdräinga*) | 5,75 | 3 768 000 až 4 396 140 900 000 až 1 050 000 | 88—130 | — |

*) Mschr. Brauerei, 28, 1975, č. 6

Srovnání spotřeby vody, tepla, elektrické energie a počtu pracovníků

Základní údaje o spotřebě (tab. 1) jsou průměrnými údaji za celoroční provoz jednotlivých sladoven. Údaje jsou uvedeny na 1 tunu vyrobeného sladu. Při porovnání vybraných sladovacích systémů se jeví z hlediska

nároku na spotřebu tepla jako nejnáročnější sladovna statická, což je pochopitelné. Při hvozďení sladu ve sladovadle je třeba současně vyhrát a vysušit železobetonovou skříň. Ostatní sladovací systémy vykazují rozdíly také v závislosti na volbě paliva. Ve spotřebě vody a elektrické energie jsou nejnáročnější systémy kontinuální a semikontinuální. V potřebě pracovních sil, nutných pro obsluhu a čištění, jsou nejnáročnější, nejnákladnější sladovny humnové, nejprogresivnější plně automatizované sladovny věžové.

Volba sladovacího systému

Pro výstavbu nové sladovny je třeba zvolit sladovací systém se zřetelem na řadu faktorů, které ovlivňují jakost a množství sbíraného sladu, investiční náklady a provozní náklady [13, 14, 15].

Volba systému sladování a kapacit sladovny je kromě toho v ČSSR ovlivněna koncepcí, podle níž se může jednat o závod, vyrábějící slad převážně pro tuzemskou potřebu nebo pro vývoz. Z hlediska provozních výloh, tj. doprava potřebného ječmene do závodu a expedice hotového sladu včetně odpadů, mohou také výrazně ovlivnit výrobní náklady na 1 tunu sladu.

V podmínkách ČSSR je nutno zvážit účelnost, event. použití dovážených nejmodernějších zařízení ze zahraničí. Supermoderní věžové nebo kontinuální sladovny, vybavené plnou automatikou celé výroby, se sice jeví jako atraktivní, avšak vzhledem k provozním rizikům skrývají nebezpečí hospodářských ztrát. V úvahu zde přichází nejen otázka potřebných náhradních dílů (zvláště u kontinuálních zařízení), ale i okamžitá kvalitní oprava při jakémkoliv poruše.

Ze všech uvedených hledisek se jeví jako nejúčelnější budovat v čs. podmínkách pneumatické sladovny s částečnou automatizací a s takovou kapacitou jednotlivých provozních úseků, která umožní vyrábět dobře rozluštěný slad ve velkých jednotných partiích.

Pod pojmem „moderní pneumatické sladovny“ je třeba rozumět sladovnu, vybavenou máčírnou a odsáváním CO₂, možnostmi kombinace libovolně volených úseků máčení, vzdušnění a kropení. Klíčivna s částečnou automatizací, vybavená automatickým vyhrnovacím zařízením dostatečné výkonnosti, mechanickými obraceči s možností dodatečného kropení hromad, vybavené klimatizační jednotkou pro chlazení, popřípadě ohřívání venkovního vzduchu a vyřešenou problematikou sanitace klíčidla (jalová dna, vzdušné kanály, stropy v klíčidlech).

U vysoce výkonných hvozďů je základním předpokladem citlivé odhvozďení zeleného sladu s cílem zachovat v maximální možné míře hodnoty diastatické mohutnosti (se zřetelem na požadavky zahraničních pivovarů, které zpracovávají kromě sladu vysoké podíly nesladovaných surovin).

Automatické nastírací zařízení patří k normálnímu vybavení nových sladoven. Dostatečná kapacita sil na ječmen i slad (na slad 35 až 40 % roční kapacity), míchací zařízení při expedici sladu a dobře vybavená laboratoř patří též k základním požadavkům. Přípravovaná výstavba dvou velkokapacitních sladoven v ČSSR splňuje tyto požadavky.

Literatura

- [1] Union Champagne Malt, Reims. Brauwelt, 117, 1977, č. 21, s. 706
- [2] New malthouse by RAHR, Brewers Digest 23, 1975, č. 11, s. 23—26
- [3] JANATKA, F.: Uporodjenje sistema sladovanja i njihovo korišćenje v praxi. Pivovarstvo 10, 1977, č. 4, s. 17—27.
- [4] JANATKA, F.: Statické sladování, Kvasný průmysl 14, 1968, č. 11—12, s. 241—244
- [5] „Domalt“ Continuous Flow Malting, firemní materiál od Robert Boby Ltd.

- [8] JANATKA, F.: Nové systémy sladování v praxi. Kvasný průmysl 15, 1969, č. 1, s. 4—9
- [7] CAUWE Y.: Automatický způsob sladování a nový systém SATURN, referát na Arbeitstagung der VLB in Hanover, Der Brauereitechniker č. 7, 1973
- [8] JANATKA, F.: Kонтинуální sladovna typu SATURN. Kvasný průmysl 18, 1972, č. 1, s. 7—9
- [9] JANATKA, F.: Nová technologie a systémy, používané při výrobě sladu. Kvasný průmysl 119, 1973, č. 3, s. 55—57
- [10] NARZISS L.: KIENINGER H.: Eine neue Mälzungsanlage für kombinierte Mehrfachweiche. Brauwelt, 107, 1967, s. 1830—35
- [11] LAUSMANN H.: Baumöglichkeiten bei einer Mälzereinlage System LAUSMANN. Brauindustrie, 61, 1976, č. s. 1021—24
- [12] JANATKA, F.: Moderne Mälzertechnologie und deren Ausnutzung, 10. Kolloquium der DDR 1978, cit. Brauerei Rundschau 89, 1978, č. 4
- [13] BRIGGS, D.: Science and malting-past, present and future. Brewers Guardian, 1970, č. 8, s. 100
- [14] DITTRICH, G.: Jüngste Entwicklungen auf dem Gebiet der Mälzertechnologie und Technik. Brauwelt 108, 1968, č. 40—41, s. 749—754
- [15] POOL A. S. - POLLOCK J. E. A.: Development of a Commercial Scale Malting Plant for use with Multiple Steeping and Conventional Malting processes. Proc. Congr. EBC (Madrid 1967)
- [16] SCHLIMME G.: Konstruktion und Aufbau der Turmmälzerei. Brauwelt 111, 1971, s. 1848—51
- [17] JANATKA, F.: Věžové sladovny, XVI. pivovarsko-sladařský seminář Plzeň 1973, Kvasný průmysl 20, 1974, č. 4, s. 79—87

Janatka F.: Vyhodnocení a výběr nejvhodnějších sladovacích systémů. Kvas. prům. 24, 1978, č. 12, s. 265—268.

Rekapitulace základních údajů o současných systémech sladování s návrhem na volbu nejvhodnějšího

systému při výstavbě nové sladovny v podmínkách ČSSR.

Янатка, Ф.: Сравнение и оценка разных методов соложения. Квас. прум. 24, 1978, № 12, стр. 265—268.

Автор сравнивает применяемые в настоящее время разные методы соложения, дает оценку их преимуществ и недостатков и рекомендует оптимальный метод для строящегося в Чехословакии нового солодильного завода.

Janatka F.: Comparison and Evaluation of Various Malting Methods. Kvas. prům. 24, 1978, No. 12, pp. 265—268.

Survey of existing malting methods, evaluation of their relative merits and demerits, recommendation of the best solution for a new malting plant to be built in Czechoslovakia.

Janatka F.: Auswertung und Auswahl optimaler Mälzereisysteme. Kvas. prům. 24, 1978, No. 12, S. 265—268.

Rekapitulation der wichtigsten Parameter der gegenwärtigen Mälzereisysteme und Vorschlag für die Auswahl des geeignetsten Systems bei dem Aufbau einer neuen Mälzerei in der ČSSR.