

Praktické zkušenosti se šrotováním za mokra

Ing. JIŘÍ CUIŘÍN, Ing. VLADIMÍR ČERNOHORSKÝ, Pokusné a vývojové středisko, Pivovary a sladovny, oborové ředitelství, Praha

683.442

Do redakce došlo 15. 1. 1971

1. Úvod

Úzkým profilem klasické čtyřnádobové varny je scezování. Intenzifikace ostatních částí varního procesu nemá proto u čtyřnádobové varny význam potud, pokud se nějakým zásahem nedokáže zkrátit scezování. Intenzifikaci scezování byla proto věnována velká pozornost technologů i konstruktérů. Výsledkem tohoto úsilí je řada návrhů, z nichž část se nyní již běžně využívá v praxi.

Metody řešící intenzifikaci scezování lze podle přístupu k danému problému rozdělit v podstatě na dvě skupiny. Do první skupiny patří metody, které zrychleného scezování dosahují z převážné části konstrukčními úpravami scezovací kádě anebo v extrémním případě scezovací kádě nahrazují zařízením jiného typu. Druhá skupina zahrnuje pak postupy, které scezovací kádě v zásadních rysech konstrukčně nijak nemění a zrychleného průběhu scezování dosahují zvyšováním mezerovitosti vrstvy mláta.

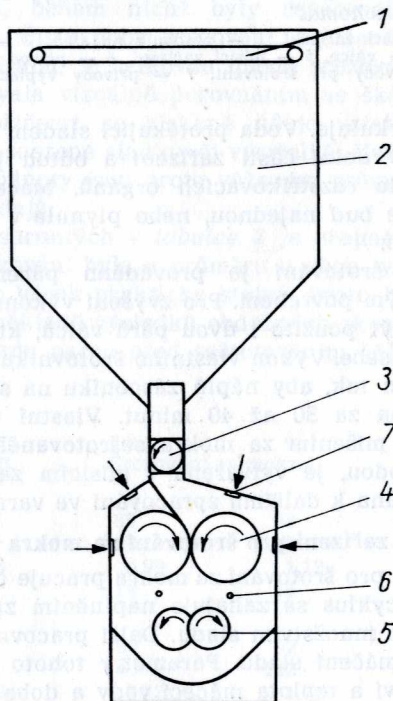
Klasickým příkladem postupů patřících do první skupiny je v poslední době často diskutovaný systém *Strainmaster* [1, 2]. Do druhé skupiny pak náleží např. aplikace šrotování za mokra, dále šrotování sladu zvlhčeného parou nebo vodou [3, 4], použití šrotovníku se separací pluch atd. Z metod patřících do této skupiny našlo v současné době pravděpodobně největší praktické uplatnění šrotování za mokra.

2. Konstrukce zařízení pro šrotování za mokra

I když zařízení pro šrotování za mokra uvádějí na trh různí výrobci s různými názvy (např. fa Ziemann s názvem *Millmaster*, fa Steinecker pod názvem *Maischomat*, ZVÚ Hradec Králové pod názvem *Mamo* atd.), jsou všechna tato zařízení v principu shodná a liší se jen v detailech konstrukčního řešení. Jak je zřejmé z obr. 1, 2 a 3,

skládají se ze zásobníku na slad vybaveného sprchovacím zařízením, z dvouválcového šrotovníku a ze zařízení pro míšení vody a šrotu. Vzhledem k tomu, že celá činnost zařízení je zpravidla automatizována, je třeba mezi základní články počítat i příslušnou automatiku.

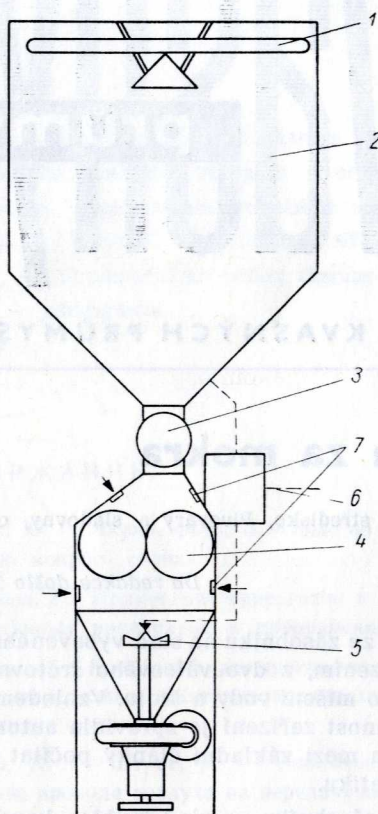
Velikost zásobníku na slad je dána kapacitou zařízení, neboť zásobník musí pojmout veškerý slad



Obr. 1. Zařízení pro šrotování za mokra fy Ziemann „*Millmaster*“

1 — sprchovací zařízení, 2 — zásobník na slad, 3 — podávací zařízení, 4 — válce, 5 — míšící zařízení, 6 — přívody přidavné vody při šrotování, 7 — přívody sprchovací a výplachové vody

zpracovávány v rámci jednoho pracovního cyklu. V horní části zásobníku je umístěno rozstřikovací zařízení na máčecí vodu, která během sprchového



Obr. 2. Zařízení pro šrotování za mokra jý Steinecker „Maischomat“

1 — sprchovací zařízení, 2 — zásobník na slad, 3 — podávací zařízení, 4 — válce, 5 — mísicí zařízení, 6 — přívod sprchovací a přidavné vody při šrotování, 7 — přívody výplachové vody

máčení cirkuluje. Voda protékající sladem se shromažďuje v dolní části zařízení a odtud je znovu čerpána do rozstřikovacích orgánů. Máčecí voda se dávkuje buď najednou, nebo plynule v průběhu sprchování.

Vlastní šrotování je prováděno párem válců s upraveným povrchem. Pro zvýšení výkonu zařízení může být použito i dvou párů válců, které pracují vedle sebe. Výkon vlastního šrotovníku je zpravidla volen tak, aby náplň zásobníku na slad byla sešrotována za 30 až 40 minut. Vlastní vystírka, vznikající míšením za mokra sešrotovaného materiálu s vodou, je vytvářena v mísicím zařízení a přečerpávána k dalšímu zpracování ve varně.

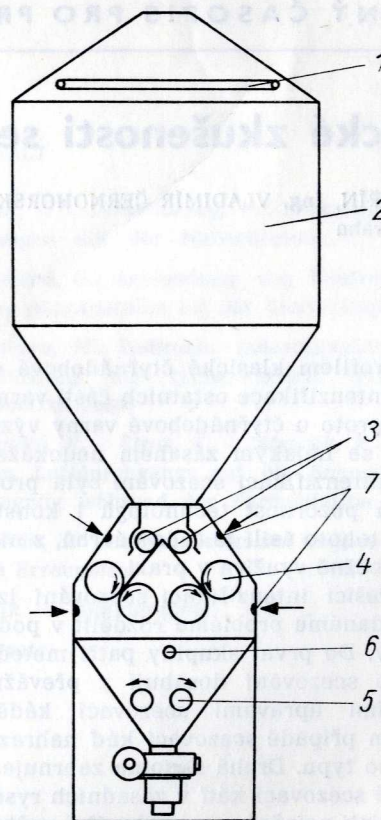
3. Činnost zařízení pro šrotování za mokra

Zařízení pro šrotování za mokra pracuje cyklicky. Pracovní cyklus se zahajuje naplněním zásobníku příslušným množstvím sladu. Další pracovní fází je sprchové máčení sladu. Parametry tohoto procesu, tj. množství a teplota máčecí vody a doba máčení, závisejí do značné míry na konkrétních pracovních podmínkách, především však na jakosti svařovaného sladu. Velmi důležitým analytickým kritériem je z tohoto hlediska nasákavost sladu [5]. Nejčastěji se používá vody 30 až 37 °C teplé, celkem asi

0,7 hl/q máčeného sladu a sprchuje se po dobu 10 až 20 minut. Obsah vody ve sladu se na konci sprchování zpravidla pohybuje mezi 25 až 35 %.

Namočený slad se po ukončení sprchového máčení většinou nejprve ponechá po dobu přibližně 5 až 10 minut okapat, přičemž okapaná máčecí voda se přečerpá do vystírací kádě. Poté se započne s vlastním šrotováním. Mezera mezi válci měří řádově desetiny mm. Správné seřízení válců šrotovníku je velmi důležité. Při nevhodném seřízení válců vznikají některé negativní jevy, jak o tom bude zmínka později.

Za mokra sešrotovaný materiál se mísí s vodou za vzniku vystírky, která se přečerpává k dalšímu



Obr. 3. Zařízení pro šrotování za mokra ZVU Hradec Králové „Mamo“

1 — sprchovací zařízení, 2 — zásobník na slad, 3 — podávací zařízení, 4 — válce, 5 — mísicí zařízení, 6 — přívod přidavné vody při šrotování, 7 — přívody výplachové vody

zpracovávání ve varně. Množství i teplota přidavné vody se volí podle požadavků na hustotu a teplotu vystírky. Po skončeném šrotování je celé zařízení vypláchnuto a výplachová voda přečerpána do vystírky, takže rovněž ovlivňuje její výslednou hustotu.

Pracovní cyklus zařízení pro šrotování za mokra, který při plném využití kapacity máčecího zásobníku trvá přibližně 60 až 80 minut, je řízen zpravidla automaticky, podle předem sestaveného programu. Programové řízení lze ovšem vypnout, takže proces potom probíhá pod bezprostřední kontrolou obsluhujícího personálu. Programové řízení se vypne a celý proces se zastaví i při vzniku poruchy.

4. Vliv šrotování za mokra na průběh varního procesu

4.1 Vliv na mechanické složení šrotu

Šrotováním za mokra se ve srovnání s klasickým postupem naprosto vylučuje jakákoli manipulace se suchým sladovým šrotem a tím pochopitelně odpadají i veškeré problémy, spojené s jeho rozprachem. Zařízení produkuje přímo vystírku, která se přečerpává k dalšímu zpracování ve varně. Hlavní předností šrotování za mokra je však podstatné zvýšení mezerovitosti vrstvy mláta, plynoucí z daleko nižšího stupně rozrušení pluch, než je tomu za klasických podmínek.

Přesné zjištění mechanického složení šrotu vzniklého za mokra a jeho porovnání s mechanickým složením šrotu klasického je velmi obtížné a proto se zpravidla v literatuře neuvádí. Hlavní překážkou tohoto srovnání je skutečnost, že část materiálu již přešla do roztoku a zbytek je vlhký. Přesto jsme se pokusili alespoň o odhad mechanického složení za mokra vzniklého šrotu. Vyšli jsme přitom z porovnání mechanického složení mláta, vzniklého z klasického šrotu o známém mechanickém složení a mláta, vzniklého ze sladu sešrotovaného za mokra. Postupovali jsme při tom tak, že jsme ihned po skončení pracovního cyklu zařízení pro šrotování za mokra odebrali vzorek vystírky, který jsme v laboratoři kongresním postupem sermutovali a nechali stéci. Po vysušení získaného mláta jsme tříděním na pfungstadtském prosévadle zjistili jeho mechanické složení. Dále jsme stanovili obsah extraktu v získané sladině a výsledky jsme vyjádřili v procentech celkové sušiny, přítomné ve vystírce. Ekvivalentním způsobem jsme zpracovali klasický šrot známého mechanického složení.

Výsledky jedné z těchto zkoušek jsou uvedeny v *tabulce 1*. Z uvedených dat lze v daném případě odhadnout velikost nejhrubšího podílu za mokra připraveného šrotu (označeného jako pluchy) na 40 %. V jiných případech dosáhla tato hodnota až 50 %.

4.2 Vliv na rychlost scezování

V rychlosti zcukřování rmutů se podle našich zkušeností neprojevují žádné význačnější rozdíly ve srovnání s klasickými podmínkami. Zvýšení mezerovitosti vrstvy mláta má však praktický dopad v rychlejší stékání předku i výstřelku. Objektivní vyčíslení tohoto efektu je však opět velice obtížné. Je to dáno jednak nedostatečnou znalostí matematicko-fyzikálních zákonitostí scezování, jednak pronikavým vlivem individuálních zásahů vaříčů na průběh scezování. Může se proto opět jednat pouze o odhad.

Tabulka 1. Mechanické složení mláta a šrotu

Třídění pfungstadtským prosévadlem v %	Typ šrotování		šrotování za mokra		laboratorní porovnání	
			1	2	suchý šrot	po sermutování
Pluchy	síto 1		33,5	32,5	25,8	19,7
Krupice I	2		4,1	4,3	11,1	5,7
Krupice II	3		2,3	1,9	22,0	6,9
Krupička	4		2,7	2,2	16,7	4,0
Mouka	5		1,0	0,8	15,3	0,9
Moučka	dno		0,6	0,5	9,1	1,7
Extrakt	[%]		55,8	57,8	—	60,1

vitosti vrstvy mláta má však praktický dopad v rychlejší stékání předku i výstřelku. Objektivní vyčíslení tohoto efektu je však opět velice obtížné. Je to dáno jednak nedostatečnou znalostí matematicko-fyzikálních zákonitostí scezování, jednak pronikavým vlivem individuálních zásahů vaříčů na průběh scezování. Může se proto opět jednat pouze o odhad.

K odhadu vlivu šrotování za mokra na rychlost scezování jsme porovnali dvě provozní várky, vyrobené z klasického šrotu a dvě provozní várky, využívající šrotování za mokra. Použitý klasický šrot měl extrémně vysoký podíl označovaný jako pluchy, a to přibližně 40 %. Tato skutečnost usnadnila vzájemné porovnání, neboť odhad velikosti těchto podílů v mokré šrotu byl přibližně stejný. Oba typy sladových šrotů se tedy svými mechanickými vlastnostmi dosti blížily.

Detailní údaje o průběhu scezování jsou shrnuty v *tabulce 2*. V této tabulce je uváděna jako čistá doba scezování doba, po kterou sladina a výstřelky skutečně stékaly. Při scezování se však používá i zásahů, během nichž byly scezovací kohouty uzavřeny. Čistá doba scezování, zvětšená o trvání těchto zásahů, je celkovou dobou scezování. Čirost se zjišťovala vizuálně porovnáním se škálou standardů, přičemž se získané údaje vztahovaly na množství scezené sladinou či výstřelků. Uváděné průměrné hodnoty jsou proto váženým průměrem zjištěných údajů.

Z dat shrnutých v *tabulce 2* je zřejmé, že čistá doba scezování byla v průměru u obou typů porovnávaných várek prakticky stejná. Proto lze odhadnout na základě výsledků obdobných zkoušek s vlhčením sladu parou před sešrotováním [4] zkrácení

Tabulka 2 Průběh varního procesu

Várka č.	1	2	Průměr hodnot	3	4	Průměr hodnot
	Klasické šrotování			Šrotování za mokra		
Stékání předku						
Čistá doba stékání [min]	91	71	81	85	88	86,5
Celková doba stékání [min]	165	115	140	100	98	99
Průměrná rychlost stékání [hl/min]	1,03	1,32	1,18	0,99	1,12	1,06
Průměrná čírost j. EBC	13	5	9	14	15	15
Stékání výstřelku						
Čistá doba stékání [min]	97	90	93,5	90	92	91
Celková doba stékání [min]	145	170	157,5	160	142	151
Průměrná rychlost stékání [hl/min]	1,97	2,02	2,00	2,12	1,78	1,95
Průměrná čírost j. EBC	11	14	13	12	14	13
Celková čistá doba scezování [min]	118	161	174,5	175	180	177,5
Celková doba scezování [min]	310	285	297,5	260	240	250
Průměrná rychlost scezování	1,46	1,70	1,58	1,57	1,56	1,57
Průměrná čírost předku a výstřelku j. EBC	11	11	11	13	14	14

doby scezování proti normálním podmínkám přibližně na 27 %. Za normální podmínky se v tomto případě považuje použití klasického šrotu s podílem označovaným jako pluchy ve výši asi 20 %.

Zatímco čisté celkové doby scezování várek s klasickým šrotem i várek využívajících šrotování za mokra byly v průměru vyrovnané, celkové doby scezování byly v průměru příznivější u mokrého šrotování. Kratší celková doba scezování ukazuje na menší počet a kratší dobu trvání použitých zásahů, při nichž byly scezovací kohouty uzavřeny. Z tohoto titulu lze pravděpodobně rovněž předpokládat určité zkrácení doby scezování. Konkrétně vyčíslit zkrácení doby scezování plynoucí z tohoto titulu je však prakticky nemožné, neboť právě počet a doba trvání zásahů do průběhu scezování, po něž jsou scezovací kohouty uzavřeny, výrazně závisí na praktických toho kterého vaříče. Celkové zkrácení doby scezování v porovnání s klasickými podmínkami lze v popsaném případě tedy odhadnout na více než 27 %.

Z tabulky 2 je rovněž zřejmé, že průměrná čirost předků i výstřelků várek s klasickým šrotováním byla lepší než várek se šrotováním za mokra. I když tyto údaje je nutno přijímat s určitou rezervou, je zřejmé, že filtrační efekt vrstvy klasického mláta byl větší než filtrační efekt vrstvy mláta ze šrotu získaného za mokra. Zdá se to potvrzovat předpoklad, že zrychlení scezování bylo ve sledovaném případě poněkud větší než 27 %, odhadovaných podle shody čistých dob scezování obou typů porovnávání várek. Vzhledem k tomu, že posuzovaný klasický šrot byl abnormálně hrubý, je však třeba předpokládat, že rozdíly v čirosti porovnatelných předků i výstřelků získaných šrotováním za mokra a várek provedených za normálních klasických podmínek by byly rovněž větší. Přitom obsah hořkých kalů, zjišťovaných při teplotě 20 °C, ve vyrobených mladínách dobře koreloval s průměrnými hodnotami čirosti předků i výstřelků. Z tohoto důvodu lze proto při šrotování za mokra předpokládat i zvýšené množství hořkých kalů.

Tabulka 3. Příklady rozborů mláta

Seřízení válců šrotovníku		nesprávné seřízení		správné seřízení	
Vlhkost	[%]	84,3	84,0	83,0	82,8
Celkový extrakt					
v původním	[%]	1,14	1,05	0,59	0,62
v sušině	[%]	7,26	6,56	3,47	3,60
Vyloužitelný extrakt					
v původním	[%]	0,32	0,60	0,27	0,39
v sušině	[%]	2,04	3,75	1,59	2,27
Extrakt z nezcukře- ného škrobu					
v původním	[%]	0,82	0,45	0,32	0,23
v sušině	[%]	5,22	2,81	1,88	1,33

Pro konečný efekt šrotování za mokra je velmi důležité seřízení válců šrotovníku. Nejsou-li válce dostatečně přitaženy, nerozrušují se dostatečně sladivá zrna, což se projeví nárůstem extraktu z nezcukřeného škrobu v mlátě a pochopitelně i nižším varním výtěžkem. Příklady rozborů mlát při správně i nesprávně seřazených válcích šrotovníku z hlediska výtěžnosti jsou uvedeny v tabulce 3. Seřízení válců šrotovníku má však pochopitelně vliv i na mezerovitost vrstvy vzniklého mláta a tím i na

urychlení procesu scezování. Závislost rychlosti scezování na seřizení válců je však právě opačná než závislost obsahu extraktu z nezcukřeného škrobu v mlátě. Správné seřízení válců je proto takové seřízení, které je pro daný konkrétní případ optimálním kompromisem obou hledisek.

4.3 Vliv na varní výtěžek a jakost mladiny

V prospektové literatuře se někdy uvádí, že vzhledem k lepšímu uvolnění obsahu zrna a vzhledem k aktivnímu působení enzymů a digesce probíhající již v době šrotování se získá vyšší varní výtěžek. Na základě našich zkoušek však toto tvrzení potvrdit nemůžeme. Varní výtěžek srovnatelných várek klasických i varní výtěžek várek, využívajících šrotování za mokra, byl ve všech sledovaných případech prakticky stejný. Ostatně prodloužení doby digesce a aktivního působení enzymů zařazením šrotování za mokra není tak výrazné, jak by se na první pohled zdálo. Ve srovnání s klasickým postupem představuje čistý časový zisk pouze doba sprchování a doba okapávání sladu, které probíhají bez návaznosti a tedy bez požadavků na volnou kapacitu vystírací kádě. Prvá část sprchování, než obsah vody ve sladu dostoupí minima potřebného pro činnost enzymů, tj. asi 8 % [6], je však z hlediska degradace sladových komponent nutně neúčinná. Avšak ani v další fázi sprchování nelze počítat s výraznou činností enzymů, poněvadž obsahu vody asi 25 až 35 % dosáhneme teprve na konci procesu. K tomu je ještě nutno připočíst skutečnost, že pronikání vody do vnitřní části zrna je při sprchování nezbytně poněkud opožděno. Vzhledem k celistvosti zrn sladu nelze počítat ani s intenzivnější digestí [7].

Doba okapávání sladu je již z hlediska působení enzymů příznivější. Na počátku šrotování, kdy je již nutno mít k dispozici vystírací kád, je po dobu odpovídající běžnému vystírání suchého šrotu výhoda na straně šrotování za mokra v tom smyslu, že veškerý slad je již zvlhčen. Nevystřený klasický šrot je naproti tomu ve stejné době suchý. V další části šrotování je však výhoda zase na straně klasického postupu, neboť veškerý šrot je již vystřen, zatímco při šrotování za mokra je značná část sladu stále ještě jen zvlhčena. Zřetelnější kladný vliv šrotování za mokra na varní výtěžek se proto může projevit až při porovnání s případy, když již jsou porušeny zásady platné pro klasickou technologii. Jde hlavně o přetěžování kapacity scezování kádě při výrobě neúměrně silných kmenových várek.

Některá zjištění však se zdají potvrzovat další tvrzení prospektové literatury, že vzhledem k menšímu narušení sladových pluch se z nich vyluhuje menší množství nežádoucích látek.

Složení mladín, vyrobených ze sladu šrotovaného za mokra, se v zásadě nijak neliší od složení mladín vyrobených klasickým postupem. Ve shodě s údaji literatury [8] jsme pozorovali pouze tendenci k poklesu obsahu tříslovin. V obsahu celkového dusíku jsme naproti tomu zjistili jistou vzestupnou tendenci stejně tak jako v obsahu antokyanogenů. Při špatném seřizení válců šrotovníku klesal obsah dextrinů zřejmě vzhledem k jejich obtížnějšímu uvolňování z méně narušených zrn. V charakte-

ru finálního výrobku nebyly při smyslovém posuzování shledány rovněž žádné podstatnější rozdíly.

5. Možnosti praktické aplikace šrotování za mokra

Hlavního efektu šrotování za mokra, jímž je především zvýšení mezerovitosti mláta, lze využít v zásadě dvojím způsobem. Buď se zachová celkové množství sypaní a vlivem nižšího odporu vrstvy mláta se dosáhne zkrácení doby scezování, anebo při zachování doby scezování lze zvýšit celkové množství sypaní. Obě tyto možnosti přicházejí v úvahu samotné nebo v kombinaci jak při stavbě nových varen, tak i při rekonstrukci stávajících varen. Z hlediska naší současné situace je však aktuálnější využití šrotování za mokra ve stávajících varnách, neboť technický stav řady šrotovníků si v nejbližší době vyžádá jejich výměnu. Bude proto jistě namístě se tímto problémem zabývat poněkud hlouběji.

Varny většiny našich pivovarů jsou kapacitně značně přetíženy. Vyšší výroby se kromě prodloužení pracovního fondu většinou dosahuje jednak varěním kmenových várek, jednak svařováním surového cukru. Použití vyšší surogace surovým cukrem, který se dává až do mladinové pánve, natolik zvyšuje výrobu bez nárůstu zatížení scezovací kádě, že jeho svařování je v řadě případů daleko více nutné pro zachování dosavadní úrovně výroby z hlediska kapacity varny než z hlediska bilance základních surovin. Přitom negativní dopad většího podílu svařovaného cukru na charakter finálního výrobku [8] i snižování varního výtěžku použitím neúměrně silných kmenových várek jsou všeobecně známy.

K řešení těchto problémů může významnou měrou přispět šrotování za mokra, neboť vlivem vyšší mezerovitosti mláta umožňuje zvýšit jeho vrstvu bez negativních důsledků. Tam, kde se vzhledem k výrobě kmenových várek, srovnáno s klasickými podmínkami, neúměrně zvyšuje vrstva mláta, dosáhne se aplikací šrotování za mokra za jinak nezměněných okolností zkrácení doby scezování a do určité míry i lepšího vyslazení mláta, tedy zvýšení varního výtěžku. V případech, kdy se zvyšování kapacity řeší svařováním surového cukru, umožní zase šrotování za mokra při zachování dosavadní doby scezování zvýšit zatížení scezovací kádě, tzn. snížit

surogaci surovým cukrem. Namísto části cukru může být použito buď sladu nebo nějakého škrobnatého surogátu, které zlepší charakter finálního výrobku. Je pochopitelně možná i kombinace obou variant praktické aplikace šrotování za mokra.

Existují ovšem i případy, kdy aplikace šrotování za mokra je nevhodná. Je to především tam, kde při značné kapacitě scezovací kádě se používá vysoké surogace surovým cukrem. Relativně nízká vrstva značně mezerovitého mláta se potom špatně vyslazuje. Vrstva mláta totiž není nikdy dokonale rovnoměrná, takže vyslazovací voda přednostně protéká nižšími částmi vrstvy. Je třeba počítat i s tvorbou trhlin v mlátě. Poslední výstřelky potom sice mají velmi nízkou sacharizaci, avšak mláto jako celek přesto není dobře vyslazen, což se samozřejmě negativně projeví ve varním výtěžku.

Teplotu výstírky je možno regulovat teplotou přidávané vody. Použije-li se vody teplejší, dosáhne se obdobně jako u klasického postupu jistého zkrácení rmutovacího procesu. Nesmí se přitom však zapomínat ani na druhou, méně příznivou stránku takového zásahu. Zkrátíme-li totiž rmutování, pak bez zřetele na způsob šrotování nutně vzrostou požadavky na jakost svařovaného sladu. Bude-li se svařovat slad nezvýšené kvality, projeví se to poklesem varního výtěžku.

Tím, že při šrotování za mokra odpadá manipulace se suchým šrotem, odpadají i u nás zpravidla pouze nedokonale vyřešené problémy související s rozprachem. Určité přednosti přináší i automatizace celého pracovního cyklu zařízení pro šrotování za mokra. Je-li do ní pojat i přísun sladu nebo je-li přísun sladu alespoň dálkově ovládan, může být celý proces řízen přímo z varny.

Literatura

- [1] WACKERBAUER, K.: Monatsschrift für Brauerei, **23**, 1970, č. 10, s. 279
- [2] GOCAR, J.: Le Petit Journal du Brasseur, **69**, 1970, č. 3306, s. 348
- [3] LÄSSIG, A.: Brauwelt, **110**, 1970, č. 13/14, s. 186
- [4] ČUŘIN, J., ČERNOHORSKÝ, V.: Kvasný průmysl, **15**, 1939, č. 4, s. 75
- [5] WELLHOENER, H. J. a spol.: Mitteilungen, 1968, č. 7/8, s. 114
- [6] DYR, J., HAUZAR, I.: Chemie a technologie sladu a piva, díl I, SNTL, Praha 1962
- [7] HLAVÁČEK, F., LHOTSKÝ, A.: Pivovarství, SNTL, Praha 1966
- [8] STAGE, G.: Tageszeitung für Brauerei, **64**, 1967, č. 68, s. 398
- [9] ČUŘIN, J., ŠTICHAUER, J.: Kvasný průmysl, **16**, 1970, č. 12, s. 289