

Z výzkumu a praxe

MODERNIZACE A ZVYŠOVÁNÍ VÝKONŮ STÁVAJÍCÍCH ZAŘÍZENÍ NA VÝROBU MLADINY

Ing. Peter DODT, Hrch. Huppmann GmbH

Klíčová slova: mladina, varna, šrotování, rmut, lipoxygenasa

1. ÚVOD

Obecně vyjádřeno, mladina se získává z ječného sladu a případně i jiných surovin pomocí různých technologických postupů a zařízení. I když se jedná o nejrůznější tendence, mají stejného jmenovatele: kvalitu mladiny, úsporu času a nákladů, zvláště během scezování. Z těchto důvodů jsou technologické inovace zaměřeny na konstrukce takových zařízení, při jejichž správném dimenzování může být dosaženo 10, 12 a více várek s vyšší kvalitou mladiny.

Aby mohly být uvedené cíle splněny, jsou konstruktéři nuceni tyto trendy sledovat. Jak již dnes víme, není možno celý proces ve varně zlepšit jen dílčím zlepšením jednotlivého zařízení, např. pouze šrotovníku, vystírací kádě nebo scezovací kádě. Úspěšní konstruktéři varen jsou v poslední době nuceni sladovat a zlepšovat odpovídajícím způsobem zařízení varny jako celek. Vidět tedy dopravu surovin, šrotování, vystírání a rmutování včetně příslušných míchadel, scezovací kádě i mladinovou pánev jako jeden kompletní systém.

V rámci tohoto pokroku je každý sládek nucen spolu s konstruktéry hledat, jak a kde vznikají nejužší místa a navrhopvat řešení, jak by mohla být odstraněna.

Následující článek pojednává o jednotlivých opatřeních pro zlepšení a o nových vývojových směrech výrobního procesu ve varně. *Tabulka 1* uvádí přehled v poslední době vyvinutých a otestovaných inovací a jejich dosažitelných přínosů.

2. TECHNOLOGICKÁ ČÁST

Šrotování

Enzym lipoxygenasa se vytváří v průběhu jednotlivých stadií sladovacího procesu, a to převážně v kořincích a ve stěelce. Hotový slad určený ke zpracování obsahuje již jen stěelku. Při hvozďení je lipoxygenasa silně poškozena, ale při mechanickém obnažení stěelky při šrotování a následné vystírce jsou zbytky lipoxygenasy aktivovány a katalyzují oxidaci nenasycených mastných kyselin (linolové, linolenové aj.) Enzymatická přeměna substrátu probíhá tak rychle, že již po cca 15 minutách je aktivita tohoto enzymu silně redukována a po 30 minutách není již prokazatelná prakticky žádná jeho aktivita. To znamená, že veškeré oxidační procesy vyvolané lipoxygenasou již byly ukončeny a nejsou reverzibilní.

Z těchto enzymatických změn, k nimž dochází prakticky při vystírce, rezultují oxidační produkty, které v rozhodující míře přispívají ke stárnutí piva, a protože jsou rozpustné, nemohou být odstraněny a prochází až do hotového piva.

Podle výzkumů prof. dr. Backa z Weihenstephanu, stejně jako na základě výzkumů zkušební laboratoře japonského pivovaru Sapporo, existují dvě možnosti, jak snížit aktivitu lipoxygenasy:

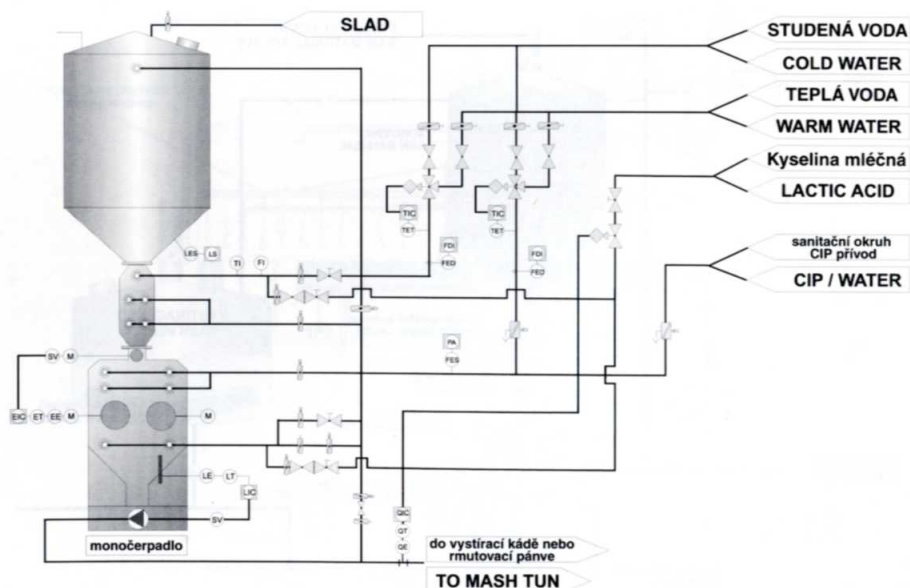
– zvýšením teploty její aktivity zamezit, nebo

– snížením hodnoty pH rmutů na hodnotu 5,1 – 5,2 její aktivitu omezit.

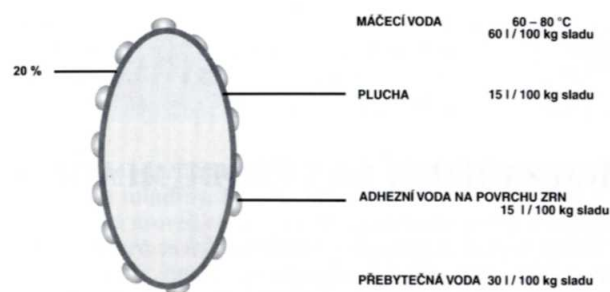
Vzhledem ke krátké době aktivity lipoxygenasy

Tab. 1: Přehled možných inovací při výrobě mladiny.

Opatření	Výsledek	Přínos – poznámka
Přídavek kyseliny mléčné do máčecí vody při použití máčkadla typu Millstar	redukce hodnoty pH	zlepšení senzorické stability piva – možnost dodatečného uplatnění u všech varen
Uzavřené šrotování a příprava rmutu bez přístupu vzduchu pod ochranným plynem	omezení oxidačních procesů a zlepšení redukčního potenciálu rmutu	zlepšení senzorické stability, omezení procesu stárnutí – možnost uplatnění u všech varen
Nový tvar lopatek míchadla a regulace otáček míchadla ve vystírací kádě a ve rmutovací pánvi	zlepšení hodnoty NHF, snížení smykového namáhání rmutu a zlepšení scezování	zvýšení výtěžku, zvýšení počtu várek za 24 h
Nová konstrukce a materiál patek prořezávacích nožů kypřicího stroje (kopačky)	lepší kypření mláta	rychlejší scezování, snížení zákalu sladiny a výstřelku, vyšší výtěžek, zvýšení počtu várek za 24 h
Multifunkční ovládání – řízení scezování (multifunkční management scezování)	rychlejší scezování při zlepšení technologických hodnot	vyšší počet várek za 24 h, lepší kvalita mladiny
Průběžná filtrace sladiny (předku) zrychlení stahování sladiny	rychlejší scezování, čirá sladina	vyšší počet várek za 24 h
Modifikovaný profil scezovacího dna	méně pevných částí pod scezovacím dnem	menší znečištění prostoru pod scezovacím dnem, snížení mycí vody
Nový dvouúrovňový horní kryt vnitřního váčku mladiny	zvětšení bílkovinných částic, lepší lom, rychlejší a výraznější odbourání DMS	lepší oddělování kalů, nižší spotřeba filtračních materiálů při filtraci mladiny
Dynamický chmelovar	zlepšení odparu, zkrácení chmelovaru	úspora tepelné energie



Obr. 1 Schéma mačkadla (šrotovníku) sladu s dávkováním kyseliny mléčné, typ Millstar



Obr. 2 Zrno sladu po průchodu zvlhčovací (kondicionační) komorou mačkadla Millstar

xygenasy, jejíž produkty po ukončení technologického procesu výroby způsobují stárnutí piva, musí se i u každého principu suchého šrotování a následného uskladnění sladového šrotu v zásobníku brát v úvahu průběh těchto reakcí s nežádoucím důsledkem.

Jak je znázorněno na obr. 1, je při mokré šrotování možno rovnoměrně přidávat biologickou nebo technickou kyselinu mléčnou cca po dobu jedné minuty, aby se snížila hodnota pH již u máčecí vody. V přečerpávacím potrubí ze šrotovníku na mokré šrotování do vystírací nebo rmutovací pánve se nachází měřicí pH sonda, čímž je zajištěno, že do vystírací kádě nebo do rmutovací pánve je dopravována vystírka s předvolenou hodnotou pH.

Obr. 2 znázorňuje výsledek průchodu sladových zrn máčecí šachtou šrotovníku na mokré šrotování. Během průchodu, který trvá cca 60 s, zachytí pluchy cca 25 % vody, 25 % vody ulpí na povrchu zrna a cca 50 % z celkového množství 60 l/100 kg sladu je voda přebytečná. Endosperm zůstává suchý, protože v krátké době průchodu nestačí voda do endospermu proniknout. V mlecí spáře celonerezového šrotovníku, která činí pouze 0,25 mm, jsou pak odděleny zvlhčené pluchy a endosperm je jemně sešrotován.

Pokud si to zákazník přeje, jsou přímo ze závodu fy Huppmann dodávána zařízení na mokré šrotování typu Millstar, včetně dáv-

kovacího zařízení na kyselinu mléčnou a kontrolního zařízení na úpravu pH. Také různá starší zařízení je možno takto dodatečně vybavit a takové úpravy již byly také realizovány. Od podrobného popisu šrotovníku je upuštěno, poněvadž tento typ je uváděn do provozu po celém světě a byl již také mnohokrát v tisku podrobně popsán.

Další možnost vedoucí ke zlepšení odolnosti piva proti stárnutí ukazuje obr. 3. Jde o uzavřený systém šrotování bez přístupu vzduchu a přípravu vystírky pod ochranným plynem.

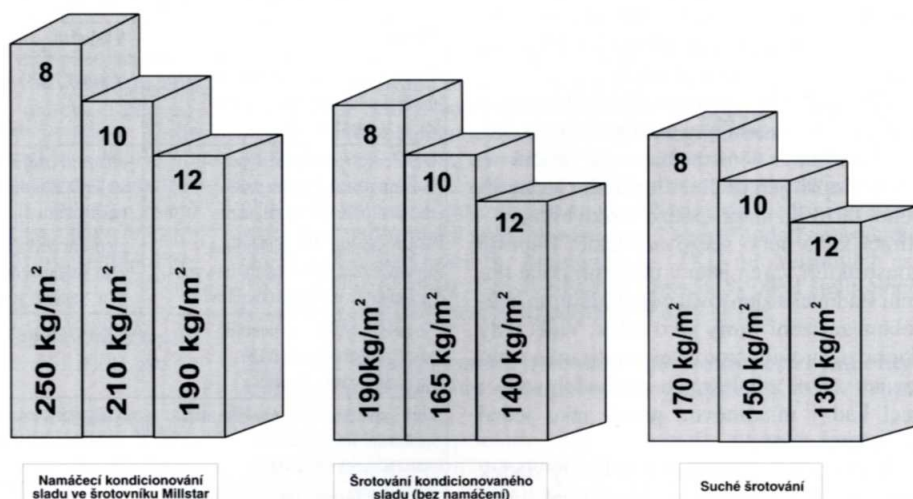
Při tomto postupu jsou jak šrotovací zařízení, tak i vystírací a rmutovací nádoby na-

a šrotování bez přístupu kyslíku, přirovnat k vlivu dvou teplých dnů.

Zatížení scezovacího dna

Chtěl bych poukázat na časté příliš velké zatížení scezovacího dna scezovací kádě v souvislosti se šrotováním. Často není problémem scezovací kádě, nýbrž systém šrotování, ze kterého vychází velké zatížení scezovacího dna, které není dáno absolutní hodnotou, nýbrž hodnotou relativní, závislou na kvalitě sladového šrotu. To je námět a výzva pro pivovary, které momentálně ještě pracují se suchým šrotováním a mají problémy se scezováním na scezovací kádě.

Kontrolujte a porovnávejte ve vašem závodě zatížení scezovacího dna s hodnotami uvedenými na obr. 4 a nechte si také překontrolovat objemy pluch ve sladovém šrotu. Pluchy jsou ve scezovací kádě našim



Obr. 4 Závislost počtu várek na způsobu šrotování a zatížení scezovacího dna (čísla bez textu ve sloupkách = počet várek za 24 h, zatížení v kg původního sladu)

plněny oxidem uhličitým nebo dusíkem, což zajišťuje, že tato část technologického postupu probíhá bez přístupu kyslíku.

Jako informační hodnotu výsledku můžeme oba tyto systémy, tj. okyselení rmutu

pomocným filtračním materiálem a MEBAK dává jasná doporučení pro objem pluch. Obr. 4 uvádí doporučená zatížení scezovacího dna při různých způsobech šrotování v korelaci s počtem várek za 24 h.

Rmutovací nádoby

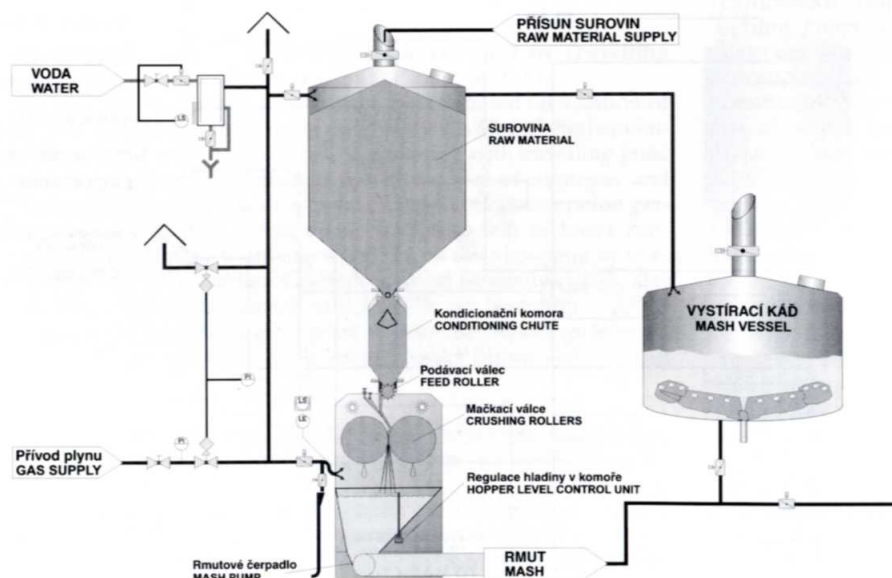
Přečerpávání rmutu mezi rmutovací pánví a vystírací kádí je u nových varen prováděno přes výpustný ventil. Tím se zabrání tomu, aby se do rmutů dostával škodlivý vzduch. Schéma zapojení je na obr. 5.

Dále byl pro rmutovací nádoby vyvinut nový typ míchadla s profilovanými rameny, jak ukazuje obr. 6.

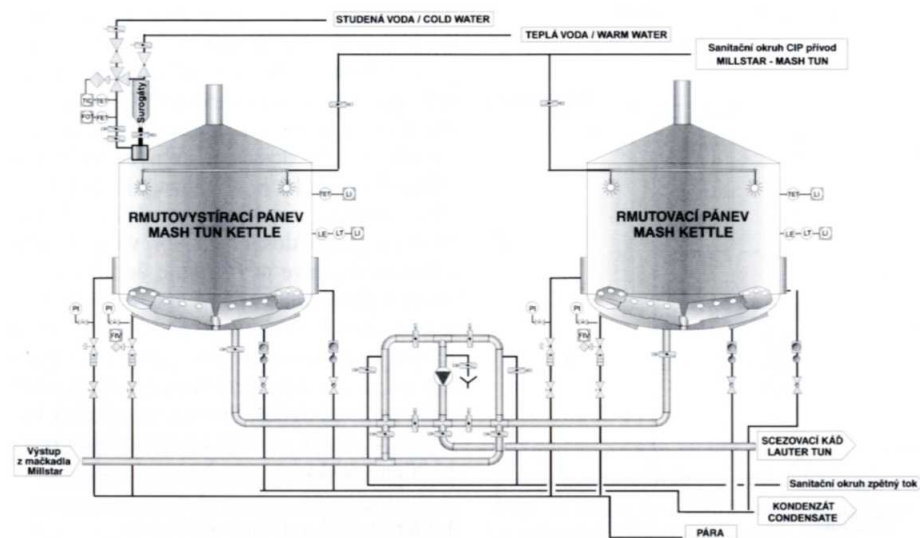
Ve spojení s plynulou regulací otáček je dosaženo zlepšení hodnoty NHF, která udává podíl jemných nehydrolyzovaných látek (obr. 7). Rozhodující výzkumy byly prováděny ve vztahu k hodnotě NHF při modernizaci 8 varen v pivovaru Polar Caracas Venezuela, kde fa Huppmann dosáhla 20% zvýšení výkonu.

Scezování

Dnes již nejsou žádnou zvláštností nově konstruované scezovací kádě, znázorněné na obr. 8, které při zatížení scezovacího dna, jak



Obr. 3 Uzavřené šrotování a příprava rmutu bez přístupu kyslíku



Obr. 5 Sestava moderní rmutovací soupravy

bylo popsáno, mají výkon 10 až 12 várek za 24 hodin.

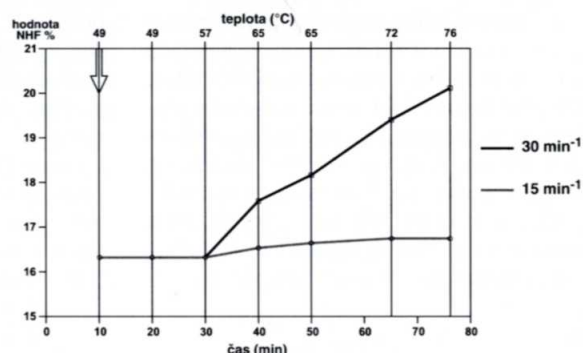
Před několika měsíci byla v Petrohradě uvedena do provozu varna se scezovací kádí o průměru 13,5 m, s objemem 1300 hl vyrážené mladiny na jednu várku a s výkonem 12 várek za 24 hodin. O něco menší zařízení se stejným počtem várek jsou již v provozu v dalších pivovarech.

Trendy směřující ke stále kratší době návratnosti investic nutí výrobce zařízení k vý-

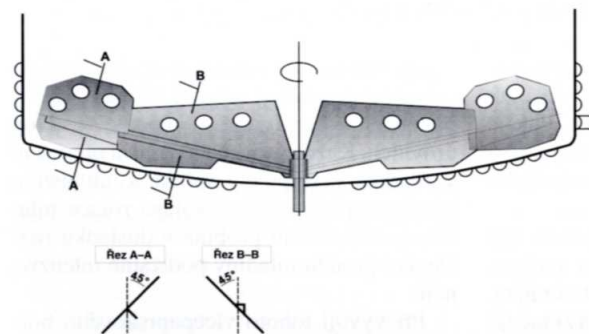
kové prořezávání mláta, a to omezuje pronikání kalných podílů do sladiny.

Odtah předku z horních vrstev je prováděn na boku scezovací kádě pomocí speciálního zařízení, a je automaticky regulován podle výšky hladiny ve scezovací kádě. Společně se sladinou scezovanou spodem je sladina stahovaná vrchem přečerpávána přes in-line zařazenou filtraci. Tím dochází k redukci pevných látek ve sladině na minimum.

Pokud se na filtračním modulu vytvoří filtrační vrstva s vysokým odporem, dochází k automatickému čištění se zpětným výplachem, aniž by byl přerušen průběh scezování. Zpětný výplach je veden zpět do scezovací kádě, takže



Obr. 7 Obsah jemných nehydrolyzovatelných látek – hodnoty NHF – v závislosti na otáčkách míchadla rmutu



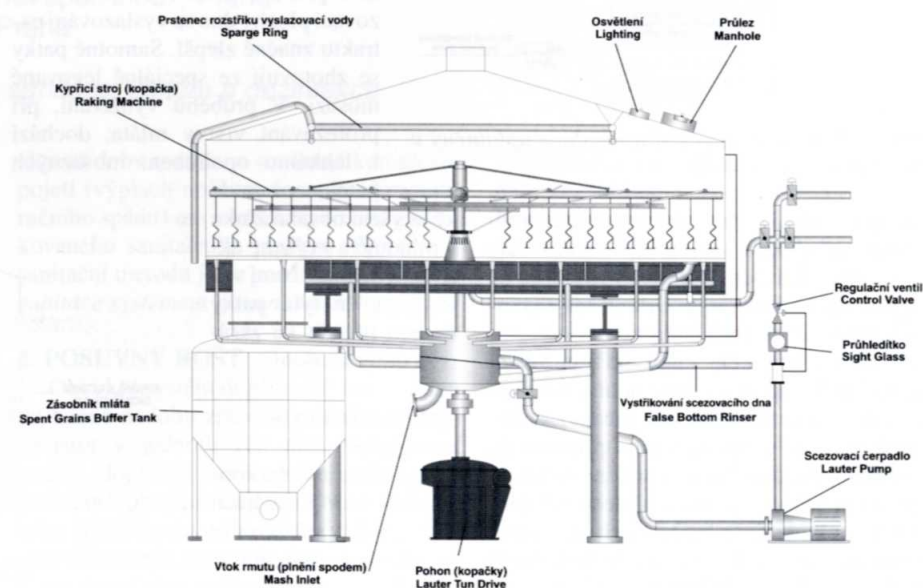
Obr. 6 Schéma tvarování lopatky míchadla rmutu

voji zlepšení, umožňujících zvýšení výkonu dosavadního zařízení po jeho dodatečné úpravě. Takovou možností, jak ještě zvýšit výkon scezovací kádě, je použití vrchního stahování předku se zařazenou in-line filtrací (obr. 9). Smysl a účel tohoto vývoje je v tom, že umožňuje dosáhnout značné úspory času bez zhoršení kvality.

Kromě toho může být zařízení použito i při normálním scezování, čímž je redukován obsah pevných látek a to vede ke zlepšení kvality piva.

Velkou výhodou přináší tento systém také při scezování vysokoprocentních sladin, které přirozeně na základě větší koncentrace a vyšší viskozity znamenají obtížněji zpracovatelné várky.

V zásadě se může vycházet z toho, že při vrchním stahování předku a současném scezování zesponu přes vrstvu mláta se filtrační koláč mláta tak rychle nezhuťne, takže kopačka může pracovat šetrněji, odpadá hloub-



Obr. 8 Moderní scezovací kád'

nedochází ke ztrátám extraktu. Často diskutované riziko, že se na základě vysokého obsahu pevných látek vyskytují vysoké hodnoty mastných kyselin ve vyrážené mladině, nebylo při tomto způsobu scezování prokázáno. Podle diagramu obsazení scezovací kádě lze tímto způsobem docílit cca 20minutové úspory času.

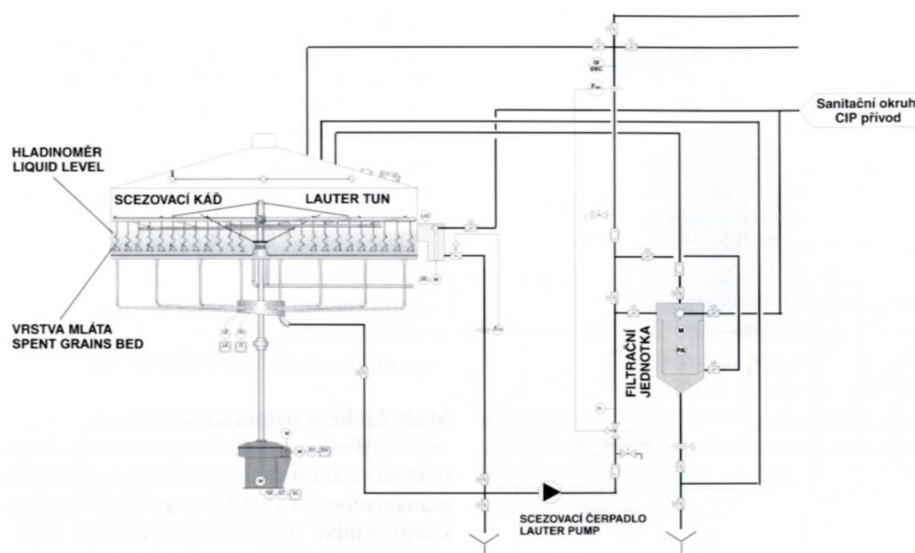
Jako další nové trendy u scezovacích kádí mohou být uvedeny:

- multifunkční ovládání scezování,
- scezovací dna,
- prořezávací nůž nové konstrukce.

Multifunkční ovládání scezování

Multifunkční ovládání scezování, které můžeme nazvat multifunkčním scezovacím managementem (MLM), umožňuje pomocí komplexního systému zpracování informací dalekosáhlou optimalizaci procesu scezování se skvělými výsledky ve výkonu

i v kvalitě. Metoda, jejíž hrubé schéma je obsahem obr. 10, spočívá ve využívání schopnosti řady trojrozměrně pracujících softwarových modulů, které současně, nebo každý také zvlášť, zajišťují kontinuální řízení a adaptaci procesu scezování prostřednictvím integrovaných výpočtových metod, přičemž v těchto výpočtech jsou měřené hodnoty stále aktualizovány.



Obr. 9 Scezoovací kád s rychlým stahováním předku a s průběžnou filtrací sladiny

Počítačem řízený několikadimenzionální systém nabízí i při jednoduchých nárocích na obsluhu možnost zadání cílových hodnot, jako je scezovací doba, výtěžek a kvalita sladiny, které mohou být optimálně realizovány. Přitom je řízena rychlost scezování, funkce kopačky a přívod vyslazovací vody.

Měřené hodnoty průtoku, výšky kopačky, otáček kopačky, hustoty sladiny, zákalu sladiny a stavu hladiny ve scezoovací kádi jsou zpracov-

způsobem zlepšit varní proces a výkon varny, budou uveřejněny v 19. čísle časopisu firmy Huppmann.

Firma Huppmann vyvinula samočisticí scezoovací dna schematicky znázorněná na obr. 11. Profil tohoto scezoovacího dna značně snižuje množství nečistot v prostoru

mezi scezovacím dnem a dnem kádě a redukuje jak dobu čištění, tak i množství výplachové vody. Jak je zřejmé z obrázku, tohoto efektu bylo dosaženo jednoduchým nastavením jednotlivých profilů.

Zcela nově byl také vyvinut typ nože se známou dvojitou patkou. Patky intenzivně kypří vrstvu mláta, a tak se zlepšuje výtěžnost a zkracuje doba scezování.

Je známo, že rozmístěním cca 2,5 až 3 prořezávacích nožů na m² scezovací plochy dna se vyslazování extraktu značně zlepší. Samotné patky se zhotovují ze speciálně legované mosazi. V průběhu využívání, při prořezávání vrstvy mláta, dochází k lehkému opotřebení mosazných patek, což vede

ke zvýšení obsahu zinku v mladině a zvýšené aktivitě kvasinek. Není vyloučeno, že tyto patky mohou přispět ke zkrácení doby kvašení.

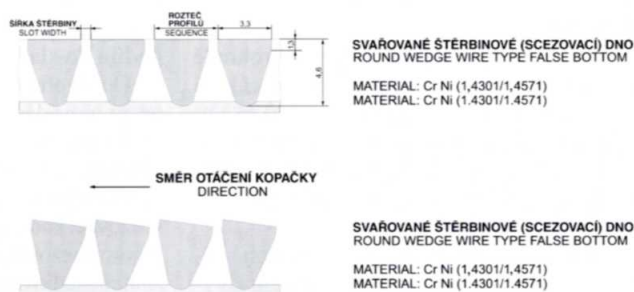
Vaření mladiny – chmelovar

Úvodem je třeba konstatovat, že v posledních letech byly v široké míře instalovány mladinové pánve s interním vařákem, pracující na prin-

cipu nízkotlakého vaření. Mladinová pánve tohoto typu je znázorněna na obr. 12. Při použití tohoto principu vaření pod nízkým tlakem (často označovaném NDK) je teplota mladiny na výstupu z interního vařáku 102 až 104 °C. Pro dosažení stejných technologických výsledků je ve srovnání s konvenčním vařením zapotřebí menšího odparu. Úspora energie dosahovaná při využití NDK mladinové pánve nevyžaduje dodatečné investice. Proti tomu zpětné získávání energie u konvenčního vaření je podmíněno dodatečnou instalací zařízení na zpětné získávání tepla a je třeba předem hospodárnost takového zařízení ověřit. Pro vaření mladiny bychom se chtěli zaměřit na následující nově vyvinuté prvky:

Vnitřní vařák s dvouúrovňovým, vícepaprskovým výstupem mladiny

Standardní horní kryt nad vnitřním vařákem rozděluje mladinu vystupující z vařáku

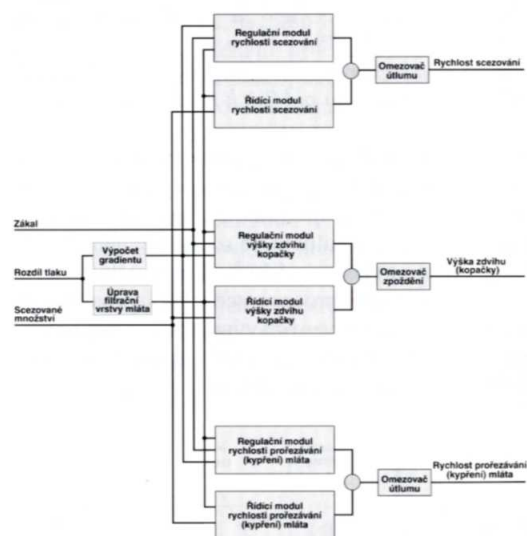


Obr. 11 Provedení scezoovacího dna

v jedné nebo více rovinách stejnoměrně na celý povrch mladiny v pánvi. Nově vyvinutý prstenec – horní kryt – pracuje ve dvou úrovních. Každá úroveň má vnitřní přerušení a mladina vystupuje z vařáku s impulsním účinkem, přičemž je vyvolána rotace mladiny a odpařování probíhá v důsledku rozčlenění proudu mladiny podstatně intenzivněji.

Při vývoji tohoto vícepaprskového horního krytu vnitřního vařáku – prstence – byla vzata v úvahu tato technologická hlediska:

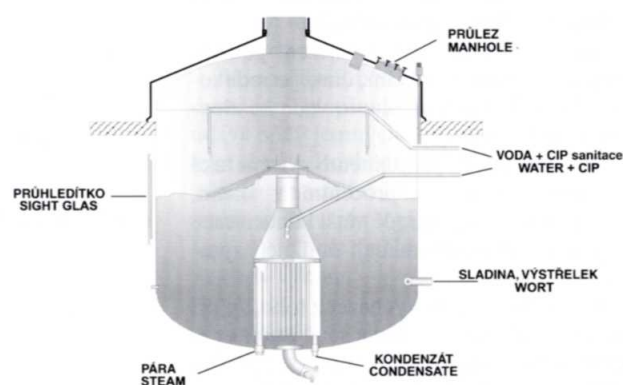
– Zvětšením výtokových trysek klesá teplota mladiny ve vnitřním prostoru vařáku. Tím se redukuje tepelné zatížení mladiny, což vedle snížení tvorby nežádoucích aromatických látek šetří koagulovatelný dusík v mladině.



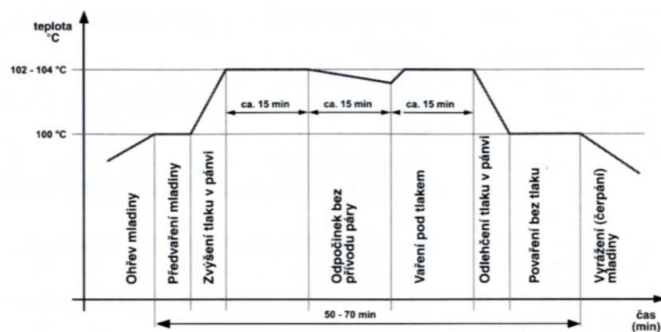
Obr. 10 Nový systém řízení a regulace uplatněný v provozu scezoovací kádě

vávány v jednotlivých softwarových modulech a podle své důležitosti jsou dále zpracovány v centrální řídicí jednotce, která v závislosti na zadáních priorit provede stanovení a koordinaci nutných akčních hodnot.

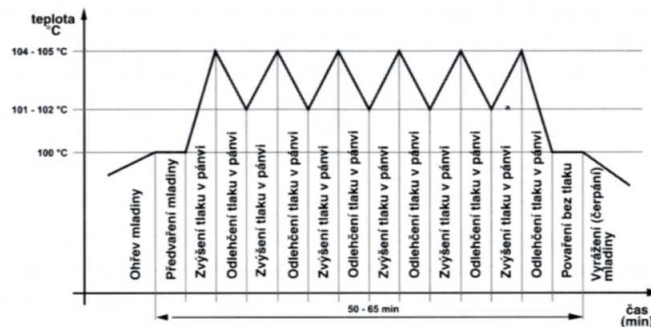
Toto multifunkční ovládání scezování předpokládá napojení na existující systém řízení, ale může být také instalováno samostatně jako první modul a jako příprava na rozsáhlou modernizaci starších zařízení. Uplatnění tohoto systému přineslo v pivovaru v blízkosti Kulmbachu zvýšení výkonu dosavadní varny z 8 várek za 24 hodin na 9 várek za 24 hodin. Návratnost investice činila asi 1 rok. Další podrobnosti, jak tímto



Obr. 12 Moderní mladinová pánve



Obr. 13 Schéma technologie postupného chmelovaru (NDK = Niederdruck-Kochung, vaření při nízkém tlaku)



Obr. 14 Schéma technologie dynamického nízkotlakého chmelovaru (NDK)

- Klidný nátok a výtok mladiny v rozdělovacím horním krytu vnitřního vařáku silně redukuje stresový faktor mladiny. Rozdělení velikosti částecek tříslobilkoviných komplexů (tvořících lom) je tímto pozitivně ovlivněno a následně je také zlepšen separační účinek vířivé kádě.
- Velkoplošný výstup mladiny z rozdělovače horního krytu vnitřního vařáku umožňuje optimální rozdělení vystupující mladiny na povrch mladiny v pánvi, a to vede k lepšímu promíchávání celkového obsahu mladinové pánve.
- Vícepaprskovým výstupem mladiny z vnitřního vařáku se rozděluje proud mladiny do paprsků. To způsobuje zvětšení efektivní odpařovací povrchové plochy a současně se v kratší době intenzivněji odstraňují nežádoucí aromatické látky.

Technologická zlepšení při vaření mladiny

Zde existuje řada možných postupů, které musí být vyvíjeny a optimalizovány současně s provozem zařízení.

Cílem těchto postupů vaření je, aby při zachování kvality došlo ke snížení spotřeby

energie a k intenzivnějšímu odparu nežádoucích aromatických látek. V této souvislosti je třeba se zmínit o dvou postupech systému nízkotlakého vaření (NDK):

- Postupné neboli frakční nízkotlaké vaření je znázorněno na obr. 13. Po zahřátí mladiny na 100 °C a po krátkém povaření při této teplotě se mladina zahřeje na teplotu 102 až 104 °C a při této teplotě se povaří cca 15 min. Potom následuje „odpočinek“ bez přívodu páry a poté se opět mladina zahřívá a po 15 minutách se tlakové vaření ukončí. Dále následuje uvolnění tlaku, eventuálně vaření bez tlaku, takže zhruba za 50 až 70 minut je mladina připravena k vyrážení.
- Dynamické nízkotlaké vaření, jehož schéma je na obr. 14, má následující postup. Mladina se zahřeje na 100 °C, krátce povaří při 100 °C a potom se ohřívá cca na 104 až 105 °C, následuje krátký odpočinek bez přívodu páry, přičemž teplota poklesne na 101 až 102 °C. Tím dojde k intenzivnímu vypěnění mladiny, tzn. že částčky páry z hlubších vrstev mladiny v pánvi stoupají a vynášejí na povrch ne-

žádoucí aromatické látky. Při opětovném nárůstu tlaku jsou tyto aromatické látky postupně zcela vytěsňeny a vícenásobné opakování tohoto procesu vede potom k velmi intenzivnímu odparu (k tomu je třeba pro orientaci připomenout, že teplota varu při 100 °C odpovídá atmosférickému tlaku 0,1 MPa a teplotě 105 °C přísluší tlak 0,12 MPa).

3. ZÁVĚR

Uvedené body jsou zásadními kritérii pro další vývoj a staly se automaticky výchozím bodem při projektech modernizace starších existujících zařízení varen, stejně jako při návrzích nových zařízení.

Důležitá je úplná výměna informací všech odborníků podílejících se na projektu, aby bylo dosaženo co nejlepších výsledků při zlepšení kvality a snížení výrobních nákladů. Tím je zajištěna hospodárnost takovýchto projektů s krátkou dobou návratnosti vložené investice.

Lektoroval Ing. A. Kratochvíle
Do redakce došlo 9.12.1999