

# Výsledky provozních zkoušek se separací kalů s mletými chmely ve vířivé kádi

Ing. TOMÁŠ LEJSEK, CSc. - Ing. JOSEF MAREŠ, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský

663.444.4  
663.443.242

V několika pivovarech vybavených vířivými káděmi byly provozně odzkoušeny nové výrobky n. p. Chmelařství Žatec, a to mleté a granulované chmely. Zkoušky byly zaměřeny jednak na problematiku využití hořkých látek a jednak na separaci mletého chmele z mladiny. Obě sledování postupovala v souladu, vždy na stejných várkách. Využití hořkých látek sledovali Ing. M. Vančura a Ing. J. Kubiček, CSc., o výsledcích referovali na Pivovarsko-sladařských dnech v Českém Krumlově 1974.

Granulovaný chmel se vyrábí z mletého chmele lisováním. Granule se za varu v mladinové pánvi rychle rozpadají na původní částice. Vzniklá suspenze s mladinou má potom obdobné vlastnosti jako suspenze získaná z mletého chmele. Separací problémy jsou tedy v obou případech totožné.

Při použití hlávkového chmele se nevyskytují problémy se separací jemných částic chmele. Chmelové cizy vyhovují pro odfiltrování chmelových listenů. Jemnější částice, vzniklé mechanickým rozrušením chmele, se zachytí ve filtračním koláči cizy nebo jen v malé míře přecházejí do hrubých kalů. Mletý chmel se chmelovým cízem nezadrží a celým svým objemem zvyšuje objem hrubých kalů v mladině. K separaci těchto hrubých kalů se doporučuje pouze vířivá kád. K stejnému výsledku vyústilo i předchozí ověření zahraničních mletých chmelů nebo chmelů pokusně mletých v tuzemsku [1, 2], obdobné údaje poskytuje i zahraniční literatura [3, 4, 5, 10].

I když je vířivá kád v pivovarství poměrně nově zařízením, je její princip dobře znám. Základní konstrukční parametry i provozní nároky se v poslední době sjednotily [2, 7, 8]. Základní požadavky na konstrukci a správnou činnost vířivé kádě:

1. Vířivá kád je válcovitá nádoba s rovným dnem. Výška hladiny v poměru k průměru má být v rozmezí 0,85—1,5. Přítok do kádě vodorovný, v pětina výšky hladiny. Větší průměry kádě usnadňují použití mletého chmele.

2. Mladinové čerpadlo má vyčerpat celý obsah várky asi za 20 minut při rychlosti na vstupu do kádě 10 až 11 m/s. Rozmezí vstupní rychlosti 5 až 15 m/s příliš neovlivňuje průběh sedimentace kalů, ale doba čerpání je potom rozhodující.

3. Spojovací trasa od mladinového čerpadla ke kádi má být rovná a krátká. Plnění kádě musí proběhnout bez přerušování.

Možnost použití vířivé kádě pro várky mladiny s mletým chmelem lze považovat za prokázanou předchozími tuzemskými i zahraničními zkušenostmi. Kromě zlepšení vyčištění mladiny se však všeobecně konstatuje zvýšení výtraty mladiny v porovnání s várkami chmelovými jiným způsobem. Kieninger [3] udává, že při použití mletého chmele je ztráta 1,5—2 % objemu vyrážené mladiny, zatímco při použití chmelového extraktu se ztráta pohybuje mezi 0,5—0,7 %. Silberhammer [4] uvádí ztrátu extraktu 2,2 % z původního množství v mla-



dině při várkách s Hopstablem. Vančura a Lešek [1] konstatují vzrůst výtraty extraktu při použití 50 % pokusně mletého chmele z 0,8 % na 1,85–2,05 %. Při použití 20 až 50 % Hopstabilu (vše v kombinaci s chmelovým extraktem) naopak v jiném případě zjistili zlepšení výtraty o 0,15 až 0,20 %.

Ze sledování průběhu sedimentace lze odvodit, že za stejných podmínek má na výši výtraty mladiny rozhodující vliv jemnost mletí chmele. Částice mletého chmele o průměru kolem a nad 1 mm pomaleji sedimentují a tvoří koláč s větším podílem zadržované mladiny.

Na eventuální zvýšení výrobních ztrát mladiny použitím mletého chmele mají tedy, kromě podmínek daných zařízením varny a linky čerpení a chlazení mladiny, rozhodující vliv vlastnosti použitého mletého chmele, jeho množství a podíl na celkové dávce chmelových látek. Dále se musí uvažovat vliv surovin a varního postupu, které podstatně mění množství kalů vyloučených z mladiny a tak zvyšují nebo snižují výtratu. Větší počet pokusných várek na rozdílném zařízení a s rozdílnými surovinami, ale s varním postupem a dávkováním chmele obvyklým v tuzemsku, dává odpověď na nároky související s použitím nového typu mletého a granulovaného chmele.

#### Metodika zkoušek

V souladu s cílem zkoušek se v každém vybraném závodě uskutečnily tři várky. Běžná várka s obvyklým podílem hlávkového chmele a chmelového extraktu, který se v době zkoušek používal. V dalších dvou várkách se podíl hlávkového chmele nahradil mletým a posléze granulovaným chmelem. Dávky mletého a granulovaného chmele se snížily o 10 %, aby množství hořkých látek v hotovém pivu bylo stejné.

Pro sledování a hodnocení separace kalů ve vířivé kádě se zjišťovaly tyto údaje:

- rozměry kádě,
- objem a stupňovitost mladiny ve varně,
- doby čerpání mladiny, trvání protlačky a odpočinku na kádě, doby spílání mladiny,
- obsahy kalů v mladině z varny a z vířivé kádě, při začátku spílání a ve spílce,
- váha zbytků kalů včetně zbytku mladiny na dně vířivé kádě po ukončení spílání.

Obsah kalů v mladině se stanovoval vázkově, jako stanovení sušiny po filtraci přes křemelnu ve filtračním kelímku. 50 g vzorku vytemperovaného na 20 °C se zfiltrovalo přes předem vysušený a odvážený kelímek G3 s vrstvou křemeliny HSC. Po trojnásobném promytí vodou se kelímek vysušil při 105 °C do konstantní váhy. Z rozdílu vah před filtrací a po filtraci se vypočetla sušina kalů v mg/100 g vzorku.

Obsah extraktu v kalech z vířivé kádě se stanovoval po filtraci 500 g vzorku laboratorním filtrem. Veškerý filtrát se zachytil, zvážil a stanovil se v něm obsah extraktu. Z množství extraktu ve filtrátu se vypočetl obsah v původním vzorku kalů (g/100 g). Zjištěná hodnota tedy zanedbává průměrně o dva řády menší ztrátu mladiny adhezí na kalech.

Výtrata extraktu v kalech se přepočítala na podíl z extraktu mladiny vyrážené z varny. Rychlost mladiny na vstupu do vířivé kádě se určila z objemu mladiny ve varně. Nepočítalo se s objemem protlačky vodou, která zvyšuje dodatečně objem várky ve vířivé kádě.

#### Výsledky zkoušek

Potřebné údaje o várkách spolu s výsledky získanými v jednotlivých pivovarech se uvádějí v přehledných tabulkách 1 až 5. Proto se dále omezíme pouze na komentář k průběhu zkoušek.

Tabulka 1. Přehled údajů o sledovaných vířivých kádích

Pivovar	Celkový objem kádě [hl]	Objem várky [hl]	Průměr kádě [mm]	Celková výška [mm]	Průměr trysky [mm]	Výška nad dnem [mm]
A	350	290	3 550	4 000	55	750
B	340	300	3 200	4 250	60	800
C	520	480	4 000	4 150	50	800
D	350	310	3 550	4 090	50	850
E	315	480	3 500	3 300	50	800
F	380	315	5 000	1 940	50	500

Tabulka 2. Výsledky várek s hlávkovým chmelem

Pivovar	Doba čerpání [min]	Vstupní rychlost [m/s]	Doba odpočinku [min]	Doba spílání [min]	Výtrata extraktu v kalech [%]	Obsah kalů v mladině [mg suš./100 g]	
						varna	vířivá kádě
A	28	8,48	52	91	0,11	48,0	23,2
B	16	11,13	58	212	0,75	38,3	10,7
C	30	13,41	45	185	0,15	18,9	7,4
D	17	15,23	40	120	0,55	34,2	6,0
E 1	40	5,10	30	160	0,42	37,1	5,5
E 2	40	5,05	30	160	0,73	43,6	17,1
F	44	6,00	62	102	0,70	50,9	24,4

Tabulka 3. Výsledky várek s mletým chmelem

Pivovar	Doba čerpání [min]	Vstupní rychlost [m/s]	Doba odpočinku [min]	Doba spílání [min]	Výtrata extraktu v kalech [%]	Obsah kalů v mladině [mg suš./100 g]	
						varna	vířivá kádě
A	26	7,66	65	85	0,30	46,2	18,4
B	17	10,30	55	175	1,06	71,2	10,9
C	41	10,23	70	184	0,61	26,5	5,3
D	16	15,81	51	88	1,83	81,5	8,6
E 1	35	5,66	45	155	0,63	17,9	6,4
E 2	40	4,86	45	150	0,86	39,6	15,6
F	43	6,22	85	120	0,88	176,8	116,5

Tabulka 4. Výsledky várek s granulovaným chmelem

Pivovar	Doba čerpání [min]	Vstupní rychlost [m/s]	Doba odpočinku [min]	Doba spílání [min]	Výtrata extraktu v kalech [%]	Obsah kalů v mladině [mg suš./100 g]	
						varna	vířivá kádě
A	28	7,14	52	91	0,28	78,4	18,1
B	17	10,30	69	175	1,16	81,9	4,2
C	31	13,14	53	180	0,36	47,3	12,2
D	16	16,71	50	233	0,87	134,4	7,6
E 1	40	5,10	45	155	0,58	24,2	6,2
E 2	45	4,24	45	155	0,94	59,3	13,7
F	50	5,35	40	120	0,80	143,3	41,9

Tabulka 5. Výsledné průměry z pokusných várek

Použitý chmel	Výtrata extraktu v kalech [%]	Obsah kalů v mladině [mg suš./100 g]	
		varna	vířivá kádě
Hlávkový	0,48	38,7	13,5
Mletý	0,88	65,7	26,0
Granulovaný	0,71	81,3	14,8

Pivovar „A“ má instalovány dvě vířivé kádě stejného provedení. Porovnávací várky se čerpaly vždy do jedné a téže kádě. Ve varně navazuje protlačka přidáním vody do cízu ihned, aniž by se na kádě přepojilo na protlačkovou potrubí.

Pivovar „B“ má instalovány vířivou kádě o poněkud větší výšce v poměru k průměru kádě. Po ukončení čerpání se protlačuje párou.



Pivovar „C“ používá dvě stejné vířivé kádě. Z provozních důvodů se várky s hlávkovým a granulovaným chmelem čerpaly do první kádě, várka s mletým chmelem potom do druhé. Protlačka vodou navazuje na čerpání mladiny.

Pivovar „D“ rovněž používá dvě vířivé kádě, várky se čerpaly vždy do téže kádě. Po ukončení čerpání se potrubí protlačuje vzduchem.

Pivovar „E“ má dvě vířivé kádě menšího objemu, které se při čerpání mladiny plní současně. Potrubí se protlačuje vodou pouze do jedné kádě. Série pokusných várek se v pivovaru opakovala. Výsledky jsou zajímavé tím, že v druhém případě se vařilo ze sladu jiné kvality.

Pivovar „F“ používá vířivé kádě rekonstruované z uzavacích a chladicích kádí po odstranění chladicích hadů a zavedení tangenciálního vtoku.

## Závěr

Posouzení výsledku činnosti vířivých kádí ukazuje na závažnost dodržování základních konstrukčních a provozních požadavků a zároveň na podstatný vliv surovinové skladby a varního postupu. Tyto poznatky ostatně nejsou nové. Výsledné výkyvy se projevují buď v množství kalů a tedy výtratě extraktu nebo v čirosti spílané mladiny.

Výsledky várek s mletým a granulovaným chmelem nejsou podstatně odlišné a obou druhů chmele lze používat bez potíží s vířivými káděmi. Přitom je třeba počítat se zvýšenou výtratou mladiny v kalech o 0,3 %, což nepřekračuje hodnoty zjištěné dříve nebo udávané v literatuře a svědčí o dobré úrovni použitého mletého a granulovaného chmele. Odpadají naopak problémy s vyslazováním chmele v cízě.

Mletý nebo granulovaný chmel lze bez technických potíží čerpat s mladinou do vířivé kádě a v ní odseparovat. Mladinová čerpadla používaná k vířivé kádě pro tento účel vyhovují. Odpočinek na vířivé kádě je třeba přiměřeně prodloužit.

Čirot mladiny spílané z vířivé kádě se nemění. Obsah kalů v mladině čerpané z varny se pro obsah částic chmele zvyšuje o 100 %. Při použití granulovaného chmele se kaly ve vířivé kádě odstraní na úroveň dosud obvyklou. U mletého chmele není separace tak úspěšná a zaznamenalo se zvýšení obsahu kalů ve spílané mladině.

*Zkrácené znění předneseno na XVII. pivovarsko-sladařském semináři v Plzni.*

## Literatura

- [1] VANČURA, M. - LEJSEK, T.: Zkoušky s mletým chmelem v provozních podmínkách, VÚPS, Praha, 1970
- [2] HLAVÁČEK, I. - PESLER, J. - PLEVKA, J.: Technologické poznatky z provozu vířivých kádí. Kvasný průmysl 17, 1971, č. 2, s. 33
- [3] KIENINGER, H.: Ermittlungen über die Würzeverlustrate in einem Rotationsausschlagbottich. Brauwelt 111, 1971, č. 30, s. 593
- [4] SILBERHUMER, H.: Betriebserfahrungen mit einem rotations-symmetrischen Whirlpool. Brauwelt 111, 1971, č. 51, s. 1055
- [5] GHELUWE, G. - DADIC, M.: Experimenten with a whirlpool tank, Brewers Dig. 47, 1972, č. 9, s. 120
- [6] Výstava Brewex 1972 — Londýn. Kvasný průmysl 19, 1972, č. 9, s. 120
- [7] LEJSEK, T. - KAHLER, M. - ŠAUER, Z.: Čerání mladiny vířivou kádí. Kvasný průmysl 15, 1969, č. 2, s. 34
- [8] VANČURA, M.: Zkušenosti s použitím mletých chmelů. Kvasný průmysl 16, 1970, č. 12, s. 273
- [9] LEJSEK, T.: Přspěvek k hodnocení sedimentace kalů ve vířivé kádě. Kvasný průmysl 15, 1969, č. 2, s. 34
- [10] MÜHLBAUER, W.: Zur Frage des Heiß- und Kühltrubes, Brauwelt, 109, 1969, č. 76/77, s. 1421
- [11] KAISER, A.: Erfahrungen mit dem Whirlpool, Brauer u. Mälzer. 1970, č. 3, s. 7

**Lejsek, T. - Mareš, J.: Výsledky provozních zkoušek se separací kalů s mletými chmely ve vířivé kádě.** Kvas. prům., 21, 1975, č. 8, s. 175—178.

Mletý a granulovaný chmel používaný při vaření mladiny zvyšuje obsah hrubých kalů v mladině čerpané z varny. Nežej zachytit ve chmelovém cízě a nejlépe se odstraňuje spolu s hrubými kaly ve vířivé kádě. Sledováním v šesti pivovarech se zkušebními várkami nezjistil podstatný rozdíl mezi použitím mletého nebo granulovaného chmele československé výroby. Při odstaveném chmelovém cízě se oba druhy bez potíží vyčerpají s mladinou do vířivé kádě a v ní se odseparují. Se zvýšeným obsahem kalů ve vířivé kádě poněkud vzrůstá výtrata mladiny v kalech. Průměrně se zjistil nárůst o 0,3 %. Přiměřeně je třeba prodloužit odpočinek ve vířivé kádě.

**Лейсек, Т. — Мареш, Я.: Экспериментальная проверка в производственном масштабе сепарирования в вихревой установке труба, содержащего молотый хмель.** Квас. прум., 21, 1975, № 8, стр. 175—178.

При варке сусла с молотым или гранулированным хмелем сильно увеличивается содержание труба в сусле перекачиваемом из варни. В хмелеотделителе размолченный хмель не сепарируется, но его можно эффективно отделить в вихревых установках вместе с остальными составляющими труба. Процесс изучался на шести пивоваренных заводах и было установлено, что с точки зрения сепарации между молотым и гранулированным хмелем чехословацкого производства нет разницы. Хмелеотделитель выключается и сусло перекачивается в вихревую установку. Перекачивание не сопряжено с никакими затруднениями. Ввиду повышенного содержания труда в сусле, поступающем в вихревую установку увеличиваются немного потери сусла, т. е. в среднем на 0,3 %. Необходимо, следовательно, увеличить соответственно длительность отстаивания в вихревой установке.

**Lejsek, T. - Mareš, J.: Results of Experiments Carried Out on Production Scale on the Separation of Sludge Containing Ground Hops.** Kvas. prům. 21, 1975, No. 8, pp. 175—178.

If ground or granulated hops are used for brewing wort, the amount of coarse and cold sludge contained in wort pumped from brewhouse is higher than usual and hop strainers fail to separate it. Both sludge and hops can be efficiently removed from wort in whirl vats. The results of investigation carried out at six breweries show, that as far as filterability of wort is concerned there is no difference between ground and granulated hops of Czechoslovak origin. When the hop strainer is eliminated from the process, the wort can be easily pumped into the whirl vat with both coarse and cold sludge as well as hops. Separation in whirl vats is very effective, but with the increasing amount of sludge the losses of wort with sludge may slightly rise. It is therefore necessary to increase appropriately the settling time in vats.

**Lejsek, T. - Mareš, J.: Ergebnisse der Betriebsversuche mit der Separierung des Trubes mit gemahlenem Hopfen im Whirlpoolgefäß.** Kvas. prům. 21, 1975, No. 8, S. 175—178.

Die Anwendung von gemahlenem und granuliertem Hopfen erhöht den Gehalt des Grobtrubs in der aus dem Sudhaus ausgeschlagenen Würze. Diese Hopfen können auf dem Hopfenseiher nicht aufgefangen werden und man entfernt sie aus der Würze am vorteilhaftesten gemeinsam mit dem Grobtrub in dem Whirlpoolgefäß. Dieser Vorgang wurde in sechs Brauereien in Probe-suden verfolgt und kein wesentlicher Unterschied zwi-



schen dem gemahlenen oder granuliertem Hopfen tschechoslowakischer Produktion festgestellt. Bei abgestelltem Hopfenseiher werden beide Hopfenarten ohne Schwierigkeiten mit der Würze in den Whirlpoolgefäß umgepumpt und in ihm absepariert. Mit dem erhöhten Trubgehalt

in dem Whirlpoolgefäß wächst einigermaßen auch der Würzeverlust im Trub. Im Durchschnitt wurde eine Erhöhung um 0,3 % ermittelt. Das Liegenlassen der Würze im Whirlpoolgefäß muß entsprechend verlängert werden.