

Technologické poznatky z provozu vířivých kádí

Ing. IVO HLAVÁČEK, CSc., Ing. JAROSLAV PESLER, JIŘÍ PLEVKA, Západočeské pivovary, národní podnik, Plzeň
(XIII. pivovarsko-sladařský seminář, Prazdroj Plzeň, listopad 1970)

683.452

Současný stav poznatků o teorii, konstrukci a provozu vířivých kádí (Whirpool)

První údaje o vířivé kádí jako nádobě zařazené do úseku chlazení mladiny a sloužící k usazování hrubých kalů spadají do roku 1960. Po roce 1964 se vířivé kádě rychle rozšiřují v evropských státech a také u nás jsou konstruovány vířivé kádě a získávají se první poznatky.

Kromě výzkumných pracovníků a technologů přispěly k řešení konstrukce vířivých kádí firmy, které kádě vyrábějí a věnovaly vývoji vířivých kádí značnou pozornost. Vířivé kádě jsou ve výrobním programu všech firem vyrábějících pivovarská zařízení. I když nemáme k dispozici přesné podklady,

odhadujeme, že vířivé kádě se v evropských pivovarech podílejí na chlazení mladiny asi z 30 až 35 %. Do současné doby byla uveřejněna řada prací obsahujících jak praktické provozní výsledky, tak hlavně v posledních třech letech teoretické zdůvodnění a výpočty fyzikálních pochodů při usazování kalů ve vířivé kádí.

První poznatky s provozem vířivé kádě u nás byly publikovány *Lejskem* a spolupracovníky [1]. V této práci jsou shrnuty i výsledky zahraničních publikací do roku 1967. Tato práce v podstatě potvrdila vhodnost vířivé kádě ve srovnání s chladičími stoky, jak z hlediska provozního, tak i v kvalitě hotového piva nebylo podstatných rozdílů.

Další práce *Lejska* [2] se zabývá průběhem sedimentace kalů ve vířivé kádí naší výroby. Vzorky mladiny z vířivé kádě byly odebrány z několika míst ve dnech kádě a v různých hloubkách. Výsledky této práce je možno považovat za stále platný zásadní přínos pro provoz i konstrukci vířivých kádí. Pro daný typ vířivé kádě byla doporučena optimální vstupní rychlost 10 m/s, optimální doba čerpání nejvýše 20 minut a bylo zjištěno, že uspokojivé čírosti mladiny bylo dosaženo po 40 minutách po ukončení čerpání mladiny do vířivé kádě.

Z prací, které v poslední době objasňují obsáhle teoretické pochody ve vířivé kádí je nutno uvést *Stefaniaka* [3], *Nielsena* [4] a nejnovější práce *Tröster* [5]. Autoři vycházejí ze zásady, že každý sedimentační pochod závisí na dvou skupinách vlivů. Jsou to jednak hodnoty rychlosti a tlaku v nosné kapalině a za druhé jsou to vlastnosti pevných částic, jako hustota, velikost, tvar, schopnost deformace. Z toho vyplývá, že efekt sedimentace hrubých kalů ve vířivé kádí je závislý jak na vlastní funkci vířivé kádě, tak na složení mladiny a kalů.

Základní pochody ve vířivé kádí je možno zjednodušeně popsat takto:

Vlivem tangenciálního vstupu se kapalina pohybuje v kádí kruhovým pohybem a tím podléhá odstředivé síle. Na hladině kapaliny, na stěnách a dnu kádě působí ještě další vlivy. Na hladině kapaliny, která je ve středu snížena (prohnuta), vzniká sání směrem dolů, které pokračuje ve formě trychtýřovitého víru směrem ke dnu. Vlivem tření na dně kádě je zde točivý pohyb a síla proudění nižší než v ostatní kapalině. Ve vrstvách kapaliny mezi povrchem a dnem působí plně odstředivá síla a kapalina se zde pohybuje směrem ven z kádě (sekundární proudění). Tato síla je jen na povrchu kapaliny a na dně kádě orientována směrem dovnitř. Z důvodů kontinuity orientuje se tato síla ve středu kádě vertikálním směrem, ohýbá se potom směrem ven a podél stěny kádě působí opět vertikálně. Tak vznikají dva sekundární okruhy proudění, na kterých spočívá princip oddělování kalů ve vířivé kádí. Během plnění kádě po dobu kruhového pohybu je vznik sání a vířivého proudu převládajícím pochodem. Tím se část menších a lehčích částic mladiny dostává rychleji ke dnu kádě než při sedimentaci. Podstatným jevem ve fázi zpomalování kruhového pohybu mladiny je vliv sekundárního proudění u dna kádě. Společně s rotací kapaliny vzniká spirálové proudění působící na částice mladiny, které stejně točí ve středu dna kalový kužel.

Z těchto obecných zásad i jejich podrobnějšího rozboru jsou vyvozeny názory na konstrukční řešení vířivých kádí a na použitý pracovní postup.

Kromě *Nielsena* [4] pojednává o tomto problému *Schöffel* [6], *Kadlec* a *Procházka* [7]. Poznatky a názory dosud citovaných autorů ke konstrukci vířivých kádí je možno shrnout takto:

— Poměr výšky kádě k průměru kolísá od 1:0,5 až 1:1,8, nejčastěji se volí poměr 1:1, doba sedimentace je závislá pouze na výšce mladiny, u širších kádí je rychlejší.

— Vtok mladiny do kádě se doporučuje poměrně nízkou ve výšce 0,5 až 1 m nad dnem kádě. Průměr trysky se pohybuje od 40 do 80 mm a přikládá se mu určitý význam a autoři doporučují optimální průměr prakticky ověřit. Rovněž sklon trysky je důležitý, i když názory nejsou jednotné. Mírný odklon trysky (10 až 20°) zlepšuje proudění, účinnost přívodu energie vstupující mladiny na pohyb mladiny v kádí, může však způsobit nerovnoměrnou rotaci a silnější víření mladiny.

— Dno kádě se doporučuje rovné a nemá mít žádné překážky pro kruhový a radiální pohyb. Po celé ploše má být plně (pevně) uloženo, nejlépe na betonové podezdívce, aby nevznikalo vlnění. Mírný sklon dna směrem k okraji kádě má být maximálně 1 až 2 %. Praxe si vynutila i úpravy výtoku kalové mladiny ve dně kádě, které se různou konstrukcí snaží zabránit strhávání kalů do vytékající mladiny [7].

— Vstupní rychlost mladiny se udává od 4 m/s do 25 m/s, jako optimální se uvádí 10 m/s při celkové době čerpání 20 minut.

— Nekladou se mimořádné nároky na hladkost vnitřního povrchu vířivé kádě a ani nízké ochlazení po vyčerpání nepůsobí nepříznivě na funkci vířivé kádě.

— Průměr kalového koláče je menší při větší počáteční kruhové rychlosti mladiny a čím pomaleji rotace ustává. To by svědčilo ve prospěch většího poměru výšky k šířce. Ta však naopak zhoršuje sedimentaci. Stejně tak příliš vysoká kruhová rychlost má rušivý vliv na vyvločkování kalů. Nízká hladina mladiny umožňuje rychlou sedimentaci kalů, kalový koláč je však nižší a průměr větší.

— Spotřeba energie k čerpání mladiny je dána vstupní rychlostí mladiny vtékající množstvím/s. Je pochopitelné, že pro zajištění požadovaného pohybu mladiny v kádí je zapotřebí vyšší vstupní rychlosti a vteřinového množství a tím stoupá i spotřeba energie.

— Proti nákladům na provoz sběrné kádě na mladinu a odstředivku snižují se podle uvedených autorů [4] náklady při použití vířivé kádě asi o 60 %.

— Při posuzování funkce vířivé kádě je nutno zdůraznit zásadní vliv na funkci kádě. Při nedokonalé koagulaci horkých kalů lomu ve varně, forma kalů může být porušena nesprávnou funkcí čerpadla i nadměrnou délkou a provedením potrubí z varny ke kádí. Tedy i pro vířivou kád zůstává požadavek dokonalého lomu mladiny.

To je souhrn názorů na funkci, provoz a konstrukci vířivé kádě.

Technologickou funkcí vířivé kádě a hlavně problematikou vhodné formy chmelení se zabývá *Vančura* a *Lejska* [8] a další zahraniční sdělení [9]. V práci *Vančury* a *Lejska*, která je dalším přínosem k problematice vířivé kádě u nás, jsou uvedeny výsledky pokusných várek s použitím hlávkového chmele, chmele mletého v OP Chmelářství a zahraničního mletého chmele Hopstabil. Várky byly provedeny v Braníku, Lounech a práce obsahuje i informaci o vířivé kádí v Chodové Plané. Výsledky

je možno shrnout tak, že funkce vířivých kádí ve zmíněných pivovarech je vyhovující a úpravou místních podmínek a použitou formou chmele lze funkci dále zlepšit. Použití vířivé kádě vede k lepšímu využití hořkých látek v porovnání s chladicími stoky. Drčený chmel OP Chmelařství není vhodný, hlavně nedostatečnou jemností mletí. Při jeho použití je sedimentace kalů ve vířivé kádě pomalá a nedostatečná. Nejlepších výsledků jak ve funkci vířivé kádě, tak ve využití hořkých látek se dosáhlo s drceným chmelem Hopstabil. Lze uspořít asi 10 % chmele. V práci bylo poukázáno, že úbytek hořkých látek při chlazení mladiny je tím větší, čím delší je doba chlazení a mladina je déle ve styku s hořkými kalami, což vysvětluje větší ztrátu hořkých látek při použití chladicích stoků. Kvalita piv ze stoků a vířivé kádě byla prakticky shodná. Tyto výsledky našich autorů je možno doplnit jedním z posledních praktických sdělení z provozu vířivé kádě v zahraničí [9].

Zmíněný pivovar si sám drtí chmel (kladívkovým mlýnem, drtí prosévá sítí) na jednotlivé várky. Byl sledován přírůstek izohumulonů mezi vyráběnou mladinou a mladinou odebranou po 80 minutách od čerpání a byl zjištěn přírůstek izohumulonů asi o 10 mg/l. Při praxi čerpání tří várek za sebou a ponechání kalu z 1. a 2. várky ve vířivé kádě, nebylo ani u 3. várky zjištěno zvýšení obsahu izohumulonů. V práci je uvedeno, že čerpání tří várek po sobě bez odstranění kalů považují za maximum, při dalším zvýšení se zhoršil průběh hlavního kvašení hlavně pokud jde o vzhled pokrývek na rozkvašených kádích a barvu chladových kalů. Po uvedení vířivé kádě byly v tomto pivovaru odstaveny odstředivky.

Vířivé kádě v Československu

V současné době jsou v provozu vířivé kádě v těchto pivovarech:

Praha Braník od roku 1937, vyrobily SPP v Ústí n. L.,

Chodová Planá od roku 1969, vyrobily SPP v Ústí n. L.,

Louny od roku 1969, výrobek ZVU Hradec Králové,

Cheb od roku 1970, výrobek SPP Pacov,

Staropramen Praha od roku 1970,

Budvar České Budějovice připravuje montáž.

Podle ústního sdělení se uvažuje o instalaci vířivých kádí v řadě pivovarů na Slovensku.

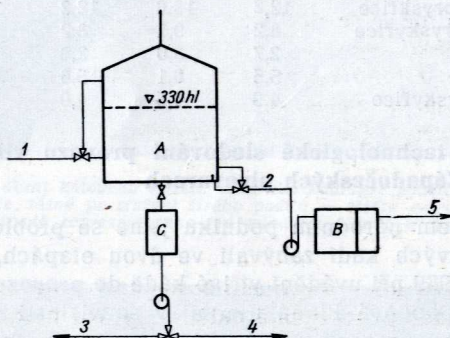
Při shromažďování materiálu k tomuto sdělení jsme se vlastně setkali se dvěma základními typy vířivých kádí v Československu.

Jsou to především vířivé kádě s rovným dnem

(v pivovarech Braník, Chodová Planá, Louny a popř. Staropramen Praha), které se v jednotlivém provedení liší právě poměrem H/D [1], kdy jako optimum se v práci *Lejska a kolektivu* [1] doporučuje hodnota $H/D = 0,85-0,95$ a limitní hodnota $H/D = 0,65$ a 1,35 při vstupní rychlosti 10 až 13 m/s a doby čerpání do 20 minut za předpokladu umístění trysky ve výšce 0,20 až 0,25 D, mají uvedené vířivé kádě tyto hodnoty H/D:

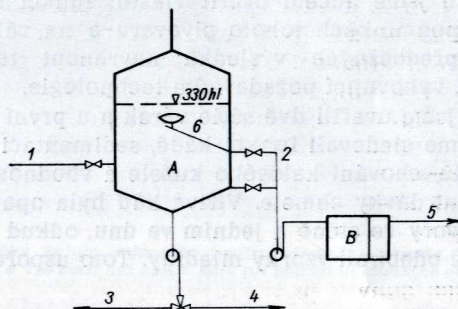
v pivovaru Praha Braník	1,22
Chodová Planá	0,95
Louny	0,65
Staropramen	1,38

a vířivé kádě s kónickým dnem, která je v provozu v pivovaru Cheb a kádě stejné konstrukce je vlastně před montáží v budaru České Budějovice.



Obr. 1. Vířivá kádě s rovným dnem

A — vířivá kádě, B — chladič, C — zásobník na kaly, 1 — přívod mladiny z varny, 2 — stahování čiré mladiny, 3 — kaly do varny, 4 — kaly do mlátového zásobníku, 5 — studená mladina do spilky



Obr. 2. Vířivá kádě s kónickým dnem

A — vířivá kádě, B — chladič, 1 — přívod mladiny z varny, 2 — stahování čiré mladiny, 3 — kalová mladina do varny, 4 — kanalizace, 5 — studená mladina do spilky, 6 — stahovací plovák

Pro názornost uvádíme schematické uspořádání jednotlivých typů vířivých kádí a jejich hlavních dat (obr. 1, 2 a tab. 1).

Tabulka 1

	1	2	3	4
objem horké mladiny	230 hl	330 hl	330 hl	560 hl
výška plnění	3000 mm	2300 mm	3000 mm	5500 mm
průměr kádě	3150 mm	4000 mm	3500 mm	4000 mm
poměr H/D	0,95*	0,65	0,86	1,38
průměr trysky	50 mm	50 mm	50 mm	—
doba čerpání	19 min	20 min	23 min	—
vstupní rychlost	10,1 m/s	11,8 m/s	12,2 m/s	—

1 — vířivá kádě pivovaru Chodová Planá, výrobek SPP Ústí n. L. rovné dno

2 — vířivá kádě pivovaru Louny, výrobek ZVU Hradec Králové rovné dno

3 — vířivá kádě pivovaru Cheb, výrobek SPP Pacov kónické dno

4 — vířivá kádě pivovaru Staropramen Praha

Najít optimální řešení při tomto složitém tématu není jednoduché. Lze říci, že vířivá kád' je v podstatě vyřešena, nelze však již tvrdit, že tím je vyřešen úsek chlazení mladiny, popř. technologické souvislosti se zařazením vířivé kádě do provozu a jsou to především:

- odstraňování kalů z vířivé kádě,
- vhodná volba chmele (jeho struktury) a z toho plynoucí nutnost chmelového cízů ve varně,
- a především kvalitativní vyjádření v hotovém výrobku — v pivě.

Tabulka 2. Analýza granulovaného chmele

	granulovaný chmel		granulovaný chmel	
	před granulací %	po granulaci %	před granulací %	po granulaci %
vláha	10,8		10,2	
veškeré pryskyřice	12,2	13,6	12,2	13,5
měkké pryskyřice	8,2	9,1	8,2	9,1
humulon	2,7	3,0	2,6	2,9
lupulon	5,5	6,1	5,6	6,2
tvrdé pryskyřice	4,0	4,5	4,0	4,4

Vlastní technologické sledování provozu vířivých kádí v Západočeských pivovarech

V našem národním podniku jsme se problematikou vířivých kádí zabývali ve dvou etapách, a to v roce 1969 při uvádění vířivé kádě do provozu v pivovaru Chodová Planá a nyní v souvislosti se zahajováním provozu vířivé kádě v pivovaru Cheb.

Protože funkční provoz vířivé kádě v pivovaru Chodová Planá prakticky začínal bezprostředně po ukončení šetření Výzkumného ústavu pivovarského a technologické novinky provází vždy určitá nedůvera, byli jsme nuceni ověřit vlastní funkci vířivé kádě v podmínkách tohoto pivovaru a na základě těchto předběžných výsledků navrhnout taková opatření, vyhovující požadavkům technologie.

Proto jsme uvařili dvě série várek a u první série várek jsme sledovali funkci kádě, sedimentaci hrubých kalů, chování kalového kužele a vhodnou volbu složení dávky chmele. Vířivá kád' byla opatřena třemi otvory ve stěně a jedním ve dnu, odkud jsme postupně odebírali vzorky mladiny. Toto uspořádání

umožnilo stahovat mladinu z různých vrstev a podrobně posoudit její čírost. Ve všech kombinacích chmelení v této etapě byl používán chmelový extrakt v dávce 50 % a měnil se jen druh použitého chmele (drcený, hlávkový). Stoprocentní dávka chmelového extraktu se neosvědčila, vyloučené kaly byly jemné a vytvořený kalový kužel se snadno sesouval a zvyšoval tak podíl kalové mladiny. Tato 100% dávka chmelového extraktu se také nepříznivě projevila u hotového piva, a to při opakovaných zkouškách. Na základě smyslového posouzení a praktických výsledků se nejlépe osvědčilo dávkování chmele ve složení 50 % drceného chmele a 50 % chmelového extraktu.

Na základě dílčích výsledků z první série várek byly provedeny konstrukční úpravy. U výtokového otvoru byla upravena záložka proti sesouvání kalového kužele a zvolen jen jeden spílačí otvor ve stěně kádě (500 mm ode dna) a vyloučen chmelový cíz při čerpání várky z varny do vířivé kádě. Ve druhé sérii várek jsme se snažili určit nejvhodnější poměr drceného chmele a chmelového extraktu a smyslově posoudit případné rozdíly piva z chladících stoků a piva z vířivé kádě. Při dávkování chmele se znovu potvrdilo, že nejvhodnější je poměr dávky drceného chmele k chmelovému extraktu 1:1. Drcený chmel je pro vlastní strukturu kalového kužele výhodnější. Kalový kužel je pevnější, těžší součásti jsou usazeny uprostřed kužele ve středu kádě a celkový objem kalů je větší.

Domníváme se totiž, že rozptýlené součástky drceného chmele působí příznivě na sedimentaci (obdobně jako aktivátory). Problémem však zůstává velikost částic. Částice větší než 1 mm ruší sedimentaci a jistě by použití drceného chmele, jehož struktura by odpovídala zahraničnímu Hopstabilu bylo značným zlepšením. Nadějným pokrokem při úpravě chmele se zdá být granulovaný chmel, který byl v tomto pivovaru zkoušen s příznivým výsledkem (viz fotografie).

Granulovaný chmel se po vsypání do mladinové pánve okamžitě potopí a beze zbytku se rozpouští již při teplotě 70 °C. První zkoušky s granulovaným

Tabulka 3. Analytické hodnoty získané při zkouškách s vířivou kádí v pivovaru Chodová Planá

mladiny	1	2	3	4
třísloviny mg/l	166,7	173,8	173,0	181,4
hořké látky mg/l	118,1	126,0	95,2	120,67
celkový dusík mg/100 ml	69,20	71,65	71,1	64,78
Lundinovy frakce dusíku	A 20,0 mg 28,9 % B 25,8 37,3 C 23,4 33,8	27,7 mg 38,7 % 12,5 17,5 31,4 43,8	16,5 mg 23,3 % 28,0 39,4 26,5 37,3	20,76 mg 32,0 % 25,6 39,6 18,4 28,4
sudované pivo				
třísloviny mg/l	189,7	189,7	168,2	177,8
izosloučeniny mg/l	22,70	22,13	16,41	20,41
hořké látky mg/l	78,27	73,53	63,06	68,06
hotové pivo				
třísloviny mg/l	163,9	161,9	193,0	168,9
izosloučeniny mg/l	21,56	19,27	19,27	19,27
hořké látky mg/l	38,67	58,67	44,0	53,33
celkový dusík mg/100 ml	42,84	48,10	39,34	51,45
Lundinovy frakce dusíku	A 12,61 mg 29,4 % B 2,59 6,1 C 27,64 64,5	9,77 mg 20,3 % 6,39 13,3 31,94 66,4	9,10 mg 23,1 % 4,51 11,5 25,73 65,4	13,27 mg 25,4 % 3,97 8,0 31,21 60,7

vzorek 1 — várka číslo 440 použita vířivá kád' bez přidání kalů do varny

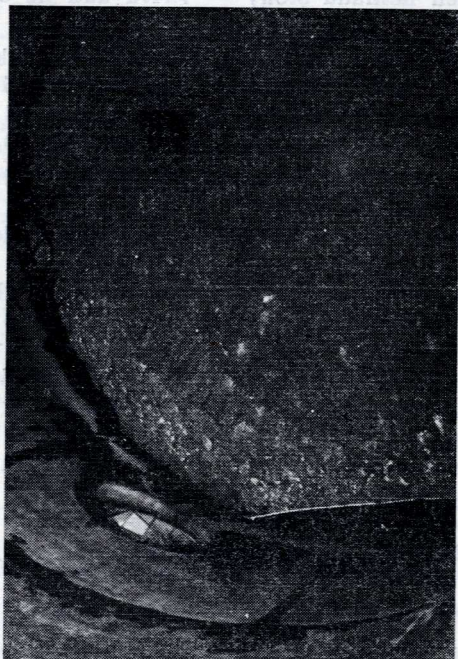
vzorek 2 — várka číslo 442 použita vířivá kád' s přidáním kalů do varny

vzorek 3 — várka číslo 445 vířivá kád', chmelení 100% chmelovým extraktem, přidání kalů

vzorek 4 — várka číslo 454 vířivá kád', chmelení granulovaným chmelem, přidání kalů

chmelem poukázaly na některé nedostatky ve velikosti částic (obsahoval poměrně vysoké procento hrubého podílu). Opakované zkoušky s granulovaným chmelem vyzněly příznivě, a to jak na vlastní sedimentaci, tak i na účinnost hořkých látek (tab. 2).

Kaly z vířivé kádě spolu s drceným chmelem se ve všech případech vracely do varny při vyslázování, takže zde prakticky nevzniká ztráta extraktu.



Vířivá kádě v Chodové Planě — pohled kontrolním otvorem na kalový kužel po stažení mladiny.

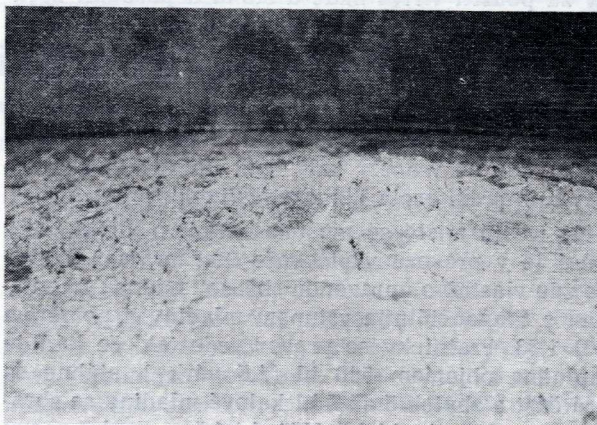
Výsledky smyslového posouzení z této etapy výrazně nerozlišily piva vyrobená za použití vířivé kádě a piva vyrobená za použití chladicích stoků. Toto šetření jsme považovali za důležitější a v současné době jsme je opakovali v souvislosti se zahajovacím provozem vířivé kádě v pivovaru Cheb (tab. 3).

Součástí zkoušek první etapy bylo také podrobné posouzení várečných. Použili jsme kvasnice typu

H 5krát nasazené a porovnávali stejné kvasnice z mladiny ze stoků. Kvasnice po zakvašení mladiny spílané z vířivé kádě byly ve všech případech méně kontaminovány krátkými tyčinkovitými bakteriemi než kvasnice, jež kvasily mladinu ze stoků. V morfologických vlastnostech nebyly významné rozdíly.



Pohled na okraj kalového kužele ve vířivé kádě při použití drceného chmele, těsně po stažení čirého podílu — ztráta extraktu je v tomto případě reprezentována jen mladinou, která je zadržena v kalech.



Část kalového kužele, kde bylo použito drceného chmele. Objem kálu je asi o 1/3 větší než objem kálu při použití normálního chmele.

Tabulka 4. Analytické hodnoty získané při zkouškách s vířivou kádí v pivovaru Cheb

mladiny	1	2	3	4
třísloviny mg/l	181,4	200,4	187,9	194,6
hořké látky mg/l	134,8	129,9	120,13	113,7
celkový dusík mg/100 ml	65,83	61,58	57,9	60,4
Lundinovy frakce dusíku	A 18,52 mg 28,1 %	21,30 mg 34,6 %	15,37 mg 26,5 %	27,33 mg 45,5 %
	B 20,08 30,5	16,59 26,9	20,45 35,3	9,94 16,6
	C 27,23 41,4	23,69 38,5	22,08 38,2	22,77 37,9
sudované pivo				
třísloviny mg/l	178,7	200,1	186,7	191,3
izosloučeniny mg/l	22,93	22,70	25,56	22,98
hořké látky mg/l	79,0	76,67	75,20	76,45
hotové pivo				
třísloviny mg/l	219,9	181,8	186,4	194,7
izosloučeniny mg/l	18,69	19,27	22,81	22,70
vyšší alkoholy mg/l	46,3	55,0	28,5	84,0
hořké látky mg/l	68,0	82,67	70,67	77,33
celkový dusík mg/100 ml	45,50	47,95	45,29	51,25
Lundinovy frakce dusíku	A 12,77 mg 28,1 %	16,34 mg 34,1 %	9,73 mg 21,4 %	16,49 mg 32,2 %
	B 4,76 10,5	2,70 5,6	7,18 15,9	1,59 3,1
	C 27,97 61,4	28,91 60,3	28,38 62,7	33,17 64,7

vzorek 1 — kontrolní várka za použití chladicích stoků bez přidání kálu do varny

vzorek 2 — kontrolní várka za použití chladicích stoků s přidáním kálu do varny

vzorek 3 — kontrolní várka za použití vířivé kádě s přidáním kálu do varny

vzorek 4 — kontrolní várka za použití vířivé kádě bez přidání kálu do varny

Při konfrontaci našich výsledků s pracemi Výzkumného ústavu pivovarského [1, 8] dospíváme vlastně nezávisle k tomu, že naše zjištění jsou v podstatě totožná s výsledky Výzkumného ústavu pivovarského.

Ve druhé etapě zkoušek s vířivou kádí v pivovarech Chodová Planá a Cheb jsme se zaměřili především na zpracování kalů, vhodnou volbu chmelení a samozřejmě v první řadě na kvalitu vyráběného piva.

Vířivá kád' instalovaná v pivovarech Cheb je jiné konstrukce a je to vlastně usazovací kád' s tangenciálním vstupem mladiny a kónickým dnem. Vyloučené kaly se shromáždí ve středu kádě a mají značně řídkou konsistenci. Spílaná mladina je stejně čirá při odběru plovákem jako při stahování otvorem u dna a plovák je zde vlastně zbytečný. Po stažení (zespílení) hlavního podílu mladiny zůstává ve vířivé kádí značně velký zbytek kalové mladiny kolem 14 hl. Tato konstrukční koncepce musí počítat s následnou úpravou kalové mladiny, která nebude jednoduchá.

Velký zbytek kalové mladiny v této kádí a jednoduchost práce vede k tomu, že se kaly i zde vracely do varny. Využili jsme možnosti srovnávat výrobu pív za použití vířivé kádě a stoků a posoudit zpracování drceného chmele. Přestože se ani v tomto případě výrazně neodlišila piva vyráběná za použití vířivé kádě od pív vyráběných za použití stoků, a to jak analyticky, tak i smyslově, projevil se ve smyslovém posouzení poněkud drsnější charakter u pív, kde se vracely kaly zpět do varny, a nelze tedy tuto praxi zcela jednoznačně doporučit (tab. 4).

Na tomto místě se musíme zmínit o vířivé kádí, která je v provozu v pivovarech Staropramen Praha. Jde zde vlastně o upravenou sběrnou nádobu na mladinu s tangenciálním vstupem mladiny a poměrem H/D 1,38. Prakticky se provoz vede tak, že kád' je naplněna objemem 560 hl (1,5 várky), stáhne se čirá část a zbytek 5 až 7 hl kalové mladiny se shromáždí ve sběrné nádobě. Vířivá kád' se naplní znovu objemem 530 hl a postup se opakuje. Po stažení kalové mladiny se kád' otevře, zbytky kalového kužele se odstraní tlakovou vodou do mlátového hospodářství závodu. Kalová mladina se poté zpracuje na odstředivce firmy Alfa Laval, typu BRHX s časovým vyprazdňováním kalů. Dvojnásobným plněním vířivé kádě mladinou pivovar sleduje snížení výtraty na tomto úseku.

Ve vybraných analytických hodnotách není podstatných rozdílů ani mezi várkami ze stoků a vířivé kádě, ani se neprojevovalo vrácení kalů do varny zvýšeným obsahem izosloučenin.

Vzhledem k tomu, že i organoleptické posouzení srovnávacích várek nevykázalo podstatných rozdílů, je možno při správné technologické funkci vířivé kádě dodržet kvalitativní znaky piva.

Se zřetelem na předchozí výsledky a získané zkušenosti lze tedy spatřovat rozdíl mezi vířivou kádí s rovným dnem a vířivou kádí s kónickým dnem, instalovanou v pivovarech Cheb, především v tom, že

a) při čerpání se protlázky u vířivé kádě s kónickým dnem čerpají stejným potrubím jako hlavní

podíl čerpané várky a tím ruší vlastní rotační pohyb vzduchovými rázy a tím i vlastní sedimentaci kalů,

b) v kádí s kónickým dnem zbývá příliš velký podíl kalové mladiny (asi 5 % proti 1 % u vířivé kádě s rovným dnem), který se obtížně zpracuje a vyžaduje tedy další mezičlánek v úseku chlazení mladiny.

Z ekonomického pohledu je zajímavé srovnání pořizovacích nákladů stoky — vířivá kád' na 300 hl var:

	zařízení	montáž	celkem
cena stoků	120 000	55 000	175 000
cena vířivé kádě	41 600	32 600	74 200
rozdíl	—78 400	—22 400	—100 800

a odtud plyne úspora na instalovaný hektolitr čerpané mladiny 336 korun.

Úspěšné řešení v použití vhodného chmelového preparátu (formu drceného chmele) otevírá další možnost vyloučit funkci cízu ve varně a tím vlastně snížit investiční, popř. udržovací náklady o další nemalou částku.

Další úspory se projevují v zisku teplé vody. Při provozu dobře izolované vířivé kádě (např. v pivovarech Chodová Planá) se získává teplá voda 70 až 80 °C teplá v objemu, který je přibližně roven objemu spílané várky.

Jednoduchost a snadnost obsluhy je zřejmá a potvrzují to přímo provozní výsledky.

Závěr

Pokud bychom závěrem chtěli zhodnotit vířivou kád', můžeme říci, že vířivá kád' s rovným dnem, jako výrobek ZVÚ Hradec Králové, je účelně řešena a projevila se zde dobrá spolupráce výrobního podniku s projektantem (v pivovarech Louny) a lze ji tedy v tomto uspořádání doporučit.

Vážnou otázkou je zpracování kalů a zde se nabízejí tyto náměty na řešení

a) vracet kaly do varny do další várky, i když s rizikem určitého vlivu na chuťové vlastnosti piva,

b) shromažďovat kaly v zásobníku kalové mladiny, popř. kalů, transportovat je do mlátového hospodářství při výhozu mláta a přitom buď

— počítat se ztrátou malého množství mladiny (max. 3 hl, při dobré práci obsluhy i méně),

— řešit oddělení od kalů (např. odstředivkou) a kalovou mladinu potom zespílat, popř. vrátit do varny těsně před čerpáním.

Podle našeho názoru je třeba dovést funkci vířivé kádě (i za cenu určitých úprav) a volbu vhodné formy úpravy chmele k tomu, aby usazení kalů bylo dokonalé a jejich dalším zpracováním vznikaly minimální ztráty extraktu.

V našem sdělení uvedené práce pracovníků Výzkumného ústavu pivovarského Praha považujeme za velmi dobrý přínos k úspěšnému uvádění vířivých kádí do praxe.

V každém případě však můžeme doporučit používání zákvasných kádí právě se zřetelem na vyloučené množství jemných kalů a oddělení mrtvých kvasničných buněk, a to ve 100% podílu výroby nebo jen jejich částí za předpokladu dokonalého řezání v dalším úseku výroby.

Nechtěli bychom, a ani nemůžeme tímto sdělením uzavřít problematiku vířivých kádí, resp. faktory související s jejím používáním. Chtěli jsme tímto příspěvkem upozornit na některé zajímavé aspekty použití vířivých kádí. Jako každé nové technologické zařízení vyžaduje i vířivá kád' vypracovat v každém pivovaru takový definitivní postup, aby plnila nejen funkci modernizace výroby, ale současně umožnila i dosažení požadovaných kvalitativních znaků piva.

Literatura

- [1] LEJSEK, Z. - KAHLER, M. - ŠAUER, Z.: Kvasný průmysl **15**, 1969: 12
- [2] LEJSEK, T.: Kvasný průmysl **15**, 1969: 34
- [3] STEFANIAK, H. ST.: Brauwissenschaft **21**, 1968: 337 a **21**, 1968: 390
- [4] NIELSEN, H.: Brauwissenschaft **21**, 1968: 342
- [5] TRÜSTER, R.: Brauwissenschaft **22**, 1969: 141
- [6] SCHÖFFEL, F.: Brauwelt **108**, 1968: 412
- [7] KADLEC, J. - PROCHÁZKA, S.: Kvasný průmysl **15**, 1969: 183
- [8] VANČURA, M. - LEJSEK, T.: VÚPS Praha 1970, zkoušky s mletím chmele v provozních podmínkách
- [9] T. E. Brauwelt **109**, 1969: 1379