

Pasteurace piva

GASTON KLAZAR, MIROSLAV KAHLER
Pokusný pivovar, Praha-Braník

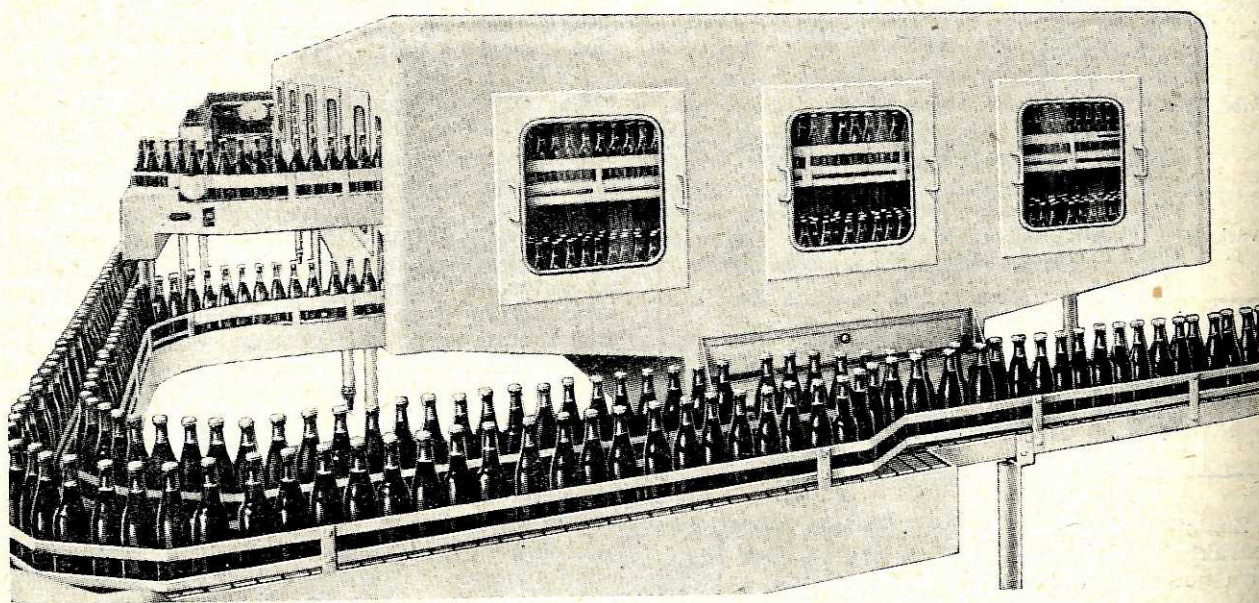
663.4:664.8.036.3

Ve většině států s moderní a vyspělou technikou se lahvové pivo běžně pasteuruje nebo steriluje filtrací, aby se zvýšila jeho biologická trvanlivost. Také u nás vlivem rychlého vzestupu konsumu lahvového piva a změněných podmínek v distribuci je třeba hledat vhodné cesty ke zvýšení jeho trvanlivosti. Z různých způsobů se jeví až dosud pasteurace jako postup nejjednodušší a nejúčinnější.

Pro domácí spotřebu lze vystačit s trvanlivostí pasteurovaného lahvového piva jeden měsíc, což je také minimální požadavek československé normy jakosti. Prodloužením trvanlivosti se umožní plynulejší zásobování distribučních středisek, sníží se ztráty a procento vráceného piva.

Účelem pasteurace je usmrtit nebo na delší dobu zastavit vývin kulturních kvasinek i jiných organismů, které zůstanou v pivě po filtraci. V praxi se pasteuruje buď průtokově, nebo přímo v láhvi. Při průtokové pasteuraci se dosáhne mezi deskami pasteuru rychlého prohřátí a ochlazení slabé vrstvy piva. Další stáčení do sterilních lahví za vyloučení reinfekce

pasturační době a spotřebě tepla a několika činitelích, především koeficientu prostupnosti tepla, viskozitě piva a tvaru láhve. Zvyšováním teploty piva se mění jeho specifická hmota a tím se dostává pivo do samovolného pohybu. Tento pohyb je závislý na poloze láhve v lázni, avšak převážně na viskozitě piva. Proto u piv s vyšším extraktem probíhá míšení chladnějších vrstev s teplejšími poněkud pomaleji. Velikost povrchu láhve úzce souvisí s jejím tvarem a obsahem. Malé láhve mají poměrně větší povrch než velké, takže při stejné pasteuraci době a teplotě se vyhřejí rychleji. Přejít tepla z lázně do piva, které je oddělené od teplé vodní lázně skleněnou stěnou láhve, je určen koeficientem prostupnosti tepla. Tento koeficient představuje množství tepla, které projde plošnou jednotkou stěny za jednotku času při tepelném rozdílu 1 °C. Během pasteurace zvětšuje pivo a láhev nestejně svůj objem, protože koeficient roztažnosti piva je mnohokrát větší než skla. Tlaky, které při tom v lahvích vznikají, jsou určeny nejen hrdlovým prostorem, ale



Obr. 1. Dvouetážový sprchový pasteur Hollstein-Kappert

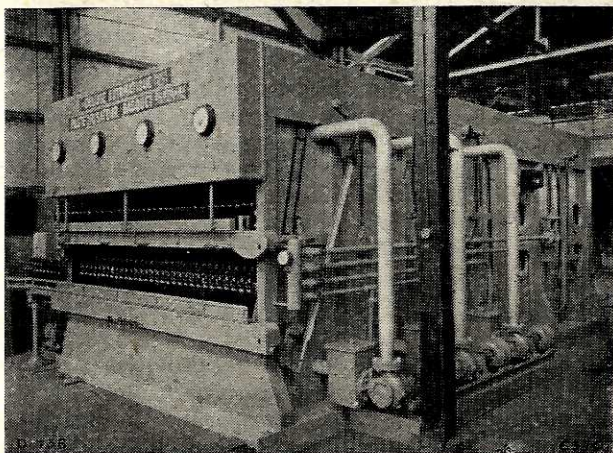
je obtížné. Pasteurace piva v láhvi má rovněž určité nevýhody, avšak je jistější a lépe vyhovuje provozním podmínkám. Při normální pasteuraci v láhvi se pivo zvolna vyhřeje během 30 minut na teplotu 58–63 °C a udržuje se při ní 20 až 30 minut. Poté se pivo opět ochlazuje na teplotu původní. Celý postup trvá přibližně 1½ až 2 hodiny.

Tepelná ekonomie je závislá na konstrukci pasteuru,

i množstvím vzduchu a obsahem kyslíčnicku uhličitého v pivě. Vlivem vyšší teploty se kyslíčnick uhličitý uvolňuje tak dlouho, dokud nenastane rovnováha mezi koncentrací rozpuštěných plynů v pivě a tlakem v láhvi. Při hrdlovém prostoru větším než 3 % z obsahu láhve vzniká v láhvi při pasteuraci tak nízký tlak, že se poruší koloidní rovnovážný stav, čímž se vyloučí část bílkovin a hořkých látek

z pěny, které se usadí v hrdle láhve v podobě hnědého proužku. Klesne-li hrdlový prostor pod 2,4 %, nastává nebezpečí, že korunkový uzávěr vysoký tlak již neudrží, nebo že láhev praskne.

Zvýšené tlaky v lahvích napomáhají též zastavení vývinu nebo usmrcení mikroorganismů. Při normál-



Obr. 2. Sprchový pasteur Gasquet

ním tlaku a stejné teplotě by bylo zapotřebí k dokonale pasteuraci piva delší doby. Pasteurační teplotu nelze příliš zvyšovat a dobu více prodlužovat vzhledem k nepříznivým účinkům na jakost piva. Jsou-li v pivě přítomny divoké kvasinky, mohou přežít někdy i pasteuraci, neboť jsou resistantnější než kvasinky kulturní.

Dobrá jakost lahvového piva vyžaduje, aby pivo v konečné fázi nepřišlo do styku se vzduchem. S tohoto hlediska je třeba považovat stáčení za nejdůležitější úsek pro zachování fyzikálně chemické rovnováhy piva. Nebezpečí spočívá v okysličením a z něho plynoucích nepříznivých účinků na kvalitu piva, ať již po stránce chuťové nebo vzhledové. Za daných okolností je těžké zabránit styku piva se vzduchem při stáčení do tlakových tanků a hlavně pak do lahví, protože v pivovarech jsou k dispozici převážně jen stroje starší konstrukce. Stočené pivo v láhvi obsahuje tedy určité množství vzduchu jednak rozpuštěného, jednak přítomného v hrdelním prostoru. Chemické a fyzikálně chemické pochody jsou závislé na látkách přítomných v pivě, dále na teplotě a na způsobu uskladnění piva. Výsledkem těchto pochodů jsou vždy nežádoucí zákal.

Pivo, které je koloidním roztokem, obsahuje vedle bílkovin sloučeniny snadno náchylné k oxydaci. Tyto látky se dostávají do piva ze sladu, chmele a převážně se tvoří při výrobě mladiny. Příčiny vzniku koloidních zákalů jsou různé. Všechny vysokomolekulární bílkoviny nejsou vždy koagulovatelné, takže s tříslovinami mohou tvořit nestabilní komplexy. Též oxydaci tříslovin na flobafeny se zvyšuje možnost srážení bílkovin. Avšak z roztoků čistých bílkovin (bez přítomnosti tříslovin) nevznikají okysličením sraženiny. Vyloučení komplexů z roztoku může také nastat změnou elektrického náboje bílkovin na povrchu hraniční oblasti dispergované fáze. Tato fáze, jež se stýká s okolním prostředím, má veliký povrch a proto se zde uplatňují většinou adsorpční jevy. Sulfhydrylové skupiny některých bílkovinných látek přechodem na disulfidické vazby umožňují rovněž tvorbu nerozpustných sloučenin. Kyselina křemičitá podporuje vznik oxydačních zákalů, není však přesně zjiš-

těno, zda to způsobuje organicky vázaná kyselina nebo některá její anorganická sůl. Všechny tyto pochody probíhají daleko rychleji při pasteuraci, protože se silně poruší koloidní stav piva.

Vedle oxydačních zákalů nastávají však v lahvo-
vém pivě ještě další změny. Především je to zvýšení barvy a zhoršení chuti, způsobené opět přítomným vzduchem. Typická chlebnatá příchut, která se obvykle projevuje u pasteurovaného piva, nevzniká podle De Clerka pouze pasteurací, ale též nevhodným uložením. I pivo nepasteurované, ostře filtrované přes Seitzův filtr, získává tuto příchut, je-li uskladněno při teplotách nad 15 °C. Čím déle je pivo ponecháno při vyšší teplotě, tím rychleji se projeví nepříjemná chlebnatá chuť. Při stáčení piva za vyloučení vzduchu, na př. předplněním tanků a lahví kyslíčnickem uhlíčitým, zůstává původní barva i chuť piva po pasteuraci nezměněna. Hlavním předpokladem pro zachování dobré chuti a nízké barvy je tedy správné uložení pasteurovaného piva při nízkých teplotách.

Enders připisuje při pasteuraci velký význam melanoidům. Podle autora jsou to různé aledhydy a diketony, které se tvoří při melanoidních reakcích a jež způsobují změnu barvy i chuti piva. Přidávkem sulfátů lze těmto reakcím zabránit, protože se váže aktivní skupina methylglyoxalová.

Jiným činitelem, který ovlivňuje chuť a vůni, je denní a obzvláště sluneční světlo. Světelné paprsky procházející snadno bezbarvým sklem, způsobují podle De Clerka změnu v chemickém složení piva a tím rychlé zhoršení chuti a vůně. Miškovský a jiní doporučují používat láhve tmavohnědé, protože adsorpční schopnost pohlcovat škodlivé paprsky u hnědého skla je vyšší než u skla zeleného.

Špatná jakost surovin a nedodržení technologického postupu má též vliv na fyzikálně chemickou stabilitu piva. Na příklad slady krátce vedené s vyšším obsahem bílkovin jsou méně vhodné pro piva určená k pasteuraci. Nedokonalé odstranění hořkých kalů a hlavně nízké prokvašení (vysoký extrakt), projevují se u piva větší náchylností k oxydaci. V praxi se často stává, že špatnou filtrací nebo zanedbáním biologické čistoty je třeba pasteurovat piva infikovaná. Za těchto okolností musí být zvýšena pasteurací teplota, event. prodloužena pasteurací doba, čímž vznikají ještě výraznější změny v chuti a vzhledu piva.

Normálně vyrobené pivo má poměrně nízkou fyzikálně chemickou trvanlivost, která se dá upravit různými stabilizačními přípravky. Přidávkem taninu, proteolytických přípravků a různých reduktorů lze z větší části zabránit chladovým zákalům, chuťovým změnám a oxydačním pochodům v lahvo-
vém pivě. Preparujeme-li pivo proteolytickými přípravky, má pasteurace ještě ten význam, že ve stadiu vyhřívání nastávají optimální podmínky pro působení proteáz a dokončuje se stabilizační proces.

Pro zachování jakosti pasteurovaného lahvového piva má velký význam druh obalu. Láhve určené k pasteuraci musí vyhovovat všem technickým požadavkům na jakost, při čemž nároky na tepelnou odolnost a na odolnost vůči vnitřnímu tlaku jsou podstatně větší než u lahví určených pro běžnou manipulaci. Zkušební podmínky jsou dány ČSN pro obalové sklo nápojové a lze konstatovat, že dodávané láhve (až na malé výjimky) těmto požadavkům vyhovují.

Pro srovnání uvádí tab. 1 několik příkladů rozbitného během pasteurace u lahví nových a lahví více-

Tabulka 1

Zkouška:	I.	II.	III.	IV.	V.
láhve nové	1,04%	1,20%	0,40%	0,80 %	0,75%
láhve oběhové	0,22%	0,08%	0,12%	0,06 %	0,15 %

Velmi důležitým činitelem u lahvého piva je korunkový uzávěr. Při nedokonalé konstrukci korunky nebo při nekvalitní vložce je láhev špatně utěsněna, během pasteurace uniká kyslíčník uhlíčitý a pivo zvětrá a ztrácí svůj charakter. Jaký vliv mají korunkové uzávěry na těsnost lahví a tím i na trvanlivost pasteurowaného piva je uvedeno v tab. 2. Zkouška těsnosti korunkových uzávěrů byla prováděna na předepsaném tlakovém zařízení, zkoušky trvanlivosti byly sledovány nejméně u 20 vzorků pasteurowaného piva (pasteurační teplota 62 °C).

Pokud jde o vztah mezi pasteurační teplotou a dobou pasteurace, udává Lüers tyto hodnoty:

teplota °C	57,5	58,5	60,0	61,0	62,5	63,5	65,0
dobu minut	22	21	20	19	18	17	16

Při minimálním dodržení těchto hodnot je zabezpečena biologická trvanlivost lahvého piva, nikoli však trvanlivost koloidní.

Tabulka 2

Korunka	Vložka	Střední tlak při zkoušce těsnosti atp	Netěsnost při pasteuraci %	Trvanlivost pasteurowaného piva dní
černý plech	lisovaný korek	4,3	20	26
černý plech	přírodní korek	12,3	4	34
černý plech	PVC	11,5	6	30
pocínovaný plech	lisovaný korek	5,1	16	27
zahraniční	lisovaný korek s Al folii	14,6	—	35
zahraniční	lisovaný korek s Al folii	14,8	—	34

Trvanlivost našich běžných nestabilizovaných konsumních piv je po pasteuraci 25 až 35 dní. Má tedy pasteurace piva nesporné výhody. Instruktivní je porovnání trvanlivosti stejných partií piv nepasteurovaných, filtrovaných jednak přes normální filtrační hmotu, jednak přes Seitzův filtr, a piv pasteurowaných. (Viz tab. 3.)

Tabulka 3

Trvanlivost piva	Pivo nepasteurované		Pivo pasteurowané
	normální filtrace	ostrá filtrace	
10° světlé	10 dní	21 dní	34 dní
10° světlé	10 dní	24 dní	36 dní
7° světlé	8 dní	18 dní	30 dní

Pasteurace lahvého piva vyžaduje vhodného pasteuračního zařízení. Ať se již používá jakéhokoli

systému pasteurů, vyhřívají a chladí se láhve většinou ve vodě. Původně se pasteurowalo v jednoduchých vanových pasteurech, v nichž prostup tepla nebyl stejnoměrný. Ve vanách se vyskytovaly značné tepelné rozdíly a ani cirkulaci vody pomocí čerpadla se stav nezlepšil. Poněkud lepší byly skříňové pasteury sprchové, avšak i u nich nebyla intenzita sprch všude stejná, takže v jednotlivých lahvích s pivem byly větší tepelné rozdíly. Oba tyto způsoby nebyly ekonomicky výhodné, při čemž vkládání a vyjímání lahví bylo pracné a nákladné.

Podstatně dokonalejší je pasteurace lahvého piva v ponorových komorových pasteurech (Gasquet, Anker). Komory tvoří systém, ve kterém cirkulující voda umožňuje výměnu tepla. Teplá voda od lahví pasteurowaných ohřívá studené láhve vložené a tím ochlazená voda chladí opět láhve pasteurowané. Cirkulaci vody se lépe vyrovnávají tepelné rozdíly v jednotlivých komorách a pasteurace je proto stejnoměrnější.

Nyní se všeobecně přechází k posuvným pasteurům tunelovým, ve kterých procházející láhve s pivem jsou ohřívány nebo ochlazovány intenzivním proudem vody z dobře propočítaného systému sprch (pásmo přehřívací, pasteurační, chladicí). Byla obava, že se u těchto pasteurů pohybem a otřesy lahví ještě zvýší nebezpečí oxydace piva a uvolnění vázaného kyslíčníku uhlíčitýho. Proto byly vyzkoušeny různé způsoby posunu, které by zaručovaly klidný a šetrný pohyb lahví. Dnes je tento problém vyřešen, takže není žádného rozdílu v jakosti piva, které bylo pasteurowáno v tunelovém nebo komorovém pasteuru. Tunelové pasteury mají proti jiným značné výhody při obsluze a v tom, že se může upravit doba vyhřívání nebo zchlazování. Využití tepla je velmi dobré, přesto však vývoj není ještě ukončen a stále se zlepšuje konstrukce trysek, omývání a prohřívání lahví. Často se používá u tunelových pasteurů k vyhřívání přímo páry nebo horkého vzduchu. Všechny nejnovější pasteury mají dokonale zařízení pro kontrolu teplot.

Vedle pasteurů lahvého piva používá se v určitých případech též pasteurů průtokových, které jsou výhodné pro snadnou manipulaci a plynulý chod. Zařazují se mezi filtr a stáčecí aparát. Pivo protéká v tenké vrstvě pod tlakem mezi deskami pasteuru a rychle se vyhřívá na potřebnou teplotu. Doba vyhřívání je velmi krátká (25—30 vteřin) a závisí na průtokové rychlosti. K dokonalemu ochlazení se používá solanky. V posledních dvou letech sledoval Jonsson důkladně vztahy mezi průtokovou rychlostí, tlakem, ztrátou kyslíčníku uhlíčitýho a chutí piva. Podle jeho provozních výsledků je pivo pasteurowané v průtokových pasteurech koloidně i biologicky stálejší než pivo pasteurowané v lahvích. Tlaky a teploty, které zjistil Jonsson (Proceedings EBC 1956) při pasteuraci jsou uvedeny v tabulce:

	tlak	teplota
při vstupu		
do pasteuru	6,5 kg/cm ²	0 °C
při pasteuraci	5,8 kg/cm ²	67—68 °C
při výstupu		
z pasteuru	2,0 kg/cm ²	0 °C

Průtokově pasteurowané pivo se může stáčet na běžném zařízení, musí však být zaručena technická čistota umytých lahví a sterilita stáčecího aparátu.