

22 PLADEPASTEURISERING

22.1 Procesidentifikation

Pladepasteurisering har til formål at inaktivere ølskadelige mikroorganismer i øllet og foretages umiddelbart inden steril aftapning. Ved steril aftapning kan øllet alternativt sterilfiltreres. Hvis der ikke er mulighed for steril aftapning, kan øllet pasteuriseres i de fyldte flasker i en tunnelpasteur.

22.2 Teknologi- og designbeskrivelse

Pladepasteurisering af øl foregår i en pladevarmeveksler på følgende måde:

- Det indgående øl pumpes til pladevarmeveksler og opvarmes af det udgående øl i den regenerative zone
- Øllet opvarmes yderligere af et varmemedium (hedtvand) i varmezonen til den endelige pasteuriseringstemperatur
- Temperaturen holdes ved, at øllet pumpes gennem et rør af passende længde (holdecellen)
- Trykket efter holdecellen forøges ved hjælp af boosterpumpe, og øllet køles herefter ned igen af det indgående øl i den regenerative zone
- Øllet køles eventuelt yderligere ned af et kølemedium (isvand, brine, glykol, sprit) i kølezonen til tappetemperatur
- En steril tank efter pasteuren fungerer som buffer, så pasteuren kan operere, selvom tappemaskinen skulle stoppe i kortere tid. Skulle buffertanken blive fuld, går pasteuren i recirkulation, hvorved øllet efter pasteuren føres tilbage til indgangen til pasteuren
- Opstart af en pladepasteur tager noget tid, før temperaturer og flow er stabiliseret. Det kan anbefales at indkøre og opvarme systemet med vand (på recirkulation) i stedet for med øl

22.2.1 Pasteuriseringseffekt

Hastigheden, hvormed mikroorganismer inaktiveres, afhænger af temperaturen og længden af det tidsrum, som pasteuriseringen foregår ved. En pasteuriseringsenhed (PU) defineres som den effekt, der fås ved 60°C i 1 minut.

Antallet af pasteuriseringsenheder beregnes efter formlen:

$$PU = \text{tid} * 1.393^{(\text{temp} - 60)}$$

Den eksponentielle opbygning af formlen med grundtallet 1,393 gør, at effekten øges med en faktor 10 når temperaturen øges med 7°C. Typisk holdes temperaturen i holdezone på 70-75 °C i nogle sekunder. PU er proportional med tiden, dvs. fordobles holdetiden,

fordobles PU. Holdetiden afhænger af pumpehastigheden og er generelt konstant. PU kontrolleres derfor alene ved at justere temperaturen i holdecellen.

Tabel 22.1 *Pasteuriseringseffekt (PU) ved forskellige temperaturer og tider.*

Pasteuriseringseffekt (PU) ved forskellige temperaturer og tider											
Temperatur °C	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80
1 minut	1	2	4	7	14	28	53	104	201	390	757
2 minutter	2	4	8	15	28	55	107	207	402	780	1.514

Generelt gælder, at jo mere alkohol, øllet indeholder, des færre PU er nødvendigt. Ligeledes gælder, at jo mere sukker øllet indeholder, des flere PU er nødvendigt. Typisk vil 10-15 PU være tilstrækkeligt for en udgæret pilsner med 5 vol % alkohol. Op til 200-300 PU vil være nødvendigt for maltøl.

22.3 Risikovurdering

Ved pladepasteurisering kan der være nogle kvalitetsmæssige risici:

- Gennemtrængning af varme- og/eller kølemedie til øllet
- Påbrænding i varmezonen
- Fremkomst af en brændt eller kogt smag i øllet
- Infektion af øllet efter pladepasteuren

Kvalitetsordning for mikrobryggerier Good Manufacturing Practice (GMP)

Udgave: 2
Revision: 2009-12-15
Initialer: KBM (DHI)

Tabel 22.2 Mulige problemer, årsager og korrigerende handlinger ved pladepasteurisering.

Fejl	Mulig årsag	Korrigerende handling
Øllets temperatur er for høj efter pasteurisering	Nedkølingen er ikke tilstrækkelig i afkølingszonen	Justering af kølemediets temperatur eller flow
	Opvarmningen er for stor i opvarmningszonen	Justering af opvarmningsmediets temperatur eller flow
	Fouling af pladevarmeveksleren	Fjerne aflejringer (CIP), inspicere varmeveksler
Temperaturen er for lav i holdecellen (underpasteurisering)	Opvarmningen er for lav i opvarmningszonen	Justering af opvarmningsmediets temperatur eller flow
	Fouling af pladevarmeveksleren	Fjerne aflejringer (CIP), inspicere varmeveksler
Temperaturen er for høj i holdecellen (overpasteurisering)	Opvarmningen er for høj i opvarmningszonen	Justering af opvarmningsmediets temperatur eller flow
Overpasteurisering (brændt, kogt smag)	Pasteuriseringstemperaturen er forkert	Kontroller styringen
	Øllet har stået stille i holdecellen for lang tid, er ikke ledt til kloak	Kontroller styringen
Mikrobiel infektion efter pasteuren	Pasteuriseringstemperaturen er forkert	Kontroller styringen
	Øllet er inficeret ved indtrængning af afkølingsmedie	Efterspænde, inspicere varmeveksler
	Ølledning efter pasteuren er inficeret (biofilm)	CIP, eller i værste fald ny rørføring ved for meget aflejring

22.4 Hygiejnisk design/GMP

Gennemtrængning af varme- og/kølemedie til øllet er et alvorligt problem, der skyldes, at pakningerne mellem kølepladerne er utætte.

Trykket på ølsiden af pladerne skal være større end trykket på mediesiden af pladerne. Dette opnås ved indsætte en boosterpumpe mellem den regenerative zone og varmezonen.

Påbrænding og dermed fremkomst af en brændt smag kan undgås ved ikke at bruge for høj temperatur af varmemediet.

En brændt eller kogt smag kan opstå som følge af overpasteurisering. Dette kan ske, hvis øllet går i recirkulation, eller hvis pasteuren er nødt til at stå stille i et tidsrum, og øllet

der ved udsættes for længerevarende temperaturpåvirkning i holdecellen. Dette undgås primært ved at installere en steril buffertank af passende dimension efter pasteuren. Pasteuren kan eventuelt styringsmæssigt programmeres, således at overpasteuriseret øl ledes til afløb i stedet for til buffertanken.

Infektion af øllet efter pasteuren kan kun undgås ved at holde hele ruten til tappemaskinen fri for mikroorganismer og i øvrigt gøre ruten så kort som mulig. Det kræver naturligvis steril aftapning at bibeholde pasteureringseffekten.

22.5 Overvågning

Der bør være monteret manometre på både ølsiden og mediesiden, således at man kan overvåge, at trykket er størst på ølsiden.

Termometre eller termofølere bør være installeret på ind- og udgangen og i holdezonen for at kunne beregne og kontrollere PU. Styring af opvarmning og nedkøling er kompliceret og bør være PLC-styret.

Kontrol af rengøringen af en pladepasteur er meget vanskelig. Pasteuren skal skilles ad, og plader og pakninger inspiceres i henhold til leverandørens anvisninger, fx én gang årligt. Hyppig adskillelse og samling af en pladevarmeveksler er tidskrævende og giver risiko for beskadigelse af plader. Et forøget trykfald over pladevarmeveksleren vil indikere opbygning af aflejringer og kan anvendes som daglig kontrol af kølerens stand.

22.6 Litteratur

Handbuch der Brauerei-Praxis, Karl-Ullrich Heyse, Getränke-Fachverlag Hans Carl, Abschnitt Flaschen-Abfüllung

Malting and Brewing Science, vol. 2, Hopped Wort and Beer, Hough, Briggs, Stevens & Young, section 20.6 Pasteurization

Wolfgang Kunze (1996), *Technology brewing and malting*, VLB Berlin. ISBN 3-921-690-34-X