

16 GÆRING OG LAGRING

16.1 Procesidentifikation

Denne procedure omhandler gæring og lagring af øl i konventionelle tanke og i cylindrokøniske tanke (CCTer).

16.2 Teknologi- og designbeskrivelse

16.2.1 Formål

Formålet med gæring og lagring af øl er at:

- omdanne de forgærbare sukkerarter til alkohol og kuldioxid
- sikre, at uønskede biprodukter ved gæringen kontrolleres og fjernes
- sikre, at de ønskede biprodukter dannes

16.2.2 Metoder

Gæring og modning af øl kan ske ved:

- Gæring i gærtanke og modning i lagertanke
- Gæring og modning i CCT

I begge tilfælde sikres de ønskede omdannelser ved:

- Mængde og type af gær samt beluftning
- Kontrol af tid og temperatur
- Kontrol af kulsyretryk

Begge processer kan gennemføres trykløst med efterfølgende tilsætning af sukker, tapning og modning i flaske eller fad.

16.2.3 Beskrivelse af processen

Efter indpumpning af den beluftede urt påsat gær i gærtank eller CCT går gæringen i gang. I starten tilpasser gæren sig det nye miljø, herefter opformeres gær, og derefter begynder omdannelsen af sukker til alkohol og kulsyre. I konventionelle gærtanke er processen trykløs den første tid eller hele tiden. I CCTer bør processen også være trykløs i starten (eller med et lille overtryk).

Flytning af øl til lagertank styres enklest ved måling af Plato under hensyntagen til erfaring, gærtype og ønsket lagertid. Flyttes øllet i uklar tilstand med en lille mængde restekstrakt, kan kulsyretryk opbygges i lagerkælder. Flyttes blankt øl, må bevaring af kulsyre sikres.

Kvalitetsordning for mikrobryggerier

Good Manufacturing Practice (GMP)

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

Afhængig af gærtype, øltype, ønsker om fjernelse af uønskede biprodukter og/eller ønsker om dannelse af smagsgivende biprodukter fastlægges en ønsket tid og temperaturprofil. Denne korrigeres efter behov.

16.3 Risikovurdering

Tabel 16.1 Mulige problemer, årsager og korrigerende handlinger ved gæring og lagring.

Problem/konsekvens	Mulig årsag	Korrigerende handling
Brygget kommer for sent i gang med gæring	Der er tilsat for få gærceller Gæren er inaktiv eller død Urten var for kold Besværlig gær Gæren er udhungret med hensyn til essentielle aminosyrer eller sporstoffer	Større mængde gær Sikring af, at beluftning af gæren sker maksimalt fire timer før tilsætning Opbevaring af gær ved korrekt temperatur Bedre beluftning af gæren inden påsætning Skift gær ved næste bryg – den er degenereret Tilpas urtemperatur med gærtype Der er stor forskel på de forskellige gærtyper. Det er vigtigt at finde en pålidelig gær med de egenskaber i øvrigt, der ønskes Gæren har brug for kvælstofforbindelser og bl.a. zink for dannelse af nye gærceller. Disse emner er normalt til stede via råvarerne fra bryghuset. Manglende kvælstofforbindelser eller zink vil manifestere sig som sløv/manglende formering efter gentagen anvendelse af en gærstamme
Gæring forløber langsomt eller går i stå før ønsket. Plato er opnået	Gæren er degenereret Der er for lidt gærning i urten Beluftningen er utilstrækkelig	Skift gær ved næste bryg Korriger råvaresammensætningen Korriger mæskeprogrammet Kontroller og tilpas beluftningen
pH stiger ved slutningen af gæringen	Besværlig gær Der er anvendt for meget gær/autolyse	Find en anden og mere pålidelig gær Reducer gærtilsætningen Tilpas gærings- og modningstiden
Smagsfejl: <ul style="list-style-type: none"> • Lukket sur • For lav bitterhed • Flad kønsløs 	Lav redox/for meget ilt For varm gæring For tidlig gærhøst	Kraftig gæring Alt der forhindrer luft til tanken Koldere gæring Senere gærhøst

Kvalitetsordning for mikrobryggerier Good Manufacturing Practice (GMP)

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

Problem/konsekvens	Mulig årsag	Korrigerende handling
<ul style="list-style-type: none"> Grovbitter/hård smag og dårligt skum Diacetyl/smør 	<p>For sen gærhøst/autolyse</p> <p>For lidt gær i kontakt med øllet ved slutningen af gæringen</p> <p>Forkert tid/temperaturforløb</p> <p>Oxidation</p>	<p>Tidligere gærhøst</p> <p>Vælg en mindre flokkulerende gær</p> <p>Korriger tid/temperaturforløb i tanken</p> <p>Undgå luft i øllet</p>
Infektion i øllet	<p>Dårlig proceshygiejne</p> <p>Inficeret gær</p> <p>Inficeret beluftningsluft</p> <p>Der er gået for lang tid inden gæringen gik i gang</p> <p>Dårlig hygiejne i omgivelser</p> <p>Dårlig personlig hygiejne</p> <p>Manglende træning i håndteringen</p> <p>Øllet er for følsomt til anlæg og omgivelser</p>	<p>Trinvis gennemgang af udstyr, proces, rengøring og desinfektion</p> <p>Kontrol af gær og gærhåndtering</p> <p>Kontrol af luft til beluftning (kompressor, filtre)</p> <p>Anvendelse af ren ilt til beluftning, da denne er steril</p> <p>Optimer, gær, gærkondition, nedsvalingstemperatur, beluftning, urtsammensætning</p> <p>Indblæsning af kimfiltreret luft i lokalet, hvis der forekommer åbne processer</p> <p>Arbejdstøj bør vaskes ved minimum 60°C</p> <p>Den personlige hygiejne effektiviseres</p> <p>Træning</p> <p>Vælg øltyper med højere alkohol og bitterhed</p>

16.4 GMP

16.4.1 Gærpåsætning

Gæren tilsættes normalt ved dosering i urtledningen. Under ”små” forhold er det i orden at hælde den godt omrørte eller omrystede gær ind i bunden af en cylindronisk tank. Hvis gæren er meget tyk, skal den forinden røres op i lidt (steril) urt eller vand.

Der tilsættes normalt 15-30 mio. gærceller pr. hl urt svarende til ½-1 l tykgær pr. hl. Til små tanke bør tilsættes 1 l tykgær pr. hl. Til stærk stout og barley wine m.m. bør tilsættes den dobbelte mængde. Gærmængden kan kontrolleres ved mikroskopi med tællekammer, men lidt god erfaring rækker også.

Valg af gær samt forbehandling af gæren inden påsætning omtales i Kapitel **Error! Reference source not found.** ”Propagering”.

16.4.2 Beluftning

Der skal altid sikres rigelig beluftning. Dette opnås ved at tilføre 10 gange den nødvendige mængde, hvilket er 30 l luft pr. hl. Ren ilt kan også anvendes. Ren ilt har den fordel, at den er steril. Beluftning omtales i øvrigt i Kapitel **Error! Reference source not found.** "Beluftning".

16.4.3 Styring af tid og temperatur

Ved styring af tid og temperatur for gærings- og modningsprocesserne er det vigtigt at iagttage, at det er styringen, der skal indpasses efter processerne, og ikke omvendt. Det er derfor vigtigt at følge med i tankprocesserne.

Dette opnås bedst ved måling af Plato og pH. Desuden bør man lære øllets udseende, smag og lugt at kende i de forskellige stadier.

For at sikre en holdbar øl er det under alle omstændigheder vigtigt, at der ikke er forgærlig ekstrakt tilbage, når øllet tappes (flaskemodnet øl selvfølgelig undtaget), men ellers er der meget vide rammer for procesforløbet, især afhængig af ønsker om smagsprofil, tilgængeligt udstyr og økonomi.

16.4.4 Styring af kulsyre

Ved fastlæggelse af strategien for trykforholdene under gæring og modning er det vigtigt at være opmærksom på, at der under maltningen, mæskningen og den indledende gæring dannes stoffer, der smager dårligt og som kan påvirke det færdige øls kvalitet. Disse stoffer udvaskes under gæringen, og dette sker bedst, hvis den indledende gæring foregår trykløst eller under et svagt overtryk.

Overgær er følsom overfor kulsyre. Også af denne grund bør kulsyretrykket først bygges op, når det er nødvendigt.

Ved pumpning af øllet og ved taping tabes der kulsyre. Dette tab kan kun fastlægges ud fra erfaring med det aktuelle udstyr.

Styring af kulsyreindholdet i øllet skal fastlægges efter det ønskede niveau i det færdige øl (typisk 0,5%) plus tabet.

Ved fastlæggelse af sluttryk i tanken skal iagttages, at ligevægtstrykket for kulsyre varierer med temperaturen. Ved 1°C kan der opløses 0,321%, mens der ved 20°C kan opløses 0,169%.

Ændringerne i opløselighed af kulsyre i øl med temperaturen er ikke lineær og skal findes i et opslagsværk. 0,514% kulsyre udøver fx et tryk på 3,04 bar ved 20°C. Ændringerne i opløselighed af kulsyre i øl med trykket er lineær efter Henry's Lov:

Ved 1,6 bar (0,6 bar overtryk) kan der opløses $0,321 \times 1,6 = 0,514\%$ kulsyre.

16.4.5 Pumpning af øl til lagerkælder

Øllet pumpes normalt til lagerkælder, når det har opnået en Plato omkring 3,5-4, meget afhængig af øltype og gær. Desuden er slutplato i gærtanken afhængig af den valgte strategi for kulsyreopbygning i øllet.

Øllet pumpes ofte uklart og med relativt høj Plato, når der ønskes en kort lagertid, når lagerkælderens er kold, og når gærtanken er stor.

Øllet pumpes ofte klart og med relativt lav Plato, når der ønskes lang lagring, når kælderens er varm, og når gærtanken er lille.

Den valgte strategi for pumpning af øl fra gærkælder til lagerkælder kan kun fastlægges ud fra erfaring på det enkelte bryggeri.

16.4.6 Diacetyl

Diacetyl (vicinale diketoner) giver øllet en sødlig smøragtig aroma. Diacetyl dannes i forbindelse med gæringen, og det omdannes efterfølgende af gæren til forbindelser, der ikke påvirker øllets smag. Dannelse af diacetyl øges kraftigt ved oxidation af øllet. Omdannelse af diacetyl øges meget ved højere temperatur og ved god kontakt med gæren.

Diacetyl kontrolleres bedst ved at vælge en gær, der ikke er for kraftigt flokkulerende og ved at styre temperaturen i øllet. Desuden skal man undgå oxidation.

Færdigmodnet øl, der smager af diacetyl, kan reddes ved at ompumpe øllet for at skabe kontakt med gæren og ved at hæve temperaturen i tanken.

16.4.7 Oxidation

Gærens forbrug af opløst ilt i urten er tæt forbundet med øllets redoxpotentiale. Redoxpotentialet kan måles direkte og angives med rH-værdien. Der ønskes øl med en lav rH-værdi og tilsvarende et lavt indhold af opløst ilt.

Efter beluftning af urten skal man i alle processer sikre, at øllet ikke udsættes for ilt. Dette gælder især, når øllet pumpes og tappes eller på anden måde håndteres. Af hensyn til øllets rH-værdi bør man foretrække anvendelse af cylindrokroniske tanke eller i det mindste anvende lukkede gærtanke. En kraftig gæring giver lave rH-værdier.

16.4.8 Hygiejne

Infektion i forbindelse med gæringen resulterer med sikkerhed i inficerede bryg, der skal kasseres. Det er derfor vigtigt at tænke hygiejne ind i alle procestrin. Personlig hygiejne er vigtig og alt arbejdstøj skal være vasket ved 60°C.

16.5 Overvågning

Tabel 16.2 Relevante overvågningsparametre ved gæring.

Parameter	Vejledende niveau	Målefrekvens
Plato	Afhængig af øltype	Plato bør følges under gæringen

Kvalitetsordning for mikrobryggerier Good Manufacturing Practice (GMP)

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

Alkohol	Afhængig af øltype	Beregnes ud fra Plato-målinger Måles eksternt efter behov
pH	Omkring 4,2-4,4	Lejlighedsvis
Tryk/kulsyre		Følges i alle bryg
Diacetyl Lugt, smag og udseende Ilt Mikrobiologi	Maksimum 0,1 mg/l	Ekstern analyse efter behov Alle bryg følges Gennemmåling af anlæg, hvis man kan låne en iltmåler Normalt ekstern analyse efter behov

16.6 Litteratur

W. Kunze (2004), *Technology Brewing and Malting*, VLB Berlin, 3rd edt.

Personlige notater og erfaring