

## **8 MÆSKNING**

### **8.1 Procesidentifikation**

Denne procedure omhandler den enzymatiske (og eventuelt termiske) omdannelse af maltens bestanddele til sukkerstoffer, proteiner o.a. fra opblanding af stivelseskilderne i vand til separering af den færdige urt fra restmasken i sikarret.

### **8.2 Teknologi- og designbeskrivelse**

#### **8.2.1 Formål**

Formålet med mæskeprocessen er:

- a) Enzymatisk og eventuelt termisk omdannelse af råvarernes stivelse til forgærbare og ikke-forgærbare sukkerstoffer
- b) Nedbrydelse af proteiner til aminosyrer
- c) Nedbrydelse af  $\beta$ -glucaner
- d) Fremstilling af en brygurt med et afbalanceret indhold af gærnæringsstoffer

#### **8.2.2 Principper**

Malten indeholder naturlige enzymer, der omdanner maltens (og eventuelt råfrugts) indhold af kulhydrater og proteiner til mindre sukkerarter og aminosyrer. Enzymerne har forskellige optima med hensyn til temperatur og pH. Ved yderligere opvarmning vil enzymerne inaktiveres og enzymvirkningen mindskes eller ophøre. Korrekt omdannelse af råvarerne under mæskningen er vigtig for en optimal gæringsproces samt for øllets endelige kvalitet.

Tabel 8.1 Enzym optima og inaktiveringstemperaturer.

Enzym	pH-optimum	Temperatur-optima [°C]	Inaktiv temperatur [°C]
$\alpha$ -amylase	5,6-5,8	70-75	80
$\beta$ -amylase	5,4-5,6	60-65	70
Proteinase		45-55	
$\beta$ -glucanase		45-50	

Mæskeprocessen kan opdeles i to grundprincipper:

- a) Infusionsmæskning, hvor hele brygget opvarmes samlet i ét kar efter en fastsat temperatur/tidsprofil. Infusionsmæskning er relativt simpelt (udstyrsmæssigt) men sætter visse begrænsninger med hensyn til opvarmningshastighed.

Infusionsmæskning kan opdeles i stepvis infusion, hvor det er muligt at basere mæskeprogrammet på flere forskellige temperaturforløb (forudsætter at mæskekarret er forsynet med opvarmning og temperaturregulering), og ”single step”, hvor det kun er muligt at opvarme masken med det tilsatte brygvand og dermed benytte én mæsketemperatur samt udmæskning.

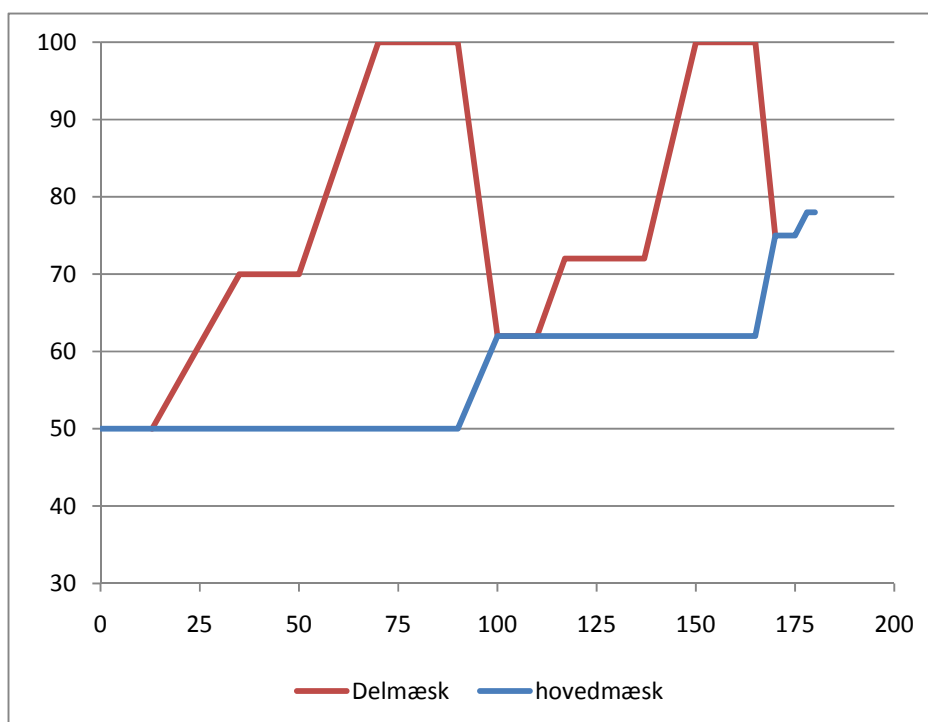
- b) Dekoktionsmæskning, hvorved en delmask opvarmes (eventuelt til kogning) og pumpes tilbage til hovedmasken, hvorved temperaturen ændres momentant. Dekoktionsmæskning er mere kompliceret (udstyrsmæssigt) men giver flere friheder med hensyn til mæskeprogrammet. Ud over den enzymatiske forsukring giver dekoktionsmæskning fordele ved også at tilbyde termisk nedbrydning af stivelsen ved kogning.

Dekoktionsmæskning kan med fordel anvendes, når opskriften er baseret på mange mørkere maltyper, eller hvis der er tvivl om den anvendte malts kvalitet.

En kombination af infusion og dekoktion ses også, hvorved 1-2 opvarmnings/kogetrin på malt og råfrugt er indført, mens resten af opvarmningen sker samlet i mæskekarret.

Uanset mæskningsmetode kan der forud for mæskekarret indføres et *indmæskningstrin*, hvorunder den knuste malt (skråen) blandes med vand. Fordelen ved våd indmæskning er en hurtigere mæskeproces og en opblanding uden klumpdannelse.

Et eksempel på en dobbelt dekoktionsproces kan være som anført her. Opvarmningshastigheder, mængder og holdetider afhænger af udstyr samt af det ønskede mæskeprogram.



Figur 8.1 Eksempel på mæskeprogram.

### 8.2.3 **Beskrivelse af processen**

Mæskeprocessen kan bestå af følgende tre enzymatiske reaktioner:

- 1) Amylolysen: Omdannelse af stivelse til sukkerstoffer.
- 2) Proteolysen: Omdannelse af proteiner til frie aminosyrer.
- 3) Cytolysen: Nedbrydning af kornets cellevægge.

Proteolysen er stadigvæk anvendt på mange bryghuse i form af en proteinpause i temperaturintervallet 50-55°C, men ellers er denne og cytolysen i dag noget, der primært foregår på malteriet.

Amylolysen foregår i temperaturintervallet 60-72°C. Den enzymatiske nedbrydning sker hovedsageligt via de to enzymer  $\alpha$ -amylase og  $\beta$ -amylase.

$\alpha$ -amylasen nedbryder stivelsen til saccharider med 6-7 glucosemolekuler (ikke-forgærbare glucaner og dextriner).

$\beta$ -amylasen nedbryder stivelsen direkte til forgærbare maltosemolekyler.

$\beta$ -glucanase nedbryder  $\beta$ -glucan, der ikke kan forgæres, og som har en negativ effekt i sikarret (viskositetsforøgelse).

### 8.3 **Risikovurdering**

Mæskningen kan afstedkomme følgende kvalitetsmæssige problemer og risici:

- Ufuldstændig stivelsesomsætning (iodpositiv efter afsluttet mæskeprogram)
- Lav forgæringsgrad (sød smag)
- Høj forgæringsgrad (tør smag)
- Utilsigtet smags- og farvepåvirkning i mæskekarret
- Dårlig smagsstabilitet i færdigt øl
- Høj viskositet/problemer i sikarret
- Dårligt skum i det færdige øl

Tabel 8.2 Mulige problemer, årsager og korrigerende handlinger ved mæskningen.

Fejl	Mulig årsag	Korrigerende handling
Ufuldstændig stivelsesomsætning (iodpositiv efter afsluttet mæskeprogram)	Utilstrækkelig koncentration af stivelsesnedbrydende enzymer i råvareblandingen Utilsigtet termisk denaturering af maltenzzymer For kort mæsketid  Klumpdannelse i mæskekarret Grov knusning af stivelsesråvarer	Hvis der anvendes umaltede stivelseskilder i opskriften, reduceres andelen af disse Kogning (forklistring) af tilsat råfrugt Forlænget mæsketid, eventuelt ved lavere temperatur Kraftigere omrøring/sikring af, at alle klumper røres ud Indstilling af kortere valseafstand
Lav forgæringsgrad (sød smag) Høj forgæringsgrad (tør smag)	For høj/for lav mæsketemperatur	Ændre mæskeprogram
Utilsigtet smags- og farvepåvirkning i mæskekarret	Påbrændinger på varmelegemer	Afrensning af varmelegemer
Dårlig smagsstabilitet	Iltning under mæskning Tyk mæsk (øget indhold af polyphenoler) Indhold af umættede fedtsyrer	Se afsnit om iltbelastning Ændret mæsktykkelse  Lavere andel af fede råvarer (fx havre, majs)
Lav skumstabilitet i færdigt øl	For høj nedbrydelse af skumstabiliserende proteiner (for langt stop omkring 50°C)	Ændre mæskeprogram (kortere proteinpause)
Høj viskositet/problemer i sikarret	Utilstrækkelig nedbrydelse af $\beta$ -glucan	Ukorrekt valsning For kort stop omkring 50°C

## 8.4 Hygiejnisk design/GMP

### 8.4.1 Design af mæskekar

Mæskekarret kan være konstrueret som kombineret mæske-/sikar eller som mæskekar med omrøring og konisk bund.

Mæskekarret bør have en størrelse, der rummer tilstrækkelig mængde råvare til at fremstille en stamurt på 18-20° Plato.

Hvis der anvendes multiple step infusionsmæskning, skal mæskekarret være forsynet med en varmekilde og et røreværk, der er tilstrækkeligt effektivt til at "vende" masken. Opvarmning kan ske med damp/hedtvand, eller med elektrisk varmelegeme. Mæskekarrets

varmekilde bør have kapacitet til at opvarme hele mæsken 1°C pr. minut. Er dette ikke muligt, vil det være vanskeligt at udnytte fordelene ved trinvis mæskning, idet stivelsesomdannelsen kan være tilendebragt, inden man når den ønskede mæsketemperatur.

Det er vigtigt, at mæskekarret forsynes med et kort afløb med høj lysning til maskumpen, således at man får et let udløb, også ved tyk mæsk.

#### **8.4.2 Styring af mæskeprocessen**

Når der anvendes *single step* mæskning, styres temperaturen i mæskekarret udelukkende ved hjælp af temperaturen på det anvendte mæskevand. I praksis vil man opvarme mæskevandet til en temperatur nogle grader over den ønskede mæsketemperatur, og ved opblanding med den koldere malt vil blandingen stabilisere sig på en given mæsketemperatur. Man vil ofte recirkulere urten under mæskningen, hvilket vil medvirke til at give en ensartet temperatur gennem hele mæskeprocessen. Overdreven cirkulation eller omrøring især i åbne kar kan resultere i uønsket iltoptagelse.

Ved *single step* afslutter man mæskeprocessen (enzymstop) ved at eftergyde med varmt (typisk 78-80°C) vand.

Ved *single step mæskning* er bryggeren helt afhængig af sin erfaring fra tidligere bryg for at kunne lave et ensartet produkt fra gang til gang, og det er nødvendigt at tage hensyn til forhold som fx varierende temperatur af procesudstyr og råvarer.

Ved *trinvis infusionsmæsk* har bryggeren via sin temperaturstyring fuld kontrol over temperaturforløbet i mæskekarret.

Mæskeykkelsen har en vis betydning for enzymaktiviteten og fordelingen mellem  $\alpha$ - og  $\beta$ -amylase. Kvalitetsmæssigt er en tynd mæsk (vand/råvare >3,5) optimal, men af procesmæssige hensyn vil man ofte vælge at brygge med en tykkere mæsk.

#### **8.4.3 Styring af pH**

pH vil især ved brygning af mørkere øltyper naturligt indstille sig på det for enzymfunktionen optimale 5,4-5,6. Ved brygning med lyse malte kan det være aktuelt at sænke pH med en syre. I konventionelle bryg kan anvendes fosforsyre af levnedsmiddelkvalitet, dette er dog ikke tilladt i økologiske produkter, hvorfor der her anvendes en mælkesyrekultur fremstillet på basis af uhumlet urt og rå malt.

#### **8.4.4 Hygiejne**

Når mæskningen er tilendebragt, og brygget er overført, skylles efter med varmt vand således at karret og rørstrækninger er rene. Vandet kan pumpes til kogekarret eller opsamles til næste bryg (indmæskning).

For at sikre at såvel kar som rør og pumper i bryghuset er uden påbrændinger og belægninger rengøres hele bryganlægget med jævne mellemrum med varm (80°C) lud. Husk også at vaske/skylle låg og aftrækskanaler. Efter denne behandling skylles grundigt med rent vand, inden der brygges på anlægget.

## Kvalitetsordning for mikrobryggerier Good Manufacturing Practice (GMP)

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

Hvis mæskekarret er forsynet med et indmæskningstrin, hvor malt og vand forblendes, er det afgørende vigtigt, at denne procesdel rengøres grundigt efter hvert bryg idet den er et oplagt sted for mikrobiel vækst.

### 8.5 Overvågning

Følgende parametre bør måles og kontrolleres for at sikre en korrekt mæskning, se Tabel 8.3.

Tabel 8.3 Relevante overvågningsparametre ved mæskning.

Parameter	Vejledende niveau	Målefrekvens
Mæsktykkelse kg vand : kg råvarer	3,0-4,0 (3,5)	Ved opblanding Resultat anføres i bryglog
pH	5,4-5,6	Ved start mæskeprogram og efter eventuelt tilsætning af syre. Resultat og eventuelt tilsat syre/base anføres i bryglog
Reststivelse - iodprøve	Negativ	I slutning af mæskeprogram Resultat anføres i bryglog
Gravity stamurt (Plato, OG)	Ifølge opskrift	Ved fraløb Resultat anføres i bryglog

### 8.6 Litteratur

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

Karl-Ullrich Heyse, *Handbuch der Brauerei-Praxis*, 3. Auflage, 1995

Kursusmanual, Diplombryggerkursus 2008-09, Den Skandinaviske Bryggerhøjskole