

## **11 ILTOPTAGELSE I BRYGHUSET**

### **11.1 Procesidentifikation**

Dette afsnit beskriver de forhold, hvorunder der sker iltoptagelse – bevidst eller ubevidst – i bryghuset og konsekvenserne heraf, samt de mulige handlinger og tiltag til minimering af iltoptagelse i bryghuset.

### **11.2 Iltning/oxidering**

Langt størstedelen af iltoptagelsen i forbindelse med den totale brygprocedure – herunder den del der udelukkende har med bryghuset at gøre – må i første omgang betragtes som værende uønsket ud fra en GMP-mæssig betragtning.

Dette skyldes iltens evne til at gå i kemisk forbindelse med et stof (oxidation), hvorved der sker en nedbrydning af stoffet. I praksis opleves dette som smags- og aromatab/ændring i det færdige produkt, men også faktorer som holdbarhed/Shelf life (der falder) og ikke mindst farven på færdigvaren (der øges på grund af Maillard-reaktionen) påvirkes af oxidering.

I det følgende anvendes termen ”iltning” som dækkende for iltoptagelse/tilførsel af ilt, samt ”oxidering” som dækkende for reaktionen/effekten af iltningen.

### **11.3 Risikovurdering**

Kvalitetsmæssig risikovurdering i relation til de enkelte procestrin i bryghuset:

#### **11.3.1 Valsning**

I forbindelse med valsningen af malten/kornet, øges iltningen af malten/kornet betragteligt, hvilket bl.a. betyder accelereret tab af smags- og aromastoffer, men også de naturligt forekommende fedtsyrer i malten/kornet udsættes for øget oxidation (harskning). Hvorvidt enzymerne i basismaltene også påvirkes af oxidering, savnes der indtil videre reel dokumentation for, men må anses for plausibelt.

#### **11.3.2 Indmæskning**

Ved introduktionen af malten/kornet til mæskevandet er der øget risiko for iltning, alt afhængigt af indmæskningsmetoden grundet den fysiske påvirkning ved sammenblandingen.

Risikoen for oxidation øges endvidere af temperaturen (HSA = Hot Side Aeration), i dette tilfælde på indmæskningsvandet, hvor begrebet ”øget temperatur – øger risikoen for oxidation” gør sig gældende.

### **11.3.3 Mæskning**

Alt afhængig af den anvendte mæskemetode og konstruktionen af mæskekarret kan iltningen af mæsken være forskellig, med eventuel øget risiko for oxidering af urten.

Dekoktionsmæskning (Decoction mashing), hvor en del af mæsken fjernes fra mæskekarret og senere, efter opvarmning og kogning, tilføjes igen, må i den henseende anses for at have størst risiko for oxidering af mæsken.

Endvidere vil en eventuel omrøring eller recirkulation (HERMS = Heat Exchange Recirculating Mash System & RIMS = Recirculating Infusion Mash System) af mæsken kunne bidrage til øget iltning, med baggrund i den øgede fysiske påvirkning af mæsken.

### **11.3.4 Transport af mæsk til sikar**

Såfremt mæsken efter endt mæskning skal overføres til et separat sikar, øges risikoen for iltning af mæsken.

Denne transport af mæsk sker typisk ved hjælp af anvendelse af pumpe, hvor blot den øgede fysiske påvirkning af mæsken indebærer øget risiko, men også hastigheden hvorved mæsktransporten foregår. Ved højere hastigheder er der øget risiko for kavitation i pumpehuset og/eller turbulens i rørføringer, hvorved iltningen øges betragteligt.

Endvidere er selve afleveringen af mæsken i sikarret forbundet med risiko for øget iltning, hvor en ældre metode med tilførsel fra toppen af sikarret, hvor mæsken falder direkte ned på bunden af sikarret, er forbundet med kraftig iltning af mæsken.

### **11.3.5 Sining og eftergydning**

I forbindelse med siarbejdet opstår risikoen for iltning i forbindelse med recirkulation i starten af urtfraløbet og i forbindelse selve urtfraløbet.

Recirkulationen af urten med henblik på at "sætte" mæsken og klare urten sker typisk ved hjælp af pumpe, hvor de under afsnit 10.3.4. nævnte forhold gør sig gældende. Endvidere er returneringen af den "uklare urt" til mæsken også forbundet med øget risiko for iltning af mæsken.

Alt afhængig af sikarskonstruktionen, er der ved urtfraløbet øget risiko for iltning, såfremt dette sker under større fysisk påvirkning, som fx ukontrollerede fald fra stor højde hvad enten dette sker i fri luft eller i lukkede rørsystemer.

### **11.3.6 Transport af urt til urtkedel**

Samme forhold som nævnt under afsnit 10.3.4. gør sig gældende ved transport af urt til urtkedlen.

### **11.3.7 Urtkogning**

Selve urtkogningen er forbundet med lav risiko for iltning, idet kogningen i sig selv udskiller ilten fra urten, hvilket modarbejder en eventuel iltning.

Dog kan en urtkedelkonstruktion med omrøring, der har til hensigt at imødegå karamelisering grundet for hastig/kraftig eller ujævn opvarmning, ske ved en sådan fysisk kraft at der er risiko for iltning.

#### **11.3.8 Transport af urt til whirlpool**

Samme forhold som nævnt under afsnit 10.3.4. gør sig gældende ved transport af urt til whirlpool.

Dog er de i afsnit 10.3.4. nævnte risici ret så markante, da en hensigtsmæssig anvendelse af whirlpoolen indebærer høj pumpehastighed (højt urtflow) og ikke mindst ved selve afleveringen af den kogende urt i whirlpoolen, der typisk sker ved en tangentielt monteret rørføring.

Såfremt brygssystemet formår at opretholde en tilstrækkelig høj temperatur på urten under og efter overførslen til whirlpoolen (tæt på kogepunktet), modvirkes iltningen dog af den høje temperatur som nævnt under afsnit 10.3.7.

#### **11.3.9 Whirlpool**

Urtopbevaring i whirlpool bidrager ved korrekt anvendelse, ikke med iltningensmæssige risici.

#### **11.3.10 Transport af urt til nedsvaling**

Samme forhold som nævnt under afsnit 10.3.4. gør sig gældende ved transport af urt til nedsvaling.

#### **11.3.11 Nedsvaling**

Uhensigtsmæssig iltning af urten i forbindelse med nedsvalingen begrænser sig til nedsvalingskonstruktioner, hvor nedsvalingen sker med en utilstrækkelig hastighed i forhold til tid. Der er i så fald tale om defekt varmeveksler herunder utætheder i samme, utilstrækkelig tilførsel af kølemedie eller forældet udstyr som berislingskøler, hvor urten under nedsvaling eksponeres for luft i det fri.

Dog kan en nedsvalingskonstruktion, hvor urten bevidst beluftes (iltes med ren oxygen eller steril luft) umiddelbart inden tilførsel til varmeveksler, muligvis øge risikoen for oxidering på trods af den korte eksponeringstid inden nedsvaling, men der savnes dokumentation herfor.

### **11.4 Hygiejnisk design/GMP**

Tiltag og fokuspunkter til minimering af iltoptagelse i bryghuset:

#### **11.4.1 Valsning**

Det bør tilstræbes, at valsningen foregår umiddelbart inden anvendelsen – i praksis maksimalt 24 timer før, medmindre det valsede malt/korn opbevares under iltfattige forhold.

Der savnes dog dokumentation for tidsfaktoren i denne forbindelse, hvorfor ovenstående indtil videre må betragtes som god praksis.

#### **11.4.2 Indmæskning**

Sammenblandingen af mæskevand og malt/korn bør foregå under mindst mulig fysisk påvirkning. I praksis betyder dette, at malten/kornet tilføres umiddelbart over mæskevandet, således at plask fra stor højde minimeres.

Endvidere bør en eventuel omrøring ske i et sådant tempo, at mæsken ikke unødigt plaskes.

#### **11.4.3 Mæskning**

Det tilstræbes at behandle mæsken så skånsomt som muligt, gennem minimering af fysisk påvirkning.

I praksis ved at en eventuel omrøring sker i et sådan tempo, at mæsken ikke unødigt plaskes, samt at en given recirkulering (HERMS & RIMS system) foregår mest skånsomt ved dels at tilpasse pumpehastigheden samt sikre, at returneringen af mæsken til mæskekarret foregår under mæskoverfladen.

#### **11.4.4 Transport af mæsk til sikar**

Det skal tilstræbes at afpasse pumpehastigheden (mæskflowet), således at kavitation og/eller turbulens undgås, samt at afleveringen af mæsken til sikarret foregår fra bunden.

#### **11.4.5 Sining og eftergydning**

Recirkulationen bør foregå langsomt (også af andre hensyn), således at eventuel kavitation og/eller turbulens af urten begrænses. Ligeledes skal urten returneres til mæskekarret under mæskoverfladen.

Urtfraløbet skal ske så kontrolleret som muligt, hvor plask med urten begrænses mest muligt. Eventuelt kan urtfraløbet simpelt kontrolleres (differenstrykket) ved hjælp af et ”U-formet” rør (Svanehals). Foregår urtopsamlingen ved hjælp af en buffertank eller lignende, skal udløbet placeres så tæt på bunden som muligt.

Anvendes der omrøring af mæsken under siningen, tilpasses hastigheden på knivene således at plask undgås.

#### **11.4.6 Transport af urt til urtkedel**

Det skal tilstræbes at afpasse pumpehastigheden (urtflowet), således at kavitation og/eller turbulens undgås, samt at afleveringen af urten til koge kedlen foregår fra bunden.

#### **11.4.7 Urtekogningen**

Anvendes der omrøring af urten under kogningen, tilpasses hastigheden, således at plask undgås.

#### **11.4.8 Transport af urt til whirlpool**

Det skal tilstræbes at afpasse pumpehastigheden (urtflowet), således at kavitation og/-eller turbulens undgås, samt at afleveringen af urten til whirlpoolen foregår så tæt på bunden som muligt.

#### **11.4.9 Whirlpool**

Intet at bemærke ved korrekt anvendelse.

#### **11.4.10 Transport af urt til nedsvaling**

Det skal tilstræbes at afpasse pumpehastigheden (urtflowet), således at kavitation og/-eller turbulens undgås.

#### **11.4.11 Nedsvaling**

Da risikoen for oxidering (HSA - Hot Side Aeration) er større, jo højere temperaturen er, bør det tilstræbes, at den varme urt hurtigst muligt bringes under 25°C, der anses for grænsen for HSA.

Beluftning af urten skal foretages efter nedsvalingen og bør udføres ved temperaturer, der er under 25°C.

### **11.5 Overvågning**

Uhensigtsmæssig tilførsel af ilt i bryghuset kan konstateres ved en eller flere af følgende parametre:

- Færdigvaren udviser efter kortere eller længere tids opbevaring smag/aroma, der minder om pap (våd pap) og/eller får udpræget vinøs karakter (sherry/portvin)
- Farven på dels urten og dels færdigvaren, er mørkere end forventet

Ovennævnte karakteristika tiltager proportionalt i styrke med oxidationsgraden.

Da farveændringen i forbindelse med oxidering indtræder relativt hurtigt, kan denne parameter anvendes som simpel indikation af iltningniveauet i bryghuset.

Et miniskalaforsøg (fx et 5 liters batchforsøg) udføres efter nøjagtig samme recept som stor-skala brygget. Efterfølgende sammenlignes urten visuelt for markant farveforskel. Konstateres der markant farveforskel (miniskalaforsøget er markant lysere end storskalabrygget), kan det indikere en større eller mindre iltning i bryghuset.

Det er væsentligt at bemærke, at flere faktorer påvirker urtfarven, hvorfor denne simple test kun må anvendes som vejledende.

Endelig kan oxidationssymptomer på færdigvaren ikke i første omgang isoleres til ”Iltoptagelsen i bryghuset”.

## **11.6 Litteratur**

Michael J. Lewis and Tom W. Young, *Brewing*, ISBN 0-306-47274-0

John Fraser, *RIMS brewing*, <http://rims-brewing.tripod.com>

Dennis Collins, *HERMS*, <http://sdcollins.home.mindspring.com/HERMS.html>

*Analytica EBC – Manuals of Good Practice*, European Brewery Convention

*Mash separation systems*, <http://www.ibd.org.uk/igbsite/business/training/files/Timscourses/Tech%20summ.%20Feb%202003.pdf>

*Oxidering*, <http://da.wikipedia.org/wiki/Oxidering>

*Maillard reaction*, [http://en.wikipedia.org/wiki/Maillard\\_reaction](http://en.wikipedia.org/wiki/Maillard_reaction)

*Decoction Mashing*, <http://www.strandbrewers.org/techinfo/decoct1.htm>

*The Hot Side debate (HSA)*, <http://byo.com/mrwizard/752.html>