

Kartlegging av alternative barrierer for produksjon av melkebaserte produkter produsert av ikke-varmebehandlet melk

En meieriteknologisk utredning



Foto: David Trood/BAM/Samfoto

SNT Arbeidsrapport 2, 2003

SNT

Statens
næringsmiddeltilsyn
Norwegian Food Control Authority


NLH
NORGES
LANDBRUKSHØGSKOLE



Copyright: Statens Næringsmiddeltilsyn (SNT)

Utgever: SNT

Foto forside: David Trood/BAM/Samfoto

Trykk: Oslo Trykk- og KopiSenter AS

Opplag: 500 – februar 2003

ISSN 1503 - 2345

Forord

På bakgrunn av økt småskalaproduksjon generelt, øker også interessen for produksjon av ost og andre melkebaserte produkter laget av ikke-varmebehandlet melk. Forskrift av 30. juni 1995 nr. 636 om produksjon og frambud av rå melk, varmebehandlet melk og melkebaserte produkter mv. (melkeforskrifta) gir åpning for slik produksjon dersom andre tiltak sikrer at produktet er like helsemessig trygt som produkter laget av varmebehandlet melk.

For å fastsette hvilke tiltak som bør kreves, engasjerte SNT Institutt for næringsmiddelfag (INF) ved Norges Landbrukshøgskole (NLH) til å utarbeide denne rapporten. Rapporten tar for seg kritiske punkter under produksjon av melkebaserte produkter laget av ikke-varmebehandlet melk. Hvert enkelt trinn i prosessen, fra melking til produktet er ferdig for salg, blir vurdert hver for seg med hensyn til faktorer som har med helsemessig trygghet å gjøre. Hvordan ulike teknologier påvirker resultatet i forhold til overlevelse av patogene bakterier i de ferdige produktene er også diskutert.

Forfatterne av rapporten er Professor Roger Abrahamsen, Førsteamanuensis Judith A. Narvhus og Førsteamanuensis Siv Skeie fra Institutt for næringsmiddelfag ved NLH.

SNT tror rapporten vil være nyttig og interessant å lese for KNT personell, produsenter og eventuelt andre som ønsker å øke kunnskapen om meieriteknologi.

I det reviderte regelverket for næringsmiddelproduksjon, -hygiene og -kontroll, som om ett til to år vil gi en styrket og mer ensartet regelverk-ramme over hele Europa, vil ansvaret som hviler på den enkelte produsent bli sterkere vektlagt. Kunnskap og forståelse blant produsentene for hva som under produksjonen påvirker det ferdige næringsmidlets hygieniske sikkerhet vil derfor bli enda viktigere enn før. Denne rapporten gir et viktig bidrag til økt kunnskap og forståelse.

Rapporten vil også være et viktig hjelpemiddel når den enkelte produsent skal utarbeide sitt egenkontrollsystem ved hjelp av en kritisk kontrollpunktanalyse (HACCP), som vil bli et krav i det fremtidige regelverket.

Prosjektansvarlig i SNT er Anne Kristi Sommer.

**KARTLEGGING AV ALTERNATIVE BARRIERER FOR PRODUKSJON AV
MELKEBASERTE PRODUKTER PRODUSERT AV IKKE-VARMEBEHANDLET MELK.
EN MEIERITEKNOLOGISK UTREDNING**

| | Side |
|--|------|
| 1. INNLEDNING | 1 |
| 2. KRAV VED FOREDLING AV UPASTEURISERT MELK I NOEN LAND | 3 |
| 2.1. USA..... | 3 |
| 2.2. Sveits..... | 3 |
| 2.3. Danmark | 4 |
| 2.4. Island..... | 4 |
| 2.5. Sverige..... | 5 |
| 2.6. Irland..... | 5 |
| 2.7. Italia..... | 5 |
| 2.8. Frankrike | 5 |
| 2.9. New Zealand..... | 6 |
| 2.10. Referanser..... | 6 |
| 3. HINDERTEKNOLOGI/BARRIERETEKNOLOGI OG NOEN TEKNOLOGISKE MULIGHETER VED BEHANDLING AV MELK | 7 |
| 3.1. Varmebehandling av melk..... | 7 |
| 3.2. Generelt om barriereteknologi ved melkebehandling og ved foredling av melk..... | 8 |
| 3.2.1. Innledning..... | 8 |
| 3.2.2. Noen definisjoner..... | 8 |
| 3.2.3. Generelt om barriereteknologi..... | 9 |
| 3.2.4. Noen mikrobiocidale barrierer..... | 9 |
| 3.2.5. Noen mikrobiostatisk barrierer | 10 |
| 3.2.6. Effektiviteten i barriereteknologien | 11 |
| 3.3. Antimikrobielle systemer i melk..... | 12 |
| 3.3.1. Antimikrobielle systemer i melk..... | 12 |
| 3.3.1.1. <i>Laktoperoksydasesystemet</i> | 12 |
| 3.3.1.2. <i>Lysozym</i> | 13 |
| 3.3.2. Antibakterielle proteiner og peptider | 13 |
| 3.3.2.1. <i>Lactoferrin</i> | 13 |
| 3.3.2.2. <i>Bacteriosiner</i> | 13 |
| 3.3.3. Praktisk vurdering..... | 14 |
| 3.4. Referanser..... | 14 |
| 4. MELKAS MIKROBIOLOGI | 16 |
| 4.1. Innledning..... | 16 |
| 4.2. Mikroorganismer som er vanlig i melk..... | 16 |
| 4.3. Kilder til mikrobiologisk forurensning i melk..... | 16 |
| 4.3.1. Juret..... | 16 |
| 4.3.2. Dyret forøvrig..... | 16 |
| 4.3.3. Omgivelsene..... | 16 |
| 4.3.4. Melkingsutstyr..... | 17 |
| 4.3.5. Vaskevannet..... | 17 |
| 4.3.6. Mastitt..... | 19 |
| 4.4. Referanser..... | 19 |
| 5. MELK SOM VEKSTMEDIUM FOR MIKROORGANISMER | 20 |
| 5.1. Referanser..... | 22 |

| | Side |
|--|------|
| 6. SYREKULTURER TIL MEIERIPRODUKTER | 23 |
| 6.1. Historikk og utvikling | 23 |
| 6.2. Kommersiell produksjon av syrekulturer | 23 |
| 6.3. Typer av syrekulturer og deres bruksområder | 24 |
| 6.4. Alternativer til syrekulturer | 25 |
| 6.5. Bruk av syrekulturer til produkter laget av rå melk | 25 |
| 7. FERSKE FERMENTERTE PRODUKTER AV KU- OG GEITMELK (KULTURMELK, YOGHURT, RØMME OG FERSKOST) | 26 |
| 7.1. Generelt om framstillingsteknologien for ferske fermenterte produkter | 26 |
| 7.2. Trinn i framstilling av ferske fermenterte produkter | 27 |
| 7.2.1. Råstoff..... | 27 |
| 7.2.2. Homogenisering..... | 27 |
| 7.2.3. Varmebehandling..... | 27 |
| 7.2.4. Tilsetning av syrekulturer..... | 27 |
| 7.2.4.1. <i>Yoghurt</i> | 28 |
| 7.2.4.2. <i>Kulturmilk</i> | 28 |
| 7.2.4.3. <i>Kefir</i> | 29 |
| 7.2.4.4. <i>Cultura og andre probiotiske produkter</i> | 29 |
| 7.2.4.5. <i>Tettemilk</i> | 29 |
| 7.2.5. Nedkjøling av produkt..... | 30 |
| 7.2.6. Emballering..... | 30 |
| 7.3. Fermentert melk fra upasteurisert melk | 30 |
| 7.3.1. Teknologiske aspekter..... | 30 |
| 7.3.2. Mikrobiologiske aspekter..... | 30 |
| 7.4. Overlevelse av ulike patogene mikroorganismer i surmelksprodukter | 31 |
| 7.5. Ferskoster | 34 |
| 7.5.1. Cottage Cheese..... | 35 |
| 7.5.2. Homogene ferskoster..... | 36 |
| 7.6. Referanser | 36 |
| 8. OST AV KU- OG GEITMELK | 38 |
| 8.1. Generelt om framstillingsteknikken for ost | 38 |
| 8.2. Melkebehandling | 38 |
| 8.3. Formodning | 39 |
| 8.4. Koagulering | 39 |
| 8.5. Skjæring | 39 |
| 8.6. Forysting og ysting (etterrøring og ettervarming) | 39 |
| 8.7. Forming | 40 |
| 8.8. Ettersyrning | 40 |
| 8.9. Salting | 40 |
| 8.10. Modning | 41 |
| 8.11. Oppsummering | 41 |
| 8.12. Oppsummering av tiltak ved framstilling av ost fra upasteurisert melk | 46 |
| 8.13. Referanser | 46 |
| 9. SMØR | 49 |
| 9.1. Generelt om smørframstilling | 49 |
| 9.2. De enkelte prosessstrinn ved framstilling av smør | 51 |
| 9.2.1. Separering av melk..... | 51 |
| 9.2.2. Fløtens fettprosent..... | 51 |
| 9.2.3. Varmebehandling av fløten..... | 51 |

| | Side |
|---|-------------|
| 9.2.4. Temperaturbehandling av fløten for å påvirke smørets konsistens..... | 52 |
| 9.2.5. Kjerningen..... | 53 |
| 9.2.6. Smørets elting..... | 54 |
| 9.2.7. Smørets skylling..... | 55 |
| 9.2.8. Smørets salting..... | 56 |
| 9.2.9. Bruk av nøytralisasjonssalt..... | 57 |
| 9.2.10. Omelting av smør | 57 |
| 9.2.11. Pakking..... | 57 |
| 9.2.12. Lagring..... | 57 |
| 9.3. Tiltak ved framstilling av smør fra upasteurisert fløte..... | 58 |
| 9.4. Overlevelse og vekst av patogene mikroorganismer i smør..... | 58 |
| 9.5. Referanser..... | 59 |
| 10. ISKREM OG ANDRE DESSERTPRODUKTER..... | 60 |
| 10.1. Hensikten med ulike teknologiske trinn..... | 61 |
| 10.1.1. Homogenisering..... | 61 |
| 10.1.2. Varmebehandling | 61 |
| 10.1.3. Modning..... | 61 |
| 10.1.4. Innfrysing..... | 62 |
| 10.1.5. Herding..... | 62 |
| 10.2. Iskremens mikrobiologi..... | 62 |
| 11. SAMLET VURDERING AV MULIGE TEKNOLOGISKE TILTAK VED FRAMSTILLING AV PRODUKTER FRA UPASTEURISERT MELK..... | 63 |
| 11.1. Generelt om mulige tiltak ved framstilling av produkter av upasteurisert melk..... | 63 |
| 11.2. Fermentert melk fra upasteurisert melk..... | 64 |
| 11.3. Ferskoster av upasteurisert melk..... | 64 |
| 11.4. Ost av ku- og geitmelk..... | 65 |
| 11.5. Smør av upasteurisert melk..... | 65 |
| 11.6. Iskrem av upasteurisert melk..... | 66 |
| 12. OPPSUMMERING OG KONKLUSJONER..... | 67 |
| 13. VEDLEGG 1: MELKEBEHANDLING SOM KAN BLI VURDERT SOM ALTERNATIV TIL VARMEBEHANDLING..... | 69 |
| 13.1. Innledning..... | 69 |
| 13.2. Høytrykksbehandling..... | 69 |
| 13.3. “Pulserende elektrisk felt”-teknologi..... | 70 |
| 13.4. Pulserende høyintensitetslys-teknologi..... | 71 |
| 13.5. Oscillerende magnetisk felt-teknologi..... | 71 |
| 13.6. Sentrifugering..... | 72 |
| 13.7. Mikrofiltrering..... | 72 |
| 13.8. Behandling med ultralyd..... | 73 |
| 13.9. Ioniserende stråler..... | 73 |
| 13.10. Praktisk vurdering av teknikker og systemer omtalt ovenfor..... | 74 |
| 13.11. Referanser..... | 74 |
| 14. VEDLEGG 2: QUALITY AND SAFETY IN THE FRENCH DAIRY SECTOR..... | 75 |

1. INNLEDNING

På bakgrunn av økt småskalaproduksjon generelt øker også interessen for produksjon av ost og andre melkebaserte produkter laget av ikke-varmebehandlet melk. "Forskrift om produksjon og frambud av rå melk, varmebehandlet melk og melkebaserte produkter m.v." (Melkeforskriften) gir åpning for en slik produksjon dersom andre tiltak sikrer at produktet er like helsemessig trygt som produkter laget av varmebehandlet melk. Under Melkeforskriftens kapittel VI. "Produksjon og frambud av melk og melkebaserte produkter fra melkeproduksjonsvirksomhet" uttrykkes dette i § 20 "Krav til varmebehandling m.v.". Denne paragrafens andre ledd lyder: "Melk til fremstilling av melkebaserte produkter skal være varmebehandlet med mindre andre tiltak sikrer at produktet er helsemessig trygt".

Statens næringsmiddeltilsyn har henvendt seg til Institutt for næringsmiddelfag ved Norges landbruks-høgskole og anmodet de tre forfatterne av denne utredningen om å ta for seg kritiske punkt under produksjon av melkebaserte produkter laget av ikke-varmebehandlet melk. Med melkebaserte produkter menes i denne sammenheng ost, rømme, smør og eventuelt andre produkter som produseres av upasteurisert melk. Gjennom drøftinger med oppdragsgiver ble det klart at man ønsket en meieriteknologisk gjennomgang av de nevnte produktene og av syrnede melkeprodukter som kulturmilk og yoghurt, samt av iskrem.

Det har vært en forutsetning at hver produktgruppe omtales for seg og at en omtaler produkter både av ku- og av geitmelk. Under arbeidet har det vist seg vanskelig, eller uhensiktsmessig, å omtale produkter av melk fra ku og geit hver for seg for alle produktgruppene. Dette fordi det ikke finnes grunner til, eller forhold, som skulle tilsi forskjellig teknologi eller forskjellige tiltak eller krav ved foredling av de to melketypene. For noen produkttyper har det ikke vært mulig å skaffe litteratur eller annet bakgrunnsmateriale som gir spesifikk relevant informasjon om foredling av geitmelk.

Tittelen på utredningen var gitt av oppdragsgiver. Utredningen er et ledd i arbeidet med å kartlegge hvilke tiltak/krav som må iverksettes for å oppnå et like helsemessig sikkert produkt ved framstilling av melkebaserte produkter av ikke-varmebehandlet melk som det en oppnår ved framstilling av tilsvarende produkter av varmebehandlet melk. Varmebehandling relaterer seg her til pasteurisering.

Oppdragsgiver ønsket en vurdering av hvert enkelt trinn i de forskjellige framstillingsprosessene for de forskjellige produktene. Vurderingen skulle omfatte alle ledd fra melkeproduksjon til produktene er salgsklare. Det var også en klar føring om at vurderingene skulle dreie seg om faktorer som har med helsemessig trygghet å gjøre. Utredningen skulle også inneholde vurderinger av hvordan ulike teknologier påvirker resultatet i forhold til overlevelse av patogene mikroorganismer.

Fra oppdragsgivers side er det planlagt at utredningen skal være en del av grunnlaget for å utarbeide en veileder til de kommunale næringsmiddeltilsynene. I denne veilederen er det lagt opp til en redegjørelse for de ulike krav og tiltak samt en begrunnelse for disse.

I den foreliggende utredningen har en valgt å presentere melkebehandlingsteknikker der det i dag foregår en del forskning på verdensbasis og som det i framtiden kan være aktuelt å ta i bruk, til dels som alternativ til varmebehandling. De teknikker som er lite relevante for småskalaprodusenter er behandlet i vedlegg 1 "Melkebehandling som kan bli vurdert som alternativ til varmebehandling". En har videre valgt å gi en generell vurdering av aktuelle sider ved barriereteknologi og i hovedsak sett dette i en melkebehandlingssammenheng. Ved gjennomgang av de forskjellige produktgruppene har en valgt å presentere en meierifaglig "normal" teknologi, som også omfatter varmebehandling. Dette er gjort for å åpne for en meieriteknologisk og generelt meierifaglig forklaring av hva som oppnås med de enkelte prosessstrinn.

Denne framstillingsmåten har en ment er viktig for en best mulig forståelse av sammenhengen mellom de forskjellige prosesstrinn når det gjelder innvirkning på sluttproduktets kvalitet. Selv om det er lagt hovedvekt på den mikrobielle kvaliteten, med særlig fokus på matvaretrygghet, har en også funnet det riktig å beskrive effekten av prosesstrinn på andre kvalitetsegenskaper, som for eksempel smak og konsistens. Valg av prosesstrinn og prosessbetingelser skal for enhver tilvirker gi en ønsket produktkvalitet.

De forskjellige tiltak, og effekten av tiltakene, er forsøkt beskrevet fortløpende i tråd med flytskjemaene som er presentert for hver produktgruppe. Dette er gjort for å lette forståelsen og oversikten ved lesing av utredningen.

Utredningen bygger på den faglige kunnskap og innsikt utrederne har, og på relevant tilgjengelig litteratur. Det er lagt vekt på at utsagn og påstander så langt som mulig er forankret også i referert litteratur. For hver av produktkategoriene ville det imidlertid vært mulig å føre opp et betydelig antall vitenskapelig relaterte referanser. Sett i forhold til avtalt tidsforbruk for utarbeiding av utredningen, har slik omfattende bruk av referanselitteratur ikke vært mulig. Det har i det hele tatt vært nødvendig å avgrense utredningen til et timeforbruk som tilsvarer den sum som var avsatt fra oppdragsgivers side for å lage utredningen.

Utrederne har videre lagt vekt på å holde seg temmelig strikt til de meierifaglige og spesifikke meieriteknologiske sidene ved problemstillingene. Forfatterne Skeie og Abrahamsen er meieriutdannet ved Norges landbrukshøgskole. Begge har sine akademiske grader innen meieriteknologi. Forfatteren Narvhus er utdannet ved University of Surrey i England, og har sin doktorgrad i medisinsk mikrobiologi. Alle forfatterne arbeider ved Institutt for næringsmiddelfag, med forskning og undervisning innen meieriteknologi og innen meierimikrobiologiske og meierikjemiske problemstillinger.

Forhold knyttet til rene veterinære problemstillinger, som dyrehelse og næringsmiddelhygiene knyttet direkte til dyret og dyrets helsetilstand, er bare perifert berørt i denne utredningen. Disse problemstillingene håndteres av veterinærfaglig personale og er ikke innenfor forfatterens formelle kompetanseområde. Av samme grunn er heller ikke de rent humanmedisinske sidene ved matforgiftning og humanepidemiske sider knyttet til mikrobiologiske forhold i mat, omtalt i noen dybde. Det tilligger medisinsk sakkyndige å gjøre dette.

2. KRAV VED FOREDLING AV UPASTEURISERT MELK I NOEN LAND

Ved framstilling av produkter fra upasteurisert melk er en kjent med at flere land iverksetter, eller forutsetter særlige tiltak iverksatt, for å oppnå best mulig matvaretrygghet. Ved eventuell utvikling av slike tiltak i Norge er det av interesse å ha innsikt i hvilke tiltak som er gjort i noen andre land. Det har imidlertid vist seg at det har vært noe vanskeligere å få konkret innsikt i andre lands tiltak enn det vi trodde da vi startet denne utredningen. Det vil være fornuftig å fortsette arbeidet med å klarlegge tiltak i andre land, men med den tiden som har stått til vår disposisjon har det ikke lyktes oss å få informasjon fra mer enn ni land. Denne informasjonen varierer dessuten mye i form og omfang. Dette avsnittet gjengir imidlertid meget kortfattet det vi har mottatt av informasjon som er relatert til krav ved foredling av upasteurisert eller ikke-varmebehandlet melk i disse landene.

2.1. USA

Som alternativ til pasteurisering må ost laget av upasteurisert melk lagres i minst 60 dager ved temperatur over 2 °C. Nyere forskning har imidlertid vist at både *Salmonella (S.) typhimurium*, *Listeria (L.) monocytogenes* og *Escherichia (E.) coli* O157:H7, ”Hamburgerbakterien”, kan overleve i mer enn 60 dager i ost produsert fra pasteurisert melk. Food and Drug administration (FDA) har derfor tatt kravet opp til vurdering, men har foreløpig ikke endret sine krav, siden de har konkludert med at: ”Det er begrenset epidemiologisk bevis for sykdomsutbrudd forårsaket av konsum av oster av rå melk som har vært lagret i mer enn 60 dager” (Donnelly, 2001).

2.2. Sveits

Næringsmiddelkandidat Camilla Lindberg ved Det føderale meieriforskningsinstituttet (FAM) i Sveits er kilde for den informasjon som gis nedenfor angående situasjonen i Sveits.

Utdannelse: Det er ingen krav om en spesiell utdanning for å framstille produkter av upasteurisert melk. Imidlertid har de fleste som driver med gårdsproduksjon erfaring fra seterysting. Alpkåse (Alp=seter) er ost som produseres kun om sommeren av melk fra kyr på setra. For ansatte i disse ysteriene finnes det mange frivillige kurs. Disse er tilbudt av de mange landbruksskolene og meieriskolene, ofte i samarbeid med konsulenter fra FAM. I følge en av konsulentene på FAM tar de fleste kurs, ikke minst av hensyn til sin egen selvsikkerhet. Utdannelsen til yster omfatter tre års lærlingtid med regelmessig skole/kurs. Dette er ansett som en bra utdanning. Det finnes også mange muligheter for videreutdanning, enten praktisk eller teoretisk.

Kontroll: Her er det Milchwirtschaftlicher Inspektions und Beratungsdienst (MIBD) som er ansvarlig. Hovedsetet er på FAM (se hjemmesidene under Dienstleistung). Hyppigheten for kontroll er ikke helt klart fastsatt. Nå ser det ut til å være ca. 1 gang pr. år. Hver kanton har sin MIBD, som er nærmeste veiledningsorgan også for de såkalte ”Gewerbliche” (dvs. ikke-industrielle) ysteriene. Både MIBD og FAM har kontrollaboratorier hvor alle kan sende inn prøver, enten til rutinekontroll eller for å finne ut hva som er feil med produktet.

Forskrift: Det finnes en forskrift om ”kvalitetssikring i melkeproduksjonen” og en om kvalitetssikring ”bei der gewerblichen Milchverarbeitung” (dvs. alt som ikke er industri). Den siste, nummer 916.351.021.3, finnes under: <http://www.admin.ch/ch/d/sr/91.html?916.351.021> . Det er også utarbeidet en perm som kan sammenliknes med IK-MAT for gårdsystemer, og det er blitt arrangert innføringskurs til denne permen. Her er det lagt vekt på forståelse av hvorfor hygiene er viktig - ikke for å tre regler nedover hodet på folk, men for å sikre et helsemessig trygt produkt. Hygiene er viet særlig oppmerksomhet. Det presenteres HACCP-opplegg med svært konkrete forslag som man kan omsette i egen produksjon. Rengjøring omtales også, med en liste som alltid er oppdatert over tillatte midler. Denne har FAM ansvar for. Produksjonsenheter som bearbeider mer enn 10.000 liter pr. år må ha et Zulassungsnummer

(EU/EoS-nummer), dette gjelder også setre som bearbeider melka. Sveitserne er stolt av kvalitetsproduktene sine, og få andre land har så restriktive regler for tilsetningsstoffer. Hver bygd har sitt ysteri, hvor melkeprodusentene to ganger om dagen leverer nymelket (varm) melk i spann. Disse ysteriene har kanskje 1-5 ansatte, og gjerne et utsalg som ysterens kone er ansvarlig for. Melkemengden pr. ysteri kan være opp til 5 mill liter pr. år, vanlig er 1-2 mill. Kvoten som det enkelte meieri kan yste blir fastsatt av de såkalte "Sortenorganisationen". Hver ostetype er organisert for seg i hver sin sortsorganisasjon, og ysterne er medlemmer der. Medlemskapet er frivillig, men de fleste er med. Disse organisasjonene utarbeider også retningslinjer m.h.t. fett, tørrstoff, tilsetningsstoffer o.l. som går ut over forskriftene. Et ferskt eksempel er natamycin og nisin, som iflg. sveitsisk lov er tillatt fra 1. mai 2002, men som ikke er tillatt i produksjonen av f.eks. "Emmentaler Switzerland". Også mål, vekt, lagringstid etc. reguleres av disse organisasjonene. Links til Sortenorganisationen finnes under <http://www.schweizerkaese.ch> Links – Branchenlinks. Situasjonen til "gewerbliche" ysteriene er ikke så enkel for tiden, mange ysterier, spesielt Emmentalerysterier, legges ned pga. innskrenkninger i produksjonsmengden. Det er også vanskelig å finne unge, motiverte personer som vil satse på denne typen produksjon. Det er kanskje ikke er så rart når en ser på arbeidsbetingelser som lange dager og vanskelig med ferie samt høy finansiell risiko.

Tørrstoff: Det er ingen krav til tørrstoffinnholdet i ost laget av upasteurisert melk, dvs. at man i teorien kan produsere også bløte oster av råmelk. Imidlertid produseres det, i følge Bachmann & Spahr (1995), ikke bløte oster av rå melk i Sveits i dag. Dette kan skyldes at en midt på 80-tallet hadde to store utbrudd (34 dødsfall) av salmonellose og listeriose i bløte oster produsert fra rå melk (tabell 6.2). Osten det var snakk om da var Vacherin Mont d'Or (VMO). Denne produseres nå av termisert melk etter pålegg fra sortsorganisasjonen til denne osten.

Ostens lagringstid: Forskriften har ingen krav til ostens lagringstid. Det er imidlertid strengere krav til antallet av *Staphylococcus (Staph.) aureus* for melk som brukes til produksjon av ost fra upasteurisert melk og som har lagringstid kortere enn 60 dager. For VMO har sortsorganisasjonen stilt krav til lagringssystemene. Osten lagres og kittbehandles separat etter dagsproduksjon eller ukesproduksjon slik at Listeriabakterier ikke kan spre seg. Hver batch kontrolleres for *L. monocytogenes* og blir først frigitt for salg når negativt resultat foreligger. Ysterier som har problemer tar kontakt med FAM gjennom den regionale konsulenten. Sammen med personale derfra letes det etter forbedringspotensiale og løsninger.

2.3. Danmark

Per Rathmann Hansen, Fødevaredirektoratet og professor Ylva Ardö, Den Kongelige Veterinær- og Landbohøiskole i København har gitt denne informasjonen. Normalt skal melk være fosfatasenegativ, dvs. melken skal være pasteurisert. Fosfatase er et enzym som inaktiveres ved pasteurisering. Det er gitt noen dispensasjoner mht. pasteuriseringskravet, men da med lavere krav til temperatur ved varmebehandling, 68 °C i 15 sekunder i stedet for 72 °C i 15 sekunder for noen blåmuggoster produsert på meieri. Det er også gitt dispensasjon fra pasteuriseringskravet til tre gårdsmeierier for produksjon av fast ost som lagres i mer enn 70 dager. Alle virksomheter som bearbeider melk skal være autorisert. Salg av upasteurisert melk kan bare finne sted fra gården direkte til forbruker. Forbruker skal da selv ha med emballasje. En enkelt gård har imidlertid fått dispensasjon til å selge rå konsummilk til en lukket forbrukergruppe, denne gården har autorisasjon.

2.4. Island

På Island er det ikke tillatt å selge upasteurisert melk eller produkter framstilt av upasteurisert melk. Imidlertid er det lov å selge kolostrum, om det foreligger en spesiell godkjenning fra distriktsveterinæren når det gjelder fjøs og jurhelse. Kolostrum skal fryses og holdes som frysevarer ved salg til forbruker. Alle virksomheter som bearbeider melk skal være autorisert.

2.5. Sverige

Opplysningene er gitt av Åsa Enroth, Svenska Livsmedelverket. I Sverige kan man produsere ost, smør, prim og fermenterte melkeprodukt av upasteurisert melk og kolostrum ved mindre virksomheter når små mengder melk foredles. Produktene må da selges direkte fra virksomheten til konsument. Produktene må tydelig merkes med at de er produsert av upasteurisert melk. Om osten lagres i mer enn 60 dager kan den produseres av upasteurisert melk og omsettes på vanlig måte. Virksomheter som ikke har autorisasjon får kun selge sine produkter direkte fra gården. Det pågår nå en diskusjon i Sverige om hvordan en skal forholde seg til salg i butikker og på torg av produkter framstilt av upasteurisert melk. Upasteurisert melk kan ikke selges, men kan gis bort fra gårdbruker til konsument. Se for øvrig www.livsmedelsverket.se.

2.6. Irland

Teksten nedenfor bygger på informasjon gitt av professor Paul McSweeney, ved University College Cork, og av forsker Tim Cogan, Teagasc Moorepark

I Irland er det ca. 50 gårdsystemer som produserer ca. 2000 tonn med ost. De fleste av disse produserer av egen melk samt av melk som hentes fra nabolaget. De fleste produserer ost fra pasteurisert melk, men 20 % av produksjonen er av upasteurisert melk. Det produseres alt fra bløte oster til halvaste oster som Cheddar. Det er ingen krav til tørrstoff, pH eller modningstid før salg av ost fra rå melk. Gårdsystemene er organisert i relativt åpne organisasjoner "Clais". University College Cork og andre læresteder arrangerer opplæringskurs for "Clais", der deltakelse er obligatorisk for alle medlemmer av organisasjonen. Matvaresikkerhet utgjør en stor del av disse kursene. Kommersielle laboratorier tar jevnlig prøver av osten for analyse av *Staph. aureus*, *E. coli* og *L. monocytogenes*. Kostnadene ved dette dekkes av gårdsprodusentene selv. I tillegg tar Landbruksdepartementet prøver av alle batcher fra den enkelte produsent. Batchene analyseres for de samme bakteriene som nevnt ovenfor. En prøver nå å få ansatt en teknisk rådgiver for gårdsystemene, finansiert av staten. På sikt er det meningen at gårdsystemene skal ta over ansvaret for og finansieringen av denne rådgiveren.

2.7. Italia

Kvalitetssjef Mario Zannoni ved D.O Parmigiano Reggiano har gitt den nedenforstående informasjonen. I Italia må osten lagres lengre enn 60 dager om kravet til pasteurisering skal fravikes. Det er ikke noe formelt krav til utdanning av de som driver med ysting. Meieriet må ha et internt HACCP-program som kontrolleres av helsedepartementet. Det er ikke noe tilbud om rådgivning til gårdsystemene fra statens side, men noen regioner har egne rådgivere, eller kjøper rådgivningstjenester fra konsulenter.

2.8. Frankrike

Industriattache Einar Alme, Norges eksportråd, opplyser at i Frankrike kan upasteurisert melk omsettes både som konsummelk og i form av bearbejdede produkter. Imidlertid har en innført en nitid kontroll både under produksjon og foredling av melk. Alle virksomheter som bearbejder melk må ha autorisasjon. For å få autorisasjon må en kunne framvise hygienekompetanse.

Direktør for forskning og utvikling i CNIEL (Det nasjonale senter for meieriøkonomi) Koenraad Duhem henviser til nettsidene til Maison du lait.

<http://www.maison-du-lait.com/site.asp?where=quifait/maison.html>.

Opplysningene på dette nettstedet er på fransk, men i vedlegg 2 i denne utredningen er kvalitetssystemene som benyttes for å sikre hygien i fransk meierisektor beskrevet på engelsk. I Frankrike har man stor fokus på dyrehelse og det legges stor vekt på at dyra er friske og frie for sykdommer. Dyrene kontrolleres jevnlig av DSV (den nasjonale veterinærkontrollen), og ved forekomst av smittsomme sykdommer, slaktes hele besetningen og bonden får erstatning. Kontrollprogrammet for melk er omfattende og 207 analyser av melk ble i snitt gjennomført på hver gård i 1998, dette analyseprogrammet finansieres av produsentene og videreforedlingsindustrien. Meieriene som videreforedler melka er pålagt å ha et intern-

kontrollsystem som skal være basert på HACCP. I tillegg gjennomfører DSV og DGCCRF (General direktoratet for konkurranse, konsum og forebyggelse av bedrag) kontroller på meieriet og de kan da trekke tilbake meieriets autorisasjon om de finner feil som de mener er kritiske. Når meieriene påviser hygienesvikt, f. eks kontaminasjon av *L. monocytogenes*, er de forpliktet til å varsle DSV som vurderer situasjonen og varsler DGAL (Generaldirektoratet for mat), DGCCRF og DGS (Generaldirektoratet for helse). I tilfelle situasjonen vurderes som alvorlig pålegges meieriet å trekke tilbake alle produktene som er produsert med samme teknologi fra markedet.

2.9. New Zealand

Forsker Frank Martley ved Fonterra i New Zealand forteller at ysting av upasteurisert melk har nå begynt å komme opp som sak på New Zealand. Hittil har det ikke vært tillatt. Ett problem for gårdssystemene er at de mangler kunnskap og de har ikke noe sted å henvende seg for hjelp. Siden en eventuell matforgiftningsepidemi forårsaket av patogene bakterier i ost også ville ramme meieriindustrien, har imidlertid Fonterra vurdert om de skal gi kurs for disse gårdssystemene.

2.10. Referanser

Bachmann, H. P., Sphar, U. (1995). The fate of Potentially Pathogenic Bacteria in Swiss Hard and Semi hard Cheeses Made from Raw Milk. *Journal of Dairy Science* **78**: 476-483.

Donnelly, C. W. (2001). Factors Associated with Hygienic Control and Quality of Cheeses Prepared from Raw Milk. *Bulletin of the IDF* **369**: 16-27.

3. HINDERTEKNOLOGI/BARRIERETEKNOLOGI OG NOEN TEKNOLOGISKE MULIGHETER VED BEHANDLING AV MELK

3.1. Varmebehandling av melk

Denne utredningen setter fokus på tiltak og produkttekniske forhold som ikke omfatter varmebehandling av melka. Det kan likevel være grunn til å nevne noe om varmebehandling fordi den normale varmebehandling som benyttes i meierisammenheng er etablert for å drepe patogene mikroorganismer, og således gjøre melka mer helsemessig sikker.

I melkeforskriften omtales ”varmebehandling” som enhver behandling i form av oppvarming som umiddelbart etter at den er foretatt medfører en negativ fosfataseprøve. Termisering, slik den teknikken er definert i forskriftene, er således ikke å anse som varmebehandling av melka. Termisering er nemlig en oppvarming av rå melk i minst 15 sekunder ved en temperatur på mellom 57 °C og 68 °C, slik at melka etter denne behandlingen fortsatt gir positiv fosfataseprøve.

Det som normalt omtales som pasteurisering er definert i ”Melkeforskriften” som en oppvarming til ”minst 71,7 °C i minst 15 sekunder eller ved en pasteuriseringsprosess med tid/temperaturkombinasjoner som gir samme hygieniserende effekt”. Kombinasjonen av temperatur og tid er definert slik fordi dette er varmebehandlingsbetingelser som med sikkerhet dreper den mest varmetolerante patogene bakterien *Mycobacterium (M.) tuberculosis*. Denne form for varmebehandling omtales ofte som ”lavpasteurisering” i motsetning til en kraftigere varmebehandling av den type som vanligvis benyttes ved framstilling av for eksempel syrnede melkeprodukter. En annen betegnelse på denne vanlige pasteuriseringsbetingelsen er HTST-behandling. Forkortelsene står for High Temperature Short Time. En HTST-behandling av melka kan praktisk sett bare foregå i spesialkonstruert utstyr for slik varmebehandling. Meieriene benytter normalt en såkalt platevarmeveksler for å utføre varmebehandlingen i tråd med de nevnte betingelsene. Andre betegnelser på platevarmeveksleren som benyttes i meieriet er kort og godt ”plateapparat” eller ”pasteur”. Disse er bygget opp med en definert kapasitet og slik at melka garantert har en oppholdstid på minimum 15 sekunder i det som kalles pasteuriseringsavdelingen eller varmeavdelingen. Utstyret har en omslagsventil som kjører melka tilbake til balansetanken for rå melk dersom temperaturen ikke har nådd det temperaturnivået som ønskes, altså minimum 71,7 °C. I de fleste anlegg for småskalaproduksjon vil en slik pasteur være mindre aktuell fordi den er relativt krevende rent teknisk.

En annen form for pasteurisering vil imidlertid kunne benyttes i småskalaproduksjon, nemlig en såkalt langtidspasteurisering. Som nevnt ovenfor åpner forskriften for pasteurisering ved andre tid- og temperaturkombinasjoner enn de som er definert i forskriften, under forutsetning av at varmebehandlingen gir samme ”hygieniserende effekt”. Slike temperaturer og tider er imidlertid ikke definert i forskriften, men all meierifaglig litteratur framhever at man oppnår samme ”hygieniserende effekt” om en varmer melka til 63 °C og holder den ved denne temperaturen i 30 minutter (Walstra et al., 1999). En slik kombinasjon av temperatur og tid er det relativt uproblematisk, rent teknisk, å få til i småskalaproduksjon. Ved ysting er det for eksempel mulig å varmebehandle melka direkte i ystekaret dersom ystekaret er utstyrt med ”kappe” for sirkulering av vann.

Ved framstilling av for eksempel syrnede melkeprodukter er det av forskjellige produktteknologiske grunner ønskelig å varmebehandle melka kraftigere enn ved en vanlig pasteurisering. Dette er omtalt under avsnittet ”Ferske fermenterte produkter av ku- og geitmelk (Kulturmilk, Yoghurt, Rømme og Ferskoster)”. For denne typen produkter benyttes ofte det som mange omtaler som ”høypasteurisering”. Temperaturkombinasjoner som for eksempel 95 °C i 3-5 minutter eller 80 °C i 30 minutter er aktuelle betingelser for varmebehandling av melk til syrnede produkter. Slik varmebehandling er ikke definert i

”Melkeforskriften”, men har selvsagt tilfredsstillende ”hygieniserende effekt” på melka. I en småskala-sammenheng har en erfaring fra at det er lettere å arbeide med temperatur- og tidkombinasjonen 80°C i 30 minutter enn med for eksempel 95 °C i 3-5 minutter.

En annen varmebehandlingsform som benyttes i meieriindustrien er den såkalte UHT-behandling. UHT står for Ultra High Temperature. Dette er igjen en teknologi som ikke er aktuell i småskalaproduksjon på grunn av utstyrets kompleksitet og kostnad. UHT-behandling er definert i forskriftene som en varmebehandling ved minst 135 °C i minst 1 sekund. Denne varmebehandlingen har til hensikt å ødelegge alle mikroorganismer i melka. En UHT-behandling av melka skal kombineres med en aseptisk pakking av det behandlede produktet. Internasjonal litteratur på området omtaler vanligvis UHT-melk som UHT-sterilisert melk. UHT-melk, eller UHT-behandlede produkter, kan lagres ved temperaturer høyere enn kjøleskapstemperatur.

Melkeforskriften omtaler under § 49 ”Sterilisert melk”. I forskriften er dette derfor noe annet enn UHT-melk fordi det er satt krav til at ”Sterilisert melk” er sterilisert i hermetisk lukkede pakninger eller beholdere. Forutsetningen for å oppnå en sikker sterilisering i slike tilfelle kan for eksempel være 118 °C i 12 minutter (Walstra et al., 1999).

3.2. Generelt om barriereteknologi ved melkebehandling og ved foredling av melk

3.2.1. Innledning

Målsettingen med denne rapporten er å kartlegge alternative hygieniske barrierer for produksjon av melkebaserte produkter produsert av ikke-varmebehandlet melk. Det er derfor nødvendig å vurdere tiltak som hver for seg ikke har samme effekt som pasteurisering når det gjelder å sikre produktenes hygieniske kvalitet med hensyn til mulig forekomst av patogene organismer i produktene. Dette avsnittet drøfter generelt noen sider ved såkalt hinderteknologi eller barriereteknologi (hurdle technology) i en melkebehandlings- og foredlingssammenheng. I stor grad baserer avsnittet seg på dokumenter utarbeidet av Det Internasjonale Meieriforbund (International Dairy Federation, (IDF), 2001 a og b). Dokumentene er laget som annex til Codex ”Draft Code of Hygienic Practice for Milk and Milk Products”. Dokumentenes titler er: ”Guidelines for the Application and Management of Hurdle Technology” og “Guidelines for the Application and Management of Microbiocidal Steps”.

3.2.2. Noen definisjoner

Mikrobiell vekst er avhengig av en rekke forhold i mikroorganismenes omgivelser. Slike forhold kan være tilgang på visse mikronæringsstoffer, næringstilgangen i vekstmediet, vannaktiviteten, redokspotensialet, temperatur og tid, gassatmosfæren og eventuell forekomst av konkurrerende mikroorganismer. Dersom man kjenner vekstmediet godt og samtidig kjenner de krav de enkelte typer av mikroorganismer har til vekst, er det mulig å benytte denne informasjonen til å begrense, forsinke, eller til og med hindre mikrobiell vekst.

Et hinder eller en barriere i vår sammenheng er en faktor, en tilstand eller et behandlingsledd som begrenser, forsinke eller hindrer mikrobiell vekst, og/eller reduserer mengden mikroorganismer, men som alene ikke er tilstrekkelig til å holde mikrobiell risiko under kontroll.

Hinderteknologi blir da en kombinasjon av barrierer som iverksettes eller utnyttes for å holde mikrobiell risiko under kontroll.

En skiller gjerne mellom mikrobiostatiske barrierer og mikrobiocidale barrierer. Mikrobiostatiske barrierer hindrer eller begrenser veksten og er for eksempel egnet til å stabilisere produktet mot utvikling av

patogene mikroorganismer. Mikrobiocidale barrierer fører til reduksjon av antall patogene bakterier eller til at de ikke lenger kan observeres i produktet.

3.2.3. Generelt om barriereteknologi

I mange tilfelle er barriereteknologien basert på tiltak som interfererer med de homeostatiske mekanismene som mikroorganismene har utviklet for å overleve stressfaktorer i sitt vekstmiljø. (Homeostase er de vedvarende anstrengelser mikroorganismene viser når det gjelder å holde miljøet inne i cellene stabilt og i balanse. Mikroorganismene anvender for eksempel betydelig energi på å holde cellens pH og osmotiske trykk innenfor meget snevre grenser).

Når en barriere forstyrrer mikroorganismenes homeostase, blir det mindre energi tilbake som kan benyttes til mikroorganismenes formering. Dette gir som resultat at mikroorganismene forblir i det som betegnes som lag-fasen. Noen mikroorganismene kan dø ut før de klarer å etablere en homeostatisk situasjon som skal til for å vokse videre.

Barriereteknologien er mest effektiv dersom den har flere mål eller virker på flere måter. Det er godt valg av barriereteknologi når barrierene rettes mot forskjellige mål som for eksempel celleveggen, transportmekanismene gjennom cellemembranen og mikroorganismens enzymsystemer.

Det er hevdet at man i mange tilfelle vil ha bedre effekt av en kombinasjon av barrierer som hver for seg har lav effekt enn å benytte en stor barriere. Ofte finner en at det oppstår en synergieffekt av at flere barrierer følger etter hverandre eller brukes samtidig.

Valg av barriereteknologi som skal sikre hygienisk trygg melk må tilpasses den sanitære statusen til melka og de hygieniske krav som er satt. Dersom det opprinnelige antall av en mikroorganisme i melka er C_0 og det aksepterte maksimum innhold av mikroorganismen i det ferdige produktet er C , kan den nødvendige effekten av å kombinere barrierer i en barriereteknologi beregnes slik:

$$E_{HT} = \Sigma E_{MCH} + \Sigma E_{MSH} + \Sigma \Delta C_S \geq \log_{10} (C_0) - \log_{10} (C)$$

E_{HT} = Den totale effekten av barriereteknologien

ΣE_{MSH} = Summen av effekten av mikrobiostatiske barrierer

ΣE_{MCH} = Summen av effekten av mikrobiocidale barrierer

$\Sigma \Delta C_S$ = Summen av tilleggseffekter på grunn av synergivirkning ved bruk av flere barrierer

3.2.4. Noen mikrobiocidale barrierer

Nedenfor nevnes noen relevante mikrobiocidale barrierer. De viktigste av disse teknikkene er omtalt i et eget vedlegg (Vedlegg 1) med overskriften "Melkebehandling som kan bli vurdert som alternativ til varmebehandling". Disse omtales derfor ikke i detalj her. Andre mikrobiocidale barrierer enn de som nevnes i vedlegg 1 eller i avsnitt 3.3., kan for eksempel være termisering av melka, aktiv bruk av konkurrerende mikroflora og modning av produkter (ost).

Termisering (se også avsnitt 3.1. "Varmebehandling av melk") benyttes som et uttrykk for en varmepåvirkning av melka som er mindre kraftig enn pasteurisering. Hensikten med termisering er å redusere melkas innhold av bakterier, men teknikken har ikke som mål å gjøre melka helsemessig sikker i forhold til forekomst av patogene bakterier. Termisering har særlig god effekt mot melkas flora av psykrotrofe bakterier. Termisert melk kjennetegnes ved at den fremdeles er fosfatase positiv. Melkeforskriften definerer termisering slik: "Oppvarming av rå melk i minst 15 sekunder ved en temperatur på mellom 57 °C og 68 °C, slik at melka etter denne behandling fortsatt gir positiv fosfataseprøve".

Den delen av barriereteknologien som omtales som bruk av konkurrerende mikroflora dreier seg ofte om bruk av kulturer av melkesyrebakterier av forskjellig sammensetning. Den konkurrerende mikrofloraen kan da for eksempel redusere pH i melka eller i produktet, forbruke næringsstoffer og produsere antimikrobielle substanser som for eksempel nisin eller andre bakteriosiner, organiske syrer og hydrogen peroksyd.

Modning av ost omtales ofte som en microbiocidal barriere. Dette omtales mer i avsnittet om ost, avsnitt 8.10. Det er viktig at modningen av osten skjer under de betingelser som er nødvendig for å gi den enkelte ostetype dens karakteristiske egenskaper. Endring av modningsbetingelsene for å forsterke modningens effekt som mikrobiologisk barriere er lite aktuelt ut over en mulig forlenget modningstid. Når modning anvendes som tiltak, eller som ledd i en barriereteknologi, er dette basert på at det i osten oppstår et multifaktoriellet komplekst system som for eksempel er knyttet til endringer i pH, utvikling av konkurrerende flora eller også antagonistisk flora, reduksjon av vannaktiviteten og dannelse av bakteriosiner og andre metabolitter som for eksempel hydrogen peroksyd. Ostens mikromiljø vil kunne utvikle seg slik under lagring at en rekke mikroorganismer, også patogener, går til grunne under ostens modning. Som det vil framgå av avsnittet om ost, synes det imidlertid ikke å være mulig å benytte modning av osten som et absolutt sikkerhetstiltak mot forekomst av helseskadelige mikroorganismer i den modnede osten.

3.2.5. Noen mikrobiostatistiske barrierer

I behandling av melk og i foredlingen av melk baserer man seg vanligvis på å benytte et sett av mikrobiostatistiske barrierer, biokjemiske eller fysiske tiltak eller forhold i produktet som begrenser eller hindrer videre vekst av uønskede mikroorganismer. Noen mikrobiostatistiske barrierer nevnes kort for oversiktens skyld.

Ved foredling av melk er pH-reduksjon et vanlig benyttet hjelpemiddel for å oppnå økt mikrobiologisk sikkerhet i produktet. En senkning av pH oppnås ved fermentering ved hjelp av melkesyrebakterier eller ved direkte tilsetning av syrer. Ved å etablere et surt miljø utenfor cellene starter en transport av hydrogenioner gjennom celleveggen og inn i cellens cytoplasma. Dette fører til en forstyrrelse av de homeostatiske mekanismene i cellen som har til oppgave å holde en bestemt pH inne i cellen. En bestemt pH inne i cellen er avgjørende for cellens muligheter for videre vekst og levedyktighet.

Tilsetning av, eller mikrobiell utvikling av, karbondioksyd (CO₂) i produktet kan gi en multipel barriereeffekt. Karbondioksyd danner anaerobe forhold ved at oksygen erstattes. pH reduseres. Dessuten viser det seg at CO₂ hindrer intracellulære enzymer som bidrar til dekarboksylering og dehydrering av celledmembranen slik at vannløselige næringsstoffer ikke kan transporteres gjennom membranen (Eie, 1986, 1994).

Endring av produktenes redoks-potensiale er også en mulig del av en barriereteknologi. Redokspotensialet avgjør oksydasjons- eller reduksjonspotensialet i produktet og avgjør om aerobe eller anaerobe organismer kan utvikle seg. Redoks-potensialet kan påvirkes ved for eksempel å fjerne oksygen eller å tilsette stoffer som har en reduserende effekt som for eksempel ascorbinsyre eller reduserende sukker som sukrose.

Bruk av modifisert atmosfære er en annen komponent i barriereteknologien som har vært viet oppmerksomhet, særlig i forbindelse med emballering. Ved bruk av modifisert atmosfære vil en normalt enten arbeide med en atmosfære med redusert oksygeninnhold eller en atmosfære med økt innhold av CO₂ eller nitrogen. Ved anvendelse av modifisert atmosfære påvirkes mikroorganismenes biokjemiske omannelser slik at veksten hindres eller reduseres.

Laktoferrin forekommer naturlig i melk, særlig i kolostrum. Glykoproteinet laktoferrin kan benyttes som tilsetning og derved forlenge lagfasen til bakterier i 12-14 timer ved at jern bindes i nærvær av bikarbonat. Laktoferrin er noe nærmere omtalt under avsnitt 3.3. "Antimikrobielle systemer i melk". Korhonen (2001) har dessuten nylig publisert en meget interessant oversikt over antibakteriell og antiviral aktivitet hos myseproteiner. Hans publikasjon gir også en omtale av laktoferrin.

Det naturlig forekommende laktoperoksydasesystemet i melk kan benyttes som et tiltak for å hindre mikrobiell utvikling i melka. Systemet er omtalt i avsnittet 3.3. "Antimikrobielle systemer i melk". Systemet som omfatter laktoperoksydase, thiocyanat og hydrogenperoksyd inaktiverer en rekke enzymer som er vitale for mikroorganismenes metabolisme.

Iverksetting av fysiske tiltak omtales også ofte som barrierer i en integrert barriereteknologi. Slike tiltak er velkjente og omfatter kjøling og frysing for produkter der dette er mulig. Tidsfaktoren kan også benyttes som en mikrobiostatisk barriere for eksempel gjennom anvendelse av svært kort tid mellom melking og anvendelse av melka og ved eventuelt å beregne kort holdbarhet på produktene.

Reduksjon av produktenes vannaktivitet kan også defineres som en fysisk mikrobiostatisk barriere. Det er viktig å være klar over at man da snakker om vannaktiviteten (a_w) i produktet og ikke produktets vanninnhold. Produktenes vannaktivitet kan reguleres gjennom konsentrering, som for eksempel inn-damping og tørking. Slik konsentrering øker også produktenes bufferkapasitet. Tilsetning av salt reduserer også produktenes vannaktivitet. Det samme er tilfelle med sukker. Tilsetning av sukker slik at produktene får en vannaktivitet under 0,90-0,95 vil også resultere i en antimikrobiell virkning av sukkeret som sådan.

3.2.6. Effektiviteten i barriereteknologien

Ser vi på formelen presentert foran (avsnitt 3.2.3. "Generelt om barriereteknologi"), ser en at barriereteknologi lett blir en meget omfattende og faglig meget vanskelig teknologi å dokumentere. Antall mulige barrierer som iverksettes eller utnyttes kan være høyt. Undersøkelser av effekten av en og en barriere er på den ene siden interessant, men på den annen side lite informativt fordi flere barrierer virker sammen og vil normalt ha en forsterkende effekt på hverandre. Slike synergieffekter er meget vanskelig å definere dersom en skal forklare effekten av hver barriere.

En annen og meget tidkrevende side ved kvalifisert bruk at barriereteknologi er knyttet til det faktum at de forskjellige tiltakene har forskjellig virkning på forskjellige bakterier. Det er derfor helt nødvendig å ha en klar formening om hvilke bakterier en etablerer barrierer mot. Undersøkelser viser imidlertid at også forskjellige stammer av den samme arten kan ha forskjellig følsomhet overfor de enkelte barrierer, og at forskjellige barrierer fungerer forskjellig avhengig av om bakterien har hatt anledning til en viss tilpasning til barrieren eller ikke. Det har for eksempel vist seg at stammer av *L. monocytogenes* kan øke sin toleranse overfor forskjellige barrierer. For eksempel økes syretoleransen dersom bakterien får anledning til å tilpasse seg til et surere miljø enn det den normalt tolererer. Med andre ord vil vi se at bakterienes motstandsevne mot barrierer øker dersom de over noe tid utsettes for stress som likner på den effekt en forventer av barrieren (Hill et al., 2002).

Aktiv bruk av barriereteknologi kan derfor innebære at man egentlig arbeider med teknologi som er ment å fungere mot et eller flere mål som endrer egenskaper etter hvert som barriereteknologien benyttes. Det vil si at en må være forberedt på at effekten av barriereteknologien vil endre seg over tid. Det er altså sannsynlig at noen barrierer blir mindre effektive over tid overfor de bakteriene en har til hensikt å hindre utviklingen av. Dette forutsetter imidlertid at vi står overfor den samme bakteriestammen hele tiden. Det er lite sannsynlig at effekten av barriereteknologien vil endre seg dersom en hele tiden får inn ny "forsyning" av bakterier som ikke har vært utsatt for barrieren tidligere.

Som understreket av Zwietering (2002) er det praktisk umulig å ha en perfekt innsikt i og kunnskap om alle faktorer i en matvare som enten direkte eller indirekte påvirker produktets kvalitet. Fordi matvaretrygghet er et absolutt krav, vil man helst ta i bruk de prosesstrinn som gir tilstrekkelig sikkerhet. Ved å øke kunnskapen om produktene og deres risikofaktorer, vil en bli bedre i stand til å unngå for sterk bearbeiding av råvarene og av produktene. I tillegg til den usikkerhet som følger av mangelfull kunnskap om de fleste matvarene når det gjelder mikrobiologisk risiko, vil en måtte ta hensyn til at man ofte har stor variasjon i råstoffets mikrobiologiske kvalitet, og betydelig variasjon i forholdene under foredling, lagring og distribusjon.

Barriereteknologi anvendes vanligvis i større eller mindre grad ved framstilling av de fleste meieriprodukter. Avhengig av produktet anvendes forskjellige kombinasjoner av barrierer. En bedre kartlegging av de forskjellige barrierenes virkning på forskjellige bakterietyper savnes. Synergieffekten som kan oppnås ved bruk av forskjellige hindre i rekkefølge er lite studert. Bakterienes evne til å endre sin følsomhet overfor barrierer når de blir vant til å bli utsatt for det stress barrieren representerer, er lite forstått og undersøkt for mange av de bakterietyper en ønsker å etablere hindre mot. Barriereteknologien er til stor hjelp for å bedre meieriproduktenes mikrobielle sikkerhet, men det er ikke grunnlag for å si at kombinasjon av de barrierer en normalt kan ta i bruk har en synergistisk virkning som gir mikrobiologisk sikre produkter.

3.3. Antimikrobielle systemer i melk

3.3.1. Antimikrobielle systemer i melk

Melk inneholder noen antimikrobielle systemer som kan ødelegge både bakterier, gjær og mugg. Disse systemene har vært alminnelig kjent de siste tiårene, men har fått liten praktisk utnyttning i meieriindustrien. Systemene er kontinuerlig gjenstand for omfattende forskning (Korhonen, 2001), men konsentrasjonen av de aktuelle komponentene i vanlig melk er så små at systemene ikke kan utnyttes i praksis, med mindre systemene enten stimuleres kunstig ved tilsetning av "hjelpstoffer" (lactoperoksydase-systemet) eller de aktive komponentene konsentreres industrielt og deretter anvendes som tilsetning til melka (lysozym).

3.3.1.1. Lactoperoksydasesystemet:

For at lactoperoksydasesystemet, som er latent til stede i melk, skal være aktivt mot mikroorganismer, må selve enzymet lactoperoksydase, samt hydrogenperoksyd og thiocyanat være tilstede i tilstrekkelige mengder.

De nødvendige mengdene av hydrogenperoksyd og thiocyanat som skal til for å aktivere systemet er større enn det som finnes naturlig i melk. En har derfor funnet det nødvendig med tilsetning av 10-12 ppm thiocyanat og 8-10 ppm hydrogenperoksyd for at lactoperoksydasesystemet skal gi bedring av melkas holdbarhet.

Lactoperoksydasesystemet er i stand til å ødelegge gram-negative bakterier som for eksempel koliforme bakterier, *Pseudomonas*, *Salmonella* og *Shigella*. Systemet har derimot bare en midlertidig virkning på gram-positive bakterier som for eksempel streptokokker og lactobaciller. Lactoperoksydasesystemet inaktiverer virus.

Dette antimikrobielle systemet har vist seg å være effektivt når det gjelder en viss preservering av rå melk i land med begrensede muligheter for nedkjøling av melka før konsum eller før videre foredling. Fordi aktivering av systemet forutsetter bruk av til dels helsefarlige kjemikalier, kan systemet bare aktiveres under streng kontroll og av kyndig personale.

I sin hovedfagsoppgave ved Institutt for næringsmiddelfag ved Norges landbrukshøgskole fant imidlertid Greiff (1999) at lactoperoksydasesystemet ikke kunne hindre framvekst av uønskede bakterier ved ysting av ost framstilt av upasteurisert melk. Systemet kan imidlertid være av interesse å utnytte som et hjelpemiddel for å øke holdbarheten av melk etter pasteurisering fordi enzymet lactoperoksydase bare delvis inaktiveres ved vanlig pasteurisering.

3.3.1.2. Lysozym:

Lysozym forekommer naturlig i melk, men i relativt små konsentrasjoner på ca. 0,13 mg l⁻¹. I konsentrasjoner på 10-200 mg l⁻¹ har lysozym vist seg å ha ødeleggende effekt på bakterier som forårsaker matforgiftning og ødeleggelse av mat. Lysozym i tilstrekkelige konsentrasjoner brukes i enkelte ysterier i enkelte land for å hindre *Clostridium (C.) tyrobutyricum* å danne gass under osters modning.

Lysozym ødelegger celleveggen ved å hydrolysere den såkalte $\beta(1-4)$ -bindingen mellom N-acetylmuraminsyre og N-acetylglucosamin i peptidoglycan-laget i celleveggen hos gram-positive bakterier. Gram-negative bakterier er mer motstandsdyktige mot lysozym fordi disse bakteriene har langt mindre peptidoglycan i celleveggen. Det er imidlertid observert at noen viktige gram-negative bakterier også er sensitive mot lysozym. Dette gjelder bakterier som *Salmonella*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, enteropatoogene stammer av *E. coli* og noen typer av *Vibrio*. Noen få gram-positive bakterier, som for eksempel arter av *Staphylococcus*, som inneholder techoin-syre i celleveggen, er resistente mot lysozym. Den antimikrobielle effekten av lysozym mot *L. monocytogenes* kan økes ved å redusere pH.

3.3.2. Antibakterielle proteiner og peptider

3.3.2.1. Lactoferrin:

Lactoferrin er et glycoprotein som forekommer naturlig i melk. Forbindelsen har antimikrobiell virkning som bygger på at proteinet binder jern, som ellers er nødvendig for mikroorganismenes vekst, og på at lactoferrinet bindes til cellemembranen og hindrer denne i å fungere som den skal.

Lactoferrin er mest effektivt mot bakterier som krever mye jern for deres vekst, som for eksempel koliforme bakterier. Lactoferrin hindrer vekst av bakterier som *L. monocytogenes*, *Bacillus (B.) subtilis*, *B. stearothermophilus*, *Staph. aureus*, *Klebsiella*, *E. coli* og *Streptococcus (Strep.) mutans*. Melkesyrebakterier påvirkes ikke av lactoferrin.

Aktiv bruk av lactoferrin som antimikrobiell komponent forutsetter bruk av en relativt komplisert isole-ringsteknikk og konsentrering av lactoferrin fra myse (Korhonen, 2001; Plate et al., 2001).

Varmeindusert hydrolyse av lactoferrin gir et peptid med sterkere antimikrobiell virkning enn lactoferrin. Stoffet har betegnelsen lactoferricin.

Det kan være viktig å være oppmerksom på at lactoferrinets virkning ikke påvirkes av pasteurisering. En så vidt sterk varmebehandling som "ultrahøy temperaturbehandling" (UHT) inaktiverer imidlertid lactoferrinet.

3.3.2.2. Bakteriosiner:

Bakteriosiner er peptider som produseres av bakterier for å hindre vekst av eller for å ødelegge andre bakterier, gjerne bakterier som er nær beslektet med den bakterien som produserer bakteriosinet.

Forskningen på bakteriosiner er stor innen meierirelatert virksomhet. Svært mange bakterier produserer bakteriosinliknende komponenter, men til nå har bare noen få blitt isolert og konsentrert for en praktisk anvendelse. I meieriindustrien er Nisin fremdeles det mest brukte bakteriosin.

Nisin produseres av visse stammer av melkesyrebakterien *Lactococcus (Lc.) lactis*. Nisin er ikke toksisk, er produsert av stammer fra en av de mest vanlig benyttede melkesyrebakteriene, er varmestabilt, lagringsstabilt og ødelegges ved fordøyelse. Nisin er dessuten nærmest uten smak.

Den antimikrobielle virkning av Nisin er god mot gram-positive bakterier som *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Micrococcus* og *Lactobacillus*. Nisin har derimot ingen virkning mot gram-negative bakterier. Heller ikke mot gjær og mugg. Det er imidlertid interessant å merke seg at Nisin er aktivt mot sporer av *B. stearothermophilus*, *B. cereus*, *B. polymyxa*, *B. megaterium* og *C. botulinum A, B* og *E*.

3.3.3. Praktisk vurdering

Så langt en kjenner til er ingen av de systemene som er nevnt ovenfor mulig å benytte uten videre i praktisk foredling av melk fordi de aktive komponentene forekommer i for små konsentrasjoner i normal melk til at de kan ha den ønskede drapeseffekt på melkas mikroorganismer. De systemene, eller komponentene, som omtales i litteraturen, og som er omtalt ovenfor, er i noen tilfeller utnyttet kommersielt. Slik utnytting forutsetter tilsetning av kjemikalier til melka, for eksempel for aktivisering av laktoperoksydasesystemet, eller at det aktive stoffet tilsettes til melka i form av et preparat som er en konsentrasjon av det aktive stoffet.

Ut fra den informasjon som foreligger, er det ikke praktisk mulig i dag å aktivere melkas naturlige antimikrobielle systemer og komponenter slik at de kan erstatte pasteurisering av melka for å oppnå tilfredsstillende mikrobiell sikkerhet.

3.4. Referanser

Eie, T. (1986). CO₂- behandling av melk for kondensering og tørking. *Hovedoppgave i Meieriteknologi*, Institutt for meieri- og næringsmiddelfag, Norges landbrukshøgskole.

Eie, T. (1994). Technological utilization of carbonated milk. *Doctor Scientiarum Thesis*, Department of Food Science, Agricultural University of Norway, ISBN 82-575-0215-4.

Greiff, A. (1999). Gardsost ystet av upasteurisert melk: Noen ystingstekniske faktorerers effekt på ostens mikrobiologiske kvalitet. *Hovedfagsoppgave ved Institutt for næringsmiddelfag*, Norges landbrukshøgskole.

Hill, C., Cotter, P.D., Sleator, R.D. & Gahan, C.G.M.. (2002). Bacterial stress response in *Listeria monocytogenes*: jumping the hurdles imposed by minimal processing. *International Dairy Journal* **12**: 273-283.

International Dairy Federation, (2001 a). Guidelines for the Application and Management of Hurdle Technology. *Draft of Annex II, Part A to the Codex/IDF Draft Code of Hygiene Practice for Milk and Milk Products*.

International Dairy Federation, (2001 b). Guidelines for the Application and Management of Microbiodal Steps. *Draft of Annex II, Part B to the Codex/IDF Draft Code of Hygiene Practice for Milk and Milk Products*.

Korhonen, H. (2001). Antibacterial and antiviral activities of whey proteins. I: "The importance of Whey and Whey Components in Food and Nutrition". *Proceedings of the 3rd International Whey Conference*, Munich 2001. B. Behr's Verlag GmbH & Co., Hamburg, Tyskland.

Plate, K., Demmer, W., Buchholz, H., Ulber, R. & Scheper, T. (2001). Recovery of bovine lactoferrin by ion exchange membrane adsorption. I: "The Importance of Whey and Whey Components in Food and Nutrition", *Proceedings of the 3rd International Whet Conference*, Munich, 2001. B. Behr's Verlag GmbH & Co., Hamburg, Tyskland.

Walstra, P., Geurts, T.J., Noomen, A., Jellema, A. & van Boekel, M.A.J.S. (1999). *Dairy Technology: Principles of milk properties and processing*. Marcel Dekker Inc., New York, Basel.

Zwietering, M. H. (2002). Quantification of microbial quality and safety in minimally processed foods. *International Dairy Journal*, **12**: 263-271.

4. MELKAS MIKROBIOLOGI

4.1. Innledning

Ved mikrobiologisk analyse av rå (upasteurisert) melk kan det påvises tilstedeværelse av mange forskjellige typer mikroorganismer. I tillegg kan antall mikroorganismer vise stor variasjon, avhengig av ulike faktorer. Generelt sett kan en si at disse mikroorganismene kommer enten fra selve dyret eller introduseres på et eller annet tidspunkt under melking eller bearbeidelsen av melka. Kunnskap i generell meierimikrobiologi er viktig for å kunne forstå hvorfor ulike faktorer har innvirkning på melkas mikrobiologiske kvalitet.

4.2. Mikroorganismer som er vanlig i melk

Mikroorganismer kan grupperes i henhold til ulike egenskaper som for eksempel bevegelighet, dannelse av sporer eller kapsel, Gram reaksjon samt organisering av cellene i par, kjeder, clustre osv. Selv om bakterier antagelig er de viktigste mikroorganismer i melk, kan mugg, gjær og ulike virus også påvises i melk. I tabell 4.1 er det ført opp de vanligste mikroorganismer funnet i melk. Det gjøres oppmerksom på at informasjonen i tabellen gjelder stort sett kumelk. Det vil imidlertid kunne forventes at både geit og sauemelk kan inneholde de samme mikroorganismene.

I en rapport fra Veterinærinstituttet (Mørk, 2002) ble tankmelk fra 390 storfebesetninger og 100 geitbesetninger undersøkt for tilstedeværelse av *L. monocytogenes*, *Staph. aureus*, shiga-toxin produserende *E. coli* O157:H7 samt termotolerante koliforme bakterier. *L. monocytogenes* ble ikke funnet i de 336 undersøkte tankmelksprøver av kumelk, men kunne påvises i fire av 100 geitmelksprøver. Shiga-toxin produserende *E. coli* O157:H7 ble ikke påvist i noen av de 88 prøvene som ble undersøkt. *Staph. aureus* ble funnet i 65 % av kumelkeprøvene og i 83 % av tankmelksprøver fra geit. Prosent av prøver hvor antall *Staph. aureus* var $>100 \text{ kde mL}^{-1}$ var henholdsvis 48 og 62.

4.3. Kilder til mikrobiologisk forurensning av melk

4.3.1. Juret

Det friske juret inneholder bare små mengder mikroorganismer. I alveolene er det svært få bakterier, men i epitelet på innsiden av spenekanalene kan bakterier finne skjulesteder i folder og sprekker. Bakteriene vil kunne skylles ut sammen med melka under melkingen. Antall bakterier som overføres til melka fra juret kan imidlertid variere fra nesten ingenting til $15\,000 \text{ mL}^{-1}$.

Dersom dyret lider av infeksjon i juret (mastitt) kan antall bakterier i melka øke betraktelig. Dette temaet omhandles i større detalj nedenfor under "Mastitt" (avsnitt 4.3.6.).

4.3.2. Dyret forøvrig

Både under og etter melking vil melka kontamineres med forskjellige mikroorganismer. Det er de benyttede hygieniske tiltak som bestemmer hvilke og hvor mange mikroorganismer som havner i melka, og følgelig i hvilken grad denne kontaminasjonen utgjør et helseproblem. Fra dyret kan mikroorganismene som er tilstede på utsiden av juret lett forurense melka. Disse kan være både hudorganismer samt organismer fra fæces eller fra omgivelsene. En del av disse mikroorganismene kan være patogene. Dersom dyret lider av andre infeksjonssykdommer enn mastitt, kan også de ansvarlige mikroorganismene finnes seg i melka. Eksempler er *Staph. aureus*, *Clostridium* spp., samt koliforme bakterier av ulike slag, inkludert *E. coli*. Streng hygiene under melking vil bidra til å redusere kontaminasjonen fra dyret betraktelig, men det er ikke praktisk mulig å fjerne alle bakterier fra juret.

4.3.3. Omgivelsene

Støv, jord, fæces og fôr utgjør også viktige kontaminasjonskilder. Ofte er tilstedeværelsen av sporedannende mikroorganismer det største problemet. Eksempler på disse er *C. tyrobutyricum*, *B. cereus* og *B.*

subtilis samt gjær og sporer av mugg. I noen land, for eksempel Sveits, er det ikke tillatt å føre melkedyr med silofôr dersom melka ikke skal pasteuriseres fordi dette fører til store kvalitetsproblemer på grunn av vekst av sporedannende bakterier i ost. Videre har funn av *Listeria* ført til forbud av silofôr dersom melka skal brukes til råmelksoster. Fôring kan også få indirekte konsekvenser for mikrobiologisk kontaminasjon av melka. Bruk av for mye fôrkonsentrat kan føre til diaré hos dyret. Dette øker forurensningen av melka fordi omgivelsene blir kontaminert i mye større grad (Walstra et al., 1999).

4.3.4. Melkingsutstyr

I den moderne meieriindustrien, hvor melkingen foregår ved hjelp av melkemaskiner i et lukket melkingssystem, er kontaminasjon av melka ofte forårsaket av dårlig rengjort og desinfisert melkingsutstyr. Mikroorganismene som finnes i slike omgivelser er avhengig av hvilke renholdsrutiner som følges. Bruk av varme sammen med utilfredsstillende vask vil kunne føre til oppblomstring av varmeresistente mikroorganismer, f.eks. *Microbacterium lacticum*, noen streptokokker samt sporedannende bakterier. Steder som er vanskelig å holde rene, slik som sprekker i pakninger og rørstusser, vil kunne føre til betydelig kontaminering av melka.

4.3.5. Vaskevannet

Vannet som brukes til å vaske og skylle utstyret må ha drikke kvalitet. Dersom vannet kommer fra privat kilde, bør det sjekkes med jevne mellomrom. Kontaminasjon fra vann omfatter ofte Gram-negative staver som *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Flavobacterium* og *Alcaligenes*. Disse organismene er psykrotrofe og kan derved vokse i melk under kjølelagring. Vann kan også inneholde humanpatogene organismer.

Tabell 4.2 viser mulig bidrag til melkas mikrobiologiske innhold fra de ovenfor nevnte kilder.

Tabell 4.2. Ulike kontaminasjonskilder og deres mulige bidrag til melkas mikrobiologiske kvalitet. (Etter Walstra et al., 1999.)

| Kontaminasjonskilde | Mulig bidrag til bakterietall i melka (ml ⁻¹) |
|---|---|
| Juret til friske dyr | Opptil flere tusen |
| Juret til dyr med mastitt | Opptil flere millioner |
| Hud | Fra ett hundre til flere tusen |
| Melkingslokale (jord, støv, fæces, luft osv.) | Opptil ett tusen |
| Fôr | Opptil ett tusen |
| Melkingsutstyr | Ett tusen opptil flere millioner |
| Vaskevannet | Opptil flere tusen |
| Erfarent melkingspersonale | Meget lite |

Fra tabellen kan det leses at dersom kua er frisk, er melkingsutstyret vanligvis den verste forurensningskilden. Hvis dyret derimot lider av jurbetennelse (mastitt) vil melka inneholde store mengder bakterier på grunn av denne infeksjonen.

Tabell 4.1. Viktige mikroorganismer funnet i rå melk

| GRUPPE | SLEKT | ART |
|---|---|---|
| Gram-negative, aerobe/mikroaerofile, beveglige, bøyde bakterier | <i>Campylobacter</i> | <i>jejuni</i> €# |
| Gram-negative, aerobe staver og kokker | <i>Pseudomonas</i> | <i>fluorescens</i> *, <i>fragi</i> * |
| | <i>Xanthomonas</i> | |
| | <i>Alcaligenes</i> | * |
| | <i>Flavobacterium</i> | * |
| | <i>Brucella</i> | €# |
| | <i>Aleromonas</i> | * |
| | <i>Acinetobacter</i> | * |
| Gram-negative, fakultativ anaerobe staver | <i>Escherichia</i> | <i>coli</i> €#* |
| | <i>Enterobacter</i> | <i>aerogenes</i> # |
| | <i>Klebsiella</i> | <i>pneumoniae</i> €#, <i>oxytoca</i> |
| | <i>Salmonella</i> | €# |
| | <i>Yersinia</i> | <i>enterocolitica</i> # |
| | <i>Aeromonas</i> | <i>hydrophila</i> # |
| | <i>Serratia</i> | * |
| | <i>Hafnia</i> | <i>alvei</i> # |
| | <i>Chromobacterium</i> | <i>violaceum</i> , <i>lividum</i> |
| | <i>Coxiella</i> | <i>burnetii</i> €# |
| | Gram-positive kokker | <i>Micrococcus</i> |
| <i>Staphylococcus</i> | | <i>aureus</i> €#, <i>epidermidis</i> , <i>hyicus</i> €, <i>chromogenes</i> € |
| <i>Streptococcus</i> | | <i>agalactiae</i> €#, <i>dysgalactiae</i> €, <i>uberis</i> €, <i>pyogenes</i> €#, <i>zooepidemicus</i> €#, <i>thermophilus</i> (*) |
| <i>Lactococcus</i> | | <i>lactis</i> (*) |
| <i>Leuconostoc</i> | | <i>mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i> (*), <i>mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides</i> (*), |
| Gram-positive, sporedannende staver | <i>Bacillus</i> | <i>stearothermophilus</i> , <i>cereus</i> #, <i>coagulans</i> *, <i>licheniformis</i> * |
| | <i>Clostridium</i> | <i>botulinum</i> €#, <i>perfringens</i> #, <i>sporogenes</i> *, <i>butyricum</i> *, <i>tyrobutyricum</i> * |
| Gram-positive, ikke-sporedannende staver | <i>Lactobacillus</i> | <i>delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>casei</i> , <i>brevis</i> , <i>acidophilus</i> |
| | <i>Listeria</i> | <i>monocytogenes</i> €#, |
| | <i>Kurthia</i> | |
| Gram-positive, irregulære, ikke-sporedannende staver | <i>Corynebacterium</i> | <i>bovis</i> €, <i>striatum</i> €, <i>renale</i> € |
| | <i>Arthrobacter</i> | |
| | <i>Brevibacterium</i> | <i>linens</i> (*) |
| | <i>Aureobacterium</i> | <i>liquifaciens</i> (*) |
| | <i>Propionibacterium</i> | (*) |
| | <i>Actinomyces</i> | <i>bovis</i> €, <i>pyogenes</i> € |
| Mycobakterier | <i>Mycobacterium</i> | <i>tuberculosis</i> €#, <i>bovis</i> €, <i>avium</i> subsp. <i>paratuberculosis</i> € (#) |
| Gjær | <i>Saccharomyces</i> , <i>Candida</i> , <i>Kluyveromyces</i> , <i>Debaromyces</i> ... Alle (*) | |
| Mugg | <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Geotrichum</i> , <i>Scopulariopsis</i> , <i>Sporendonema</i> , <i>Mucor</i> , <i>Rhizopus</i> ... Alle (*) | |
| Virus | <i>Poliomyelitt</i> #, <i>byksesyke</i> €#, <i>Kukopper</i> €# | |

€ forårsaker sykdom hos dyr

forårsaker sykdom hos mennesker

- forårsaker kvalitetsforringelse i meieriprodukter (*) endringene i noen meieriprodukter kan være ønskelig. Kilde: Vasavada & Cousin, 1992.

4.3.6. Mastitt

Jurbetennelse, eller mastitt, skyldes vanligvis en bakteriell infeksjon i juret som angriper kjertelvevet. Dette er en hyppig forekommende og tapsbringende sykdom. Bakteriene kommer som regel inn via spenekanalene. Bakterier som gir jurbetennelse er utbredt og finnes i alle fjøs. Symptomene kan variere fra knapt merkbar til alvorlig, med dødelig utgang.

De mest vanlige bakterier som forårsaker mastitt er *Strep. agalactiae* og *Staph. aureus*. *E. coli* er også vanlig blant dyr i fjøs. Andre bakterier, som mer sjelden er problematiske, inkluderer *Strep. uberis*, *Strep. dysgalactiae*, koliforme bakterier inklusive *Klebsiella* spp. og *Pseudomonas aeruginosa*. De to førstnevnte er smittsomme organismer og smitten overføres mellom dyr. De andre bakteriene smitter stort sett dyret fra omgivelsene.

Strep. agalactiae er den ”klassiske” mastitt agens. Den er en obligat parasitt som holder til i jurets kanaler, men invaderer ikke jurvevet. Grunnet organismens sensitivitet mot penicillin kan denne formen for mastitt lett helbredes og det er mulig å fjerne den fra en besetning. Mastitt forårsaket av *Staph. aureus* er derimot vanskeligere å kontrollere. Bakterien invaderer vevet i juret og produserer flere toksiner som skader epitelcellene. Noen stammer produserer penicillinase og organismen kan være resistent mot en rekke andre antibiotika.

Det er også kjent at en del såkalte ”emerging pathogens” er assosiert med mastitt. Organismer som *L. monocytogenes*, *Campylobacter jejuni*, *Yersinia enterocolitica* og *Leptospira pamona* kan skilles ut i råmelka. Dette øker muligheten for spredning til mennesker av sykdommer som listeriose, campylobakteriose og yersiniose.

Klinisk mastitt er en akutt sykdom som er lett å oppdage. Kronisk jurbetennelse er derimot en mer snikende betennelse. Den kan forårsakes av flere bakterietyper, men *Staph. aureus* eller *E. coli* er ofte implisert. Selv om det ikke utskilles fullt så mange bakterier i melka som ved akutt mastitt, så kan denne forurensningen være tilstede uoppdaget over lengre tid.

4.4. Referanser

Mørk, T. (2000). Forekomst av patogener og potensielle patogener i upasteurisert tankmelk fra ku og geit. Rapport. Veterinærinstituttet, Oslo.

Walstra, P., Geurts, T.J., Noomen, A., Jellema, A & van Boekel, M.A.J.S. (1999). Dairy Technology: Principles of milk properties and processing. Marcel Dekker Inc., New York, Basel.

Vasavada, P.C. & Cousin, M.A. (1992). Dairy Microbiology and Safety. I: Hui, Y.H., “Dairy Science and Technology Handbook, vol. 3. VCH Publishers, New York.

5. MELK SOM VEKSTMEDIUM FOR MIKROORGANISMER

Generelt er vekst av mikroorganismer i rå melk uønsket bortsett fra i de situasjoner der vekst av melkesyrebakteriene som kan finnes naturlig i melka er ønsket. Melk er et rikt næringssubstrat, og mange ulike mikroorganismer kan vokse i melk.

Vekst av bakterier i melk er sterkt påvirket av temperatur. Dersom melka kjøles til $<4^{\circ}\text{C}$ kort tid etter melking, vil veksten av mange bakterietyper hemmes i betydelig grad. Tabell 5.1 viser generasjonstid for diverse bakteriegrupper i melk ved ulike temperaturer.

Tabell 5.1. Generasjonstid (timer) for ulike bakteriegrupper i melk ved forskjellige temperaturer. (Etter Walstra et al., 1999).

| Temperatur $^{\circ}\text{C}$ | 5 | 15 | 30 |
|-------------------------------|-------|-----|------|
| Melkesyrebakterier | >20 | 2,1 | 0,5 |
| <i>Pseudomonas</i> spp. | 4 | 1,9 | 0,7 |
| Koliforme | 8 | 1,7 | 0,45 |
| Varmeresistente streptokokker | >20 | 3,5 | 0,5 |
| Aerobe sporedannere | 18 | 1,9 | 0,45 |

Generasjonstiden varierer også mellom ulike arter og stammer. Imidlertid viser tabellen at ved 30°C vil de fleste av disse bakterietypene kunne dele seg omtrent hver halvtime. Derimot ved kjøletemperaturer (5°C) er det bare *Pseudomonas*-gruppen som har en kort generasjonstid. Ved kjølelagring av melk er *type* bakterier tilstede derved avgjørende for hvor lenge melka kan oppbevares før den blir ødelagt eller uegnet til framstilling av produkter.

I Tabell 5.2 kan en se innvirkning av lagringstemperaturen på totaltall, bestemt som aerobe, mesofile bakterier på Plate Count Agar (PCA), og holdbarheten, gitt et bakterietall på $2,3 \times 10^3 \text{ mL}^{-1}$ ved lagringens begynnelse.

Tabell 5.2. Effekt av lagringstemperatur på totaltall bakterier og holdbarhet av melk lagret ved forskjellige temperaturer. (Etter Walstra et al., 1999).

| Lagringstemperatur | Totaltall etter 24 timer (cfu mL^{-1}) | Holdbarhet (timer) |
|--------------------|--|--------------------|
| 4 | $2,5 \times 10^3$ | >75 |
| 10 | $1,2 \times 10^4$ | 30 |
| 15 | $1,8 \times 10^5$ | 19 |
| 20 | $4,5 \times 10^6$ | 11 |
| 30 | $1,4 \times 10^9$ | 5 |

cfu = "colony forming units"

Det er imidlertid viktig å være oppmerksom på at de bakteriene som vokser fram ved disse ulike temperaturene vil være forskjellig. Ved 4°C vil psykrotrofe bakterier, for eksempel, *Pseudomonas*, dominere, men andre bakterier vil være mer konkurransedyktig ved 30°C .

Tabell 5.3 viser at de eneste bakterietyper som overlever pasteurisering er sporedannende bakterier, samt noen få arter som er spesielt varmeresistente. Ingen av de sistnevnte er patogene. Det er viktig å legge merke til at en del av de bakterietyper som kan vokse i melk er blant de som er patogene for mennesker.

Tabell 5.3. Evnen til noen mikroorganismer som finnes i melk til å vokse i melk og overleve pasteurisering. (Basert på Walstra et al., 1999).

| SLEKT /ART | Vekst i rå melk | Varmeresistens |
|--|-----------------|----------------|
| <i>Campylobacter jejuni</i> €# | - | - |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> *, <i>fragi</i> * | ++ | - |
| <i>Xanthomonas</i> | ++ | - |
| <i>Alcaligenes</i> * | ++ | - |
| <i>Flavobacterium</i> * | ++ | - |
| <i>Brucella</i> €# | - | - |
| <i>Alteromonas</i> * | * | - |
| <i>Acinetobacter</i> * | * | - |
| <i>Escherichia coli</i> €#* | ++ | - |
| <i>Enterobacter aerogenes</i> # | * | - |
| <i>Klebsiella pneumoniae</i> €#, <i>oxytoca</i> | * | - |
| <i>Salmonella</i> €# | + | - |
| <i>Yersinia enterocolitica</i> # | * | - |
| <i>Aeromonas hydrophila</i> # | * | - |
| <i>Serratia</i> * | * | - |
| <i>Hafnia alvei</i> # | * | - |
| <i>Chromobacterium violaceum</i> , <i>lividum</i> | * | - |
| <i>Coxiella burnetii</i> €# | * | - |
| <i>Micrococcus</i> | + | + |
| <i>Staphylococcus aureus</i> €#, <i>epidermidis</i> , <i>hyicus</i> €, <i>chromogenes</i> € | ++ | - |
| <i>Streptococcus agalactiae</i> €#, <i>dysgalactiae</i> €, <i>uberis</i> €, <i>pyogenes</i> €#, <i>zooepidemicus</i> €#, <i>thermophilus</i> (*) | ++ | -(?) |
| <i>Lactococcus lactis</i> (*) | ++ | - |
| <i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i> (*), <i>mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides</i> (*), | + | - |
| <i>Bacillus stearothermophilus</i> , <i>cereus</i> #, <i>coagulans</i> *, <i>licheniformis</i> * | ++ | + |
| <i>Clostridium botulinum</i> €#, <i>sporogenes</i> *, <i>butyricum</i> *, <i>tyrobutyricum</i> *, <i>perfringens</i> #, | - (+) | + + |
| <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>casei</i> , <i>brevis</i> , <i>acidophilus</i> | ++ | - |
| <i>Listeria monocytogenes</i> €#, | + | - |
| <i>Kurthia</i> | * | - |
| <i>Corynebacterium bovis</i> €, <i>striatum</i> €, <i>renale</i> €, <i>pyogenes</i> | + + | - -(?) |
| <i>Arthrobacter</i> | * | * |
| <i>Brevibacterium linens</i> (*) | * | * |
| <i>Aureobacterium liquifaciens</i> (*) | * | * |
| <i>Propionibacterium</i> (*) | +/- | (?) |
| <i>Actinomyces bovis</i> €, <i>pyogenes</i> € | * | * |
| <i>Mycobacterium tuberculosis</i> €#, <i>bovis</i> €, <i>avium</i> ssp. <i>paratuberculosis</i> | - - | - +(?) |
| <i>Saccharomyces</i> , <i>Candida</i> , <i>Kluyveromyces</i> , <i>Debaromyces</i> ... <i>Alle</i> (*) | +/- | -(?) |
| <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Geotrichum</i> , <i>Scopulariopsis</i> , <i>Sporendonema</i> , <i>Mucor</i> , <i>Rhizopus</i> ... <i>Alle</i> (*) | +/- | (?) |
| <i>Polioomyelitt</i> #, <i>byksesyke</i> €#, <i>Kukopper</i> €# | - | - |

Slekt/art: € forårsaker sykdom hos dyr # forårsaker sykdom hos mennesker

- forårsaker kvalitetsforringelse i meieriprodukter; (*) endringene i noen meieriprodukter kan være ønskelig

Vekst i melk: + noe vekst; ++ vokser godt; +/- art/stammer betinget vekst; *ingen tilgjengelig informasjon

Varmeresistens: + overlever 63 °C i 30 min/ 72 °C i 20 sek; - overlever ikke 63 °C i 30 min/ 72 °C i 20 sek. (?) usikker informasjon; * ingen tilgjengelig informasjon.

5.1. Referanser

Walstra, P., Geurts, T.J., Noomen, A., Jellema, A., van Boekel, M.A.J.S. (1999). Dairy Technology: Principles of milk properties and processing. Marcel Dekker Inc., New York, Basel .

6. SYREKULTURER TIL MEIERIPRODUKTER

6.1. Historikk og utvikling

Syrnede melkeprodukter har en historie som er nesten like lang som det å fortære søtmelk og søtmelkeprodukter. De fleste tradisjonelle meieriprodukter inkluderer, som en del av deres produksjonsteknologi, et trinn hvor det legges til rette for utvikling av diverse, men bestemte mikroorganismer. Fra tidligere tider, lenge før en visste hva mikroorganismer er, ble det oppdaget at syringen gikk raskere og var mer forutsigbar dersom en tilsatte noe fra en tidligere produksjon. Det ble etter hvert utviklet rutiner for å ta vare på det som ble kalt for syrekulturen.

På grunn av den lave pH-verdien som oppstår som et resultat av syring, er syrekulturen som oftest dominert av melkesyrebakterier. Selv om det ofte hevdes at ulike syrekulturer har oppstått på grunn av diverse klimatiske og andre forhold som er stedsspesifikke, så er det lite vitenskapelig dokumentasjon på dette. Imidlertid har det, av sensoriske og økonomiske grunner, alltid blitt lagt stor vekt på å bevare gode syrekulturer. En feil syring kunne gi et dårlig produkt som ville føre til økonomisk tap, eller et helsefarlig produkt som kunne gjøre folk syke.

Meieriene i Nord-Europa, Nord-Amerika og Australasia var tidlig ute med å kommersialisere syrekulturer. Mange av de syrekulturene som benyttes i meieriindustrien i dag har sin opprinnelse i gode, robuste syrekulturer som stammer fra gårder eller meierier. I dag er det få store meierier som vil våge å framstille syrnede melkeprodukter eller å yste ost uten å bruke kommersielle syrekulturer.

6.2. Kommersiell produksjon av syrekulturer

Det er i dag bare et fåtall storprodusenter av syrekulturer som selger sine varer i Nord-Europa. Grunnen til at det er få aktører i bransjen kan forklares med store produksjonskostnader og med stor forskningsinnsats hos produsentene. Dette er krevende, både økonomisk og faglig. Christian Hansen AS og Wisby AS (nå en del av Danisco) forsyner nær sagt hele den kommersielle norske meieriindustrien med syrekulturer.

Når en syrekultur framstilles, dyrkes kulturen opp under spesielle betingelser som sikrer et stort antall mikroorganismer i mediet. Den utvokste kulturen, etter oppkonsentrering ved hjelp av filtrering eller sentrifugering, kan deretter enten frysetørkes eller fryses for å bevare levedyktigheten hos syrekulturen under forsendelse og videre lagring.

Dypfrosne syrekulturer brukes i dag i Norge til all kommersiell produksjon av kulturmelk, rømme og lignende produkter, yoghurt og ferskoster. Slike syrekulturprodukter er også kalt for DVS kulturer, en forkortelse for Direct Våt Set. Dette betyr at kulturen skal tilsettes direkte i produksjonstanken uten noe form for oppdyrking på forhånd. Dypfrosne kulturer er noe dyrere enn frysetørkede kulturer og derfor brukes de i begrenset omfang til ysting. De er derimot enkle i bruk, men deres kvalitet og aktivitet er avhengig av en ubrutt frysekjede under leveransen fra kulturprodusent til meieriet.

Frysetørkede syrekulturer er brukt til ysting ved store meierier. Slike kulturer må helst ha et oppdyrkings-trinn i melk før de overføres til ystekaret. En slik oppdyrket kultur er noe mer aktiv enn en dypfrosen kultur som har en forlenget lag fase i ystekaret. Dette vil bety at ystingsteknikken ikke kan være helt den samme ved bruk av de to kulturtypene. Det vil være behov for å tilpasse teknikken og "timing" til syrningsaktiviteten. Imidlertid vil mange meierier ha en "back up" av frosen kultur, i tilfelle syrekulturen til ysting er lite aktiv. Frysetørkede kulturer har den fordel at forsendelsen er enkel samt at behovet for lav temperatur under lagring av kulturen før bruk er mindre kritisk.

6.3. Typer av syrekulturer og deres bruksområder

I tabell 6.1 vises de mest vanlige typer av syrekulturer med henblikk på deres mikrobiologiske innhold samt bruksområder.

Tabell 6.1. Oversikt over de mest vanlige kommersielt framstilte kulturer til meieriprodukter.

D: Definert kultur; UD: Udefinert kultur.

| Syrekultur | Mikrobiologiske innhold | D eller UD | Bruksområder |
|---|--|------------|--|
| Mesofil Beste vekstbetingelser 8–32 °C | | | |
| ”O” kultur | <i>Lactococcus (Lc.) lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> <i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> | D | Cottage cheese Faste oster uten hull |
| ”DL” kultur | <i>Lc. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> <i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> <i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetylactis</i> <i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i> | UD | Kulturmilk, rømme, crème fraiche, kremoster, faste oster med runde hull, smør. |
| kefirkorn | Diverse melkesyrebakterier og gjær | UD | kefir |
| Termofil Beste vekstbetingelser 37-45 °C | | | |
| Yoghurt | <i>Streptococcus thermophilus</i> + <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> | D | Yoghurt, blåmuggoster, fetaost, harde ostetyper |
| Probiotiske kulturer | <i>Lactobacillus (Lb.) acidophilus</i> , <i>Lb. rhamnosus</i> , <i>Lb. casei</i> , m.fl. <i>Bifidobacterium longum</i> m.fl. | D | Probiotiske surmelksprodukter |
| Modningskulturer | | | |
| Mugg | <i>Penicillium candidum</i> | D | Blå og hvite muggoster |
| | <i>Geotrichum candidum</i> | D | Hvitmuggost, viili |
| | <i>Mucor</i> spp. | D | Gammelost |
| Gjær | <i>Debaromyces hansenii</i> | D | Rødkittoster |
| | <i>Candida utilis</i> | D | Rødkittoster |
| | <i>Mycoderma</i> spp. | D | Rødkittoster |
| | <i>Candida rugosa</i> | D | Pultost |
| Propionsyrebakterier | <i>Propionibacterium (P.) freudenreichii</i> , <i>P. shermanii</i> | D | Sveitsiske oster, Jarlsbergost. |
| Rød kittkultur | <i>Brevibacterium linens</i> | D | Rødkittoster |

Definerte syrekulturer er kulturer hvor det eksakte mikrobiologiske innhold er kjent. De er kulturer som er sammensatt av utvalgte stammer av bestemte mikroorganismer. Udefinerte kulturer har sine opprinnelser i tradisjonelle brukskulturer og består av et bredere sortiment av nærbeslektede stammer innenfor hver art som befinner seg i kulturen.

6.4. Alternativer til syrekulturer

Bruk av en kommersielt framstilt syrekultur til syrning av meieriprodukter fører til et mer ensartet produkt. Et alternativ til å bruke en kommersiell kultur kan være å bruke selvsyrnet melk. Dersom dette brukes vil det imidlertid være fare for tilstedeværelse av både produktødeleggende og patogene organismer i tillegg til melkesyrebakterier. De sistnevnte vil imidlertid etter all sannsynlighet komme til å dominere syrekulturen.

En del surmelksprodukter, for eksempel yoghurt og kulturmilk, vil inneholde melkesyrebakterier i en balanse ikke helt ulik den opprinnelige kulturen. Dersom slike produkter er ferske, vil bruk av kommersielle produkter være å foretrekke framfor bruk av selvsyrnet melk. Framstemping for ferske fermenterte melkeprodukter er som regel tre uker. Et surmelksprodukt som skal brukes til syrekultur bør ha minst 14 dager igjen i forhold til framstemplingsdatoen.

6.5. Bruk av syrekulturer til produkter laget av rå melk

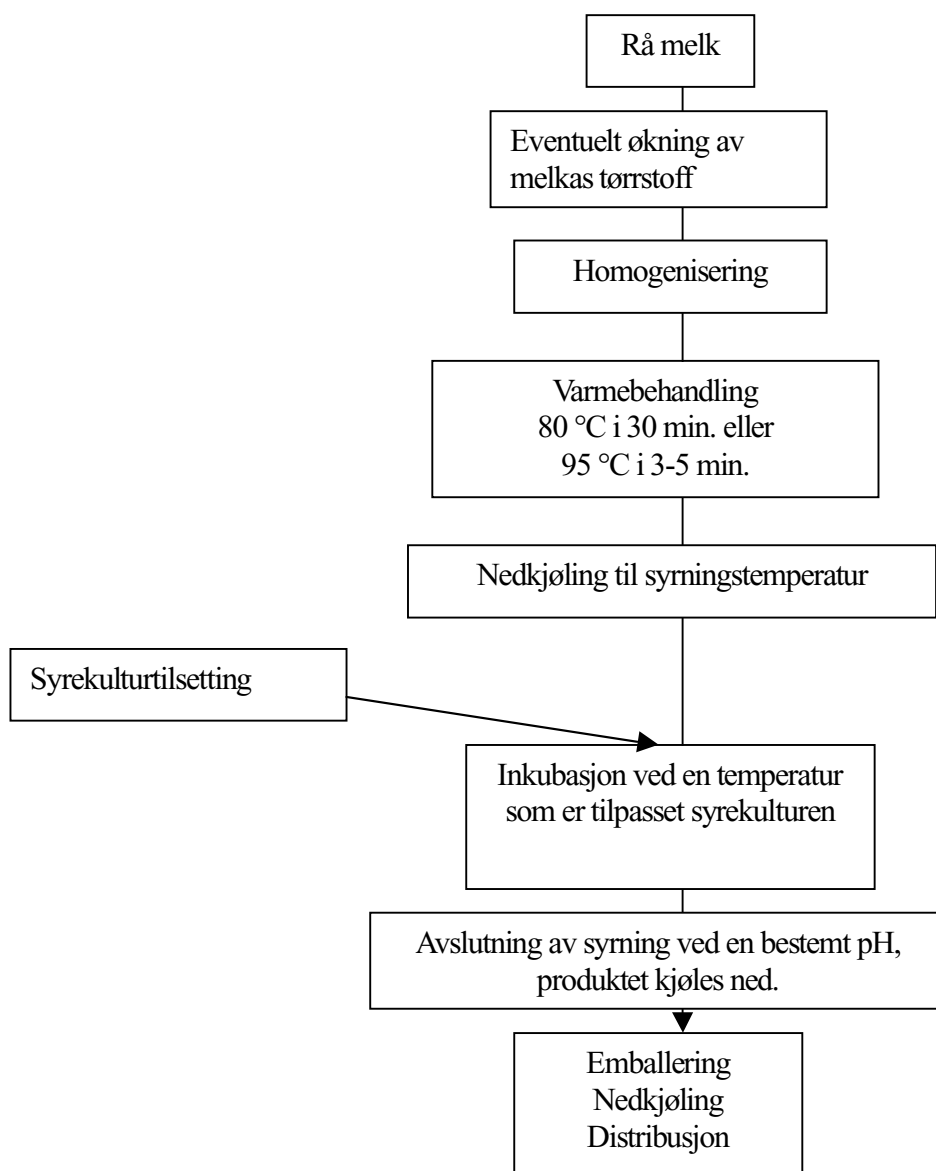
Tilsetning av en aktiv syrekultur til melk vil hindre vekst av ikke-syretolerante mikroorganismer på et tidligere tidspunkt enn om kulturen er lite aktiv eller om selvsyrning brukes. Det er også dokumentert at noen organismer etter hvert dør ut i sure produkter. Imidlertid er det mange rapporter i litteraturen som viser at lav pH ikke er noen garanti for at produktet er mikrobiologisk trygt. Bruk av syrekultur kan forbedre den mikrobiologiske kvalitet hos et surmelksprodukt, men kan ikke vurderes som et trinn som gjør produktet helsemessig sikkert. (Se for øvrig avsnitt 7. "Ferske fermenterte produkter av ku- og geitmelk (Kulturmilk, yoghurt, rømme, ferskost").

7. FERSKE FERMENTERTE PRODUKTER AV KU- OG GEITMELK (KULTURMELK, YOGHURT, RØMME, FERSKOSTER)

7.1. Generelt om framstillingsteknologien for ferske fermenterte produkter

Under framstilling av ferske fermenterte melkeprodukter legges forholdene til rette for vekst av melkesyrebakterier. Opprinnelig ble slike produkter laget ved spontansyrning av melk. De naturlig tilstedeværende bakteriene i melka sørget for syreproduksjon samt produksjon av diverse, tildels produktspesifikke, smaks- og aromakomponenter. Ved dagens industrielle meierier er pasteurisert melk tilsatt kommersielle kulturer av melkesyrebakterier. Fordelene med dette er at produktene derved er gjort helsemessig sikre, samt at de viser en betraktelig forbedret kvalitet og stabilitet. Konsistensen til surmelksprodukter er påvirket av forskjellige faktorer hvor de viktigste er a) mengde geldannende protein i melken samt b) hastigheten av geldannelsen.

I figur 7.1 vises det et generelt skjema for framstilling av flytende surmelksprodukter. Ferskoster vil bli omhandlet i eget underavsnitt om "Ferskoster" (avsnitt 7.5.).



Figur 7.1. Flvtskiema for framstilling av surmelksprodukter.

7.2. Trinn i framstilling av ferske fermenterte produkter

7.2.1. Råstoffet

Melk til surmelksprodukter bør være av god kvalitet. Den skal ikke inneholde fremmedpartikler og skal være uten fremmed lukt og smak. Til framstilling av yoghurt er det vanlig å øke tørrstoffprosenten i melka med ca. 2,5 % ved å tilsette skummetmelkpulver. Dette fører til at konsistensen til yoghurt blir mye tykkere sammenlignet med andre surmelksprodukter slik som kulturmelk og kefir.

7.2.2. Homogenisering

Når melk homogeniseres vil fettkulene bli spaltet til mange små kuler. Dette gir en betraktelig økning av overflatearealet til fettkulene. Dette resulterer i en viss mangel på fettkulemembranmateriale. Resultatet blir at kasein dekker områder på fettkuleoverflaten hvor det er for lite fettkulemembran. Fettkulene med kasein oppfører seg som "pseudoprotein" og vil delta i gelen som dannes under syring. Homogenisering bidrar derved til en betraktelig økning i viskositeten til produktet. Dersom melk *ikke* homogeniseres vil fettene gradvis flyte opp, noe som vil forstyrre gelen. Dette fører til uønsket utskillelse av myse i produktet.

7.2.2. Varmebehandling

Varmebehandling sørger for at patogene mikroorganismer i melka blir drept, og samtidig oppnås det også produktteknologiske fordeler. Det brukes vanligvis en tid- og temperaturkombinasjon ved varmebehandling av melk til surmelksframstilling som gir en kraftigere varmebehandling enn vanlig pasteurisering. Ved å behandle melka ved 95 °C i 3-5 minutter eller ved 80 °C i 30 minutter oppnås en omfattende (>80 %) denaturering av myseproteinene. Myseproteinene fester seg til kaseinmicellene eller danner selv aggregater. Dette fører til at myseproteinene nå deltar i geldannelsen under syring. Konsistensen til produktet blir tykkere og glattere, og det blir mindre fare for myseutskillelse. Myseproteiner i denaturert form har en utpreget evne til å binde vann (myse). Denne mer omfattende varmebehandlingen fører til drap av langt flere mikroorganismer enn det som oppnås ved vanlig pasteurisering. En del bakteriesporer vil imidlertid ikke drepes ved de benyttede temperaturene.

Forskjellige kjemiske endringer i melka under varmebehandling har en effekt på veksten av melkesyrebakterier (Tamime & Robinson, 1999). Syrekulturen vokser bedre i melk som har blitt varmebehandlet. Dette viser seg ikke bare ved en raskere syring, men også som økt produksjon av noen ønskelige smaksstoffer.

Faktorene som fører til stimulert vekst hos for eksempel yoghurtbakteriene er:

- Reduksjon av pH og Eh
- Mindre oppløst oksygen i melka
- Reduksjon i antall konkurrerende bakterier
- En liten økning i frie aminosyrer
- Produksjon av maursyre (fra laktose; stimulerer *Strep. thermophilus*)

Med hensyn til produktkvaliteten vil varmebehandling av melk gi en gevinst i form av økt viskositet samt et bidrag til dannelse av smaksstoffer som laktoner, metylketoner og aromastoffer fra aminosyrer. Ødeleggelse av diverse enzymer, både fra melk og fra melkas mikroflora vil redusere produksjon av uønskede bitre og harske smakskomponenter.

7.2.4. Tilsetting av syrekultur

Ulike surmelksprodukter er særegne fordi de framstilles ved hjelp av forskjellige syrekulturer. Til fermenterte surmelksprodukter i Norge (unntatt kefir) benyttes det nå utelukkende dypfrosne, superkonsentrerte kulturer som skal tilsettes syringstanken direkte (såkalte Direct Vat Set, DVS-kulturer). Frysetør-

kede kulturer er også tilgjengelige. De kan enten tilsettes syringstanken direkte, eller de kan brukes til å dyrke opp en mindre mengde surmelk ("bulk starter" eller "brukssyre") som kan tilsettes produksjonsmelka påfølgende dag. Tabell 7.1. viser hvilke bakterietyper som brukes til å framstille forskjellige produkter, og hvilke inkubasjonstemperaturer og tider som blir benyttet.

Tabell 7.1. Syrekulturer og inkubasjonsbetingelser som brukes ved fremstilling av flytende surmelksprodukter

| Surmelksprodukt | Kulturen består av: | Ideell inkubasjonstemperatur og tid |
|---------------------|--|-------------------------------------|
| Yoghurt | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> • <i>Streptococcus thermophilus</i> | 42-43 °C i 3-6 timer |
| Kulturmilk Rømme | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>cremoris</i> • <i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i> • <i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetylactis</i> • <i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i> | 22 °C i ca. 18 timer |
| Kefir | Framstilles i Norge ved hjelp av kefir Korn. Denne kulturen er udefinert, og består av mange forskjellige typer av melkesyrebakterier og gjær. Frysetørkede kulturer er tilgjengelig. | 22 °C i ca. 18 timer |
| Cultura | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Lactobacillus acidophilus</i> • <i>Bifidobacterium bifidus</i> | 37 °C i ca. 20 timer |

Mengde syrekultur som tilsettes bør tilpasses den ønskede syringstiden. Syrekulturen nedbryter laktosen i melk og danner melkesyre. Etter hvert som pH synker vil kaseinet i melka gradvis koagulere og danne en gel. Rask syring vil føre til en gel med grovt nettverk, som vil ha tendens til å skille ut myse. Langsom syring vil derimot føre til dannelse av et mer forgrenet nettverk som holder bedre på vannfasen (mysa) i melka. Det er meget viktig at melka står i fullstendig ro under syringen for å oppnå dannelse av en glatt gel og for å unngå myseutskillelse.

7.2.4.1. Yoghurt:

Yoghurtkulturen er termofil og vokser raskt ved 42-43 °C, slik at produktet er ferdig syret etter 3-6 timer avhengig av anvendt kultur. Det er mulig å bruke en syringstemperatur for yoghurt helt ned til ca. 30 °C. Syringen vil da imidlertid ta mye lengre tid, og forstyrrelsen i balansen av smaksstoffene som dannes fører lett til utypisk smak i produktet. Det finnes et utvalg av forskjellige kulturer som gir yoghurt med litt forskjellige egenskaper når det gjelder syrlighet, "yoghurtsmak" og konsistens. Kulturer som gir et mildt og litt trådtrekkende produkt syrer som regel langsommere enn kulturer som produserer mye acetaldehyd, hovedsmakskomponenten i yoghurt, og ikke danner ekstracellulært polysakkarid. Ekstracellulært polysakkarid er hovedkomponenter i det "slim" som gir produktene en "trådtrekkende" karakter. Det er ønskelig at yoghurt har en pH på ca. 4,4. Yoghurtkulturen er imidlertid spesielt syretolerant slik at ettersyrning kan forekomme dersom produktet ikke kjøles ned ved det riktige tidspunktet. Yoghurtfermenteringen foregår meget hurtig i forhold til syningen av andre surmelksprodukter. Dersom melka ikke anrikes med skummetmelkpulver, vil dette kunne føre til et produkt som lett skiller ut myse. Anriking av melka til yoghurt sørger for mange flere proteinkjeder i gelnettverket, og myseutskillelse forhindres samtidig som produktets viskositet øker.

7.2.4.2. Kulturmilk:

Kulturmilk, skummet kulturmilk og rømme synes med en aromatisk, mesofil kultur, en såkalt DL-kultur. Det går ca. 18 timer ved 22 °C før pH er redusert til et ønskelig nivå, omkring 4,4. Den optimale veksttemperaturen til laktokokker og leuconostoc, som finnes i syrekulturen, ligger nærmere 30 °C. Imidlertid vil balansen i kulturen forskyves dersom en bruker en temperatur høyere enn 22 °C. Da vil den

riktige smaksbalansen i produktet ikke oppnås. Smaken til kulturmelk og rømme skal være syrlig og rund med en svak diacetylsmak. Diacetyl dannes fra nedbrytning av citrat i melka. Diacetyl anses som den mest typiske smakskomponenten i smør framstilt av syrnet fløte (rømme). Dersom acetaldehyd er til stede i det ferdige kulturmelkproduktet eller i rømmen, vil smaken oppleves som snerpete, eller ”grønn”. Melk til kulturmelk anrikes ikke med ekstra melketørrstoff og skummet kulturmelk oppleves ofte som tynn fordi fettene er fjernet.

7.2.4.3. Kefir:

Kefir er et tradisjonelt produkt som stammer fra Vest-Asia. Den framstilles fra *kefir* - små, litt gummiaktige klumper som ligner blomkålbuketter. Kefirkornene består av en meget spesiell symbiotisk kultur og inneholder flere typer melkesyrebakterier og gjær. Det er ikke mulig å lage kefir ved å blande sammen de mikroorganismene som finnes i kefir. Hovedmetabolske baner til disse mikroorganismene er: nedbrytning av laktose til melkesyre; metabolisme av citrat til smakskomponenter slik som diacetyl, CO₂ og eddiksyre; og produksjon av etanol og CO₂ som en følge av gjærens metabolisme.

Kefir laget på tradisjonelt vis kan inneholde opp til 2,5 % etanol, men i det kommersielt framstilte produktet er etanolmengden vanligvis meget lav, omkring 0,01 %, fordi innhold av gjær i slike produkter er lavt.

7.2.4.4. Cultura og andre probiotiske produkter:

Probiotiske surmelksprodukter er relativt nye produkter på markedet i Norge. De framstilles ved hjelp av kulturer av melkesyrebakterier som har vært isolert fra tarmen hos friske mennesker. Spesielle stammer av probiotiske bakterier har vært gjenstand for omfattende forskning og det er vitenskapelig påvist at enkelte stammer har en helsemessig positiv virkning på balansen til tarmfloraen. Evne til å stimulere menneskets immunforsvar er også påvist hos enkelte stammer.

Bakteriene som brukes til probiotiske produkter er mindre tilpasset vekst i melk enn de klassiske meierikulturene som brukes til andre produkter. De vokser best ved 37 °C, og denne temperaturen brukes vanligvis som syringstemperatur. Det settes følgelig spesielle krav til hygiene når slike produkter skal framstilles. Fordi det er den helsemessige virkning som har vært mest i fokus, er det nok grunnlag for å hevde at det er blitt lagt mindre vekt på smaken til produktet. Det tilsettes ofte fruktjuice eller syltetøy til probiotiske produkter.

7.2.4.5. Tettemelk:

Tettemelk er et tradisjonelt surmelksprodukt i Norge. Lignende produkter finnes i Sverige (långfil) og i Finland (viili). Tradisjonen sier at tettemelk kan lages ved å tilsette nysilt melk til blad fra tetteplanten (*Pinguicula vulgaris*), en ”kjøttetende” plante som vokser i myrområder på fjellet. At dette er mulig, ble bekreftet i en hovedoppgave ved Norges landbrukshøgskole (Haug, 1996). Vanligvis framstilles tettemelk ved poding fra et tidligere produkt (”backslopping”), men dersom kulturen fungerer dårlig, kan en ny kultur skaffes ved bruk av tetteblad. Tettemelk framstilles kommersielt i Norge ved Røros Meieri. Kulturen som brukes her ble selektert fra gårdskulturer i distriktet. Tettemelk har en meget trådtrekkende konsistens forårsaket av en spesiell type *Lc. lactis* subsp. *cremoris* som danner eksopolysakkarid. I tillegg er det i tettekulturen stammer av *Leuconostoc* som er ansvarlig for dannelsen av aromakomponenter fra citratmetabolisme.

Det er ikke tilrådelig å konsumere tettemelk fra den første syringen når blad fra tetteplanten er benyttet, ettersom andre bakterier kan overføres fra bladene. Bladene kan for eksempel være forurensset med avføring fra ulike dyr. For å øke sikkerheten til en selvprodusert kultur, bør syrekulturen ompodes i melk flere ganger, over flere påfølgende dager. Det vil imidlertid være vanskelig å kontrollere en slik hjemmeprodusert kultur uten tilgang til laboratorietjenester.

7.2.5. Nedkjøling av produktet

Syrningen av de fleste surmelksproduktene avsluttes når pH er redusert til ca. 4,4. Ved denne pH-verdien er proteinet aggregert til en gel og produktet er, sensorisk sett, passe surt. Det er viktig at produktet nedkjøles så raskt som mulig for å unngå ettersyrning. Dette er mest problematisk med yoghurt på grunn av yoghurtkulturens raske syring. Imidlertid vil veksten til yoghurtbakteriene bli totalt stanset ved kjøletemperatur. Når produktet kjøles ned vil viskositeten øke. En omfattende forstyrrelsen av gelen, ved for eksempel pumping, kan resultere i et vedvarende tap av viskositet samt myseutskillelse.

Nedkjøling av produktet vil bremse veksten av de fleste mikroorganismer, både syrekulturens mikroorganismer og eventuelt andre .

7.2.6. Emballering

Surmelsprodukter krever en emballasje som bevarer de flyktige stoffene som er viktig for produktenes aroma og smak. Både kulturmelk og kefir inneholder CO₂ som gir en karakteristisk ”prikking på tungen” som er viktig for smaksopplevelsen. En gasstett emballasje vil hindre tap av CO₂.

7.3. Fermentert melk fra upasteurisert melk

7.3.1. Teknologiske aspekter

Som forklart over, oppnår en produkter med ulike egenskaper som normalt vurderes som positive når en varmebehandler melk til syrnede melkeprodukter. Produkter framstilt fra upasteurisert melk vil vise en meget skjør og lite viskøs gel. Røring i produktet vil føre til omfattende utskillelse av myse. Bruk av homogenisering og tørrmelktilsetning gjør en viss varmebehandling av melka nødvendig, dog ikke ved så høye temperaturer som det som kommersielt brukes til surmelksprodukter. Som forklart ovenfor har den beskrevne surmelksteknologien stor positiv innvirkning på produktenes viskositet, munnfølelse samt stabilitet mot myseutskillelse.

7.3.2. Mikrobiologiske aspekter

Dersom en ønsker å lage et surmelksprodukt fra upasteurisert melk, uten tilsetning av syrekultur, vil en måtte dra nytte av melkas naturlige melkesyrebakterier. Det er sannsynlig at dette vil gi en meget tilfeldig mikrobiell utvikling, og resultatet vil være forskjellig avhengig av hvilke bakterier som er tilstede i melka på produksjonsdagen. Som forklart i avsnittet om melkas mikrobiologi, avsnitt 4, vil mange forskjellige mikroorganismer kunne finnes i melk. Flere patogene bakterietyper kan være tilstede, og mange av disse klarer å vokse i melk.

Selv om fermenterte matvarer ofte anses som trygge, grunnet deres lave pH, foreligger det økende omfang av dokumentasjon på at dette må betraktes som et utsagn som i beste fall illustrerer en tendens.

Det er flere faktorer som har innvirkning på den mikrobiologiske tryggheten til fermenterte melkeprodukter:

- i. Hvilke patogene organismer som eventuelt er tilstede i den rå melka
- ii. Om de klarer å vokse i melk (se avsnitt 5)
- iii. Om veksten er hemmet av en sterkvoksende syrekultur
- iv. Om den/de patogene mikroorganismen(e) drepes av syre eller for eksempel bakteriosiner
- v. Om veksten inhiberes av melkas naturlige antimikrobielle systemer
- vi. Mengde patogene organismer tilstede ved konsum
- vii. Infektiv dose av de tilstedeværende patogene organismer

I en undersøkelse av melkeprodukter produsert fra upasteurisert ku- og geitmelk i Norge (Kruse, 1999) ble blant annet 47 prøver av rømme analysert. Det går ikke fram av rapporten om produktene ble laget av selvsyrnet fløte, eller om en syrekultur hadde vært benyttet. Tjueseks av 42 rømmeprodukter av kumelk, og 1 av 5 prøver av rømme av geitmelk, inneholdte termotolerante koliforme bakterier. Tilsvarende tall for forekomst av *Staph. aureus* i rømme var 24/42 og 1/5. Antall av disse bakterier viste stor variasjon (figur 7.2).

I en undersøkelse av selvsyrnet kumelk i Zimbabwe (Gran, 2002) ble det funnet at 20 av 21 prøver inneholdt $> \text{Log } 5 \text{ kde mL}^{-1}$ av *Staph. aureus* og/eller *E. coli*. Selv om det i utgangspunktet ikke er naturlig å sammenligne disse resultatene med analyseresultater fra produkter i Norge, kan det leses ut fra figur 7.2 at 18 av 42 norske rømmep prøver laget av upasteurisert melk inneholdt et antall *Staph. aureus* og/eller *E. coli* $> \text{Log } 5 \text{ kde mL}^{-1}$.

Gran (2002) konkluderte i sitt doktorgradsarbeid slik: under framstilling av selvsyrnet melk finnes det ingen kritiske kontrollpunkter som kan sikre at dette produktet er fri for patogene mikroorganismer. Videre ble det undersøkt vekst av koliforme bakterier og *E. coli* i rå melk som ble podet med henholdsvis a) ingen ting (selvsyrning) b) noe av et tidligere produkt ("backslopping") c) en renkultur av *Lc. lactis* subsp. *lactis* og d) en DL syrekultur. Resultatene viste at hastigheten av syreproduksjon hadde en direkte innvirkning på antall koliforme bakterier gjennom hele fermenteringsperioden. Dersom syreproduksjonen var rask, ble veksten av koliforme bakterier hemmet tidligere enn om syring gikk langsomt. DL kulturen fungerte best, og etter 48 timer var antall koliforme bakterier under $\text{Log } 1 \text{ kde mL}^{-1}$. Selvsyrning fungerte meget dårlig. pH-verdien gikk sakte ned. Ved avsluttet fermentering var antall koliforme bakterier ca. 2 log flere enn ved starten. I selvsyrnet melk, økte antallet *E. coli* fra $\text{Log } 1,2 \text{ kde mL}^{-1}$ til $\text{Log } 4,4 \text{ kde mL}^{-1}$ etter 48 timer.

Konklusjonen som kan trekkes på grunnlag av denne typen observasjoner må være at ved bruk av rå melk til surmelksprodukter, vil antallet av noen typer patogene bakterier kunne øke i løpet av syring. Antallet som er tilstede i det ferdige produktet vil være avhengig av det opprinnelige antallet i råmelka samt av syrningshastigheten. Det bør undersøkes om kjølelagring av produktet ved en pH rundt 4,0 – 4,4 vil bidra til å redusere antall *E. coli* eller *Staph. aureus*.

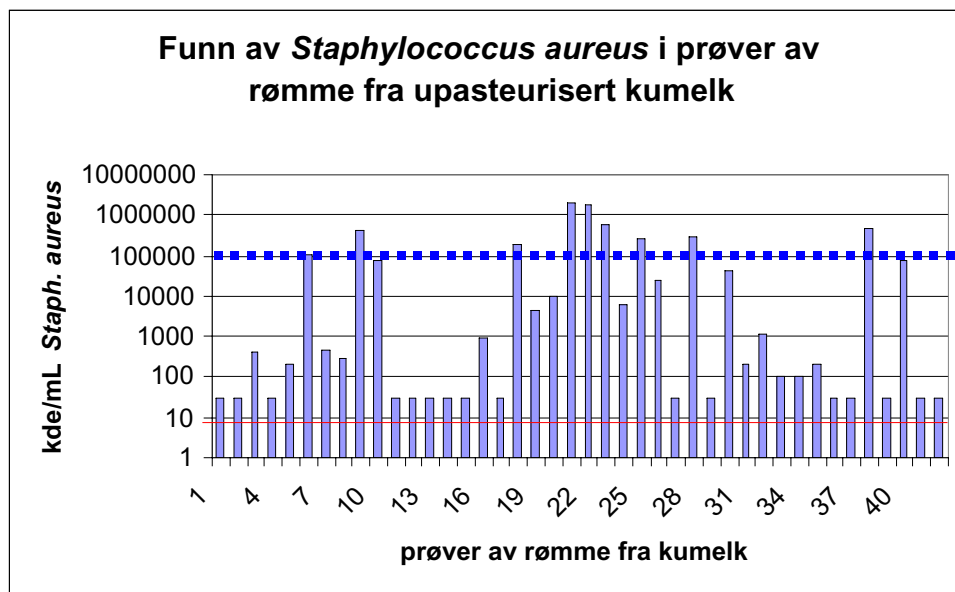
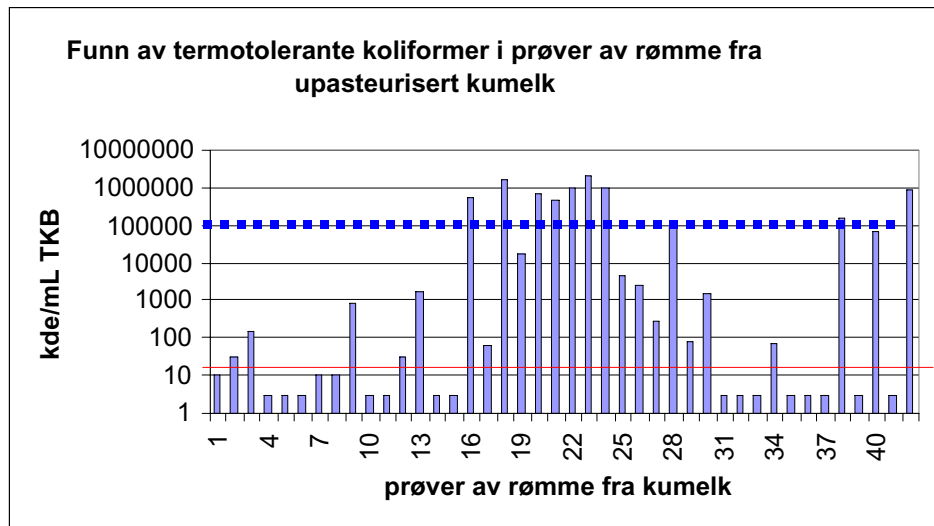
7.4. Overlevelse av ulike patogene mikroorganismer i surmelksprodukter

Dersom melka er pasteurisert, vil eventuelle problemer ved tilstedeværelse av patogene mikroorganismer være forårsaket av kontaminasjon etter pasteurisering. Det er viktig å være oppmerksom på at ved bruk av rå melk vil det være et sammensatt problem som omfatter både den mikrobiologiske kvaliteten i melka samt kontaminasjon. Med hensyn til surmelksprodukter bør det også skilles mellom eventuell kontaminasjon *før* eller *etter* syring. Kontaminasjon etter syring må innebære meget grov kontaminasjon for at de fleste patogene mikroorganismer skal utgjøre en helsefare. Imidlertid vil patogene mikroorganismer med en lav infektiv dose, som for eksempel *E. coli* O157:H7, fremdeles kunne være et problem.

Tilfeller av tilstedeværelse og overlevelse av diverse patogene mikroorganismer i surmelksprodukter er sammenfattet av Ryser (1998). De mest relevante organismene er omtalt i de etterfølgende avsnittene.

B. cereus er en hyppig kontaminant i melk. Vegetative celler kan formere seg raskt i melk, men sporer danner ikke vegetative celler med mindre melka har vært utsatt for varmebehandling. *B. cereus* klarer å vokse i melk, men er sterkt inhibert av syre produsert under syring. Derfor regnes ikke denne organismen som et problem i syrnede melkeprodukter.

Campylobacter jejuni klarer ikke å vokse i melk, men kan kontaminere melk grunnet fæcal kontaminering eller, mer sjelden, fra mastitt. Ettersom den er syrefølsom ($\text{pH} \leq 5,0$), er det ikke å forvente at denne organismen kan utgjøre en helsefare i surmelksprodukter.

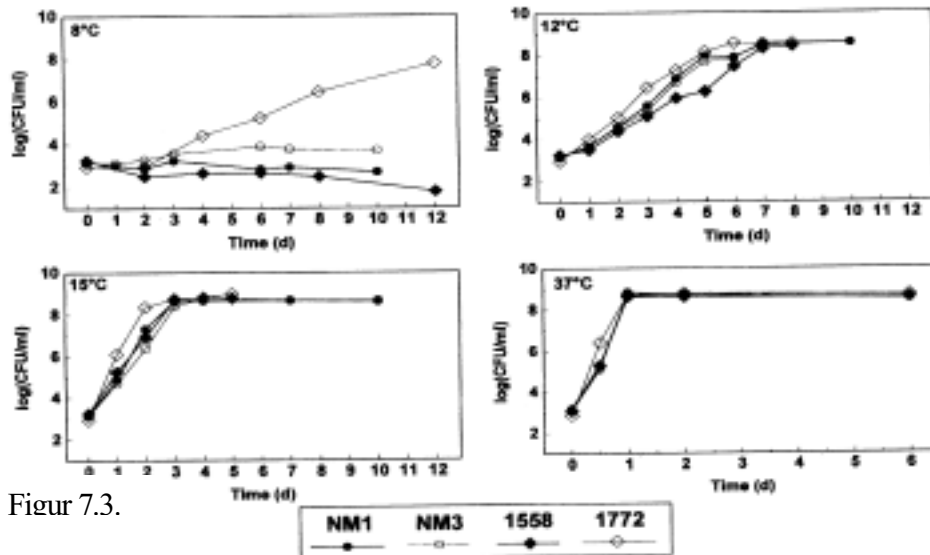


— deteksjonsgrense i analysen ■■■■■ faregrensen

Figur 7.2. Termotolerante koliforme bakterier (TKB) og *Staphylococcus aureus* i rømme laget av upasteurisert kumelk. (Etter Kruse, 1999).

E. coli finnes ofte i melk. Den kan komme fra mastitt eller være et resultat av fæcal forurensning under eller etter melking. Selv om det er tydelige forskjeller mellom stammer, kan det generelt sies at *E. coli* vokser bra i melk. Enkelte stammer er også syretolerante og kan overleve en pH rundt 4,0. Imidlertid vil vekst av *E. coli* stanse etter hvert som pH nærmer seg 5,0. Hvorvidt *E. coli* utgjør et helseproblem i melk er avhengig av antall bakterier i det aktuelle produktet, og av den infektive dosen til akkurat den eller de

aktuelle stammene. Antall bakterier vil også påvirkes av det opprinnelige kontaminasjonsnivået, og i tillegg være avhengig av temperatur og tid under inkubasjon. Innvirkning av temperatur på veksten av fire stammer av *E. coli* er illustrert i Figur 7.3.



Figur 7.3.

FIGURE 1. Population over time of four strains of enterohemorrhagic *E. coli* (90-1772, 88-1558, O157:NM1, and O157:NM3) inoculated UHT-pasteurized in milk at 8, 12, 15 and 37°C: *E. coli* counts on sorbitol MacConkey agar.

(Etter Palumbo et al., 1997)

Figur 7.3 viser at alle de undersøkte stammene vokste ved 12, 15 og 37 °C, men at det tok henholdsvis 7, 3 og 1 døgn å oppnå maksimale antall *E. coli*. Bare én stamme vokste ved 8 °C.

Med et startantall på log 3 kde mL⁻¹ vil tiden fram til at *E. coli* O157:H7 oppnår maksimumsantall variere som følge av både temperatur og pH. Dette illustreres i tabell 7.2. Vekstkurvene er utarbeidet fra forsøk i buljong.

Tabell 7.2. Antall døgn nødvendig for oppnåelse av maksimumsvekst (log 8 kde mL⁻¹) av en stamme *E. coli* O157:H7. Bearbeidet data fra "Pathogen Modelling Program", USDA.

| pH | Veksttemperatur i °C | | | | |
|-----|----------------------|------|-----|------|------|
| | 10 | 20 | 30 | 37 | 42 |
| 6,8 | 8,5 | 1,5 | 0,4 | 0,3 | 0,35 |
| 6,0 | 8,0 | 1,5 | 0,5 | 0,4 | 0,4 |
| 5,5 | 12,5 | 1,75 | 0,6 | 0,5 | 0,6 |
| 5,0 | 15,0 | 2,25 | 0,9 | 0,8 | 0,9 |
| 4,5 | 25,0 | 4,0 | 1,5 | 1,25 | 1,5 |

E. coli O157:H7 klarer å vokse ved pH 4,5 og er således mer syretolerant enn andre *E. coli*. Det som er viktig å merke seg er at pH-verdien i melk ved begynnelsen av syrningen er ca. 6,8. Da vil en aktiv stamme kunne formere seg raskt i de første timene, før pH begynner å reduseres.

Vekst av *E. coli* i melk tilsatt syrekultur har vært undersøkt (Ryser, 1998). Det ble funnet at veksten avtok når pH nådde 5,2 – 4,8. Det ble funnet at høy podedeprosent (2 %) samt høy inkubasjonstemperatur (32 °C) var mye mer inhiberende for både vekst og overlevelse, sammenlignet med 0,25 % poding og 21 °C inkubasjon. Imidlertid må det poengteres at det bare var *reduksjon* av vekst som ble registrert. *E. coli* O157:H7 er funnet i melk fra mange besetninger i utlandet, men er tilsynelatende et mye mindre problem i Norge. Denne organismen vokser også bra i melk. Dens lave infektive dose gjør at et produkt med bare noen få celler per gram kan utgjøre en betydelig helsetrussel.

L. monocytogenes er stort sett ansett som et kontaminasjonsproblem, og det har vært utbrudd av listeriose etter konsum av både pasteuriserte og ikke-pasteuriserte meieriprodukter. Det er konstatert at *Listeria* kan tidoble sitt antall i løpet av en fermenteringsperiode. Veksten avtar ved pH ca. 5,2. Detaljert informasjon angående eventuell nedgang i bakterietall videre i fermenteringen synes å mangle. Imidlertid kan *Listeria* inokulert (log 3-4 kde mL⁻¹) i kjølelagret kulturmelk og yoghurt klare å overleve i tre uker.

Yersinia enterocolitica kan også vokse i melk under kjølelagring, fra log 1 til log 6 kde mL⁻¹ etter 14 døgn ved 4 °C. Denne bakterietype er sjelden isolert fra fermenterte produkter, og synes derved å være et mindre problem. Det er imidlertid referert funn av *Yersinia enterocolitica* i surmelksprodukter i Marokko.

Staph. aureus kan vokse i melk, også under fermentering og kan tåle lav pH. Tabell 7.3 viser antall døgn det tar før *Staph. aureus* når maksimumsantall i buljong ved forskjellige temperaturer og ved ulike pH-verdier.

Tabell 7.3. Antall døgn nødvendig for oppnåelse av maksimumsvekst (ca. log 8 kde mL⁻¹) av en stamme *Staphylococcus aureus*. Bearbejdet data fra "Pathogen Modelling Program", USDA.

| pH | Veksttemperatur i °C | | | | |
|-----|----------------------|-----|-----|------|------|
| | 12 | 20 | 30 | 37 | 42 |
| 6,8 | 9 | 2 | 0,7 | 0,45 | 0,45 |
| 6,0 | 12 | 3 | 0,8 | 0,5 | 0,6 |
| 5,5 | 15 | 3,5 | 1,0 | 0,8 | 0,7 |
| 5,3 | 20 | 4 | 1,5 | 0,9 | 0,8 |

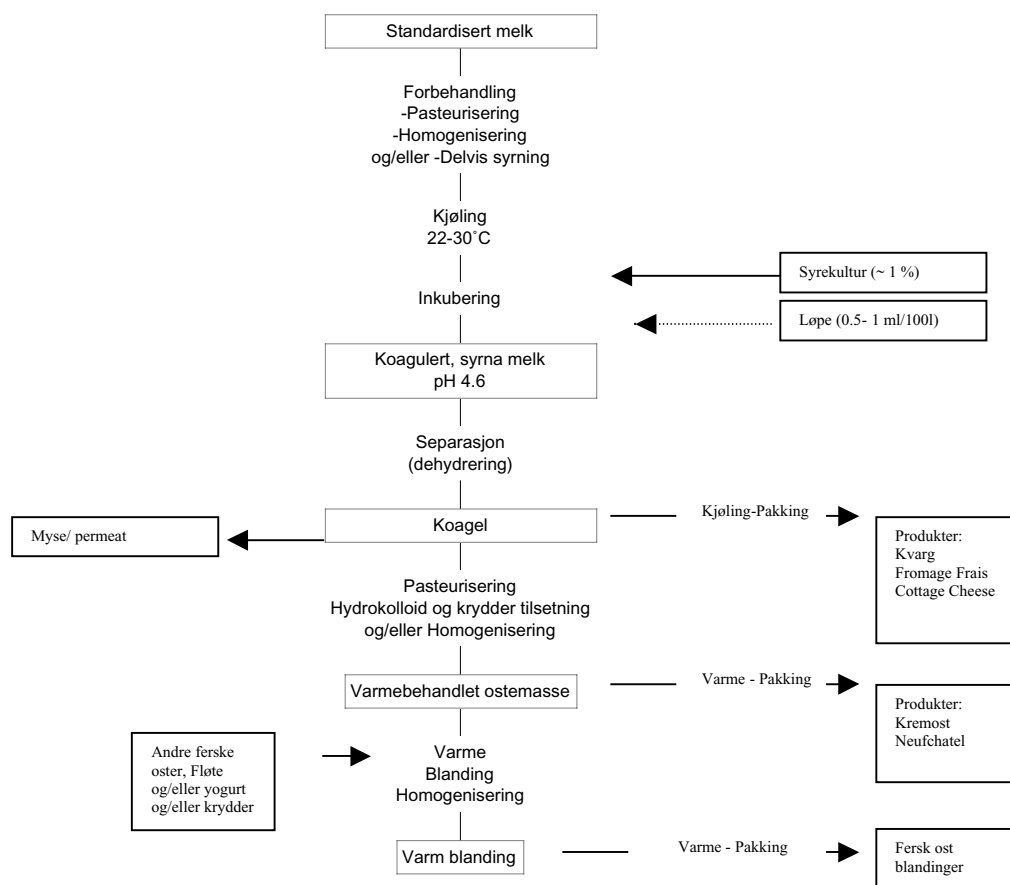
Gran (2002) fant høyt antall *Staph. aureus* i spontansyrnet melk i Zimbabwe. Til tross for en lav pH (ca. 4) inneholdt 16 av 21 prøver over log 5 kde mL⁻¹. Dette nivået regnes som nødvendig for produksjon av tilstrekkelig toksin til å resultere i intoksikasjon hos mennesker. For å produsere tilstrekkelig toksin, forutsatt at stammen er toksindannende, må pH være høyere enn 4,6 og temperaturen over 15 °C i mer enn 3-4 timer (Rørvik & Granum, 1999). Det er antagelig noe sjelden at disse betingelsene er tilstede, men dersom kontaminasjon i råmelka er stor, kan tilstrekkelig toksin dannes før pH reduseres under 4,6.

7.5. Ferskoster

Ferskoster framstilles ved å fjerne noe myse fra surmelk, slik at tørrstoffet økes og produktet derved blir fastere. Tørrstoffet kan variere fra 18 % (kvarg) til 40 % ("Double cream cheese"). Bruk av forskjellig teknologi fører til at det kan lages en rekke ulike produkter. Ettersom surmelk er utgangspunktet for disse produktene, vil de mikrobiologiske forhold være de samme som de som er omtalt ovenfor. Imidlertid brukes diverse teknologier som kan ha innvirkning på det mikrobiologiske innholdet i det endelige produktet. Ferskoster kan variere i fettinnhold, fra nærmest fett-fri (cottage cheese uten dressing, mager

kvarg), og opp til 40 % fett i tørrstoff (kremost). Fettinnholdet kan justeres både før og etter syring, avhengig av den benyttede teknologien.

Hovedtrekk i ferskostteknologien vises i figur 7.4.



Figur 7.4. Generell produksjonsteknologi ved framstilling av ferskostprodukter. (Etter Guinee et al., 1993)

7.5.1. Cottage cheese

Cottage cheese (CC) er en mild ost som består av myke osteterninger i en fløtedressing. Osteterningene er laget av syret skummet melk. Det er vanlig å tilsette en liten mengde løpe til ystemelka for å gi et fastere koagel. Det benyttes en mesofil, ikke aromatisk kultur, og syringen foregår ved ca. 18 °C i minst 14 timer. (Andre temperatur- og tidkombinasjoner benyttes også). Bruk av en aromatisk kultur gir gassdannelse fra citratmetabolisme og ”floating curd” kan bli et problem. Gelen skjæres ved pH ca. 4,8. Osteterningene blir liggende urørt i myse i ca. 15 minutter før røring og gradvis oppvarming. I løpet av ca. 100 minutter skal temperaturen heves fra 22 °C til 55 °C. Dette fører til at osteterningene blir fastere.

Mysa dreneres vekk og osteterningene vaskes tre ganger med vann som holder henholdsvis 25, 10 og 4 °C. Dette gjør osteterningene enda fastere, og samtidig blir restlaktosen og mengden melkesyre i osten redusert. Osten dreneres og blandes med salt (0,5 % i ferdig produkt) og en fløtedressing med ca. 14 % fett.

Kommersielt produsert CC er et produkt med en relativ kort holdbarhet, 21 dager ved 4 °C, til tross for at melka og dressingen pasteuriseres. Osten har en høyere pH enn surmelk fordi både laktose og laktat i stor grad er fjernet under vaskeprosessen. Den milde smaken fører til at eventuelle bismaker kommer tydelig fram. Kvalitetsproblemer er gjerne assosiert med vekst av bakterier, gjær og mugg. Kontaminasjon kan skje fra melka, utstyret eller vaskevannet. I tillegg kan fortsatt vekst av melkesyrebakterier i produktet forårsake sur og bitter smak. Dette problemet kan oppstå dersom ettervarming av ostemassen ikke har vært tilstrekkelig.

Andre kvalitetsfeil kan oppstå på grunn av feil teknologi. Ostemassen kan være grøtete, terningene kan være av ulik størrelse og osteterningene kan være for harde, med større mengder fri dressing i den ferdige osten. Disse kvalitetsfeilene er mest av kosmetisk betydning.

Dersom CC framstilles av upasteurisert melk, kan en risikere at patogene bakterier vokser under syring. Imidlertid vil ettervarmingstrinnet antakelig redusere sterkt både bakteriene som stammer fra syrekulturen og noen andre mikroorganismer, avhengig av deres varmefølsomhet. Å heve ettervarmingstemperaturen vil naturligvis drepe enda flere mikroorganismer, men dette vil føre til hardere, gummiaktige ostekorn. Dersom fløtedressingen ikke pasteuriseres, vil det fort skje forringelse av produktet, selv under kjølelagring.

7.5.2. Homogene ferskoster

Homogene ferskoster omfatter både kvarg og kremoster med ulik fettprosent. Kommersielt er melka varmebehandlet før syring. Ettersom en økning i utbytte oppnås ved å gi melka en sterk varmebehandling før syring, har dette blitt et vanlig trinn i framstillingsprosessen så fremt det ikke går ut over produktkvaliteten. Slike produkter kan lages enkelt ved å la surmelk eller fettstandisert fløte drenere gjennom et osteklede, "sekkemetoden". Det brukes som regel en aromatisk mesofil syrekultur og syring kan gjerne ta 16 timer ved 20 – 22 °C. Slike ferskoster er surere enn CC fordi det ikke foregår utvasking av laktose fra ostemassen.

Kommersielt kan flere teknologier brukes for å separere ostemassen fra noe av mysa. En kvargseparator vil fysisk separere mysa og ostemassen, og tørrstoffet i produktet kan derved reguleres. Det brukes i dag også membranteknologi til å filtrere bort ønsket mengde myse, etter syring. For å forlenge holdbarheten til homogene ferskoster er det vanlig at slike produkter gjennomgår et varmebehandlingstrinn. Dette kan være fra termisering (Abrahamsen, 1990) til en mye sterkere prosess. For eksempel, under fremstilling av Snøfrisk, er ostemassen ettervarmet i en skrapevarmeveksler til 80 °C (Hoffmann, 1995). Å varme opp ostemassen på denne måten kan føre til at den utfelte ostemassen blir kornete og "tørr". For å motvirke dette blir osten sterkt bearbeidet i en homogenisator etter varmebehandling. Det vil være vanskelig å lage en sterk oppvarmet ferskost på småskalabasis fordi konsistensen til produktet vil kunne bli meget dårlig. Dersom en skal lage en ferskost på småskalabasis, må teknologien baseres på sekkemetoden. Dersom upasteurisert melk benyttes vil det ikke være noe trinn i prosessen som vil gjøre produktet helsemessig totalt sikkert.

7.6. Referanser

Abrahamsen, R.K. (1990). Termisering av syrnede meieriprodukter. *Meieriposten*, 79: 270-275.

Gran, H.M. (2002). Aspects of production hygiene in the small-scale food industry in SubSaharan Africa: with focus on the dairy industry in Zimbabwe. *Doctor Scientiarum Thesis*, Department of Food Science, Agricultural University of Norway. Nr. 15. ISBN 82-575-0496-3.

Guinee, T.P., Pudia, P.D. & Farkye, N.Y. (1993). Fresh acid-curd cheese varieties. (Kap 13)
I "Cheese: chemistry, physics and microbiology, Vol. 2. Red. P.F. Fox. Chapman & Hall, London, s. 363-395.

Haug, I. (1996). Bakteriologiske og teknologiske aspekter vedrørende produksjon av tettemelk. *Hovedfagsoppgave*, Institutt for næringsmiddelfag, Norges landbrukshøgskole.

Hoffmann, T. (1995). Produksjon av Snøfrisk. *Meieriteknikk* 1: 3-5.

Kruse, H. (1999). Kartleggingsprosjekt: Bakteriologiske undersøkelser av melkeprodukter produsert fra upasteurisert melk. *Rapport*. Veterinærinstituttet, Oslo.

Palumbo, S.A., Pickard, A.R. and Call, J.E. (1997). Population Changes and Verotoxin Production of Enterohemorrhagic *Escherichia coli* Strains Inoculated in Milk and Ground Beef Held at Low Temperatures. *Journal of Food Protection* **60**:746-750.

Ryser, E.T., (1998). Public Health Concerns. I: *Applied Dairy Microbiology*. Marth, E.H & Steele, J.L. Marcel Dekker Inc., New York, Basel.

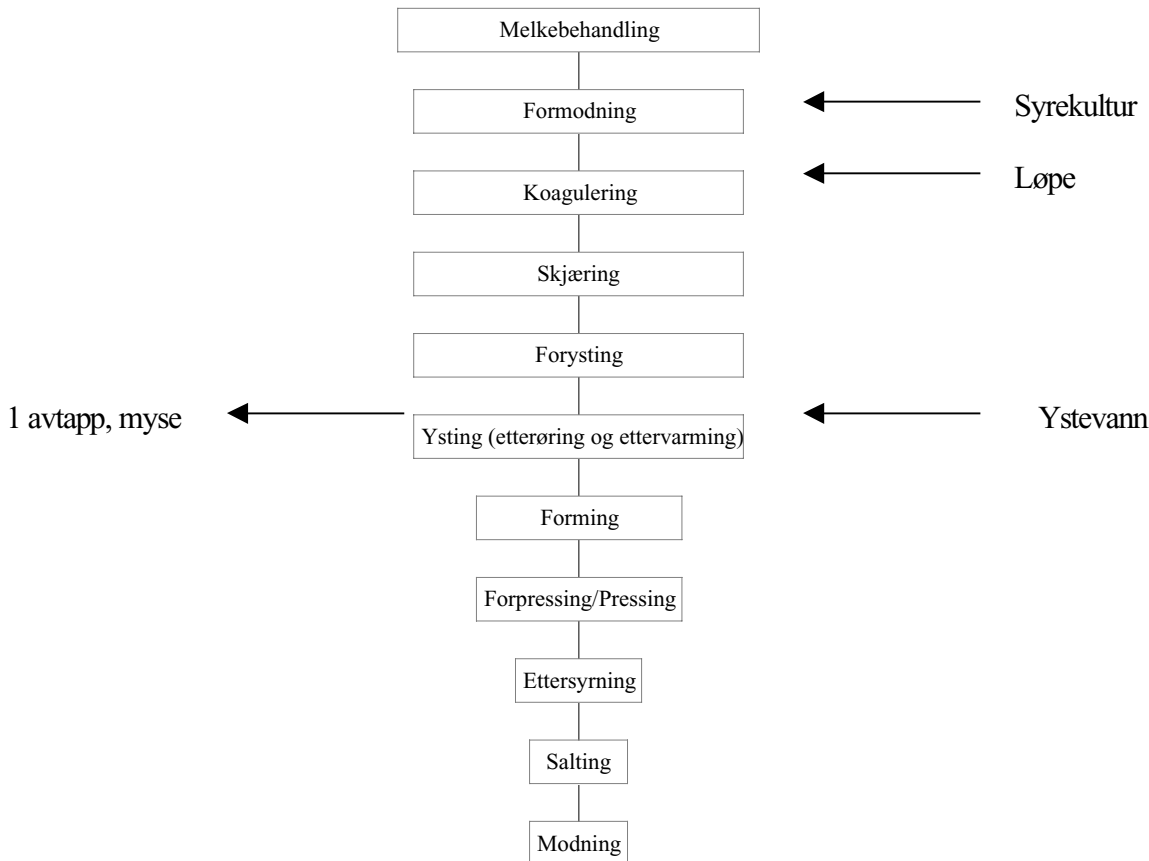
Rørvik, L.M. & Granum, P.E. (1999). *Staphylococcus aureus*. I: *Smittomme sykdommer fra mat*. (Red: P.E. Granum) Oslo, Høgskoleforlaget.

Tamime, A.Y. & Robinson, R.K. (1999). *Yoghurt, Science and Technology*. Woodhead Publishing Company, Cambridge, England.

8. OST AV KU- OG GEITMELK

8.1. Generelt om framstillingsteknologien for ost

Løpefelte oster framstilles etter et flytskjema gitt i figur 8.1



Figur 8.1. Flytskjema for framstilling av løpefelte oster.

Som det framgår av figur 8.1 består ystingsprosessen av mange trinn, som alle er mer eller mindre kritiske for å framstille et sikkert produkt. Nedenfor gjennomgås hvert punkt i denne prosessen. Hensikten med hvert enkelt steg, kritiske punkter og eventuelle tiltak diskuteres. Til slutt vil vi gjøre en oppsummering rettet mot ulike ostetyper, som også omfatter vurdering i forhold til benyttet melketype. Det forutsettes hele veien at yster arbeider hygienisk, for eksempel at alt utstyr desinfiseres før bruk.

8.2. Melkebehandling

Fra melka melkes og til den kommer i ystekaret utsettes den for flere behandlingstrinn som vil kunne påvirke innholdet av patogene bakterier. Her vil det også være flere kritiske faktorer. God hygiene under melking er en forutsetning for at melka ikke skal kontamineres. Melka inneholder normalt ikke patogene bakterier når den kommer ut av juret hos friske dyr. For å hindre/reducere kontaminasjon er det derfor viktig at klimaet i fjøset er godt, at juret vaskes før melking og at melkeutstyr er godt rengjort og desinfisert. Videre behandling kan være varmebehandling som for eksempel termisering 57-68 °C i minst 15 sekunder, langtidspasteurisering 63 °C i 30 minutter eller pasteurisering 72 °C i 15 sekunder, bactofugering eller mikrofiltrering. Ved termisering kan man drepe *Staph. aureus* som har en D-verdi ved 60 °C på 3,1 minutter, ved 62 °C på 0,5 minutter og ved 65,5 på 0,23 minutter (Spahr & Url, 1994). Bactofugering fjerner 89 – 90 % av bakteriene og mikrofiltrering fjerner 99 % av bakteriene.

Er råstoffet fritt for patogene bakterier, vil videre risiko under ysting være som for ysting av pasteurisert melk. Det vil si at en risiko da vil være knyttet til rekontaminering. Er råstoffet ikke fritt for patogene mikroorganismer, må den videre ystingsprosessen sikre at disse ikke overlever og vokser ved å benytte en tilstrekkelig høy ettervarming. I undersøkelser gjort på norsk melk har en i liten grad funnet *Salmonella* og *Listeria*, men store mengder *Staph. aureus* (Mørk, 2000). Forekomst av paratuberkulose i kumelk i Norge er liten, dette kan imidlertid være et problem i geitbesetninger (Forshell, 2001).

8.3. Formodning

Melka tilsettes en syrekultur av melkesyrebakterier og formodningen foregår ved temperaturer rundt 30 °C. Ved bruk av termofile syrekulturer foregår formodningen ved ca. 37 °C. Dette temperaturområdet er også en nokså ideell temperatur for vekst av patogene mikroorganismer. Melkesyrebakterier har som hovedoppgave å fermentere laktose til melkesyre. Noen melkesyrebakterier produserer imidlertid også eddiksyre og forskjellige aromastoffer. Denne fermenteringen har to hensikter; laktose brukes opp samt at melkesyren vil senke pH i osten til 4,9-5,3, avhengig av ostetype. Laktosen blir derved heller ikke tilgjengelig for patogene organismer som kan benytte laktose som energikilde. I det nevnte pH-området vil de fleste patogene mikroorganismer ha vanskeligheter med å vokse. Det er viktig å være oppmerksom på at pH-senkning hindrer eller reduserer patogene bakteriers vekst, men de drepes ikke. Dette betyr at ved tilstedeværelse av patogene mikroorganismer i melka vil man fremdeles ha patogene mikroorganismer i ferskosten selv om pH er senket (Spahr & Url, 1994). Under modningen heves pH som følge av nedbrytning av proteinet, dette muliggjør igjen vekst av patogene mikroorganismer.

Selv om en tilsetter syrekultur er en ikke sikret at pH går ned, syrekulturen kan av en eller annen grunn være lite aktiv. Det er derfor en absolutt forutsetning at syrekulturen er aktiv. Man må derfor under ysting kontrollere at syrekulturen er aktiv ved å måle pH eller titerbar surhet. Når ystingen er slutt, bør man ha registrert en pH-nedgang. Etter 4 timer bør pH minst ha gått ned fra 6,7 til 6,0. Etter 24 timer bør pH ligge mellom 4,9 og 5,3. Ønsket pH vil avhenge av ostetype og om det tilsettes vann til mysa.

8.4. Koagulering

Melka tilsettes løpe og melka blir stilt i ro for å koagulere. Dette tar mellom 30 og 45 minutter. Dette vurderes ikke som et kritisk punkt på annen måte enn at koaguleringsstid også fungerer som en ”inkubasjonstid” for eventuelle patogene mikroorganismer.

8.5. Skjæring

Når koagelet har oppnådd tilfredsstillende fasthet, skjæres det. Vanligvis benyttes spesielle kniver eller såkalte osteharper, men noen steder røres også koagelet opp ved hjelp av en tresleiv for eksempel hos noen gårdsostprodusenter. Forutsatt at utstyret som benyttes er reint vurderes dette ikke som et kritisk punkt. Enkelte ystere har imidlertid som vane å sjekke koagelet med hendene, dette bør frarådes. Patogene bakterier kan sitte i groper i huden og være vanskelige å få bort (De Wit, pers. med.). Koagelet bør sjekkes med et redskap som er lett å desinfisere.

8.6. Forysting og ysting (etterrøring og ettervarming)

Koagelet røres opp, først sakte, men etter hvert med økt intensitet avhengig av ostetype som ystes. Hensikten med den videre ystingen er å regulere ostens tørrstoffinnhold. Dette reguleres ved røringens intensitet og ettervarmingstemperatur. Bløte oster skal ha lavt tørrstoffinnhold røres derfor lite og koagelet ettervarmes ikke. Halvfaste og faste oster røres kraftigere og ettervarmes til 38-40 °C og 50-55 °C respektivt i ca. 30-45 minutter, eller til passe fasthet på ostemassen basert på ysterens erfaring. I løpet av dette prosesstrinnet kan man foreta et myseavtapp og en vanntilsetning for å regulere ostens innhold av laktose, noe som igjen vil regulere mengden melkesyre som dannes og dermed ostens slutt-pH. Her er det viktig at vannet er reint, helst bør det være pasteurisert.

De fleste patogene bakterier trives best ved kroppstemperatur, dvs. 37 °C. Jo lenger bort fra denne optimale temperaturen man kommer, jo dårligere trives de patogene bakteriene. Ved en ettervarmingstemperatur på 53 °C i 45 minutter har man funnet at patogene bakterier hemmes betydelig (Bachmann & Sphar, 1995; Greiff, 1999). Hemningseffekten kommer trolig av at enkelte av cellens proteinholdige komponenter denatureres og bakteriecellen dør av denne grunn (Brock et al., 1994). De mesofile syrekulturene som vanligvis benyttes (*Lactococcus*-stammer og eventuelt stammer av *Leuconostoc*) vil også bli hemmet av en slik temperatur. Bruk av så høy ettervarmingstemperatur forutsetter derfor at det benyttes termofile syrekulturer (*Lb. bulgaricus*, *Lb. helveticus* og *Strep. thermophilus*). En ettervarmingstemperatur som er så høy, har man imidlertid ikke tradisjon for i Norge. De fleste tradisjonelle faste oster i Sveits, Østerrike, Italia, Tyskland og Frankrike ystes med denne teknologien. Man kan anta at sveitserne som Selskapet for Norges Vel ”importerte” til Norge på 1800-tallet også introduserte denne teknikken her, men at den etter hvert har falt bort. Det skal imidlertid understrekes at anvendelse av en så vidt høy ettervarmingstemperatur bare kan benyttes ved framstilling av oster som skal ha et høyt tørrstoffinnhold og som derfor blir å karakterisere som faste oster.

Ved produksjon av ostetyper som Gouda og Cheddar er ettervarmingstemperaturen rundt 38 °C, altså en optimal temperatur for vekst av patogene mikroorganismer.

Gamalost er en syrefelt ost som ystes etter en særskilt teknikk. Siste ledd i selve ystingsteknikken omfatter en ”koking” av den formede osten. Osten ”kokes” da i den sure mysa fra Gamalostytingen. Osten holdes i mysa ved en temperatur på 90 °C i 2 timer. En slik teknologi vil gi en ost uten levende organismer.

8.7. Forming

Osten kan forpresses først eller ostemassen formes direkte etter at ystingen er avsluttet. I løpet av dette prosessstrinnet blir ostemassen presset sammen slik at det dannes en sammenhengende ost. I tillegg setter melkesyre-dannelsen fart på dette tidspunktet. Melkesyrebakteriene er på dette tidspunktet kommet i god vekst. Inneholder melka patogene bakterier som kan vokse i ost, og som ikke er drept eller betydelig hemmet av tidligere prosessstrinn, vil også disse ha kommet i god vekst nå.

8.8. Ettersyrning

For å sikre skikkelig ettersyrning, som innebærer at laktosen omdannes og pH senkes, er det vanlig ved småskalaproduksjon at osten ligger ved 20-25 °C over natta. Ved industriell framstilling går osten enten i saltlake eller i kaldt vann umiddelbart etter at pressinga er ferdig. Dette forutsetter imidlertid at man er sikker på at melka ikke inneholder patogene mikroorganismer, altså at melka har vært pasteurisert. Ettersyrningen kan være et kritisk punkt. Om syringen ikke er kommet skikkelig i gang på dette stadiet, risikerer man at man gjennom ettersyrningstrinnet dyrker fram eventuelle patogene mikroorganismer som kan være tilstede i osten. Disse vil ha gode vekstbetingelser under ettersyrningen. Ettersyrningen kan kontrolleres ved å sjekke pH i osten under ettersyrningen. Fire timer etter syretilsetning bør pH være 6,0 eller lavere. Etter 24 timer bør pH ligge mellom 4,9 og 5,3 avhengig av hvilken ostetype som ystes.

8.9. Salting

Osten kan saltes i massen eller ved hjelp av en saltlake. Salt vil hemme vekst av de fleste bakterier, imidlertid har bakteriene ulik grad av salttoleranse. Noen vokser godt ved de saltkonsentrasjonene som finnes i ost, mens andre hemmes. Saltlaken kan også være en kilde til kontaminasjon. Både *Staph. aureus*, *L. monocytogenes*, *S. typhimurium* og *E. coli* O157:H7 kan overleve over lengre tid i saltlaken, og dermed kontaminere ny ost som legges i laken (Larson et al., 1999; Ingham et al., 2000). Det er derfor viktig at saltlaken renses med jevne mellomrom, for eksempel ved hjelp av filtrering eller pasteurisering. For et gårdsysteri vil oppvarming av saltlaken til pasteureringstemperatur sannsynligvis være den enkleste løsningen.

8.10. Modning

Temperaturen på modningslageret vil avhenge av ostetypen og tidspunkt i modningen, og kan være et sted mellom 7 og 20 °C. I dette temperaturområdet vil patogene bakterier kunne vokse. For å hindre uønsket vekst er det derfor viktig å sikre at pH er lav nok og at det ikke er restlaktose i osten. Spar & Url (1994) har gjort en oppsummering av forsøk som er gjort på vekst og overlevelse av *L. monocytogenes* under osteframstilling. Det var kun de ostene som hadde vært ettervarmet til temperaturer over 53 °C som ikke hadde forekomst av *L. monocytogenes* 24 timer etter ysting. I oster som hadde vært ettervarmet ved temperaturer < 40 °C hadde antallet *L. monocytogenes* økt i løpet av de første 24 timene, selv om pH var redusert. Det var imidlertid ikke samme stamme av *L. monocytogenes* som ble benyttet i disse to forsøkene, men resultatene gir likevel en klar indikasjon på hva som kan skje. Generelt sies det at de patogene bakteriene dør ut i løpet av modningen, og dess eldre osten blir dess mindre sannsynlig er forekomst av patogene bakterier. Bachmann & Sphar (1995) fant ikke patogene bakterier i harde oster etter 7 dager (figur 8.2). For halvfaste oster ble det imidlertid påvist *L. monocytogenes* etter 90 dagers lagring, mens de fleste andre patogene bakterier var borte etter 60 dagers lagring. Siden ostens tørrstoffinnhold er en indikasjon på ettervarmingstemperatur under ysting, kan man si at oster med høyt tørrstoffinnhold som er lagret lenge utgjør en liten risiko med hensyn til forekomst av patogene bakterier.

8.11. Oppsummering

Det er viktig å være klar over at den kombinerte effekten av flere tiltak ofte vil være mye større enn den kalkulerede summen av hvert tiltak. Ved å kombinere flere faktorer som rask senkning av pH under ysting, høy ettervarmingstemperatur, salting og eventuell antimikrobiell effekt av dannede organiske syrer etc., får man altså en samspillseffekt som vil redusere veksten av patogene mikroorganismer.

For en trygg og sikker produksjon er det selvsagt viktig med god hygiene. Ysteriet bør derfor ha en god reinholdsplan som benyttes. Det bør også være implementert HACCP. På denne måten vil ysteriene ha tenkt over hvor risikofaktorene vil kunne være.

Tabell 8.1 viser typisk vannaktivitet og innholdet av salt i ostens vann for noen ostetyper.

Tabell 8.1. Typisk vannaktivitet og mengde NaCl i ostens vann for noen hovedgrupper av ost (Spahr & Url, 1994) (VFFTS = vann i fettfritt tørstoff(i osten). * Norgegia, som er en Gouda-type har 58 % tørstoff)

| Ostetype | a _w ved 25 °C | Vannaktivitet | NaCl i ostens vann (g/100 g) | Tørrstoff (g/100 g) |
|---|-----------------------------|---------------|---------------------------------|------------------------|
| Harde ostetyper, VFFTS <56 % | | | | |
| Parmesan | 0,917 | | 6,4 | 67 |
| Emmentaler | 0,972 | | 2,2 | 64 |
| Cheddar | 0,95 | | 3,3-4,9 | 63-52 |
| Halvfaste ostetyper, VFFTS 54-63 % | | | | |
| Edamer | 0,960 | | 2,5-2,8 | 53-49 |
| Gouda | 0,95 | | 2,5-2,8 | 54-49* |
| Tilsiter | 0,962 | | 2,3-5,0 | 60-43 |
| Bløte ostetyper, VFFTS > 67 % | | | | |
| Blåmuggost | 0,97 | | 3,1-6,5 | 64-45 |
| Brie/Camembert | 0,98 | | 2,6-4,1 | 54-39 |
| Feta | | | 4,8-5,4 | 44-37 |
| Munster | 0,977 | | 3,5-4,5 | 49 |
| Andre | | | | |
| Cottage Cheese | 0,988 | | 1,0-1,5 | 32-21 |

Som tabell 8.1 viser er det ingen av ostene som har så lav vannaktivitet at *Staph. aureus* ikke kan vokse. Vannaktiviteten vil ikke være til hinder i noen av de bløte og halvfaste ostene for mikrobiell vekst. Bortsett fra *L. monocytogenes* og *Staph. aureus*, vil de fleste andre patogene bakterier bli hindret i å vokse på grunn av kombinasjonen av lav vannaktivitet og høyt saltinnhold i mange oster.

Det er enterotoksinet til *Staph. aureus* som er farlig. Dette produseres først når bakterietallet er kommet opp i over 10^7 kde mL^{-1} . Bakteriene kan dø ut under modning, men enterotoksinet vil fremdeles være tilstede i osten og utgjøre risiko. For å unngå dannelse av enterotoksin er det derfor viktig at bakterien ikke får mulighet til å vokse opp i nødvendig antall for å danne toksin verken i melka eller i osten. Normalt vil *Staph. aureus* ha mulighet til å vokse i ost. Selv med en aktiv syrekultur viste Bachmann & Sphar (1995) at *Staph. aureus* ville øke i antall i løpet av første døgnet etter ysting i halvfaste oster. Det ble registrert en økning fra 10^5 kde mL^{-1} i melk til 10^7 kde g^{-1} i ost etter én dag. I faste ostetyper vokste ikke *Staph. aureus* i løpet av det første døgnet (figur 8.2). I de faste ostetyperne fant man ikke *Staph. aureus* etter 7 dager, mens det tok 60 dager før den typen mikroorganismer ikke kunne detekteres i halvfaste oster. *Staph. aureus* kan øke i antall i løpet av de første 24 timene, men den vokser ikke under modning. Denne undersøkelsen viste at om melka har et høyt antall av *Staph. aureus*, kan denne bakterietypen i løpet av de første 24 timene komme opp i et antall på $>10^7$ kde g^{-1} som medfører at den kan produsere enterotoksin.

Ut fra kunnskapen om at en relativt stor andel av norsk upasteurisert ost har vist seg å inneholde *Staph. aureus* (Mørk, 2000), må man konkludere med at denne bakterietypen kan utgjøre en helserisiko i oster ystet av upasteurisert melk.

I modnet ost ser *Brucella* ikke ut til å være noe problem, da den ikke tåler salt. I undersøkelser av Hausch (1957), på flere ulike ostesorter, ble det ikke funnet *Brucella* i modne harde og halvfaste oster, selv om det ble funnet *Brucella* i fersk ost. I bløte oster var overlevelsestiden lenger, og i denne typen oster vil denne bakterien også kunne være en risiko.

Pak et al. (2002) hevdet, på grunnlag av studier i Sveits, at *L. monocytogenes* sjelden finnes inne i modnede faste og halvfaste oster, men at bakterien ofte finnes på overflaten. Dette skyldes trolig at *L. monocytogenes* sjelden finnes i rå melk i Sveits, og at forekomst derfor skyldes reinfeksjon. Ved konsum av faste og halvfaste oster anbefaler derfor Pak et al. (2002) å fjerne skorpen for å unngå *Listeria*. I bløte oster vil imidlertid *Listeria* også kunne finnes inne i osten på grunn av ostens størrelse og relativt åpne struktur.

Salmonella vokser dårlig ved lave temperaturer, denne bakterietypen vil derfor trolig dø ut i løpet av modningen.

E. coli vokser bemerkelsesverdig godt i fersk ost, men dør ut i løpet av modningen.

Tabell 8.2 viser rapporterte sykdomsutbrudd på grunn av patogene organismer i ost i perioden 1983 til 1997. Denne tabellen er ikke helt i samsvar med De Buyser et al. (2001) sin oppsummering av sykdomsutbrudd i Frankrike, som rapporterer flere utbrudd. Men den gjengitte tabellen er den som brukes oftest når antall sykdomstilfeller skal listes opp. I følge De Buyser et al. (2001) var det rapportert 34 utbrudd forårsaket av *Staph. aureus*, *Salmonella*, *L. monocytogenes* og *E. coli* i tidsrommet 1981 til 1999. Av disse var 16 fra råmelksoster, 5 fra upasteurisert melk, men som oftest termisert melk, 6 fra pasteurisert melk og 7 fra oster der det ikke var spesifisert hvilken behandling melka hadde fått. Totalt døde 71 mennesker av disse utbruddene, der 51 av dødsfallene var knyttet til konsum av ost fra rå, upasteurisert melk eller fra melk der melkebehandling ikke var oppgitt.

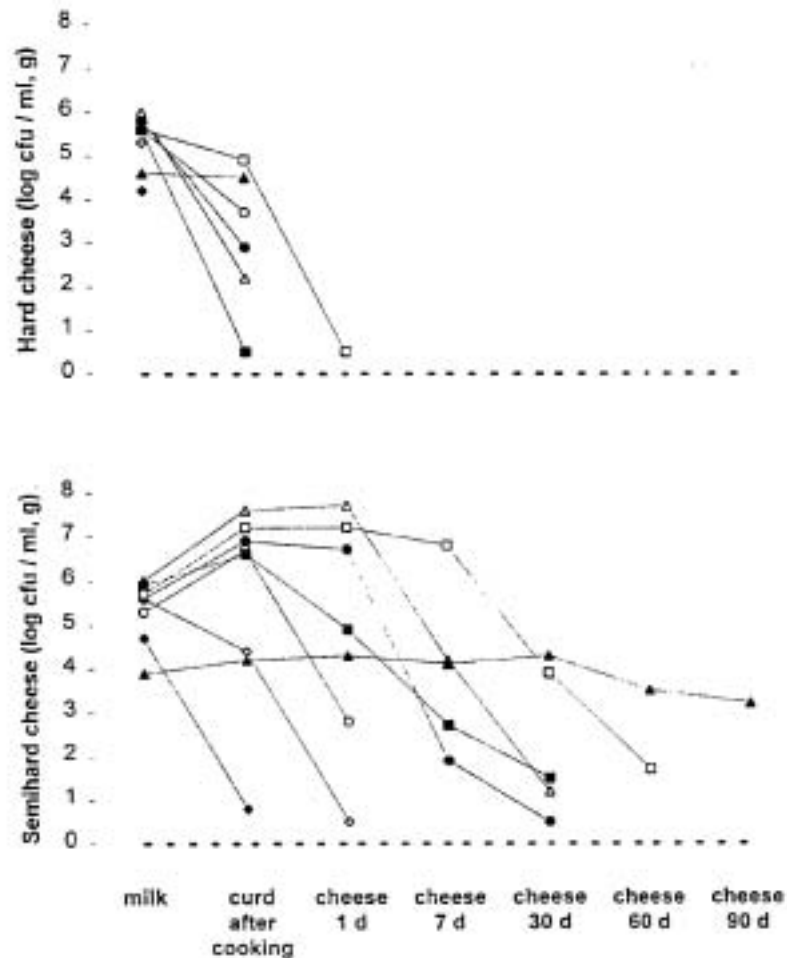


Figure 1. Behavior of *Aeromonas hydrophila* (○), *Campylobacter jejuni* (★), *Escherichia coli* (△), *Listeria monocytogenes* (▲), *Pseudomonas aeruginosa* (○), *Salmonella typhimurium* (●), *Staphylococcus aureus* (□), and *Yersinia enterocolitica* (■) during manufacturing and ripening of hard and semihard cheeses made from raw milk (only data of batches with longest survival are shown). Broken line indicates the detection limit.

Journal of Dairy Science Vol. 78, No. 3, 1995

Figur 8.2. Utvikling av ulike patogene mikroorganismer i fast og halvfast ost under modning (Bachmann & Sphar, 1995).

Tabell 8.2 viser også at de fleste av utbruddene er relatert til inntak av bløte oster eller oster som ikke er syrnet (meksikanske ostetyper). I denne tabellen er det ikke listet ett eneste utbrudd relatert til høyt ettervarmede oster, det er det heller ikke i De Buysen et al. (2001) sin oversiktsartikkel over rapporterte tilfeller fra Frankrike. Det er derfor grunn til å konkludere med at det er knyttet stor risiko til bløte oster eller oster uten syring laget av rå melk, mens det er knyttet liten risiko til faste oster der høy ettervarmingstemperatur er benyttet som en integrert del av framstillingsteknikken. Halvfaste oster knyttes det også risiko til, men i noe mindre grad enn til bløte oster.

Tabell 8.2. Rapporterte utbrudd av sykdommer relatert til ost i tidsrommet 1983-1997. (www.ifst.org/hotspot15.htm)

| Outbreak | Pathogen | No. cases | No. of deaths | Food | Comments | Reference |
|---|--|------------------------|-----------------------|--------------------------------------|---|--|
| 1983, Netherlands, Denmark, Sweden, USA | enterotoxigenic <i>Escherichia coli</i> | >3000 | NR | Brie cheese | No correlation could be made between high levels of Enterobacteriaceae/ <i>E. coli</i> and high phosphatase activity (indicating the use of raw milk) | (MacDonald, 1985) (Nooitgedagt, 1988) |
| 1983-7, Switzerland | <i>L.monocytogenes</i> | >122 | 34 | Vacherin Mont d'Or cheese** | Made from thermised milk since 1984 | (Bille, 1990) |
| 1984, Canada | <i>Salmonella typhimurium</i> | 2700 | 1 | Cheddar cheese** | <i>Salmonella</i> survived for up to 8 months in refrigerated storage | (D' Aoust et.al, 1985; D' Aoust, 1994) |
| 1984-5, Scotland, | <i>Staphylococcus aureus</i> enterotoxin | >13 | 0 | Sheep milk cheese** | Contamination was associated with clinical mastitis and post-infection carriage by ewes | (Bone, 1989) |
| 1985, Switzerland | <i>Salmonella typhimurium</i> | >40 | 0 | Vacherin Mont d'Or cheese** | Hand-borne cross-contamination from a pigsty | (Sadik, 1986) |
| 1985, USA | <i>L. monocytogenes</i> | >142 | 48 | Mexican style cheese* | Contamination probably occurred from the addition of raw milk | (Linnan, 1988) |
| 1988-89, England | Unknown cause | 155 | 0 | Stilton cheese** | Subsequent decision to pasteurise milk for Stilton manufacture | (Maguire, 1991) |
| 1989, England | <i>Salmonella dublin</i> | 42 | 0 | Irish soft cheese** | Four cows were asymptomatic excretors. <i>Salmonella</i> was detected in the cheese curd but not in the raw milk nor in the factory environment | (Maguire, 1992) |
| 1989, USA | <i>Salmonella javiana</i> and <i>Salomonella oranienberg</i> | 164 | 0 | Mozzarella | The contamination level was in the range 0.36 cells/100 g to 4,3 cells/100 g | (Hedberg, 1992) |
| 1992, England | <i>Salmonella livingstone</i> | 10 | NR | Cheese | – | (Djuretic, 1997) |
| 1992-3, France | Verocytotoxin-forming <i>E. coli</i> | NR† | 1 | Fromage frais** | – | (Anonymous, 1994b) |
| 1993, France | <i>Salmonella paratyphi B</i> | 273 | 1 | Goats' milk cheese** | Internal microbiological monitoring failed to detect the contamination for 2 months | (Desenclos, 1996) |
| 1994, Scotland | Verocytotoxin-forming <i>E. coli</i> O157 | >20‡ | 0 | Local, farm-produced cheese** | – | (Anonymous, 1994a) |
| 1995, France | <i>L. monocytogenes</i> | 20 | 4 | Brie de Meaux cheese** | Disinfection and control measures were reinforced at the plant | (Goulet, 1995) |
| 1995, Malta | <i>Brucella melitensis</i> | 135 | 1 | Soft cheese** | – | (Anonymous, 1995) |
| 1995, Switzerland and France | <i>Salmonella dublin</i> | NR Switz. 25 in France | NR Switz. 5 in France | Cheese from Doubs region of France** | The outbreak was resolved after production control measures (but not pasteurisation) were introduced | (Vaillant, 1996) |
| 1996, England and Scotland | <i>Salmonella gold-coast</i> | >84 | 0 | Cheddar cheese+ | – | (Anonymous, 1997a) |
| 1996, Italy | <i>Clostridium botulinum</i> | 8 | 1 | Mascarpone cheese | “This outbreak of botulism underlines the necessity to apply HACCP principles” | (Aureli, 1996) |
| 1997, England | <i>E. coli</i> O157 | 2 | 0 | Lancashire-type cheese** | – | (Anonymous, 1997b) |

- * Denne osten var laget av pasteurisert melk som var tilsatt små mengder upasteurisert melk.
- ** Disse produktene er kjent produsert fra upasteurisert melk.
- + Assosiert med feil under pasteurisering
- NR Ikke rapportert
- † Alle tilfellene var av hemolytisk uremisk syndrom
- ‡ Ett tilfelle av hemolytisk uremisk syndrom

Når det gjelder *M. avium* subsp. *paratuberculosis* kommer den i en særstilling. Denne bakterien er omtalt assosiert til Chron's sykdom, men skikkelige bevis finnes ikke. Ved en pasteurisering på 72 °C i 15 sek. vil man fremdeles kunne påvise denne bakterien (Sung & Collins, 2000). Denne bakterien vil derfor kunne forekomme både i produkter fra pasteurisert melk og i produkter fra upasteurisert melk dersom melka som osten er produsert fra inneholder denne bakterien. Det er vist at denne bakterien ikke vokser i melk og ost, men at den kan overleve (Lund et al. 2002). Spahr & Schafroth (2001) viste at Emmentaler, som altså er en fast ost med høy ettervarming, var fri for denne bakterien etter 120 dager når ystemelka var blitt kontaminert. Tilsiter, som er halvfast ost med middels ettervarming, hadde derimot fremdeles denne bakterien etter 120 dager.

Generelt kan risikoen oppsummeres som vist i tabell 8.3 og 8.4. I tabell 8.3 er risiko i forhold til ostetyper vurdert, og i tabell 8.4 er det gjort en vurdering i forhold til bakterier.

Tabell 8.3. Risiko ved forekomst av patogene mikroorganismer i melka ved ysting av upasteurisert melk. (VFFTS = vann i fettfritt tørstoff i osten)

| Ostetype | Kumelk | Geitemelk |
|----------------------------------|--|--|
| Bløte oster VFFTS > 67 % | Alle patogene | Samme som kumelk, men i tillegg vil <i>M. avium</i> subsp. <i>paratuberculosis</i> også utgjøre en mulig risiko |
| Halvfaste oster VFFTS 54-63 % | <i>L. monocytogenes</i> , <i>Staph. aureus</i> , <i>E. coli</i> (forutsetter lagring lenger enn 60 dager) | Samme som kumelk, men i tillegg vil <i>M. avium</i> subsp. <i>paratuberculosis</i> også utgjøre en mulig risiko |
| Faste oster VFFTS < 56 % | Liten risiko forutsatt ettervarming over 53 °C og lagring lenger enn 7 dager. | Samme som kumelk, men i tillegg vil <i>M. avium</i> subsp. <i>paratuberculosis</i> også utgjøre en mulig risiko. Forutsetter lagring lenger enn 120 dager. |

Tabell 8.4. Risiko mellom patogene mikroorganismer som har vært knyttet til matforgiftning fra ost og ulike ostetyper.

| Bakterie \ ostetype | Bløt | Halvfaste | Fast |
|----------------------------|--|---|------------------------------------|
| <i>Staph. aureus</i> | Risiko | > 60 dagers modning nødvendig for sikker ost | Liten risiko |
| <i>S. typhimurium</i> | Risiko | > 30 dagers modning nødvendig for sikker ost | Liten risiko |
| <i>L. monocytogenes</i> * | Risiko | Risiko | Liten risiko, kan finnes på skorpe |
| <i>E. coli</i> | Risiko | Risiko | Liten risiko |
| <i>Brucella melitensis</i> | Risiko, mindre risiko ved høyt saltinnhold | Liten risiko | Liten risiko |

* denne vil ofte kunne finnes på overflaten, skorpen bør derfor fjernes før konsum av ost

Tabellene viser at ved produksjon av bløte ostetyper vil alle patogene mikroorganismer være en risiko. Ved produksjon av halvfaste oster fra rå melk forutsettes det at osten lagres, likevel vil *L. monocytogenes* og *E. coli* utgjøre en risiko. For faste oster er det liten risiko for patogene mikroorganismer så sant ostens skorpe fjernes ved konsum.

8.12. Oppsummering av tiltak ved framstilling av ost fra upasteurisert melk

I omtalen av framstilling av ost fra upasteurisert melk har en under hvert punkt i framstillingen diskutert tiltak som bør iverksettes for å sikre at produktet er helsemessig sikkert. I dette avsnittet summeres de tiltakene som vil bidra til å redusere vekst og overlevelse av patogene mikroorganismer i ost punktvís. Det må bemerkes at få av disse tiltakene vil ha effekt alene og de må derfor benyttes i kombinasjon, det henvises for øvrig til Tabell 8.3 og 8.4 mht. risiko knyttet til ulike ostetyper og patogene mikroorganismer.

- God hygiene, både personlig og på utstyret (vask og desinfeksjon)
- Ysteriet bør ha en HACCP-plan
- At melken som benyttes kommer fra friske dyr som ikke er bærere av patogene bakterier
- God hygiene under melking
- Bruk av aktiv syrekultur som er i stand til å senke pH i osten til rundt 6,0 etter 4 timer og 5,3 – 4,9 etter 24 timer
- Bruk av pasteurisert ystevann
- Ettervarming ved 53 °C i 45 minutter
- Bruk av saltlake som ikke er bærer av patogene bakterier
- Lagring av osten i mer enn 60 dager
- Fjerning av ostens skorpe før konsum

8.13. Referanser

Anonymous. (1994a). *E.coli O157* phage type 28 infections in Grampian. *Communicable Diseases and Environmental Health, Scotland, Weekly Reports 28 (No. 94/46) 1*.

Anonymous. (1994b). Two clusters of haemolytic uraemic syndrome in France. *Communicable Diseases Report 4*: 29.

Anonymous. (1995). Brucellosis associated with unpasteurised milk products abroad. *Communicable Disease Report 5*: 151.

Anonymous. (1997a). *Salmonella* gold-coast and cheddar cheese: update. *Communicable Diseases Report, 7*: 93: 96.

Anonymous. (1997b). Verocytotoxin producing *Escherichia coli* O157. *Communicable Disease Report 7*, 409: 412.

Aureli, P., Franciosa, G. & Poursham, M. (1996). Foodborne botulism in Italy, *Lancet* **348**: 1594.

Bachmann, H. P. & Sphar, U. (1995). The fate of Potentially Pathogenic Bacteria in Swiss Hard and Semihard Cheeses Made from Raw Milk. *Journal of Dairy Science* **78**: 476-483.

Bille, J. (1990). Epidemiology of human listeriosis in Europe with special reference to the Swiss Outbreak. In *Foodborne Listeriosis*. Elsevier, Amsterdam.

- Bone, F. J., Bogie, D. & Morgan-Jones, S.C. (1989). Staphylococcal food poisoning from sheep milk cheese. *Epidemiology and Infection* **103**: 449-458.
- Brock, T. D., Madigan, M. T., Martinko, J. M. & Parker, J. (1994). Biology of microorganisms. Prentice-Hall, New Jersey.
- D'Aoust, J.-Y. (1994). *Salmonella* and international trade. *International Journal of Food Microbiology* **24**: 11-31.
- D'Aoust, J.-Y., Warburton, D.W. & Sewell, A.M. (1985). *Salmonella typhimurium* phage type 10 from Cheddar cheese implicated in a major Canadian foodborne outbreak. *Journal of Food Protection* **48**: 1062-1066.
- De Buyser, M.-L., Dufor, B., Maire, M. & Lafarge, V. (2001). Implication of milk and milk products in food-borne diseases in France and in different industrialised countries. *International Journal of Food Microbiology* **67**: 1-17.
- Desenclos, J. C., Bouvet, P., Benz-Lemoine, E., Grimont, F., Desqueyroux, H., Rebiere, I. & Grimont, P. A. (1996). Large outbreak of *Salmonella enterica* serotype *paratyphi* B infection caused by goats' milk cheese, France: a case finding and epidemiological study, *British Medical Journal* **312**: 91-94.
- Djuretic, T., Wall P.G. & Nichols G. (1997). Large outbreak of *Salmonella enterica* serotype *paratyphi* B infection caused by goats' milk cheese, France; a case finding and epidemiological study. *Communicable Diseases Report 7, Review No 3, R41-R45*.
- Forshell, P. (2001). Samdrift og smitteoverføring. *Meieriposten*: 96-98.
- Goulet, V. (1995). Listeriosis from consumption of raw-milk cheese. *Lancet* **345**: 1581-1582.
- Greiff, A. (1999). Gardsost ystet av upasteurisert melk: Noen ystingstekniske faktorerers effekt på ostens mikrobiologiske kvalitet. *Hovedfagsoppgave ved Institutt for næringsmiddelfag, Norges landbrukshøgskole*.
- Hausch, R. (1957). Die Lebensfähigkeit von Bangbakterien (*Brucella abortus* Bang) in verschiedenen Käsesorten. *Schweiz. Milchzeitung* **83**: 417-423.
- Hedberg, C. W., Korlath, J. A., D'Aoust, J.-Y., White, K. E. & Schell, W. L. (1992). A multistate outbreak of *Salmonella javiana* and *Salmonella oranienberg* infections due to contaminated cheese. *Journal of the American Medical Association* **268**: 3203-3207.
- Ingham, S. C., Su, Y.-C. & Spangenberg, D. S. (2000). Survival of *Salmonella typhimurium* and *Escherichia coli* O157:H7 in cheese brines. *International Journal of Food Microbiology* **61**: 73-80.
- Larson, A. E., Johnson, E.A. & Nelson, J.H. (1999). Survival of *Listeria monocytogenes* in commercial cheese brines. *Journal of Dairy Science* **82**: 1860-1868.
- Linnan, M.J., Mascola, L., Lou, X.D., Goulet, V., May, S., Salminen, C., Hird, D.W., Yonekura, M.L. & Hayes, P. (1988). Epidemic listeriosis associated with mexican-style cheese. *New England Journal of Medicine* **319**: 823-828.

- Lund, B. M., Gould, G.W. & Rampling, A.M. (2002). Pasteurisation of milk and the heat resistance of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*: a critical review of the data. *International Journal of Food Microbiology* **77**: 135-145.
- MacDonald, K. L., Eidson, M., Strohmeyer, C., Levy, M.E., Wells, J.G., Puhr, N.D., Wachsmuth, K., Hargrett, N.T. & Cohen, M.L. (1985). A multistate outbreak of gastrointestinal illness caused by enterotoxigenic *Escherichia coli* in imported semisoft cheese. *Journal of Infectious Diseases* **151**: 716-720.
- Maguire, H.C.F. (1992). An outbreak of *Salmonella dublin* infection in England and Wales associated with a soft, unpasteurized cow's milk cheese. *Epidemiology and Infection* **109**: 389-396.
- Maguire, H.C.F., Boyle, M., Lewis, M.J., Pankhurst, J., Wieneke, A.A., Jacob, M., Bruce, J. & O'Mahony, M. (1991). A large outbreak of food poisoning of unknown aetiology associated with Stilton cheese. *Epidemiology and Infection* **106**: 497-505.
- Mørk, T. (2000). Forekomst av patogener og potensielle patogener i upasteurisert tankmelk fra ku og geit. *Rapport. Veterinærinstituttet, Oslo*.
- Nooitgedagt, A. J. & Hartog, B.J. (1988). A survey of the microbiological quality of Brie and Camembert cheese. *Netherlands Milk and Dairy Journal* **42**: 57-72.
- Pak, S.-I., Spahr, U., Jemmi, T. & Salman, M.D. (2002). Risk factors for *L. monocytogenes* contamination of dairy products in Switzerland, 1990-1999. *Preventive Veterinary Medicine* **53**: 55-65.
- Sadik, C. (1986). An epidemiological investigation following an infection by *Salmonella typhimurium* due to the ingestion of cheese made from raw milk. In "2nd World Congress on Food-borne Infections and Intoxications", pp. 280-282, Berlin.
- Spahr, U. & Schafroth, K. (2001). Fate of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* in swiss Hard and Semihard Cheese Manufactured from Raw Milk. *Applied and Environmental Microbiology* **7**: 4199-4205.
- Spahr, U. & Url, B. (1994). Behaviour of Pathogenic Bacteria in Cheese - A Synopsis of Experimental Data. *Bulletin of the IDF* **298**: 2-16.
- Sung, N. & Collins, M. (2000). Effect of three factors in cheese production (pH, salt and heat) on *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* viability. *Applied and Environmental Microbiology* **66**: 1334-1339.
- Vaillant, V., Haeghebaert, S., Desenclos, J.C. Bouvet, P., Grimont, F. & Burmens, A.P. (1996). Outbreak of *Salmonella dublin* infection in France, November-December 1995. *Eurosurveillance* **1**: 9-10.

9. SMØR

9.1. Generelt om smørframstilling

Smør framstilles enten fra syrnet fløte eller fra søt fløte. Syrnet fløte vil gi smøret en syrlig smak og vanligvis en tydelig ”smøraroma” som en følge av syrningsorganismenes omdannelse av laktose og citrat i fløten. Vi vil få et aromatisk smør. I løpet av de siste ca. 20 årene er det også utviklet mer avanserte metoder for framstilling av aromatisk smør fra søt fløte (Fiedler, 1979; Geschonke, 1979; Haisch, 1979; Jönsson et al, 1980; Abrahamsen et al., 1988). De aktuelle metodene er noe forskjellige, men felles for disse er at det benyttes konsentrert aromadestillat fra kulturer av melkesyrebakterier. Disse kulturene har et potensiale for å danne store mengder diacetyl i destillatet. Slike aromakonsentrater er handelsvare og eltes inn i smøret. Enkelte av de anvendte metodene forutsetter også innelting av spesielt aromatiske syrekulturer for å gi smøret den surhet en ønsker, og for ytterligere å bidra til et høyt aromainnhold i det ferdige smøret.

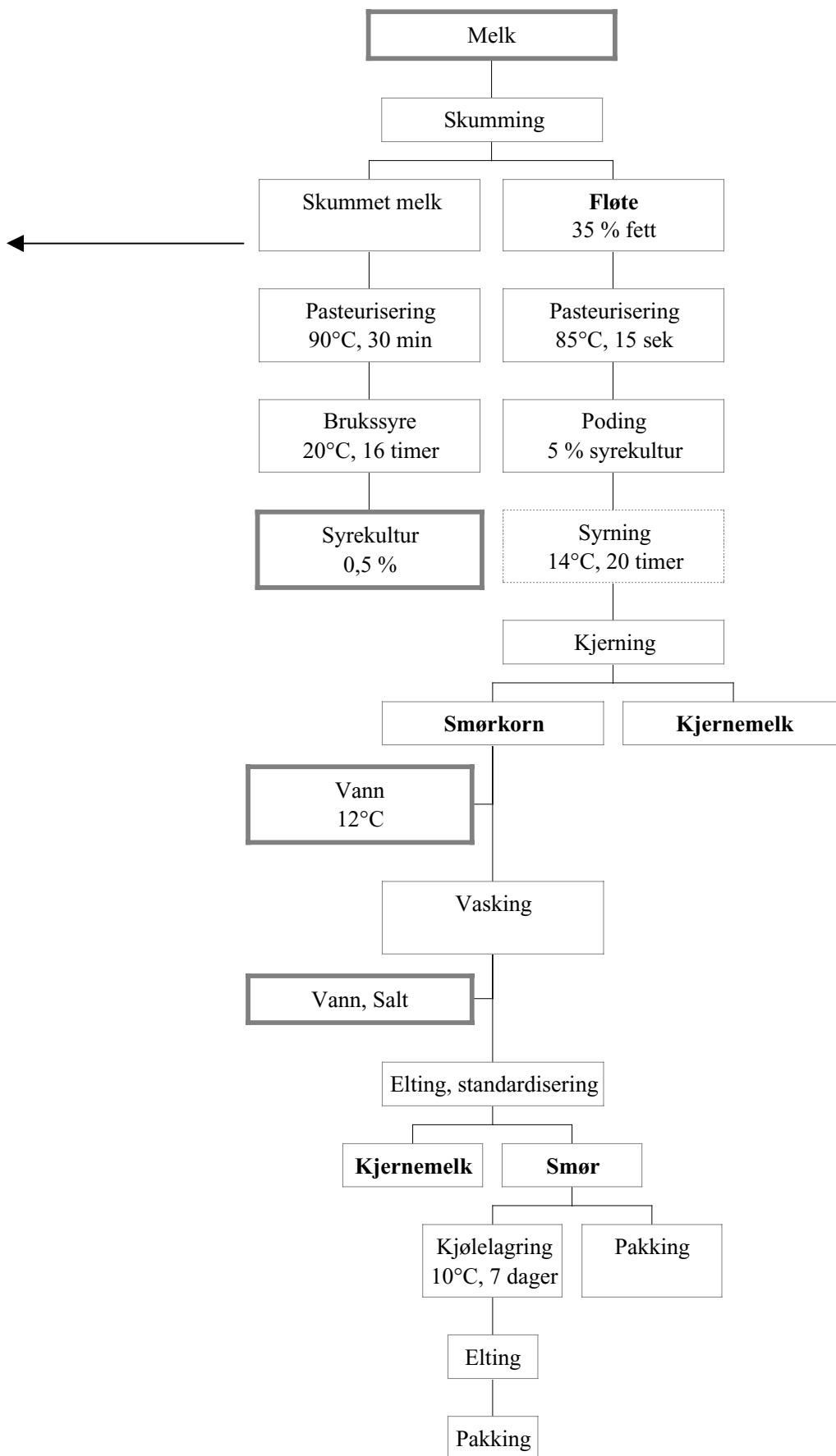
Kjerning av smør fra fløte som ikke er syrnet ved hjelp av melkesyrebakterier, og som heller ikke er tilsatt aromakonsentrat eller aromatiske syrekulturer etter smørdannelsen, vil være lite aromatisk. I slikt smør er det utelukkende smaken av melkefettet (smørfettet) som kommer fram, eventuelt i kombinasjon med smakskomponenter utviklet under fløtens varmebehandling.

En er ikke kjent med at det i Norge er en organisert omsetning av smør laget av melk fra andre dyreslag enn ku. Geit-smør kan selvsagt framstilles, men en er ikke kjent med faglitteratur, som det er mulig å henvise til, som omtaler forhold i forbindelse med smør av geitmelk. Når det gjelder de mikrobiologiske forholdene ved framstilling av smør, vil disse være avhengig av den rå melkas mikroflora, melkas lagring og behandling, slik som omtalt i avsnitt 4 og 5 i denne rapporten. Det er ikke grunnlag for å si at de mikrobiologiske forholdene ved framstilling av smør fra geitmelk er annerledes enn for kumelk, bortsett fra de forskjeller som måtte være i råmelkas mikrobiologi. I den videre gjennomgangen av framstillingen av smør vil en derfor omtale smør generelt, uten å relatere produksjonen til melk fra bestemte dyreslag.

På grunn av den kraftige smaken på fettet i geitmelk, vil smør fra geitmelk ha en karakteristisk geitsmak. Norsk geitmelk er dessuten kjent for å ha en kraftig geitsmak sammenlignet med for eksempel geitmelk i Frankrike. Geitsmaken vil for størstedelen følge melkas fettfase, altså fløten og deretter smøret.

I Norge har en lang tradisjon for å kjerne smør fra syrnet fløte. Dette gjelder så vel gårds- og seterproduksjon av smør, som meieriprodusert smør. Resultatet er at man i Norge forventer at smør har en aroma som er dannet som en følge av melkesyrebakteriers vekst og metabolisme i fløten.

En har derfor nedenfor (figur 9.1.) vist et flytskjema for framstilling av smør som omhandler kjerning av syrnet fløte. Skjemaet er hentet fra Walstra et al. (1999). Den generelle omtalen av framstillingen av smør vil i hovedsak følge dette flytskjema. Ved omtale av de enkelte prosesstrinn vil en nevne kritiske punkter og aktuelle tiltak når det gjelder mulige hygieniske hindre som kan være interessante når det gjelder å framstille smør av melk og fløte som ikke er varmebehandlet.



Figur 9.1. Flytkjema for framstilling av smør fra syrnet fløte. (Etter Walstra et al. 1999).

9.2. De enkelte prosessstrinn ved framstilling av smør

9.2.1. Separering av melk

Fløte er utgangspunktet for kjerning av smør. Framstillingen av fløte forutsetter at melka skummes (separeres). Effektiviteten ved skumming av melk omtales gjerne som renskumming. Renskummingen er best dersom separeringen finner sted ved en temperatur i området 50-55 °C, det vil si ved temperaturer noe over melkefettets smeltepunkt. Det er også mulig å foreta separering ved lavere temperaturer, men renskummingen blir vesentlig dårligere og mengden smør som kan produseres fra en gitt melkemengde blir mindre. Mye fett vil gå over i skummamelka.

Ved temperaturer omkring 55 °C inaktiveres melkas originære lipaseenzym (fettspaltende enzym). Dersom melka som separeres ikke er varmebehandlet (pasteurisert) og separeringstemperaturen er lavere enn inaktiveringstemperaturen for melkas lipase, vil separeringen lett føre til harskning av fløten.

Fettkulene i melka utsettes for en betydelig mekanisk påkjenning under separeringen. Resultatet blir at en del fettkuler får sin beskyttende fettkulemembran ødelagt, slik at lipaseenzymet kan angripe fettene inne i fettkula, eller fettene som siver ut fra fettkula. Dette gir harskning på grunn av fettspalting. Rask varmebehandling (pasteurisering) av fløten etter separering vil hindre slik harskning fordi melkas lipase inaktiveres. Dersom verken melka eller fløten utsettes for en varmebehandling som inaktiverer lipasen, må en regne med at fløten og det ferdige smøret kan utvikle harsk smak. Dette er en ren kjemisk endring som endrer smørets smaksegenskaper, men endringen er ikke mikrobielt betinget og representerer således ikke noe hygienisk problem.

9.2.2. Fløtens fettprosent

Kjerning av smør fungerer best dersom fløtens fettprosent er i området 35-38. Fløten fra separering av melk bør derfor ha denne fettprosenten. En slik fettprosent vil gi en normal kjerningstid. Magrere fløte vil gi en uønsket lang kjerningstid. Det er ganske enkelt vanskeligere å få smør på grunn av større avstand mellom fløtens fettkuler som skal destabiliseres og bringes sammen til smørkorn under selve kjerningen. Feitere fløte vil gi en lettere utkjerning, men kjerningstiden kan bli for kort. For kort kjerningstid gir redusert smørutbytte fordi forholdsvis mange av fløtens fettkuler, særlig de små fettkulene, ikke rekker å bli destabilisert i løpet av kjerningen. Disse fettkulene går over i kjernemelka og bidrar således til redusert smørutbytte. Valg av fettprosent i fløten påvirkes imidlertid ikke av om fløten har vært pasteurisert eller ikke.

9.2.3. Varmebehandling av fløten

Ved moderne industriell framstilling av smør anvendes alltid en varmebehandling av fløten som er vesentlig kraftigere enn vanlig pasteurisering. Ved framstilling av produkter uten bruk av pasteurisering, eller annen form for varmebehandling, er dette prosessstrinnet uaktuelt. Ved en generell gjennomgang av framstillingsteknikken for smør er det imidlertid naturlig likevel å omtale varmebehandling av fløten. Gjennom en slik omtale vil en få en viss innsikt i hva denne varmebehandlingen fører til når det gjelder endringer i fløtens egnethet som råstoff for smørproduksjon.

Som det framgår av figur 9.1 gis fløten en kraftigere varmebehandling enn det som tilsvarer en vanlig pasteurisering. Det er vanlig å varmebehandle fløten som benyttes til smørframstilling ved 85-95 °C i 15 sekunder eller lengre.

En så vidt kraftig varmebehandling er særlig viktig dersom fløten skal syrnas. I tillegg til å drepe alle uønskede mikroorganismer, bidrar slik varmebehandling også til å gjøre fløten bedre egnet som vekstsubstrat for melkesyrebakteriene som tilsettes fløten for å syrne denne. Når det gjelder effekten av varmebehandling på melkesyrebakterienes vekst, henvises det til avsnitt 7 i denne utredningen.

Ved en så vidt kraftig varmebehandling som fløten normalt utsettes for inaktiveres også enzymer i fløten som ellers vil kunne delta i en kjemisk nedbryting av sluttproduktet. Melkas lipase vil for eksempel inaktiveres og derved ikke lenger kunne forårsake spaltning av fett. Redusert tendens til harskning vil være resultatet. En varmebehandling ved 85-95 °C i 15 sekunder vil også føre til en viss denaturering av fløtens serumproteiner (myseproteiner). Proteindenaturering fører til at en del av SH-gruppene som finnes i de svovelholdige aminosyrene cystein, cystin og metionin frigjøres. Det oppstår da forskjellige kjemiske forbindelser der SH-gruppene inngår som reaktive grupper. Slike SH-grupper virker sterkt reduserende og vil følgelig motvirke en oksydasjon av melkefettets triglyserider, så vel som av melkefettets fosfolipider. De frie SH-gruppene vil gi fløten en kokt smak som imidlertid vil reduseres og vanligvis bli borte under smørets lagring.

Ved behandling av fløte som skal benyttes til smørframstilling kjenner en ikke til tiltak som kan erstatte den varmebehandling som fløten utsettes for verken når det gjelder fløtens mikrobielle kvalitet, inaktivering av enzymer eller når det gjelder å gjøre fløten best mulig egnet som vekstsubstrat for melkesyrebakteriene.

Om en velger å se bort fra de teknologiske gevinstene ved en varmebehandling av fløten slik som omtalt ovenfor, men ønsker å iverksette en minimumsvarmebehandling for å øke produktets mikrobiologiske sikkerhet, skal en være klar over at fløte krever en høyere temperatur enn melk for å drepe uønskede bakterier. Dette skyldes at varmegjennomgangen i fett er lavere enn i vann. Ved smørframstilling i liten skala vil det i en slik situasjon være mest aktuelt med en såkalt langtidspasteurisering av fløten. For melk innebærer dette en varmebehandling ved 63 °C i 30 minutter. I USA er det føderale forskrifter som sier at meieriingredienser med mer enn 10 % fett må pasteuriseres ved temperaturer som er 3 °C høyere enn melk (Kornacki & Flowers, 1998). For kjernefløte vil dette bety at man minst må benytte 66 °C i 30 minutter.

9.2.4. Temperaturbehandling av fløten for å påvirke smørets konsistens

For å oppnå en tilfredsstillende kjerningsprosess, og en normal kjerningstid, er det nødvendig å ha en fløte der det finnes både krystallisert fett og flytende fett. Ved temperaturer over ca. 40 °C er det meste av melkefettet i flytende form, men det befinner seg likevel inne i fettkula beskyttet av fettkulemembranen. I kjølelagret fløte vil praktisk talt alt fett i fettkula foreligge som krystaller. Det må være flytende fett tilstede i fettkulene for at vi skal oppnå en fasevending under kjerning. Det blir altså ikke mulig å kjerne smør av fløte som har vært lagret noe tid ved kjøletemperatur uten at temperaturen økes en del slik at noen av fettkrystallene smelter.

Smørfettet har en kompleks sammensetning. Det har derfor ikke helt klart definerte smelte- eller stivningspunkt. Dette gjør det mulig, gjennom en styrt temperaturbehandling av fløten å oppnå en viss "fraksjonering" av melkefettet. Grundig innsikt i melkefettets egenskaper har gjort det mulig å utvikle temperaturbehandlingssystemer som gjør at man kan framstille smør med bedre smørbarhet enn om slike temperaturbehandlingssystemer ikke ble benyttet. Skal man lykkes med slik temperaturbehandling, må man først være i en situasjon der alt fett foreligger i flytende form i fettkula. Det vil si at temperaturen må ha vært høyere enn ca. 40 °C. I normal meieriproduksjon av smør er dette ikke problematisk fordi fløten gjennomgår en pasteurisering. Temperaturbehandlingen av fløten starter derfor med at fløten kjøles ned til 8-6 °C i selve platevarmeveksleren umiddelbart etter varmebehandlingen av fløten. Dersom fløten ikke er pasteurisert, vil en ikke kunne anbefale at en temperaturbehandling av fløten for å oppnå bedret konsistens og smørbarhet på smøret benyttes.

En slik temperaturbehandling vil bestå i at den nedkjølte pasteuriserte fløten står ved 8-6 °C i ca. 2 timer. Deretter heves temperaturen langsomt til syringstemperaturen på 18-20 °C, og kulturen av melkesyre-bakterier for syring av fløten tilsettes. Etter 1-2 timer ved den valgte syringstemperaturen kjøles fløten langsomt til ca. 16 °C. Denne temperaturen kalles gjerne modningstemperaturen. Fløten står ved denne temperaturen inntil syringen er ferdig og kjerningen kan begynne. Da kjerningstemperaturen bør være lavere enn 16 °C, helst 10-13 °C, må fløten kjøles noe umiddelbart før kjerningen starter.

Ved framstilling av smør fra upasteurisert fløte er det ikke tilrådelig å iverksette hele denne temperaturbehandlingsprosessen av fløten. En oppvarming til ca. 40 °C er for eksempel ikke forsvarlig. Dessuten er det sannsynlig at det vil være mest hensiktsmessig å foreta en syring av fløten ved en temperatur som gir raskest mulig utvikling av de ønskede melkesyrebakteriene og en minst mulig utvikling av uønskede bakterier. Videre vil en gjerne ta hensyn til melkesyrebakterienes dannelse av aromkomponenter i fløten, slik at så mye aromkomponenter som mulig kan overføres til smøret, og således bidra til smørets sensoriske kvalitet. Aromproduksjonen hos de aktuelle melkesyrebakteriene er best ved 18-20 °C. Dette er samtidig en temperatur som gir en god vekst av melkesyrebakteriene og en mindre god vekst av mange av de uønskede bakteriene.

Ved bruk av upasteurisert fløte vil det derfor være mest hensiktsmessig å bringe fløten raskest mulig til en temperatur på 18-20°C. Dersom fløten på forhånd har vært nedkjølt, kan en med fordel tilsette syrekulturen mens fløten varmes opp til syringstemperaturen. Det er ønskelig å få til en så rask syring som mulig og deretter kjøle den syrnede fløten ned til kjerningstemperatur og starte kjerningen.

9.2.5. Kjerningen

Forutsetningen for å oppnå smør ved kjerning av fløte er at det finner sted en fasevending. I fløte har vi en emulsjon av typen fett i vann. I smøret derimot utgjør fettene den kontinuerlige fasen. Det vil si at vi har fått en emulsjon av typen vann i fett. Vannet i smøret foreligger da i vandrdåper jevnt fordelt i den kontinuerlige fettfasen. Egentlig foreligger det ingen dokumentert vitenskapelig forklaring på hva som skjer under selve kjerningen når den emulsjonen vi har i fløten relativt plutselig brytes og vi oppnår smørkorn, som deretter eltes sammen til smør. En opererer derfor fremdeles med en rekke såkalte smørteorier. I denne utredningen skal en ikke gå inn på disse.

Forutsetningene for å få smør ved tradisjonell kjerning er imidlertid mange. Det hele går ut på å bryte den emulsjonsstabiliteten en har i fløten slik at fettkulene kan smelte sammen og danne smørkorn og deretter smør. Som nevnt ovenfor er det viktig at det i fløten foreligger både flytende og krystallinsk (fast) fett inne i fettkulene. Deretter må fettkulene utsettes for en mekanisk behandling som fører til at et relativt stort antall av fettkulene får sin fettkulmembran delvis ødelagt. Noe av det som er inne i fettkula kommer da ut. Det flytende fettene i fettkula er det som blir viktig i denne forbindelse. Det flytende fettene brer seg på de øvrige fettkulenes overflate og bidrar til å destabilisere fettemulsjonen og til å "klistre" fettkulene sammen.

En annen forutsetning for å få til smør er innpisking av luft. Under normale forhold er det ønskelig å kunne piske inn luft som utgjør et volum tilsvarende fløtevolumet. En kjerne kan derfor ikke fylles mer enn halvfull om en skal oppnå gode kjerningsbetingelser. Luften fordeler seg i fløten som luftbobler. Disse har i prinsippet tilsvarende overflatespenningsforhold som fettkulene. Ved luftinnpiskingen introduseres en meget stor overflate. De overflateaktive komponentene i fettkulmembranen, i hovedsak fosfolipidene, vil vandre til luftboblenes overflate for å forsøke og stabilisere også disse. Dette fører automatisk til en svekkelse av fettkulmembranene, som lettere ødelegges av den mekaniske påkjenningen og som lettere smelter sammen til smørkorn. Fosfolipidene har dipol-karakter og bidrar derfor til at fettkulene har en elektrisk ladning på overflaten. Dette igjen fører til at fettkuler som har sitt fosfolipidlag inntatt fra-

støter hverandre. Når dette fosfolipidlaget svekkes fordi fosfolipidene også fordeler seg på en meget stor ny overflate representert av luftboblene, blir fettkulenes evne til å frastøte hverandre redusert betydelig. Det er ikke mulig å fremstille smør med tradisjonelt utstyr uten innpisking av luft.

Syrning av fløten bidrar også til at kjerningen går lettere. Under syrningen dannes det H^+ -ioner som bidrar til å redusere den negative overskuddsladningen som ellers finnes på fettkulenes overflate på grunn av fosfolipidene. Når den negative overskuddsladningen reduseres, svekkes effekten av fosfolipidenes beskyttende evne i fettkulemembranen. Resultatet er at kjerningen går lettere og destabiliseringen av fettemulsjonen blir mer omfattende når en benytter syret fløte enn om en kjerner av usyret fløte. Med andre ord vil syret fløte gi et bedre smørutbytte enn søt fløte.

En rekke faktorer har betydning for selve kjerningsprosessen. En går ikke inn på effekten av disse ut over det som er nevnt ovenfor. Resultatet av kjerningen er at en får smør og kjernemelk. Det kan i denne forbindelse være av interesse å vurdere hvordan mikroorganismene følger disse to fasene.

Det viser seg at bakterietallet pr. volumenhet vanligvis er høyere i kjernemelka enn i den fløten den kommer fra og i smøret. Når det benyttes syret fløte, viser det seg at hoveddelen av melkesyrebakteriene følger med kjernemelka. Dette er i og for seg ikke uventet fordi melkesyrebakteriene jo befinner seg i fløtens vannfase der de henter sine næringsstoffer. Bakteriene vokser ikke i fett. Det er funnet at 0,5 – 2 % av melkesyrebakteriene i fløten blir igjen i smøret. Kornacki & Flowers (1998) refererer til en undersøkelse der en fant at antall *L. monocytogenes* var 6,7 til 15 ganger høyere i fløten enn i smøret. Fløten var i dette tilfelle pasteurisert og inokulert med *L. monocytogenes*. I en annen undersøkelse, der en benyttet *Staph. aureus* ble det funnet en liknende fordeling mellom fløten og smøret. Dette kan tyde på at en betydelig andel av en del uønskede mikroorganismer også følger kjernemelka, med det resultat at antallet som blir igjen i smøret er langt mindre enn det som var i fløten smøret ble kjernet av. En skal imidlertid være klar over at de undersøkte bakteriene er gram-positive organismer. Det er ikke referert arbeider som viser hvordan andre mikroorganismer med andre cellevegger og membranstrukturer fordeles seg mellom smør og kjernemelk. Dette bør undersøkes nærmere dersom en i økende grad fokuserer på framstilling av smør av upasteurisert melk og fløte. En vet for eksempel at *Mycobacterium* ssp. er hydrofobe. Disse kan derfor tenkes å fordele seg annerledes mellom fettfasen og vannfasen enn andre mikroorganismer.

9.2.6. Smørets elting

Smørets elting har til hensikt å:

- Bearbeide smørkorna til en homogen masse
- Utforme smørets struktur
- Fordele vannet/væskedråpene i smørmassen
- Regulere vanninnholdet i smøret
- Fordele saltet i smøret

Ved eltingens begynnelse presses de utkjernede smørkornene sammen og deformeres. Under denne bearbeidingen utsettes fettkulene i smørkornene for en stor mekanisk påkjenning. Mange av fettkulene i smørkornene har fremdeles en fettkulemembran som ikke er ødelagt. Flere av disse fettkulene vil ødelegges under eltingen. De fettkulene som ble delvis ødelagt under selve kjerningsprosessen vil bli ytterligere ødelagt under eltingen. Eltingen bidrar således til at flytende fett og fettkrystaller fra fettkulenes indre presses ut og over i smørets frie kontinuerlige fettfase. I ferdig eltet smør regner en med at bare 20-30 % av fettset fortsatt foreligger i form av fettkuler, mens 70-80 % finnes fordelt i smøret som ikke-globulært fett. Det ikke-globulære fettset, den frie fettfasen, består av en blanding av fast og flytende fett. Det faste fettset, som er rester av de knuste fettkulene og fettkrystaller, er dispergert i det flytende fettset. En forstår av dette at eltingen er av avgjørende betydning for smørets konsistens.

Eltingens oppgave er også å oppnå en god fordeling av smørets væskeinnhold/vanninnhold. Smør skal ikke ha høyere vanninnhold enn 16 %. Vannet i smøret forekommer som vanddråper. Fordelingen av vannet har stor innvirkning på smørets utseende, smak og kjemisk- og mikrobielt betinget holdbarhet. Det er vanlig å si at smøret er ferdig eltet når det er "eltet tørt". Det vil si at smøret ikke skal ha synlig væske i overflaten når det benyttes. Både dårlig eltet smør og overeltet smør har negativ innvirkning på smørets kvalitet.

Sterk findeling av væskedråpene vil gi smøret et matt utseende, mens smøret blir mer skinnende og sterkere gult når væskedråpene er store. Smørets smak vil bli skarpere og mer framtrædende ved grov vannfordeling enn når vannet er sterkt finfordelt. Dette skyldes at saltet og de viktigste av smørets smaks- og aromastoffer er løst i væskedråpene.

Størst interesse i denne utredningen har vannfordelingens innvirkning på smørets holdbarhet. De kjemiske og mikrobielle omdannelsene i smøret finner sted i grenseflaten mellom vann og fett eller i selve væskedråpen. Mikroorganismene vil i all hovedsak befinne seg i væskedråpene. De kan ikke bevege seg fra dråpe til dråpe gjennom smørets kontinuerlige fase, fett. Det vil si at mikroorganismenes livsbetingelser er knyttet til væskedråpens volum og tilgang på næringsstoffer i væskedråpen.

Ved normal fordeling av vannet i smøret, vil antall væskedråper pr. gram smør komme opp i 10-18 milliarder. Ser vi dette i relasjon til mikrobiologiske forhold, vil en finne at:

- En rekke av væskedråpene må, selv i smør med mange mikroorganismer, være sterile. Særlig vil dette være tilfelle for patogene og andre uønskede mikroorganismer som en må regne bare kan forekomme i relativt lavt antall. Det er rett og slett ikke under noen omstendigheter nok mikroorganismer til å infiserer alle væskedråpene.
- Mengden av næringsstoffer som kan være tilgjengelig for mikroorganismenes vekst og metabolisme blir sterkt begrenset i de infiserte væskedråpene. Dette innebærer at mikroorganismenes muligheter for å formere seg i væskedråpene begrenses av tilgangen på næringsstoffer.

Av dette kan en se at god findeling av smørets vann blir en viktig faktor for å redusere veksten av uønskede mikroorganismer i smøret. Ved kjerning av upasteurisert fløte vil god elting være et godt hjelpemiddel mot uheldig vekst av uønskede mikroorganismer, men tiltaket vil ikke være en garanti for at slike mikroorganismer ikke utvikler seg i produktet.

Sterk findeling av vannet øker imidlertid mulighet for utvikling av kjemiske feil. De kjemiske oksydasjonene av det umettede fett, og andre kjemiske reaksjoner, finner hovedsakelig sted i grenseflaten vann/fett. En sterk findeling av vannet vil føre til en betraktelig økning av denne grenseflaten. Dette fører til økte muligheter for utvikling av kjemiske feil i smøret.

9.2.7. Smørets skylling

I dagens industrielle framstilling av smør benyttes ikke skylling, da en har funnet dette prosessstrinnet unødvendig. Fløtens kvalitet og den hygieniske standarden under produksjon er så god at man ikke oppnår målbar forbedring av smørets kvalitet ved å skylle det. Benyttes melk eller fløte med smaksfeil, kan skylling av smøret være aktuelt. Dersom smør framstilles av upasteurisert fløte, vil skylling av smøret måtte gjennomføres fordi skyllingen vil bidra til å redusere bakterietallet i smøret dersom vannkvaliteten er god.

Hensikten med skyllingen av smøret er:

- Å fjerne det meste av kjernemelka som hefter til smørkornas overflate og til kjernas vegger. Som omtalt foran finnes smørets mikroorganismer i kjernemelka og i smørets vannfase. En skylling vil derfor fjerne mikroorganismer, også patogener.
- Å øke smørets holdbarhet ved å fjerne laktose, melkesyre fra syrningen av fløten, protein og salter som kan danne næringsgrunnlag for mikrobiell aktivitet og vekst.
- Å fjerne uheldige vannløselige smakskomponenter. En skal imidlertid være oppmerksom på at man også fjerner ønskelige vannløselige smakskomponenter som er utviklet som et resultat av syrningen av fløten. Skyllt smør vil derfor kunne få svakere smøraroma.
- Å justere smørets tekstur og konsistens.
- Å være et hjelpemiddel til å regulere smørets sammensetning.

Skyllervannets kvalitet er en viktig faktor ved skyllingen. Vannet må ikke være kontaminert med kopper, og innholdet av jern må være meget lavt. Vannet må selvsagt være fritt for patogener mikroorganismer og ellers ha drikkevannskvalitet.

9.2.8. Smørets salting

Det er vanlig å salte smør for ordinært konsum. Det framstilles imidlertid også usaltet smør. Slikt smør benyttes vanligvis til industriformål, for eksempel i sjokoladeproduksjon.

Fra gammelt av var nok smøret saltet ganske kraftig for å oppnå en ren konserverende effekt av saltet. I moderne smørframstilling i meieriene er en slik saltkonservering av smøret verken nødvendig eller ønskelig. I dag saltes smøret først og fremst for å bidra til en friskere smak. I normalsaltet smør ligger saltprosenten på ca. 1,5, mens den i setertype og fjell- og gårdssmør gjerne ligger på 2,5-3,0 %.

Selv om de saltmengder en vanligvis benytter i dagens smørframstilling ikke på langt nær har samme antimikrobielle effekt som høyere saltmengder, skal en ikke se bort fra at saltet også i dagens smørprodukter har en konserverende effekt. For å kunne danne seg et bilde av om smørets saltinnhold kan ha antimikrobiell effekt, må en beregne saltinnholdet i smørets vann, fordi det er i vanndråpene mikroorganismene befinner seg, og det er her saltet løses opp. I tabell 9.1. har en vist hvordan saltinnholdet i smørets vann varierer med saltprosenten i smøret når en tar utgangspunkt i smør med vannprosent på 15,7.

Tabell 9.1. Saltinnhold i smørets vann ved forskjellig saltinnhold i smøret. (Smørets vannprosent 15,7)

| Salt i smøret i % | Salt i smørets vann i % |
|-------------------|-------------------------|
| 1,0 | 6,0 |
| 1,5 | 8,7 |
| 2,0 | 11,3 |
| 2,5 | 13,7 |
| 3,0 | 16,0 |

Dersom saltet skal ha den forventede antimikrobielle effekt, må det fordeles jevnt i alle smørets vanndråper. Virkeligheten er imidlertid slik at man gjennom eltingen av smøret aldri oppnår å fordele saltet jevnt i alle vanndråpene. Dette innebærer at noen vanndråper ikke blir saltet, mens andre vanndråper får et saltinnhold som er vesentlig høyere enn det beregnede "gjennomsnittlige" saltinnhold i smørets vann. Innelting av salt har dessuten vist seg å gi en vannvandring i smøret, med en tendens til at vannet om-disponeres til noe større dråper. Det hender at salting fører til at smør som er eltet tørt likevel begynner å avgi fuktighet. Dette gjør det vanskelig å vurdere saltets effekt på smørets mikrobiologi. Om en tar utgangspunkt i toleransen overfor salt for en del mikroorganismer, vil en finne at man må over ca. 9 % salt i smørets vann for å oppnå en antimikrobiell virkning på aktuelle patogener mikroorganismer og på *E.*

coli. De saltmengder som benyttes i dagens smørproduksjon har ingen effekt på mugg og gjær eller for eksempel på *Staph. aureus* og på flere typer *Bacillus*. For å oppnå en antimikrobiell effekt på disse bakteriene må en benytte mer enn 3 % salt i smøret.

Saltet tilsettes enten tørt eller i form av en saltgrøt. Saltet tilsettes etter at kjernemelka er drenert av og en viss elting, forelting, har funnet sted. Ved tørrsalting vil salttolerante mikroorganismer som finnes i saltet (halofile organismer) kunne overføres direkte til smøret. Ut fra et mikrobiologisk perspektiv vil saltgrøt være å foretrekke fordi det er mulig å varmebehandle saltgrøten før den tilsettes smøret.

Det er rapportert at *Listeria* kan overleve i 132 dager i mettet saltløsning oppbevart ved 4 °C. Dette indikerer at salt som skal benyttes til smør må være fritt for *Listeria*. Både vann, som eventuelt benyttes til vasking av smøret, og saltløsning/saltgrøt som benyttes må være fri for pseudomonas-bakterier. Det er hevdet at den mest vanlige årsak til mikrobielt betinget kvalitetsreduksjon i smør er forekomst av *Pseudomonas* ssp. I denne sammenheng skal en være klar over at tilsetting av salt til smør senker frysepunktet i smørets vannfase. Dette kan føre til at de psykrotrofe organismer, som for eksempel *Pseudomonas*, kan vokse og formere seg ved temperaturer lavere enn 0 °C (Kornacki & Flowers, 1998).

9.2.9. Bruk av nøytralisasjonssalt

Syrnet og saltet smør utsettes lett for oksydasjon og får derved smaksfeil. I en del land, blant annet i Norge, har det derfor vært vanlig å nøytralisere smørets vannfase gjennom tilsetting av små mengder kalsiumhydroksyd ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) i forbindelse med saltingen av smøret. Denne operasjonen omtales vanligvis som nøytralisering av smøret. Slik nøytralisering av surheten i smørets vannfase bringer pH tilbake til en verdi på ca. 6,0. Dette er en pH-verdi som ikke virker hemmende på utviklingen av patogene mikroorganismer eller andre uønskede mikroorganismer i smøret. Nøytralisering av smør framstilt av upasteurisert fløte er derfor ikke å anbefale. Når nøytralisering ikke benyttes, må en imidlertid være forberedt på å akseptere en kortere holdbarhet med hensyn til framkomst av kjemiske feil, som for eksempel oksydert.

9.2.10. Omelting av smør

I noen tilfeller omeltes smøret. Dersom omelting finner sted av en eller annen grunn, for eksempel i forbindelse med pakking, vil en ny fordeling av vannet i smøret finne sted. Dette kan innebære at vandrdåper som ikke har vært infisert av mikroorganismer tidligere, slik som forklart under avsnittet om elting, blir infisert og således gir fornyet mulighet for mikrobiell utvikling i det omeltede smøret. Omelting av smør vil med andre ord gi grunnlag for fornyet mikrobiell utvikling i smøret. Smør av dårlig mikrobiologisk kvalitet, eller smør framstilt av upasteurisert fløte, bør derfor ikke omeltes.

9.2.11. Pakking

Dette prosessstrinnet representerer normalt ingen risiko som er forskjellig for smør av pasteurisert fløte og av upasteurisert fløte. Det anbefales uansett at pakking skjer umiddelbart etter elting og salting slik at en unngår en form for omelting av smøret.

9.2.12. Lagring

Smør undergår til dels omfattende, og faglig sett komplekse, endringer under lagring. Endringene omtales gjerne som herding og etterherding av fettene. Disse endringene har imidlertid innvirkning bare på smørets struktur og konsistens, og vil ikke bli omtalt nærmere i denne utredningen. Slike endringer vil ikke være påvirket av om smøret er framstilt av pasteurisert eller av upasteurisert fløte.

Lav temperatur under lagringen er viktig både for smørets konsistens og for smørets kjemiske og mikrobiologiske holdbarhet. Smør framstilt av upasteurisert fløte må under alle omstendigheter lagres ved så lav temperatur som mulig, både for å redusere omfanget av kjemiske omdannelser, som kan være ve-

sentlig mer omfattende enn i smør av pasteurisert fløte, og for å redusere mikrobiell aktivitet og mulig vekst.

9.3. Tiltak ved framstilling av smør fra upasteurisert fløte

I omtalen av smørframstilling har en under det enkelte prosessstrinn som er beskrevet også vurdert situasjonen dersom det benyttes upasteurisert fløte. I dette avsnittet vil en derfor bare summere opp punktvis noen av de tiltakene som vil bidra til å redusere uheldig aktivitet eller vekst av uønskede mikroorganismer i smøret.

- Ved separering av melka oppnås best renskumming dersom melka varmes opp til en temperaturer i området 50-55 °C. En slik temperatur vil bidra til å redusere forekomsten av uheldige mikroorganismer i smøret, men vil samtidig øke behovet for å benytte bakteriekulturer av melkesyrebakterier ved den senere syrningen av fløten. Separering ved en slik temperatur vil redusere faren for lipaseaktivitet i smøret, fordi melkas originære lipase i stor grad vil inaktiveres ved en slik temperatur.
- Dersom smør skal framstilles av upasteurisert fløte, vil en fraråde en temperaturbehandling av fløten som ellers ville kunne benyttes for å bedre det ferdige smørets konsistens.
- Smør av upasteurisert fløte bør framstilles av syrnet fløte. Det er da avgjørende at syrningen kommer raskt i gang og at den går raskt. Det anbefales at det benyttes bakteriekulturer av melkesyrebakterier, selv om fløtens opprinnelige mikroflora også vil bidra til syrningen.
- Selve kjerningen må gjennomføres som normalt, uavhengig av om fløten har vært pasteurisert eller ikke.
- For å oppnå flest mulig sterile vandråper i smøret (se avsnittet om "Smørets elting") er det viktig at smør laget av upasteurisert fløte eltes godt slik at en oppnår en best mulig finfordeling av smørets vann.
- Smør av upasteurisert fløte bør skylles grundig med vann av drikkevannskvalitet.
- Det anbefales at smør av upasteurisert fløte saltes så kraftig som mulig for å utnytte saltets konserverende virkning. Dette kan vise seg å være det viktigste hjelpemiddel mot utvikling av uønskede mikroorganismer i smør.
- Smør av upasteurisert syrnet fløte må ikke nøytraliseres ved bruk av såkalt nøytralisasjonssalt.
- Smør av upasteurisert fløte bør ikke omeltes eller på annen måte behandles mekanisk hardt etter at den regulære eltingen og vannfordelingen er avsluttet
- Smør av upasteurisert fløte må under alle omstendigheter lagres og oppbevares ved lav temperatur.

9.4. Overlevelse og vekst av patogene mikroorganismer i smør

Det er vanskelig å finne nyere litteratur som forteller noe om i hvilken grad uønskede og patogene bakterier overlever i smør dersom slike bakterier overføres til smøret enten fra melka og fløten eller ved reinfeksjon under smørframstillingen. Kornacki & Flowers (1998) refererer imidlertid en undersøkelse der en studerte overlevelse av *Strept. agalactiae*, *Strept. pyogenes* og to stammer av *Staph. aureus* i smør framstilt av upastuerisert melk. Disse bakteriene overlevde i 6 måneder både i saltet smør med 2 % salt, i usaltet smør og i smør framstilt av naturlig modnet (syrnet) fløte. Det rapporteres også om at *Brucella abortus* som ble inokulert i upasteurisert fløte fra rå melk overlevde 4 måneder i saltet og usaltet smør som ble lagret ved ca. 7 °C. Denne bakterien overlevde 3 måneder i saltet og i usaltet smør framstilt av naturlig modnet (syrnet) fløte. Også dette smøret var lagret ved ca. 7 °C. Smør framstilt av slik kontaminert fløte som så ble pasteurisert ved 63 °C i 30 minutter inneholdt ikke disse patogene bakteriene.

Det er ellers funnet at *L. monocytogenes* og *Staph. aureus* kan vokse i smør.

Før en innførte pasteurisering av kjernefløten ble det rapport om forekomst av *Salmonella*, *Streptococcus* og *Mycobacterium* sp., *Shigella* og *Brucella abortus* i smør. I Irak er det funnet typer av enteropatogene *E. coli* i smør.

9.5. Referanser

Abrahamsen, R.K., Gauksås, O., Liabø, K., Snersrud, T., Gardsrud, A & Finkelsen, W.E. (1988). Alternative metoder for framstilling av aromatisk smør. *Meieriposten* **77** (16 og 17): 432-439, 473-477.

Fiedler, G. (1979). Untersuchungen der nach dem NIZO-Verfahren hergestellten Butter unter Interpretation der Untersuchungsergebnisse. *Die Molkerei-Zeitung Welt der Milch*, **33** (12): 365-367.

Geschonke, H. (1979). Herstellung von Butter unter Verwendung von NIZO-Kulturen. *Die Molkerei-Zeitung Welt der Milch*, **33** (12): 368-369.

Haisch, K.H. (1979). Zur Herstellung von Butter mit Säureweckerpermeat (NIZO-Verfahren). *Die Molkerei-Zeitung Welt der Milch*, **33** (12): 362-364, 369.

Jönsson, H., Pettersson, H.-E. Andersson, K. & Johansson, S. (1980). Production and use of starter distillate for flavouring butter. *Milchwissenschaft*, **35** (8): 461-465.

Kornacki, J.L. & Flowers, R.S. (1998). Microbiology of Butter and Related Products. I: Marth, E.H. & Steele, J.L. "Applied Dairy Microbiology". Marcel Dekker, Inc. New York, Basel, Hong Kong, ISBN: 0-8247-0116-X.

Walstra, P., Geurts, T.J. Noomen, A., Jellema, A. & van Boekel, M.A.J.S. (1999). Dairy Technology. Principles of Milk Properties and Processing. Marcel Dekker, Inc. New York, Basel, ISBN 0-8247-0228.

10. ISKREM OG ANDRE DESSERTPRODUKTER

Iskrem er et populært dessertprodukt som forbindes med høytider. I den senere tid har produktet vært brukt som salgsfremmer i butikkene til de store kjedene. Ved salg til ca. kr. 10 pr. liter, er dette blitt et produkt med lav fortjeneste. Den lave prisen fører også til at iskrem har blitt en del av den norske hverdagskosten. På den andre siden øker også salget av ”luksus is”-produkter.

De norske forskriftene fastlegger bestemte krav med hensyn til sammensetningen av iskrem. I tillegg er det påbudt å bruke visse betegnelser på produktene. Tabell 10.1. viser krav med hensyn til prosent melkefett og tørrstoff i spiseis.

Tabell 10.1. Krav til melkefett og tørrstoffinnhold i spiseis

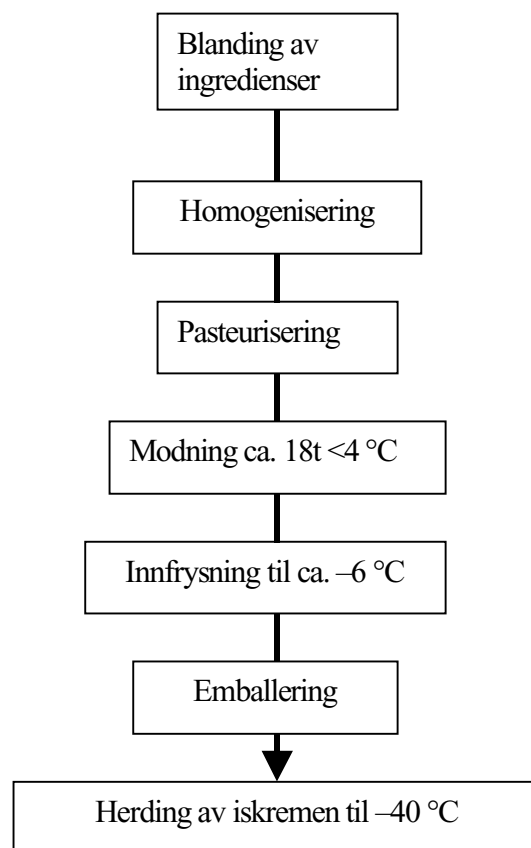
| | % melkefett | % tørrstoff |
|-----------------------|-------------|-------------|
| Fløteis | 10 | 35 |
| Melkeis | 4-10 | > 27 |
| Fruktis (> 10% frukt) | < 4 | > 20 |
| Sherbet | >1 | >20 |
| Vannis (< 10% frukt) | <1 | >15 |
| Margarinis | Annet fett | |

Forskriftene eksisterer for å beskytte kunden og bevare produktkvalitet. Forskriftene tilsier videre at alle typer spiseis skal veie mer enn 500 g pr. liter. Med moderne teknologi er det mulig å piske mye luft inn i iskremen. Forskriftene vil begrense dette, til kundens fordel.

Mange forskjellige resepter kan brukes til iskrem. På hjemme- eller småskalabasis kan iskrem lages av fløte, sukker og eggeplommer. Dette blir imidlertid for dyrt i kommersiell sammenheng. Ingredienser som vanligvis brukes i industrien er fløte, skummetmelk, smør, sukker (eller annen sukkerart eller søtningsmiddel), skummetmelkspulver, stabilisator, emulgator og vanilje. I Norge brukes det en fløteblanding som basis for iskrem, hvor skummet melk oppkonsentreres og deretter tilsettes fløte. Det regnes som økonomisk gunstig å slippe og lage skummetmelkepulver og smør, for så å rekombinere disse igjen. Bruk av smør og skummetmelkspulver har for øvrig vært et tiltak for å regulere melkeforsyningen.

Melk, tørrmelk, fløte og sukker bidrar til isens tørrstoffinnhold. De relative mengder av ingredienser som brukes er dirigert av behovet for å innfri forskriftene samt en økonomisk vurdering av pris opp imot produktkvalitet. Stabilisator brukes i iskrem til å binde vann slik at iskrystallene blir små. Emulgator brukes til å fremme en svak destabilisering av fettkulene under innfrysning, noe som øker og stabiliserer isens piskeevne under frysing.

Flytskjema for framstilling av iskrem i industriell sammenheng er vist i figur 10.1.



Figur 10.1. Flytskjema for produksjon av iskrem

10.1. Hensikt med ulike teknologiske trinn

10.1.1. Homogenisering

Homogenisering finfordeler fett. Dette hindrer utkjerner under innfrysing. Viskositeten i miksen økes og luftceller blir stabilisert.

10.1.2. Varmebehandling

Varmebehandling reduserer antall mikroorganismer og gjør iskremmiksen helsemessig sikker. Varmebehandlingen hjelper i tillegg til å løse opp ingredienser og melkefettet i fettkulene er smeltet. Avhengig av varmebehandlingsgrad vil vannbindingsevnen til proteinene bli forbedret, noe som reduserer mengde fritt vann i miksen. Fløteblandingen som brukes i dag er sterkt varmebehandlet slik at holdbarheten fra meieriet som leverer fløteblandingen til iskremframstilling er bra. Etter tilsetning av øvrige ingredienser vil iskremmiksen pasteuriseres en gang til. Dersom iskremmiksen lages av spesielle ingredienser, vil miksen pasteuriseres ved betingelser som er mer baktericide enn vanlig pasteurisering. Etter varmebehandling ”modnes” miksen ved $<4\text{ °C}$ i opp til 18 t.

10.1.3. Modning

Under modning hydratiseres proteinene i miksen, især det som er tilsatt som skummetmelkspulver. Stabilisatoren binder også vann. Dette til sammen fører til at det er mindre fritt vann som kan fryse til iskrystaller. Emulgatoren bytter plass med kasein på fettkulmembranen og fett krystalliseres. Som resultat av modningen økes piskeevnen og viskositeten til miksen, og smeltemotstanden i den ferdige isen forbedres.

10.1.4. Innfrysning

Ismiksen kjøres gjennom en skrapevarmeveksler som kjøler isen til ca. $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Det er ønskelig at miksen fryses raskt under pisking, slik at mange små iskrystaller dannes. Store iskrystaller gir iskremen en dårlig konsistens og isen vil føles kald på tungen. Samtidig piskes det luft inn i miksen og volumet av isen økes til omtrent det dobbelte.

10.1.5. Herding

Umiddelbart etter innfrysning emballeres isen og kjøres gjennom herdetunnel ved ca. $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Det er viktig at dette skjer så raskt som mulig for å hindre dannelse av store iskrystaller.

10.2. Iskremens mikrobiologi

Iskremmiksen er et meget godt vekstmedium for mikroorganismer. Iskremens mikrobiologiske kvalitet er avhengig av den mikrobiologiske kvaliteten av miksen. Kilder til mikroorganismer i iskrem er melka, de øvrige ingrediensene samt kontaminasjon fra utstyr og eventuelt fra personell. Hvis miksen har vært pasteurisert, må kilden til patogene mikroorganismer være rekontaminering. Hvis pasteurisering har vært utilstrekkelig, eller hvis det har skjedd rekontaminering før modning, kan vekst av psykotrofe mikroorganismer i miksen være et problem. Hvis melka har vært kontaminert med *B. cereus* kan vekst av psykotrofe toksinproduserende stammer under modning utgjøre et potensielt helseproblem. Tilsetning av frukt og andre smaksstoffer etter varmebehandling og modning kan også tilføre mikroorganismer til iskremen.

Bruk av rå melk til iskrem bør betraktes som uakseptabelt ettersom mange patogene bakterier kan overleve i frossen iskrem i måneder, til og med år. Det vil ikke skje endringer i det mikrobiologiske innholdet etter frysing bortsett fra små reduksjoner i antallet av noen typer mikroorganismer, forårsaket av selve innfrysningen. Dersom helsefarlige bakterier er tilstede i iskremmiksen vil de nærmest *konserveres* som følge av innfrysningen. Matforgiftning etter konsum av iskrem, især softis, er fremdeles et aktuelt problem i alle land.

11. SAMLET VURDERING AV MULIGE TEKNOLOGISKE TILTAK VED FRAMSTILLING AV PRODUKTER FRA UPASTEURISERT MELK

11.1. Generelt om mulige tiltak ved framstilling av produkter av upasteurisert melk

Som omtalt i innledning til denne utredningen har hovedmålsettingen vært å vurdere mulige meieriteknologiske tiltak som kan bidra til å øke den mikrobielle sikkerheten i forskjellige meieriprodukter framstilt av upasteurisert melk. Utgangspunktet for dette er at "Melkeforskriften" åpner for anledning til framstilling av produkter av upasteurisert melk dersom andre tiltak enn varmebehandling sikrer at produktet er helsemessig trygt.

Anledningen til å fravike kravet om varmebehandling av melka settes i sammenheng med småskalaproduksjon i såkalt "melkeproduksjonsvirksomhet". Det tilligger ikke denne utredningen å vurdere grunner til at enkelte småskalaprodusenter ønsker å framstille produkter av upasteurisert melk. Grunnene kan være mange. Valg av meieriteknologiske tiltak vil imidlertid avhenge av begrunnelsen som gis for ikke å pasteurisere.

Det er rimelig å anta at mange småskalaprodusenter ikke ønsker å innføre en varmebehandling fordi det kompliserer teknologien og krever til dels komplisert og kostbart utstyr. I tillegg øker behovet for kontroll og dokumentasjon av selve varmebehandlingen. I slike tilfeller kan det være hensiktsmessig å drøfte praktiske tiltak som gjør varmebehandlingen mindre utstyrskreven eller andre teknikker som er ment å kunne erstatte varmebehandling. Gjennomgangen foran og i vedlegg 1 viser imidlertid at teknikker og utstyr som utvikles med det før øyet å erstatte varmebehandling er både kompliserte, ufullstendig utviklet og meget dyre. Disse teknikkene omtales likevel i denne utredningen (vedlegg 1) fordi en vil vise at slike teknikker er et aktuelt tema innen meieriteknologien, men sannsynligvis uaktuelle for småskalaprodusenter i dag.

Andre kan unnlate å pasteurisere fordi de oppfatter varmebehandling som uheldig av en eller annen grunn. Dersom disse kan vurdere andre metoder for å redusere faren for å produsere produkter med helseskadelige mikroorganismer, kan tiltak som reduserer mikrobiell aktivitet i selve melka etter melking være av interesse. Slike tiltak vil imidlertid ofte også påvirke den "ønskede" mikrofloraen i melka. Tiltak som går på å redusere eller drepe mikroorganismene i melka før foredling vil for eksempel kreve tilsetning av kulturer av melkesyrebakterier ved framstilling av produkter der syrning er et viktig prosessstrinn.

En er også kjent med at noen ikke ønsker å varmebehandle melka fordi melka da får sin naturlige mikroflora forstyrret. Dersom dette er utgangspunktet, er det en del av de tiltak som omtales i denne utredningen som ikke kan benyttes fordi tiltakene nettopp har til hensikt å skade mikroorganismene i melka. Dersom hensikten er å bevare den naturlige mikrofloraen slik at den får anledning til å virke i produktet, er antallet av meieriteknologiske tiltak straks langt færre.

Utredningen viser at det er vanskelig å finne et tiltak som lett kan benyttes i småskalaproduksjon og som sikrer, på samme måte som varmebehandling, at produktene er helsemessig trygge. En har derfor omtalt problemstillinger ved bruk av såkalt "hinderteknologi" eller "barriereteknologi" ("Hurdle technology"). Også ved omtalen av teknologien for de enkelte produktkategoriene har en forsøkt å se effekten av flere hindre, men ved å beskrive hvert enkelt hinder eller hvert enkelt ledd i framstillingsprosessen for seg.

Det er stor grunn til å tro at flere hindre eller barrierer som benyttes samtidig eller etter hverandre har større effekt enn en enkelt barriere. En regner med en betydelig synergieffekt mellom flere barrierer. Som omtalt i avsnitt 3.2. "Generelt om barriereteknologi ved melkebehandling og foredling av melk" foreligger det imidlertid ikke tilstrekkelig data, som beskriver slike synergieffekter, som gir grunnlag for å konkludere med at summen av disse gir samme helsemessige trygghet til meieriprodukter som det som

oppnås gjennom varmebehandling av melka. Etter utredernes oppfatning vil det kreve betydelig forskning i barriereteknologi før en kan estimere synergieffekten av flere hindre, og på grunnlag av dette uttrykke klart hvilken definert effekt en kan forvente i de forskjellige produktene basert på foredling av upasteurisert melk.

11.2. Fermentert melk fra upasteurisert melk

I avsnitt 7 ”Ferske fermenterte produkter av ku- og geitmelk (kulturmelk, yoghurt, rømme, ferskost)” omtales de enkelte ledd i framstillingen, også de ledd som ikke har direkte innvirkning på produktenes mikrobiologiske helsemessige trygghet. Dette er gjort for å forklare hvorfor de forskjellige prosessstrinn benyttes og hva en oppnår i forhold til sluttproduktets kvalitet dersom disse trinnene benyttes. Dette gjelder for eksempel effekten av kraftig varmebehandling og homogenisering av melka på produktkvaliteten.

Dersom en ønsker å lage surmelksprodukter av upasteurisert eller ikke-varmebehandlet melk og ikke iverksetter andre tiltak som reduserer melkas naturlige mikroflora før syring, er det gjerne fordi en vil dra nytte av melkas naturlige forekomst av melkesyrebakterier i syringen av produktene. Syringen finner imidlertid sted ved en temperatur som gir vekstbetingelser for patogene bakterier om disse er til stede i den upasteuriserte melka. Som påpekt i denne utredningen foreligger det økende omfang av dokumentasjon som forteller at patogene bakterier kan utvikle seg under syringen og fortsette å være til stede i det syrnede produktet. Dette til tross for den normale oppfatningen om at fermenterte melkeprodukter anses som mikrobiologisk trygge på grunn av lav pH. Det kan anses som riktig at de syrnede produktene er sikrere enn produkter av upasteurisert melk som ikke er syrnet, men syringen er i seg selv ikke en tilstrekkelig barriere til å fjerne risikoen for at det kan forekomme patogene bakterier i sluttproduktet som stammer fra infeksjon i den upasteuriserte melka.

11.3. Ferskoster av upasteurisert melk

Utredningen omtaler også framstillingsteknologien for noen vanlige ferskoster. De som omtales her er oster som er syrnet sterkt ved hjelp av melkesyrebakterier.

Dersom Cottage Cheese framstilles av upasteurisert melk er det en viss risiko for at patogene bakterier i den upasteuriserte melka vokser under syringen av ystemelka. Cottage Cheese ettervarmes imidlertid ved 55 °C. En vil som tidligere omtalt kunne regne med at en så høy ettervarmingstemperatur vil gi en sterk reduksjon både i ostens innhold av melkesyrebakterier og av en del uønskede bakterier. Graden av følsomhet overfor en slik varmebehandling vil være avhengig av de aktuelle bakterienes varmfølsomhet. En ytterligere økning av ettervarmingstemperaturen for å oppnå en ytterligere reduksjon av uønskede mikroorganismer i Cottage Cheese ystet av upasteurisert melk, er ikke å anbefale. Høyere ettervarmingstemperatur vil gi fastere og gummiaktig ost som derved får kvalitetsegenskaper som er ukarakteristiske for Cottage Cheese.

Ved framstilling av homogene ferskoster som kvarg er det mulig å ta i bruk forskjellige teknikker for å øke ostenes holdbarhet ved å redusere antall levende mikroorganismer i det ferdige produktet. Slik teknologi omtales gjerne som termisering av den ferdige osten. Termisering vil lett føre til en kornet og nær uakseptabel ostemasse. For å unngå dette er det vanlig å homogenisere ostemassen etter termiseringen. Slik teknologi må anses som vanskelig å praktisere i småskalaproduksjon fordi den krever relativt sofistikert utstyr. Det vil være mer sannsynlig at kvargframstilling i småskalasammenheng vil benytte den tradisjonelle sekkemetoden uten å introdusere termisering og eventuell homogenisering av ostemassen. Dersom upasteurisert melk benyttes ser en ingen trinn i framstillingsteknikken ved småskalaproduksjon som vil gjøre produktet helsemessig sikkert på linje med det en ville oppnå ved å pasteurisere melka.

11.4. Ost av ku- og geitmelk

I avsnitt 8 i utredningen omtales framstillingsteknologien for ost generelt og de enkelte prosessstrinn spesielt.

Et viktig tiltak for å hindre eller redusere utviklingen av uønskede mikroorganismer ved framstilling av ost er en rask syrning under det som omtales som formodning av ystemelka og syrningen av osten. På dette stadiet i framstillingen av de fleste oster er det viktig å nå en pH-verdi på 4,9-5,3, avhengig av ønsket ostetype. Det er imidlertid viktig å være klar over at de aktuelle pH-verdiene bare hindrer eller reduserer patogene bakteriers vekst. De drepes ikke ved disse pH-verdiene. Dette betyr at det kan være patogene bakterier i osten dersom det er patogene bakterier i melka. Under modning av osten heves pH-verdien igjen som en følge av nedbrytning av ostens protein. Dette gjør det igjen mulig for patogene mikroorganismer å vokse.

Under ystingen av mange ostetyper er det vanlig å heve temperaturen noe mot slutten av ystinga. Dette kalles vanligvis for ettervarming. Ettervarmingstemperaturen varierer med ostetypen som skal framstilles. Høyere ettervarming gir fastere ost. Ved en ettervarmingstemperatur på 53 °C har en funnet at patogene bakterier hemmes betraktelig. Tradisjonelt har en ikke benyttet en så høy ettervarmingstemperatur ved framstilling av de ostetyper en har produsert i Norge. Ettervarmingstemperaturen for de fleste norske ostetyper ligger rundt 38 °C, altså en temperatur som er nær optimal for mange patogene mikroorganismer. De ettervarmingstemperaturer som benyttes for å framstille de oster en har i Norge i dag egner seg derfor dårlig som hinder for utvikling av patogene bakterier i osten.

De fleste oster saltes. Avhengig av saltingsgrad kan ostens salting bidra til å redusere faren for utvikling av uønskede bakterier i osten. De patogene bakteriene har imidlertid meget forskjellig salttoleranse. Noen av disse kan til og med leve i saltlaken og gjennom denne smitte osten. Saltlaken bør derfor varmebehandles med jevne mellomrom. Salting av ost representerer ikke noen sikker barriere mot utvikling av patogene mikroorganismer i osten.

En rekke ostetyper modnes lenge. Temperaturen under modning varierer i løpet av modningstiden, og også for den enkelte ostetype, men ligger vanligvis på et nivå som ikke hindrer vekst av patogene bakterier. Det er imidlertid dokumentert at patogene bakterier dør ut i ost under lagring. Det er imidlertid påvist patogene bakterier i noen ostetyper etter 90 dagers lagring. Det er derfor vanskelig å si generelt at lagring av osten fjerner all risiko for forekomst av patogene mikroorganismer, men det er et godt tiltak som reduserer risikoen betydelig. Effekten av lagringen er imidlertid klart avhengig av ostetype, særlig av ostens tørrstoffinnhold og av benyttet ettervarmingstemperatur. Dette er nærmere behandlet i utredningens tabell 8.3 og 8.4. Hvis ystemelka inneholder *Staph. aureus*, vil denne bakterietypen kunne representere en helseisiko i bløte og halvfaste oster.

Oppsummert kan en si at ved ysting av bløte ostetyper av upasteurisert melk vil alle patogene mikroorganismer være en risiko. Ved produksjon av halvfaste oster forutsettes det at osten lagres. Likevel vil *L. monocytogenes* og *E. coli* utgjøre en risiko. For faste oster er det liten risiko for patogene mikroorganismer så sant ostens skorpe fjernes ved konsum.

11.5. Smør av upasteurisert fløte

Smørteknologien er relativt detaljert beskrevet i utredningen fordi en har brakt i erfaring at det trengs mer kunnskap om kjerning av smør til tross for at kjerning har lange tradisjoner som en småskalavirksomhet. Beskrivelsen av teknologien er også gjort for lettere å kunne forklare effekten av de forskjellige forslag til tiltak som omtales i et eget avsnitt i kapittel 9 ”Smør”.

Under kapittel 9 i utredningen finner en også avsnittet ”Tiltak ved framstilling av smør fra upasteurisert fløte”. Disse tiltakene er vurdert og satt opp punktvis og gjentas ikke her. Det vises derfor til dette avsnittet for en oppsummering av mulige tiltak. Selv om de beskrevne tiltakene og anbefalingene etterkommes ved framstilling av smør fra upasteurisert fløte, er det ikke mulig å dokumentere at slikt smør ikke representerer en helserisiko. Tiltakene vil imidlertid bidra til at denne risikoen reduseres.

11.6. Iskrem av upasteurisert melk

Framstillingen av iskrem gjennomgås i utredningen. Det er ikke mulig for utrederne å finne noen teknologiske tiltak som kan fungere som klare barrierer mot forekomst av patogene mikroorganismer i iskrem dersom ikke-varmebehandlet melk som inneholder patogene mikroorganismer er benyttet til framstilling av iskrem.

Bruk av ikke-varmebehandlet melk til iskrem bør derfor betraktes som uakseptabelt ettersom mange patogene mikroorganismer kan overleve i frossen iskrem i svært lang tid. Det vil ikke skje endringer i det mikrobiologiske innholdet etter frysing utenom små reduksjoner i bakterietallet som en følge av ødeleggelse av noen celler under selve innfrysingsprosessen. Dersom helseskadelige bakterier er tilstede i iskremmiksen vil de i vesentlig grad konserveres som en følge av innfrysingen.

12. OPPSUMMERING OG KONKLUSJONER

Målet med denne utredningen har vært å kartlegge alternative hygieniske barrierer for produksjon av mekebaserte produkter av ikke-varmebehandlet melk. Det er lagt vekt på å vurdere tiltak, prosess teknologi og prosessstrinn ved framstilling av ost, syrnede melkeprodukter og ferskost, smør og iskrem. Vurderingen er gjort ut fra melke- og meierifaglig kunnskap. Utredningen er derfor i hovedsak avgrenset til omtale av melk og framstillingen av de aktuelle produktene ut fra et meieriteknologisk perspektiv. Utrederne har lagt vekt på å finne en faglig korrekt avgrensning mot veterinærfaglige og humanmedisinske spørsmål og problemstillinger fordi disse ligger utenfor utredernes formelle faglige kompetanse.

Melkeforskriften gir åpning for småskalaproduksjon av produkter fra ikke-varmebehandlet melk, under forutsetning av at andre tiltak sikrer at produktene er like helsemessige trygge som produkter laget av varmebehandlet melk, som er gitt en varmebehandling som minst tilsvarer pasteurisering. Utredningen legger derfor vekt på å omtale mulige teknikker og forhold under produksjon som kan bidra til å øke produktenes helsemessige sikkerhet med hensyn til forekomst av patogene bakterier eller andre helsemessig uønskede mikroorganismer. Ved omtale av de forskjellige tiltakene og barrierene sammenlignes det løpende med det som oppnås ved en adekvat varmebehandling av melka.

Fra innhentet informasjon fra ni andre land, viser det seg at det spørsmålet som er tatt opp som utgangspunkt for denne utredningen er meget aktuelt i flere andre land. Det ser ikke ut til at det er utviklet noen ens strategi eller serier av tiltak som i sum kan gi like trygge produkter av upasteurisert melk som av pasteurisert melk.

Utredningen tar ikke stilling til de forskjellige begrunnelser for å framstille produkter av ikke varmebehandlet melk. Det beskrives derfor en del teknikker, som på nåværende tidspunkt kan virke avanserte og teknisk kompliserte og dyre. Disse teknikkene arbeides det med rent forskningsmessig og til dels i praktisk industriell meierivirksomhet på verdensbasis. Ingen av disse teknikkene synes å være hensiktsmessige i småskalaproduksjon. Ingen av teknikkene er i dag utviklet til et slikt nivå at de kan sies å kunne erstatte varmebehandling fullt ut når det gjelder å oppnå mikrobiologisk helsemessige sikre produkter.

Melken inneholder noen naturlig forekommende antimikrobielle systemer som i lengre tid har vært viet stor oppmerksomhet både i forskningen og med hensyn til å utvikle kommersielt interessante preparater med antimikrobiell virkning. Ingen av disse systemene har en virkning i normal melk som kan erstatte effekten av varmebehandling for å oppnå trygge produkter. Konsentrasjonen av de aktuelle komponentene i melk er for liten til å gi tilfredsstillende effekt.

Melk inneholder naturlig en del melkesyre bakterier. Noen av disse produserer bakteriosin, som er antimikrobielle peptider. Forskning har gjort det mulig å studere slik bakteriosinproduksjon og å teste ut effekten av disse antimikrobielle peptidene. Kommersielt tilgjengelige produkter finnes på markedet, men ingen av disse kan sies å kunne erstatte bruken av varmebehandling.

Ved vurdering av de enkelte barrierer og deres virkning vil det være mest hensiktsmessig å studere hvordan flere barrierer eller hindre virker sammen. Barriereteknologi er et begrep som etter hvert vies betydelig oppmerksomhet, men så langt en kan se i dag er kunnskapen om de enkelte barrierer, og synergieffekten mellom flere barrierer, meget ufullstendig. Det er ikke mulig, med den kunnskap om barriereteknologi som foreligger innen meierifaget i dag, å gjøre en kvalifisert "beregning" av hvor mye man kan redusere risikoen for forekomst av patogene mikroorganismer i et gitt produkt framstilt av upasteurisert melk.

Utredningen presenterer to avsnitt, ”Melkens mikrobiologi” og ”Melk som vekstmedium for mikroorganismer”, som begge viser hvor godt substrat melk og produkter av melk kan være for patogene bakterier. Disse avsnittene er presentert for å danne en bakgrunn for de vurderinger som gjøres under de påfølgende ”produkt”-avsnittene.

Det er gjort forsøk på å differensiere redegjørelsen i de enkelte avsnittene med hensyn til om produktene lages av kumelk eller av geitmelk. Bare i noen tilfeller finner vi at situasjonen for de to melketyper er så vidt forskjellige at det virker logisk med en differensiert beskrivelse og omtale. Den informasjon som foreligger i litteraturen er langt mer omfattende og god for kumelk og produkter av kumelk enn for geitmelk. De fleste prosesstrinnene som omtales av meieriteknologisk karakter vil ha samme virkning på ku- og geitmelk.

Under hovedavsnittet ”Samlet vurdering av mulige teknologiske tiltak ved framstilling av produkter fra ikke varmebehandlet melk” har en summert opp de viktigste teknologiske tiltakene for å redusere den helsemessige risikoen ved framstilling av produkter av upasteurisert melk. Det henvises derfor til dette avsnittet for en oppsummering av situasjonen for de enkelte produktgruppene.

VEDLEGG 1

13. MELKEBEHANDLING SOM KAN BLI VURDERT SOM ALTERNATIV TIL VARMEBEHANDLING

13.1. Innledning

Den teknologiske utviklingen av relativt avanserte og dyre utstyrsenheter har gitt meieriteknologen nye muligheter. Noen av disse bør etter hvert kunne vurderes som alternativer til varmebehandling når det gjelder den mikrobiologiske tryggheten til melk og melkeprodukter.

Denne typen teknikker, og nødvendig utstyr som skal til for å benytte teknikkene, er relativt kompliserte og dyre. Dette gjør det mindre aktuelt å benytte teknikkene i småskala-foredling av melk. Det hører likevel med til denne utredningen å gi en kort omtale av det som moderne meieriteknologisk litteratur ofte omtaler som alternativer til varmebehandling. Som det vil framgå av omtalen nedenfor er det likevel ikke riktig, med utgangspunkt i dagens kunnskap om de aktuelle prosessene, å betrakte disse som alternativer som uten videre kan erstatte pasteurisering som behandling for å sikre den mikrobiologiske tryggheten i melk og melkeprodukter. Denne delen av utredningen bygger i hovedsak på tre artikler av Datta & Deeth. Artiklene har titlene: "Alternatives to heat treatment: High Pressure Processing", "Alternatives to heat treatment: Pulsed-Energy Technologies" og "Alternatives to heat treatment: Other Nonthermal Technologies". Artiklene er publisert i et nytt større verk med tittelen "Encyclopedia of Dairy Science" redigert av Hubert Roginski, John W. Fuquay og Patrick F. Fox. Verket er publisert av Elsevier Science/Academic Press i 2002.

13.2. Høytrykksbehandling

Allerede i 1899 studerte Hite (1899) om høytrykksbehandling av melk kunne være et alternativ til pasteurisering av melk. Hites arbeider ledet imidlertid ikke til noen klar utvikling av høytrykksbehandling av melk som en mulig behandlingsform som kunne erstatte pasteurisering. Først i 1980-årene ble det en fornyet interesse for denne teknikken. I 1990 kom de første høytrykksbehandlede melkeproduktene på markedet i Japan. Fremdeles er det imidlertid meget begrenset kommersiell bruk av høytrykksbehandling for framstilling av melk og melkebaserte produkter. I den senere tid har imidlertid teknologien og nødvendig prosessutstyr blitt utviklet til et slikt nivå at det er mulig å etablere hensiktsmessige og funksjonelle prosesslinjer med slikt utstyr.

Ved høytrykksbehandling av melk er det aktuelt å benytte trykk i området 300-1000 MPa. Prosessen gjennomføres gjerne ved romtemperatur og i løpet av 2-30 minutter. En av hovedfordelene med høytrykksbehandling, sammenlignet med for eksempel varmebehandling, er at den tilførte energien, trykket, fordeler seg jevnt og umiddelbart gjennom hele produktmassen som behandles. Det gir en behandling som ikke etterlater seg produkt som ikke er blitt utsatt for den fulle og hele effekten av behandlingen. Teknikken gir heller ikke produkt som blir overbehandlet.

Siden fokus i denne utredningen er mikrobiell sikkerhet, vil momentene som tas med her rette seg mot denne problemstillingen.

En hovedeffekt av høytrykksbehandling av melk er ødeleggelse av mikroorganismer. Når en vegetativ mikroorganisme utsettes for høyt trykk inntreer følgende ødeleggelsesmekanismer:

- Ødeleggelse av cellemembranen på grunn av irreversible endringer i cellemembranens makromolekyler, særlig proteinene.
- Homogeniteten i det intermediaære laget mellom celleveggen og cytoplasmamembranen ødelegges.

- Adenosintrifosfatase (ATP) i cellemembranen inaktiveres.
- Nukleinsyrene og ribosomene som er involvert i cellenes proteinsyntese ødelegges.

Når det gjelder bakteriesporer har det imidlertid vist seg at høytrykksbehandling har begrenset drapeseffekt. Av denne grunn kan teknikken ikke benyttes som eneste teknikk ved framstilling av sterile produkter. Alle høytrykksbehandlede produkter må derfor holdes ved kjøletemperatur.

Det er funnet at man kan oppnå en rimelig holdbarhet på melk ved behandling for eksempel ved 400 MPa i 15 minutter eller 500 MPa i 3 minutter. Det er imidlertid samtidig funnet at visse stammer av de patogene bakteriene *L. monocytogenes* og *Staph. aureus* er temmelig trykkresistente og at de derved ikke blir inaktivert i tilstrekkelig grad ved høytrykksbehandling av melk. Det er også rapportert om trykktolerante stammer av *E. coli*.

Så langt i utviklingen og forståelsen av høytrykksbehandlingen av melk er det nødvendig å vurdere nøye den risiko som trykktolerante patogene bakterier kan representere. Trykkresistente patogene bakterier og spørsmål om hvordan bakterier som ellers overlever høytrykksbehandling oppfører seg i melka, må undersøkes nærmere før høytrykksbehandling kan oppfattes som en alternativ behandling til pasteurisering.

13.3. "Pulserende elektrisk felt" - teknologi

Pulserende elektriske felt har evnen til å drepe mikroorganismer. Bruk av pulserende elektriske felt vil normalt representere en relativt mild behandling av melka. Behandlingen foregår gjerne ved romtemperatur og påvirker verken produktets farge eller smak. Det er også hevdet at teknologien gir en bedre matvaretrygghet sammenlignet med relevante varmebehandlingsmetoder.

Energi fra en høyspent kraftforsyningsenhet lagres i en energilagringseenhet og kan frigis nesten momentant ved høye kraftnivåer. Frigivelsen av energi er meget rask, i området 1-30 μ s (mikrosekunder). Tiden mellom hver frigivelse av energi er fra 1 millisekund til sekunder. Vanligvis varierer antall pulseringer mellom 10 og 100 for et produkt som behandles på mindre enn et sekund.

Produktet som behandles passerer et elektrisk felt mellom to elektroder som vanligvis er plassert 3-5 mm fra hverandre. Styrken av det elektriske feltet som går gjennom produktet som behandles er direkte proporsjonalt med den elektriske spenningen som settes på mellom elektrodene, og omvendt proporsjonalt med avstanden mellom elektrodene. "Pulserende elektrisk felt" – teknologien benytter en styrke på det elektriske feltet på 10-50 kVcm^{-1} . Av dette forstår en at utformingen av det kammeret der behandlingen finner sted er avgjørende for effekten av behandlingen.

Fram til i dag har "Pulserende elektrisk felt" – teknologien ikke blitt tatt i kommersiell bruk i noe vesentlig omfang. Det er likevel framholdt at teknologien har et betydelig potensiale for en framtidig anvendelse.

Pulserende elektrisk felt har dødelig effekt på mikroorganismer. Som for høytrykksbehandling er det imidlertid de vegetative cellene som dør, mens effekten på sporer er langt mindre. Den viktigste grunnen til at metoden dreper bakterier er at det oppstår huller i cellemembranen, når det oppstår et elektrisk potensiale på tvers av membranen, som er høyere enn ca. 1 volt. Konsekvensen av en slik gjennom boring av cellemembranen er at celleinnholdet ganske enkelt lekker ut og cellen dør.

Effekten av metoden avhenger av en rekke forhold som en bare vil omtale punktvis her uten å gå i detalj:

- Cellenes beskaffenhet (størrelse)
 - Store celler er mer følsomme enn små celler (Store celler har lavere såkalt "kritisk felt styrke", E_c).

- Det elektriske feltets styrke, antall pulseringer og total behandlingstid
- Formen på den pulserende bølgen
- Vekststadiet til bakteriene
 - Bakteriene er mer følsomme overfor pulserende elektriske felt i den logaritmiske vekstfasen enn i den stasjonære fasen
- Mediets sammensetning
 - Fett har vist seg å beskytte bakteriene mot effekten av pulserende elektriske felt
- Den elektriske ledningsevnen i produktet
 - Effekten av pulserende elektriske felt på mikroorganismene øker med synkende ledningsevne i produktet

Ved behandling av melk med pulserende elektrisk felt er det oppnådd en 4-5 log reduksjon i antall ikke-sporidannende bakterier og opptil en 14 dagers økning i melkas holdbarhet. Det refereres også en undersøkelse der bruk av pulserende elektrisk felt reduserte antall *Listeria* inokulert i melk. Antall kolonidannende enheter ble redusert fra 10^8 pr. ml til $\sim 10^1$ kolonidannende enheter pr. ml. I en annen undersøkelse ble yoghurt som inneholdt 10 kolonidannende enheter gjær pr. ml utsatt for pulserende elektrisk felt. Etter denne operasjonen var det ikke mulig å observere levende gjærceller i produktet etter 30 dagers lagring ved 7-9 °C.

Det er relativt sparsomt med tilgjengelig litteratur angående bruken av pulserende elektrisk felt i behandlingen av melk. Det synes derfor å være noe for tidlig å slå fast om metoden kan være et fullgodt alternativ til pasteurisering når det gjelder å oppnå mikrobiologisk trygg melk. En svak effekt på sporer gjør imidlertid at melk behandlet med pulserende elektrisk felt i alle tilfelle må oppbevares kaldt.

13.4. Pulserende høyintensitetslys – teknologi

Bredspektret hvitt lys i intense kortvarige pulser er i stand til å redusere forekomsten av mikroorganismer på overflater og i væsker som slipper lys igjennom, for eksempel vann.

Ved behandling med pulserende høyintensitetslys benyttes et spekter fra det ultrafiolette området (UV) til nær infrarødt område (NIR). Et typisk spekter for slik behandling vil være 25 % UV, 45 % synlig lys og 30 % IR. Lysintensiteten i en pulsering av slikt lys vil være i området 0,01 til 50 J cm⁻². Dette er omtrent 20 000 ganger intensiteten av sollys på jordens overflate. Varigheten av en pulsering varierer fra 1 μs til 0,1 s. Lysglimtene kommer med en frekvens på 1 til 20 s⁻¹. For å oppnå en høy grad av inaktivering av mikroorganismer trengs bare noen få lysglimt. Behandlingstiden blir derfor ofte mindre enn 1 s.

Pulserende høyintensitetslys har en meget bredspektret bakteriedrepende effekt. Metoden ødelegger bakterier som er motstandsdyktige overfor varme, H₂O₂ og gammastråling.

Metoden synes meget interessant ved behandling av overflater for eksempel av pakninger og pakningsmateriale og ved behandling av transparente væsker. Det er imidlertid lite aktuelt å behandle melk med denne metoden fordi melk ikke har tilstrekkelig lysgjennomtrengelighet.

13.5. Oscillerende magnetisk felt – teknologi

Også høyintensitet oscillerende magnetisk felt er i stand til å inaktivere mikroorganismer i matvarer. Det foreligger imidlertid til nå lite rapportert forskning når det gjelder bruken av denne teknologien.

Teknologien benytter oscillerende magnetisk felt i området 5-50 Tesla (50-500 kilogauss, kG), en frekvens på oscilleringen på 5 – 500 kHz og en total eksponeringstid på 25 μs til 100 ms.

Næringsmidler som skal behandles med denne teknikken må være pakket i plastbeholdere og ikke metallbeholdere. Forsøk forteller så langt at man vanskelig oppnår en større bakteriereduksjon enn ca. 2 log. Det kan derfor konkluderes med at teknikken foreløpig ikke er særlig interessant for meieriindustrien.

13.6. Sentrifugering

Bruk av sentrifugalkraften for å fjerne bakterier og somatiske celler fra melk er vel kjent. Separering ved hjelp av sentrifugalkraften bygger på forskjeller i egenvekt. Dersom forskjellen i egenvekt mellom melkas og bakteriene er liten, vil bakteriene ikke kunne fjernes effektivt fra melka.

Bruk av sentrifugalkraften fungerer best ved fjerning av bakteriesporer fordi differansen mellom melkas spesifikke vekt og sporenes spesifikke vekt er tilstrekkelig stor. Mens melk har en spesifikk vekt i området 1,028 til 1,038 g ml⁻¹, avhengig av melkas fettinnhold, har bakteriesporene gjerne en spesifikk vekt fra 1,30 til 1,32 g ml⁻¹. Vanligvis har de vegetative bakteriecellene en spesifikk vekt i området 1,07 til 1,12 g ml⁻¹. Disse er derfor vanskelig å fjerne fra melk ved hjelp av sentrifugering.

Teknologien utviklet for å fjerne sporer fra melk ved hjelp av sentrifugering betegnes ofte som baktofugering. Da benyttes en sentrifugalkraft tilsvarende ~9000 g. Prosessen er rask. Normalt vil det ta melka mindre enn 1 s å passere gjennom sentrifugen.

Den vanligste anvendelse av baktofugering er ved behandling av ystemelk som skal brukes til framstilling av ost der forholdene kan ligge til rette for germinering av bakteriesporer under ostens modning. Baktofugering vil redusere behovet for tilsetning av nitrat under ystingen, men erstatter ikke behovet for pasteurisering av ystemelka for å unngå patogene bakterier i ystemelka.

Baktofugering benyttes således i kombinasjon med pasteurisering. Ved bruk av moderne utstyr for baktofugering oppstår et bakterierikt sentrifugat som utgjør ca. 3 % av det totale melkevolumet som behandles. Dette sentrifugatet resirkuleres ved at det føres tilbake til melkestrømmen inn til baktofugen (separatoren). Sentrifugen skyter med jevne mellomrom ut et bakterierikt konsentrat som utgjør 0,1-0,3 % av det totale melkevolumet som behandles. Dette bakterierike konsentratet kan gjennomgå en sterilisering og igjen føres tilbake til ystemelka.

Normal sentrifugeringstemperatur vil være i området 55-60 °C. Sentrifugeringen i en baktofuge reduserer bakterietallet i melka med 80-90 %, altså med ca. 1 log. Prosessen fjerner imidlertid 98-99,5 % av anaerobe sporedannende organismer som for eksempel *C. tyrobutyricum* og *C. butyricum*, samt omtrent 95% av aerobe sporedannere som *B. cereus*.

13.7. Mikrofiltrering

Ved hjelp av semi-permeable membraner med porestørrelse i området 0,8-1,4 µm er det mulig å filtrere vekk bakterier fra melk. Slik filtrering går gjerne under betegnelsen mikrofiltrering. Teknikken er i allminnelig bruk i meieriindustrien både som et hjelpemiddel til å bedre holdbarheten til konsummelk og for å redusere forekomsten av sporedannende bakterier i ost der slike bakterier er sterkt uønsket på grunn av de kvalitetsfeil som oppstår dersom slike bakterier får utvikle seg under ostens lagring.

Melkas fettkuler har en størrelse i området 1 til 10 µm. Dette innebærer at fløten må separeres fra melka før melka mikrofiltreres. Dersom mikrofiltrering benyttes og melka deretter skal fettstandardiseres, må fettfraksjonen varmebehandles før den føres tilbake til den mikrofiltrerte melka. Retentatet fra mikrofiltreringen inneholder mesteparten av melkas bakterier og somatiske celler samt noen store proteinmiceller. Retentatet må gjennomgå en sterk varmebehandling dersom det skal føres tilbake til melka.

Mikrofiltrering kan være et interessant alternativ til pasteurisering dersom det bakterieholdige retentatet ikke benyttes og fløten varmebehandles tilstrekkelig. Fjerning av retentatet vil imidlertid gi en vesentlig dårligere melkeutnyttelse. Mikrofiltrering kan bidra til at behovet for varmebehandling for eksempel ved sterilisert melk kan endres noe ved at man kan sterilisere ved en lavere temperatur, for eksempel ned mot 105 °C i stedet for 120 °C.

Ved framstilling av pasteurisert konsummelk har en ved hjelp av mikrofiltrering oppnådd å forlenge holdbarheten fra normal holdbarhet 6-18 dager og til en holdbarhet på 20-32 dager.

13.8. Behandling med ultralyd

At ultralyd med høy styrke har ødeleggende effekt på bakterier har vært kjent lenge. I meieriindustrien har imidlertid denne teknikken ikke funnet kommersiell anvendelse til nå.

Ved ultralydbehandling, såkalt ”ultrasonication”, benyttes det lydbølger med høyere frekvens enn det som kan høres av det menneskelige øret (> 18 kHz). For at bakterier skal ødelegges må en arbeide med høy styrke og relativt lav frekvens. Styrken bør være i området 10-1000 W cm⁻², og frekvensen i området 20-100 kHz.

Ultralyd har sterkere effekt på store bakterier enn på små. Gram-negative bakterier er mer følsomme enn gram-positive, og stavformede bakterier er mer følsomme enn bakterier med kokke-form.

Det er kjent at ultralydbehandling av vann kan gi dannelse av frie radikaler som H•, H⁺ og H₂O₂•. Slike radikaler har bakteriedrepende effekt ved at de angriper i cellens DNA. Hydroksy-radikaler er meget reaktive og kan initiere dannelsen av peroksyd radikaler på aminosyrer og på den måten gi betydelig tap av tryptofan, tyrosin og andre aminosyrer. Ved tilstedeværelse av oksygen dannes det gjerne en kjedereaksjon som blant annet fører til en oppdeling av protein. Det er ellers kjent at dannelse av frie radikaler i melk skaper grunnlag for en omfattende autooksydasjon av fett og derved utvikling av en uakseptabel oksydasjonssmak i produktene. Fordi studier av effekten av ultralyd på situasjonen i melk er meget begrenset, har en ikke tilgang på litteratur som forteller i hvilken grad en oppnår slike effekter i melk.

Siden erfaringene ved bruk av ultralyd ved behandling av melk er meget begrenset, kan en bare gjøre noen generelle betraktninger. Den ene betraktningen er at det er en viss sannsynlighet for at ultralydbehandling av melk vil danne grunnlag for utvikling av oksydert smak i melka og i produktene som lages av slik melk. Den andre betraktningen er at det har vist seg at bakterieceller som har vært utsatt for en ultralydbehandling blir mer følsomme overfor varmebehandling. Følgelig har en funnet at en behandling som innebærer ultralydbehandling ved en noe høyere temperatur enn vanlig for slik behandling, ”thermosonication”, fører til ødeleggelse av bakterier ved en vesentlig lavere temperatur enn om varmebehandling skulle benyttes alene. Hvordan dette vil fungere i melk vet en foreløpig lite om.

13.9. Ioniserende stråler

Anvendelse av ioniserende stråler som gammastråler, X-stråler og høyenergi elektroner har vært studert siden 1940 som et alternativ til varmebehandling av melk og meieriprodukter.

Slik strålebehandling gjør det teknisk mulig å sterilisere, eller i alle fall å oppnå en pasteuriseringseffekt, når det gjelder melkas og produktenes mikrobiologiske kvalitet. Strålebehandlingen fører imidlertid til uakseptable endringer i produktenes lukt og smak, uakseptable fargeforandringer og tydelig tap av en del vitaminer. Det er derfor uaktuelt å benytte strålebehandling av melk og meieriprodukter for å oppnå en god bakteriologisk kvalitet. Derimot har slik behandling en mulig anvendelse når det gjelder sterilisering av pakkemateriale og visse tilsetningsstoffer i land der slik behandling er lovlig.

13.10. Praktisk vurdering av teknikker og systemer omtalt ovenfor

Av det som er kjent angående bruken av den typen barriereteknologi som er omtalt ovenfor, må en konkludere med at ingen av teknikkene er utviklet til et slikt nivå for behandling av melk at de kan sies å kunne erstatte pasteurisering når det gjelder mikrobiologisk sikkerhet i sluttproduktet. Flere av teknikkene har interessant potensiale, for eksempel høytrykksbehandling og behandling ved hjelp av pulserende elektrisk felt. Det er behov for mer forskning og utvikling før teknikkene eventuelt kan bli alminnelig tilgjengelig for behandling av melk. Noen teknikker, for eksempel mikrofiltrering og bactofugering (sentrifugering) er i alminnelig bruk i meieriindustrien, men er ikke benyttet som et alternativ til pasteurisering. Andre teknikker har god drapeseffekt på mikroorganismene, men fører til andre uheldige effekter i melka, for eksempel negativ påvirkning på smak. Dette gjør metodene dårlig egnet til direkte behandling av melk. I alle tilfelle krever de omtalte teknikkene kostbart utstyr og høy kompetanse for å oppnå en riktig anvendelse og et tilfredsstillende sikkert vedlikehold av utstyret. Dette er etter vår vurdering ikke teknikker som er relevante for småskalaproduksjon av melk og melkeprodukter. Teknikkene kan bli av en viss interesse i moderne meieriteknologisk sammenheng i relativt store meierier i framtiden.

Flere av de relativt kompliserte og eventuelt framtidsrettede teknikkene omtalt ovenfor, har til hensikt å gi en direkte drapeseffekt på melkas bakterier, slik en oppnår gjennom varmebehandling. Dette innebærer at også de ønskede melkesyrebakteriene drepes. I en småskalaproduksjon, der et av argumentene for ikke å pasteurisere er at en ønsker å utnytte melkas naturlige mikroflora aktivt ved foredling av melka, vil slike teknikker være lite interessante. Om slike teknikker benyttes ved behandling av melk, vil det være nødvendig med tilsetning av kulturer av melkesyrebakterier for framstilling av produkter basert på en ønsket utvikling av melkesyrebakterier.

13.11. Referanser

Datta, N., Deeth, H.C. (2002). Alternatives to heat treatment. High Pressure Processing. Under utgivelse I: Roginski, H., Fuquay, J.W. & Fox, P.F., "*Encyclopedia of Dairy Science*", Elsevier Science/Academic Press, London, England.

Datta, N., Deeth, H.C. (2002). Alternatives to heat treatment. Pulsed-Energy Technologies. Under utgivelse. I: Roginski, H., Fuquay, J.W. & Fox, P.F., "*Encyclopedia of Dairy Science*", Elsevier Science/Academic Press, London, England.

Datta, N., Deeth, H.C. (2002). Alternatives to heat treatment. Other Nonthermal Technologies. Under utgivelse. I: Roginski, H., Fuquay, J.W. & Fox, P.F. 2002. "*Encyclopedia of Dairy Science*", Elsevier Science/Academic Press, London, England.

Hite, B.H.. (1899). The effect of pressure in the preservation of milk. *Bulletine of the West Virginia Agricultural Experimental Station*, **58**: 15-35.

Quality and safety in the French dairy sector

• Strict regulations and frequent checks : the quality chain from stable to table

Today, the texts fixing the specific sanitary rules applicable to the production and marketing of milk and dairy products are European directives. They have taken over from previously existing national regulations and are applicable to all member states of the European Community.

• Directives and their scope

Specific provisions for the dairy sector

- 89/362 : milking hygiene
- 92/46 : milk and dairy products as they leave the farm to be placed on the market

Other general provisions applicable to the dairy sector

- 64/432 : animal health (tuberculosis, brucellosis)
- 93/43 : transport, storage, distribution, marketing and group catering

• Animal husbandry : European legislation defines the requirements for :

■ *milk quality* : strict standards have been fixed with respect to the number of germs (less than 100,000/ml) and the number of somatic cells (less than 400,000/ml) contained in cow's milk at 30° C.

■ *health of the herds* : the milk must come from herds exempt from tuberculosis and brucellosis. The monitoring of these diseases falls within the ambit of the Bovine Sanitary Network set up by DGAL (General Directorate for Food) of the French Ministry of Agriculture in

partnership with FNGDS (National Federation of Sanitary Defence Groups) and SNGTV (National Association of Technical Veterinary Groups).

On account of France's excellent status with respect to these diseases, the primary objective of the network is to prevent re-infection, for instance when new animals are introduced in the herd. If a confirmed case of an animal affected by an alleged contagious disease is detected in a herd, the entire herd is slaughtered and the breeder receives compensation. Moreover, sanitary policing procedures are implemented.

Dairy cows must not have any apparent disorders (diseases of

207 milk analyses per farm and per year

In 1998, the laboratories of the interprofessional dairy organisation – co-financed by producers and processors – carried out 26.7 million analyses on cow's milk for the quality-related payment of milk. Moreover, 60 million analyses were carried out by the dairy inspection agencies, which advise breeders in their quest to optimise the yield and quality of milk production. This adds up to an average of 207 analyses per year and per dairy farm !

the genital tract, enteritis with diarrhoea accompanied by fever, inflammation or injury of the udder) nor any symptoms of a contagious disease transmissible to humans through the milk. They must not be treated with substances that are harmful to human health and that can be transmitted through the milk. Sick or suspect animals must be separated from the herd and their milk must not be collected. Moreover, the milk must not have any anomalous organoleptic characteristics.

The Charter of Good Breeding Practice : the breeder's commitment

Milk quality is closely related to breeding and production conditions, which are well controlled today. To this purpose, the National Federation of Milk Producers (FNPL) and the National Federation of Bovine Breeders (FNB) have drafted a Charter of Good Breeding Practice which goes even further than the regulatory requirements. This Charter commits the breeders to comply with a number of rules on the monitoring of the sanitary state and cleanliness of the herds and their stables, milking hygiene and feed quality.

■ *hygiene of farm, equipment and staff* : the regulation fixes the temperature at which the milk must be stored until it is collected. It also sets out the rules for the equipment and utensils that come into contact with the milk as well as the hygiene rules (tidiness, cleaning, disinfection) applicable to the staff, the premises, the milking and milk storage equipment...

The milk must come from animals and farms whose sanitary status is controlled by the DSV (Departmental Veterinary Service), who must check compliance with all relevant hygiene requirements.

At the dairy, the regulations cover :

■ *processing, packaging and storage conditions of dairy products* : the regulations define the requirements for the manufacturing of various types of liquid milk and milk-based products. They also define the microbiological criteria applicable to all dairy products with respect to four categories of germs causing disorders in humans (*Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*) as well as the hygiene rules and physical resistance required for the packaging, wrapping, storage and transport of dairy products.

■ *self-checks performed by companies* : in order to ensure compliance with regulatory requirements, companies must carry out self-checks based on the principles of the HACCP method (Hazard Analyses Critical Control Points) : identification, monitoring and

control of critical points, by taking samples for conformity checks in laboratories approved by the competent authority, keeping written or electronically stored records of the analysis results, introducing corrective action if needed and managing non-compliant products.

■ *mandatory approval of dairies* : milk processing establishments that place products on the market are subject to an approval procedure and receive a registration number certifying that they comply with all relevant regulations.

■ *approval control* : carried out by the official inspection agencies (DSV and DGCCRF) who must have access to the cold storage rooms and to all processing premises at any time. This inspection aims at checking the compliance with regulatory requirements. During these visits, microbiological checks can be carried out on the products. In case of non-compliance with the criteria fixed to ensure the quality and hygiene of the products at any stage of the process, the approval can be suspended or withdrawn from the dairy.

SVDs

In each of the 95 "départements", the main territorial and administrative divisions of France, there are departmental veterinary services (SVD) placed under the authority of the "Prefect", the top local State representative. Each SVD, a State agency, has a food hygiene department in charge of monitoring the healthiness of animal foodstuffs for human consumption – including milk and dairy products – and a department for animal health and protection in charge of monitoring the health of the herd.

■ **health mark** : dairy products produced by an approved establishment must carry a visible, readable and indelible health mark on the product, or on the packaging (or on the accompanying documents). This health mark indicates the community origin of the product (EEC), the country of origin (F for France) and the approval number of the processing establishment. These three pieces of information are indicated inside an oval. This information, the batch registration system and the durability date ensure the traceability of

French products, which makes it possible to recall batches in case a problem is detected in the course of an inspection.

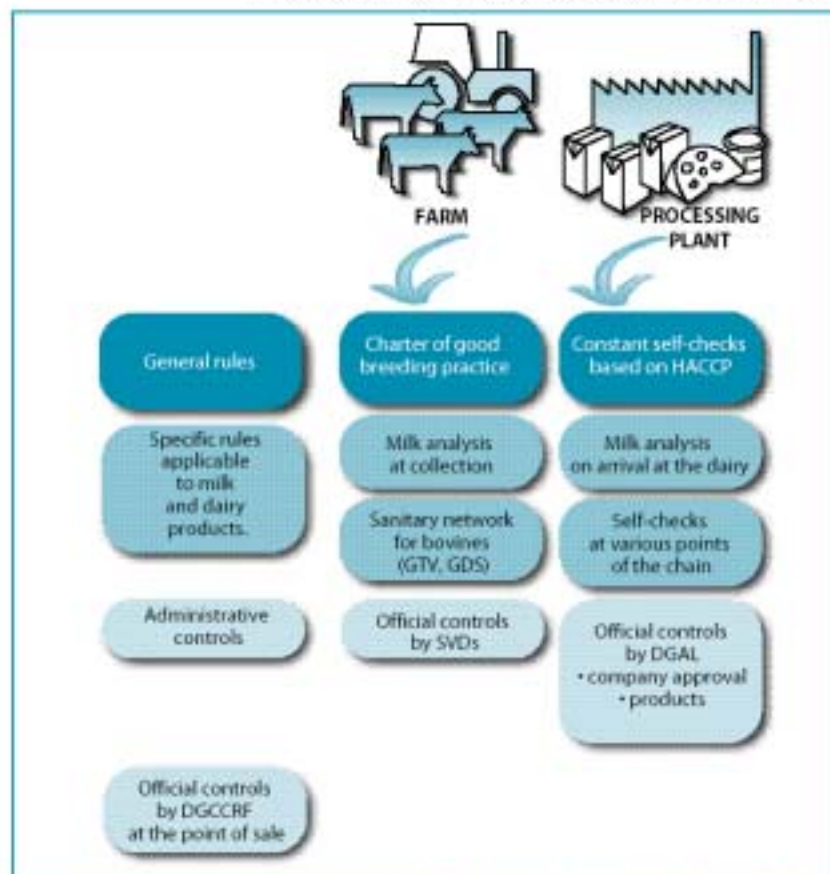
■ **emergency procedure** :

• when a sanitary risk is discovered (e.g. contamination by *Listeria monocytogenes*), the company must alert the Veterinary Service. The Veterinary Service makes a first analysis of the situation and, if necessary, informs the relevant administrations : DGAL (General Directorate for Food),

DGCCRF (General Directorate for Competition, Consumption and the Repression of Fraud) and DGS (General Directorate for Health).

• In case of an immediate risk for human health, the company must withdraw from the market all products obtained under similar technological conditions and likely to cause the same risk as the incriminated sample. If a risk is detected in an exported product, the official authorities of the country of destination are immediately informed by the French authorities .

Organisation of regulatory provisions :
directives, official inspections, self-checks, from the farm to the shelf



42, rue de Chateaudun
75009 Paris

ATLA : fax 01 42 80 63 62 • e-mail: atla@atla.asso.fr
CIDIL : fax 01 49 70 71 65 • e-mail : infopresse@cidil.fr

Quality and safety in the French dairy sector

Public inspection programmes : In parallel to the system of self-checks performed by the professionals and under their own responsibility, the competent public authorities carry out official inspections to verify the credibility of in-company self-checks. These official inspections check the bacteriological quality, the presence of residues and the composition of

the products.

France uses two types of detection programmes :

■ *annual surveillance programmes*, carried out by means of random samples and designed to assess consumer exposure and contamination background levels. The targets are residues of pesticides, antibiotics, heavy metals, aflatoxins, PCBs, radionuclides...

■ *routine controls*, carried out on the basis of targeted samples, designed to detect possible violations and to take appropriate preventive or corrective action.

The truthfulness of the labelling and the composition of the products fall within the competence of DGCCRF, which organises regular inspection programmes.

Abbreviations

ATLA : French Dairy Processors' Association

CNIEL : National Interprofessional Centre of the Dairy Economy

DGAL : General Directorate for Food

DGCCRF : General Directorate for Competition, Consumption and the Repression of Fraud

DGS : General Directorate for Health

DSV : Director of the Veterinary Services

EEC : European Economic Community

EU : European Union

FNB : National Federation of Bovine Breeders

FNCL : National Federation of Dairy Co-operatives

FNGDS : National Federation of Sanitary Defence Groups

FNIL : National Dairy Industry Federation

FNPL : National Federation of Milk Producers

HACCP : Hazard Analysis Critical Control Points

PCB : polychlorinated biphenyl

SNGTV : National Association of Technical Veterinary Groups

SVD : Departmental Veterinary Service

T.O.M. : French overseas territories



42, rue de Chateaudun
75009 Paris

ATLA : fax 01 42 80 63 62 • e-mail: trts@atla.asso.fr
CIDIL : fax 01 40 70 71 65 • e-mail: infopresse@cidil.fr

SNT

Statens
næringsmiddeltilsyn
Norwegian Food Control Authority

Ullevålsveien 76
Postboks 8187 Dep
0034 Oslo
Telefon: 23 21 70 00
Telefaks: 23 21 70 01
Internett: www.snt.no