



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och  
lantbruksvetenskap

# Mjölproduktion – kvalitetssäkring från gård till mejeri samt möjliga risker för konsumenten

Milk production – quality assurance from farm to dairy plant and potential hazards for the consumer

*Sanna Lindberg*

## **Mjökproduktion – kvalitetssäkring från gård till mejeri samt möjliga risker för konsumenten**

Milk production – quality assurance from farm to dairy plant and potential hazards for the consumer

*Sanna Lindberg*

**Handledare:** Anders Andrén, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för livsmedelsvetenskap

**Examinator:** Lena Dimberg, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för livsmedelsvetenskap

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** Grundnivå, G2E

**Kurstitel:** Självständigt arbete I biologi

**Kurskod:** EX 0689

**Program/utbildning:** Agronom - livsmedel

**Utgivningsort:** Uppsala

**Utgivningsår:** 2013

**Serietitel:** nr: Publikation/Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för livsmedelsvetenskap, nr: 374

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** mjök, kvalitetssäkring, HACCP, humanpatogener, värmeresistenta bakterier, psykrotrofa bakterier

**Sveriges lantbruksuniversitet**  
**Swedish University of Agricultural Sciences**

Fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap  
Institutionen för livsmedelsvetenskap

## Sammanfattning

Kvalitetssäkringssystem används i livsmedelsproduktionen för att identifiera och kontrollera de potentiella faror som kan påverka slutproduktens kvalitet och säkerhet. I produktionen av pastöriserad dryckesmjölk är Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) ett väl etablerat redskap som används för att eliminera de mikrobiella, kemiska och fysikaliska risker som kan drabba mjölk. Kvalitetsförsämring hos mjölk kan orsakas av flera olika bakterier och kvalitetsledningssystem genomförs på både mjölgård och mejeriföretag för att säkerställa att mjölkens bakteriehalt hålls på en godkänd nivå.

Syftet med denna litteraturoversikt är att sammanställa den information som publicerats om de mikrobiologiska faror som hotar produktionen av kvalitetssäker mjölk samt vikten av att kontrollera dem med hjälp av kvalitetssäkringssystem som HACCP. Fokus har lagts på de bakterier som är vanligt förekommande i miljön kring mjölkproduktion samt hur de riskerar att kontaminera mjölk, vars kvalitet och säkerhet därmed försämras. Kvalitetsfel som kan orsakas av humanpatogener kommer att behandlas liksom dess konsekvenser för människors hälsa.

*Nyckelord:* mjölk, mjölkproduktion, mjölkvalite, humanpatogener, värmeresistenta och psykrotrofa bakterier, kvalitetssäkringssystem, HACCP

## Abstract

Systems for quality assurance are used in the food production chain to identify and control the potential hazards that could influence the quality and safety of the end product. In the production of pasteurized milk is Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) a well established tool that is used to eliminate the microbiological, chemical and physical hazards that might deteriorate milk. Quality degradation of milk could be caused by several different bacteria and systems for quality assurance are implemented at both the milking farm and at the dairy plant to make sure that the bacteria count of the milk is kept on a acceptable level.

The purpose of this literary review is to review publications about the microbiological hazards that threaten the production quality of milk as well as the importance of controlling them with the help of systems for quality assurance like HACCP. Focus has been on those bacteria that are common in the environment of milk production and how they risk contaminating the milk, which quality and safety as a consequence deteriorate. Quality defects caused by human pathogens will be dealt with as well as the consequences for the human health.

*Keywords:* milk, milk products, milk production, milk quality, human pathogens, heat resistant and psychotropic bacteria, quality assurance system, HACCP

# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>7</b>
1.1	Bakgrund	7
1.2	Syfte	8
<b>2</b>	<b>Metod</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Mjök</b>	<b>10</b>
3.1	Mjökproduktion	10
<b>4</b>	<b>HACCP, en överblick</b>	<b>12</b>
4.1	Risker som kontrolleras med HACCP	13
<b>5</b>	<b>Bakterier i mjök</b>	<b>15</b>
5.1	Humanpatogener	16
5.2	Värmeresistenta och psykrotrofa bakterier	17
<b>6</b>	<b>Kritiska kontrollpunkter inom mjökproduktion</b>	<b>18</b>
6.1	CCP 1 Mjökning och lagring på gården	19
6.2	CCP 2 Transport till mejeriet	23
6.3	CCP 3 Lagring på mejeriet	23
6.4	CCP 4 Pastörisering	24
6.5	CCP 5 Kylning och lagring på mejeriet	25
6.6	CCP 6 Förpackning	25
6.7	CCP 7 Konsument	25
<b>7</b>	<b>Slutsats och diskussion</b>	<b>26</b>
	<b>Referenslista</b>	<b>288</b>



# Inledning

## 1.1 Bakgrund

En stor del av de livsmedel som konsumeras idag har sitt ursprung i mjölk (Papademas and Bintsis, 2010). Mjölk är en utmärkt källa till näring för människor och av de 22 näringsämnen som dagligen behövs finns 18 stycken i mjölk. Mjölk och mjölkprodukter är av samma anledning en utmärkt näringskälla för mikroorganismer och bakterier som vid rätt förhållanden kan föröka sig och orsaka kvalitetsfel, försämrade hållbarhet och hälsorisker (Svensk mjölk, 2010).

Den totala mjölkproduktionen i världen är ca 695 miljoner ton mjölk per år där 84 % kommer ifrån komjölk (Papademas and Bintsis, 2010). Den strukturella effektivisering som skett inom mjölkproduktionen samt den globaliserade distributionen av mjölk och mjölkprodukter har lett till att kvalitetsfel idag får större och mer utbredda konsekvenser än vad de fått tidigare (Sandrou and Arvanitoyannis, 2000). Under 2009 och fram till och med februari 2010 tog Alarmsystem för livsmedel och foder (RASFF) inom EU emot 58 rapporter om mjölk och mjölkprodukter (Papademas and Bintsis, 2010). I de utvecklade länderna är det uppskattat att en tredjedel av populationen drabbas av livsmedelsburna sjukdomar varje år och humanpatogener i mjölk är inte önskvärdt. Produktförstörande bakterier kan kontaminera mjölk och försämma både kvalitet och hållbarhet vilket resulterar i ekonomiska förluster för både mjölkproducent och mejeriföretag. Närvaron av hälsofarliga och produktförstörande bakterier i mjölk beror på ursprunglig mängd bakterier i mjölken, hygien under produktion samt temperatur under lagring (Griffiths, 2010).

Utbrott av matförgiftning har spårats tillbaka till pastöriserad mjölk som bl.a.

innehållit *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus* och *Listeria monocytogenes* (Oliver et al, 2005). Möjliga hälsorisker för människor inkluderar fel vid pastörisering, mjölk kontaminerad med värmeresistenta eller psykrotrofa sporbildande bakterier samt mjölk som producerats under otillräckliga temperatur- och hygienförhållanden (Ruegg, 2003). För att säkerställa att de krav som finns på livsmedel idag återföljs är det av yttersta vikt att man använder kontrollsystem. Tillämpning av Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) principer har kommit att bli standard inom livsmedelsindustrin när det gäller att identifiera och kontrollera möjliga risker som kan resultera i kvalitetsfel hos produkten eller i hälsofaror hos människor. HACCP- konceptet fokuserar på riskbedömning med syftet att förhindra de potentiella faror som finns för kvalitén på slutprodukten. HACCP- system på både gård och mejeri har visat sig vara ovärderliga när det gäller att producera säker mjölk (Griffiths, 2010).

## 1.2 Syfte

Syftet med denna uppsats är att sammanställa de mikrobiella risker som finns i dagens mjölkproduktion och hur de med hjälp av kvalitetssäkringssystem som HACCP undviks. Vilka är de vanligaste bakterierna som kontaminerar mjölk och vilka är källorna till kontaminering? Vad orsakar en potentiell ökning av antalet? Vilka blir konsekvenserna under produktionsprocessen och hur förhindrar man dem? Vilka är fördelarna med ett HACCP program på gården och mejeriet under produktionen? Jag har valt att fokusera på produktionen av pastöriserad mjölk och de mikrobiella risker som kan påverka produktionen negativt. Studien berör enbart komjölk om inget annat anges.



## 2 Metod

Uppsatsen utgörs av en litteraturstudie som belyser de risker som kan uppstå i produktionen av pastöriserad dryckesmjölk samt vikten av kvalitetskontroll. Uppsatsen baseras på artiklar inom området mjölkproduktion och livsmedelssäkerhet. Artiklarna hämtades från Sveriges Lantbruksuniversitets biblioteksdatabas Primo. Grundläggande faktaböcker om mjölk och mjölkproduktion har tilldelats mig av min handledare Anders Andréén.

### 3 Mjök

Mjök är en näringsrik dryck som består av protein, fett, kolhydrater, vitaminer och mineraler. Den har ett pH kring ca 6,5 och en hög vattenaktivitet. Mjökens primära uppgift är att föra över näring till nyfödda avkommor och den innehåller en rad olika antimikrobiella komponenter. De olika näringsämnen kan brytas ned av de enzymer som bakterierna bildar och ge mjöken oattraktiva smak- och strukturförändringar och en kortare hållbarhet som följd. En del bakterier kan också vara sjukdomsframkallande hos människor och otillräcklig värmebehandling, opastöriserad mjök eller återkontaminering av pastöriserad mjök kan få allvarliga konsekvenser (Griffiths 2010; Papademas and Bintsis, 2010).

#### 3.1 Mjökproduktion

Mjökproduktionen skiljer sig i olika länder men vanligtvis förs mjöken via maskinmjöknings från korna till stora tankar där mjöken kyls till en temperatur på 4 °C. Vid maskinmjöknings placeras en spenkopp på varje spene och mjöken suggs ut med hjälp av vakuum. Mjökningen sker antingen manuellt genom att personal placerar mjökkon i ett mjökbås eller genom ett automatiskt mjökningsssystem där korna själva väljer när de vill mjökas. Juvret och spenkopparna rengörs noggrant före respektive efter mjöknings (Bylund, 2009).

När mjöken lämnar kon har den en temperatur på 37 °C och leds från korna via rör till en uppsamlingsstank där den omgående kyls till 4 °C. Det effektivaste sättet att förebygga mikrobiell tillväxt är att mjöken fortsätter hålla denna temperatur hela vägen fram till konsument. Mjöken hämtas vanligtvis varannan dag på gården. Förr i tiden, då gårdarna var fler och avståndet mellan gård och mejeri var mindre, kunde mjökens hämtas oftare. Det är viktigt att mjöken fortsätter att hålla en temperatur på 4 °C även under transporten till mejeriet och detta uppnås med hjälp av kylisolerade tankbilar. För att förhindra återkontamination är det av största vikt att mjöktankbilarna är rena och att all utrustning som kommer i kon-

takt med mjölken är rengjord och desinfekterad (Bylund, 2009). När mjölken anländer till mejeriet förvaras den i kylda tankar till dess att den ska processas. Kontroll av all mjölk som anländer till mejeriet är rutin och temperatur, bakteriehalt, lukt och smak samt fett- och proteinhalt mäts. Mjölken testas också efter antibiotikarester som kan finnas kvar i mjölken efter behandling av korna mot mastit eller annan infektion (Griffiths, 2010).

Första steget i processerna som sker på mejeriet är separering. Mjölken har en naturlig fetthalt på ca 4,2 % och för att mejerierna ska kunna erbjuda marknaden mjölk med olika fetthalter skiljs skummjölken från grädden så att en återblandning, standardisering, sedan kan ge mjölk med olika fetthalter; 0.5, 1.5 och 3.0 %. Homogenisering är det steg i produktionen då fettkulorna slås sönder till mycket små partiklar. Detta steg förhindrar att fettet lägger sig i ett skikt på ytan och ger en mer homogen, mindre genomskinlig och vitare mjölk. I samband med homogenisering tillsätts vitamin A och D till den mjölk som har en fetthalt mellan 0.5-1.5 %. Standardmjölken med 3.0 % innehåller naturligt tillräckliga mängder A och D vitamin (Bylund, 2009).

Sista steget innan förpackning är pastörisering då mjölken värms till en temperatur kring 72-75 °C i 15 sekunder. I Sverige är det lagkrav på att all mjölk som säljs i butik skall vara pastöriserad. Denna värmebehandling är tillräcklig för att döda bakterier som annars kan orsaka sjukdom och försämrad kvalitet hos mjölken. Baktofugering är en kompletterande metod till pastöriseringen. Då värmeresistenta sporer från vissa bakterier har en högre densitet än mjölk kan man centrifugera mjölken och på så vis separera bort dessa mikroorganismer (Bylund, 2009).

Förpackning av mjölk är den del i produktionsledet där risken för återkontaminering anses som störst och stor vikt läggs vid hygienrutiner (Griffiths, 2010).

## 4 HACCP, en överblick

Hazard analysis critical control point's (HACCP) är ett system som används för att identifiera, bedöma och styra de risker som kan hota livsmedelssäkerheten i en produktionslinje. Att det var nödvändigt att införa ett kontrollsystem för livsmedelsäkerhet inom mjölkproduktionen insågs tidigt av experter inom mejeriindustrin (Cullor, 1997). Syftet med HACCP är att kunna säkerställa att produkten är säker att konsumera. Eventuella hälsofaror som ska behandlas inom mjölkproduktion är mikrobiologiska, kemiska och fysikaliska (Griffiths, 2010).

HACCP ska vara förankrat i alla led av produktionen och fokus ska ligga på slutprodukten och konsumenten. Att producera den säkrast möjliga produkten borde vara det viktigaste, men kund- och marknadskrav spelar också en avgörande roll i arbetet. I arbetet med HACCP listas de egenskaper som kan påverka produktens säkerhet såsom pH, vattenaktivitet, förvaringstemperatur och den värmebehandling som påverkar tillväxt av mikroorganismer. Systemet måste ta hänsyn till alla aspekter som kan påverka processen, från råmaterial till distribution. Ett flödesschema konstrueras innehållande en enkel och tydlig steg-för-steg beskrivning av processen. Alla flöden in och ut av råvaran ska vara med, liksom sidoflöden som avfall eller omarbetning av produkt. Schemat ska innehålla alla steg i produktion från råmaterial till distribution som kan ha påverkan och betydelse för produktens säkerhet (Griffiths, 2010).

Kritiska styrpunkter (CCP) inom produktionen fastställs för att förhindra eller minimera uppkomst av hälsofaror. Gränsvärden för CCP fastställs och ska vara mätbara för att kunna skilja accepterade värden från icke accepterade värden. Om ett kritiskt gränsvärde för en CCP överskrids skall processen kunna stoppas och en korrigerande åtgärd ska vidtas, innan produkten når konsumenten. En faroanalys

genomförs där möjliga faror identifieras, värderas (enligt gränsvärden för CCP) och förslag till förebyggande åtgärder dokumenteras. Övervakning av CCP ska ske kontinuerligt och de dokument som undertecknas och arkiveras ska kunna visa hur flödet och de kritiska punkterna fungerat (Griffiths, 2010).

Den personal som genomför HACCP- arbetet ska vara angelägen att inhämta kunskap om produktens mikrobiologiska, fysikaliska och kemiska faror, produktionsprocessen samt den teknik som rör konstruktion och underhåll. Personalen bör utbildas i principer för HACCP. En dokumentgranskning av HACCP- arbetet och en översyn av HACCP- systemets funktion utförs av utomstående kompetent person (Griffiths, 2010).

HACCP bygger på sju grundprinciper enligt följande:

- 1) Identifiera de risker (biologiska, kemiska och fysikaliska) som måste förhindras, elimineras eller reduceras samt upprätta ett flödesschema för produktionslinjen. Branschriktlinjer kan bistå med sakkunskap.
- 2) Bestämna kritiska styrpunkter (CCPs) i flödesschemat för att kontrollera de risker som bestämdes i punkt 1.
- 3) Fastställa gränsvärden för varje CCP, dvs. mätbara max- och minimumvärden för t.ex. temperatur, pH, fuktighetsgrad och tid.
- 4) Etablera övervakningsprocesser för varje CCP.
- 5) Upprätta korrigerande åtgärder för de fel som kan inträffa då ett gränsvärde över- eller underskrids.
- 6) Etablera rutiner för verifiering av HACCP- systemet, för att säkerställa att systemet fungerar enligt den plan som fastställts.
- 7) Etablera dokumentationsrutiner för att visa att allt fungerar effektivt.

#### 4.1 Risker som kontrolleras med HACCP

De mikrobiologiska risker som finns inom mjölkproduktion är de mikroorganismer och bakterier som påträffas i mjölk efter felaktig lagring, otillräcklig värmebehandling eller bristande hygien och som kan resultera i kvalitetsfel och hälsorisker. Rester av rengörings- och desinfektionsmedel, antibiotika och bekämpnings-

medel utgör de kemiska riskerna. De fysikaliska risker som finns gäller material som kan hamna i mjölk under produktionen som t.ex. gummi, plast eller metall från mjölkningsutrustning eller förpackningen (Griffiths, 2010). Denna uppsats fokuserar på de mikrobiologiska riskerna.

## 5 Bakterier i mjölk

Pastöriserad mjölk är den störst säljande mjölken i industrialiserade länder och kvalitetsfel beror ofta på närvaron av höga halter bakterier (Sandrou and Arvanitoyannis, 2000). Flera olika bakterier kan försämra mjölkens kvalitet och hållbarhet. Värmeresistenta bakterier är problematiska på grund av deras förmåga att överleva den värmebehandling som pastöriseringen innebär. Psykrotrofa bakterier dör under pastörisering men är köldtoleranta och kan tillväxa då mjölken återkontamineras eller under de 1-2 dagar den kyls på gården. De sistnämnda kan bilda värmetåliga toxiner och enzymer som kan orsaka lukt- och smalfel på mjölken (Griffiths, 2010).

De humanpatogener som blivit kopplade till mjölkburna matförgiftningsfall är *Salmonella* spp, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni* och *Listeria monocytogenes* (Griffiths, 2010). Under 2008 var Salmonellosis och Campylobacteriosis de vanligaste zoonotiska sjukdomarna i EU och fallen med *E. coli* ökade med över 8 %. Listeriosis hos människor minskade med 11,1 % under samma år. Det var 5332 utbrott av matförgiftning i EU under 2008 där 45 000 människor insjuknade och 32 dog. Av dessa var 35 % orsakade av *Salmonella* spp (Papademas and Bintsis, 2010).

Humanpatogener avdödas vid pastörisering och kan inte tillväxa i den låga temperatur som mjölken lagras. Flera viktiga humanpatogener lever i mag- och tarmkanalen hos djur och ses som vanligt förekommande på mjölkgårdar. Källor från vilka risken för kontaminering är stor är bl.a. vatten, avföring, juvret, mjölk-, lagrings-, process- och transportutrustning (Griffiths, 2010). I dagens svenska mjölkproduktion med dess pastöriseringskrav förväntas nivåerna av humanpatogener vara mycket låga. Processfel vid pastörisering har dock rapporterats som orsak till flera fall av sjukdomsutbrott. Konsumtion av opastöriserad mjölk är en annan källa till sjukdom orsakat av humanpatogener (Christiansson, 2003). Mjölkkor ses som en vanlig bärare av nedan beskrivna bakterier, om inget annat anges.

## 5.1 Humanpatogener

*Salmonella* är den bakterie som ligger bakom flest rapporterade matförgiftningsfall (Oliver et al, 2005). Bakterien kan ge två olika sjukdomstillstånd hos människor; tyfoidfeber och gastroenterit. Symptom som diarré, feber, blodig avföring, kräkningar och muskel-, huvud- och ledvärk är typiska för *salmonella* (Adams and Moss, 2000). Infektionsdosen varierar, vissa arter har en låg dos där endast ett fåtal bakterier räcker för att ge symptom. Ett utbrott gällande *Salmonella enteritidis* i glass rörde sig om 0,093 cells/g dvs. ca 6 celler på 65 g glass (Griffiths, 2010).

*Campylobacter jejuni* är en bakterie med låg infektionsdos som orsakar akuta infektiösa diarréer och symptom som magsmärtor, illamående, huvudvärk och kräkningar. *Campylobacter* är den vanligast rapporterade bakteriella orsaken till tarminfektion i Sverige (Andersson et al, 2013). Bakterien är termofil och tillväxer inte i temperaturer under 30 °C (Adams and Moss, 2000).

Symptomen hos människor smittade med *Escherichia coli* karaktäriseras av blodig diarré och magsmärtor. Olika arter av bakterien har olika patogenicitet där *enterohemorrhagic E. coli* (EHEC) är den mest fruktade idag. EHEC producerar toxiner och smittade vuxna kan drabbas av hemorrhagic colitis (HC) med symptom som akut blodig diarré. Barn kan drabbas av hemolytic uremic syndrome (HUS) vilket orsakar akut kollaps av njurarna och en minskning av röda blodkroppar (Adams and Moss, 2000). Infektionsdosen för *E. coli* är låg och ett tiotal celler räcker för att bli sjuk. Endast en liten mängd avföring kan således resultera i farliga nivåer av bakterien i mjölken. Bakterien orsakar också mastit hos mjölkkor (Griffiths, 2010).

*Listeria monocytogenes* är en psykrotrof bakterie som är vitt spridd i miljön. Bakterien är vanlig vid industrianläggningar och fabriker men livsmedelsburna sjukdomar orsakade av bakterien är trots detta inte vanligt förekommande; enbart 0.1 – 11.3 % per en miljon invånare drabbas. Dödligheten är dock 20-30% och sjukdomen kan ge blodförgiftning och hjärnhinneinflammation där folk med nedsatt immunförsvar är extra känsliga (Adams and Moss, 2000). Förbättrad kyllog-



ring och förbättrad hygien under mjölkproduktionen har gett *Listeria* mindre konkurrens och större möjlighet att tillväxa. Bakterien kan också orsaka subklinisk mastit varpå bakterien kan utsöndras direkt i mjölken (Griffiths, 2010).

*Staphylococcus aureus* är den bakterie som oftast orsakar flest fall av klinisk och subklinisk mastit hos mjölkkor i Sverige. Bakterien är mycket vanlig i näs- och halsregionen både hos människor och kor (Griffiths, 2010). Bakterien producerar ett värmetåligt toxin som därför kan orsaka problem i pastöriserad mjölk. Symptom liknar de som redan diskuterats; kräkningar, magont och diarré (Svensk mjölk, 2011).

### 5.1.2 Värmeresistenta och psykrotrofa bakterier

Värmeresistenta bakterier överlever den upphettning som sker vid pastörisering och står för den största delen av det totala antalet bakterier i pastöriserad mjölk. De värmeresistenta bakterierna har förmågan att bilda biofilmer i de tankar och rör som förvarar mjölken på mejeriet efter pastörisering, vilket skapar risker för återkontaminering av efterkommande mjölk (Bylund, 2009). Biofilmer kallas de kolonier av bakterier som kan bildas om en bakterie får chans att vara ostörd och förankra sig på en yta. Vissa bakterier, som *Bacillus cereus* och *Clostridium* spp, bildar sporer som dör först vid 120 °C. *Clostridium tyrobutyricum* är viktig att undvika i ystmjölk eftersom bakterien orsakar smörsyrjäsning i ostar. *B. cereus* överlever inte pastörisering men tillväxer vid låga temperaturer varför den också benäms som psykrotrofisk (Griffiths, 2010).

Psykrotrofa bakterier är de som gillar kyla och kan växa vid låga temperaturer under 5 °C (Adams and Moss, 2000). Dessa bakterier överlever vanligtvis inte pastörisering varför återkontaminering är den största risken för höga bakteriehalter i mjölken. Eftersom mjölken sedan lagras i en temperatur som gynnar tillväxt får bakterierna möjlighet att bilda värmetåliga enzymer och toxiner som kan ge upphov till lukt- och smakfel hos mjölk. Vanliga psykrotrofa bakterier som förekommer i mjölk idag är bakterier från släktet *Pseudomonas*. De bakterier som hotar produktionen av pastöriserad mjölk idag är främst de psykrotrofa sporbildande bakterierna av *Bacillus* släktet (Griffiths, 2010).

*B. cereus* är en jordbakterie som är väl etablerad och utbredd i miljön runt omkring oss. Bakterien bildar toxiner som kan orsaka sjukdom hos människor men matförgiftning är, trots den breda spridningen, ovanligt. *B. cereus* är dock en produktförstörare då den orsakar sötkoagulering av mjölk och därmed även förkortad hållbarhet. Bakterien är orsak till det förkortade hållbarhetsdatum svensk konsumtionsmjölk får under sommaren (Christiansson, 2010). Den högst oattraktiva konsistensen som drabbade produkter får bidrar troligen till att det inte är vanligt med matförgiftningar, men också till att mejerier under inga omständigheter vill ha den i sin mjölk (Griffiths, 2010).

## 6 Kritiska kontrollpunkter inom mjölkproduktion

De mikrobiologiska kriterier som finns inom EU är inriktade på livsmedelsäkerhet och processhygien och är utarbetade för att en bedömning av livsmedelshygien och säkerhet ska kunna åberopas inom och mellan länderna. Om kriterierna överskrids ska livsmedlet stoppas och återkallas från marknaden (Svenk mjölk, 2010). Det har gjorts flertalet studier där låga koncentrationer av humanpatogener har isolerats från mjölk som varit producerad under hygieniska former varför kontroll av mjölkproduktionen är mycket viktig (Arvanitoyannis and Mavropoulos, 2000).

Mjölkproduktionen är en process till vilken mikroorganismer kan introduceras på flera olika sätt. Genom hela produktionslinjen från gård till mejeri finns det risk för återkontamination vilket utgör faror för den slutgiltiga mjölk kvalitén. Kontaminering av bakterier som överlever pastörisering, sporbildande bakterier och bakterier som har förmåga att bilda värmestabila toxiner och enzymer ska undvikas (Griffiths, 2010). Faktorer som djurens hälsa, kvaliteten på fodret samt hygienförhållandena på gården, i stallet, under mjölkning och transport spelar stor roll för den slutgiltiga mjölk kvalitén (Arvanitoyannis and Mavropoulos, 2000). Förpackningsmaterial och personal är andra exempel på möjliga kontamineringskällor (Griffiths, 2010). Hygien spelar alltså en viktig roll i hela produktionsprocessen och är avgörande för om de gränsvärden som finns till de kritiska kontrollpunkterna under- eller överskrids (Bylund, 2009).

För att se till att mjölken innehåller så få bakterier som möjligt arbetar man med de sju HACCP principer som finns och kritiska kontrollpunkter (CCP) etableras för flödesschemat (Griffiths, 2010). Nedan följer åtta CCP för mjölkproduktion.

### 6.1 CCP 1 Mjölkning och lagring på gården

Miljön på gården är en utmärkt livsmiljö för bakterier och mikroorganismer och

avföring, jord, foder och bäddmaterial är alla riskfaktorer för kontaminering av mjölk. Som nämnts lever flera av de bakterier som kan utgöra en hälsorisk för människor samt orsaka mastit hos kor i mag-tarmkanalen hos djur (Papademas and Bintsis, 2010). Höga antal bakterier i mjölk kan bero på direkt kontakt mellan juver och kontaminerade källor på gården, felaktig kyllagring under processen samt återkontaminering. Faktorer som avgör mängden bakterier är storlek på besättningen, hygien i stallar och på mjölknings- och förvaringsutrustning, djurens och personalens hälsa, kvalitén på foder, vatten, luft o.s.v. Dessa faktorer är av stor betydelse för mjölkens säkerhet och alla behöver hålla en hög hygienisk standard. Att arbeta i förebyggande syfte med rutiner för rengöring, utfodring och mjölkning samt behandling av sjuka djur är viktigt (Griffiths, 2010).

### Juvret

Utsidan på juvret hos en mjölkko utgör en primär källa till kontaminering av mjölk och material från kornas liggbås eller spiltor, foder (ensilage), avföring och jord kan lätt kontaminera spenen med bakterier som sedan introduceras i mjölken (Papademas and Bintsis, 2010). Bakteriefloren som dominerar på utsidan av juvret är sporer från sporförmående psykrotrofer av *Bacillus*-släktet. Otillräcklig renhållning av både spiltor och juver i kombination med mjölkning har visat en ökning av bakteriehalten i mjölk. Rengöring och desinfektion av juver och mjölkningsutrustning, både innan respektive efter mjölkning, är således en primär aspekt för att uppnå kvalitetssäker mjölk (Griffiths, 2010).

### Mastit

En av de mest vanliga sjukdomarna bland svenska mjölkkor som påverkar mjölk-kvalitén är juverinflammationen mastit. Mastit orsakas ofta av att bakterier som *E. coli* och *Staphylococcus aureus* tar sig in i juvret via spenkanalen. Inflammationen kan förekomma både som klinisk mastit, med synliga symptom som svullet och ömt juver, och subklinisk mastit, utan synliga symptom. Den största delen är subklinisk, varpå det är svårt att upptäcka alla fall (Andersson et al, 2011).

Vid mastit blir den barriär som skiljer mjölken från blodet mer genomsläpplig

och mjölkens halter av enzymer, salt, proteiner och laktos förändras. Denna förändrade sammansättning förkortar hållbarheten på pastöriserad mjölk och skapar komplikationer vid produktion av olika mjölkprodukter. Kaseinerna är de proteiner i mjölken som är viktiga i ost- och yoghurtproduktion. Halten kan minska med upp till 50 % vid mastit vilket resulterar i konsistenspåverkan hos fil- och yoghurtprodukter samt att utbytet av ost minskar kraftigt. Fermenteringen påverkas också negativt av mastit och leder till oönskade skutprodukter. Bakterier extraheras dessutom direkt i mjölken vilket medför höga celltal. Denna försämring av mjölkens kvalitet och sammansättning resulterar i ekonomiska förluster för mjölkproducenten, vars mjölk i de fall där celltalet är för högt inte får levereras till mejeriet (Griffiths, 2010).

Antibiotika används vid behandling av mastit varpå rests substanser hamnar i mjölken. Låga halter antibiotika kan resultera i allergiska reaktioner hos känsliga konsumenter. Mjölk med antibiotikarester får inte levereras till mejeriet och smittade kor sätts i karens under behandling samt en tid efter. Varje mjölkbatch kontrolleras med provtagning och analys och påvisat innehåll av antibiotika medför kassering av hela tanken. Källan till kontaminering utreds vid positiv provtagning (Svensk mjölk, 2009).

## Temperatur

Mjölk som utsöndras ur juvret hos en frisk icke infekterad ko är steril och har en temperatur på 37 °C. Obehandlad mjölk ska kylas ned till en temperatur på < 6 °C inom 4 h efter att den lämnat kon. Att omedelbart kyla mjölken efter att den lämnat kon och sedan hålla den denna låga temperatur under förvaring är det mest effektiva sättet att förebygga mikrobiell tillväxt. Under de 1-2 dagar som mjölken lagras på gården är det de psykrotrofa bakterierna som kan tillväxa och försämra kvalitén. Dessa avdödas dock vid pastörisering men deras värmestabila toxiner och enzymer överlever varför kontroll av återkontaminering är viktig. Kontroll av temperatur på mjölken genomförs rutinmässigt genom hela produktionslinjen, från gård ut till butik (Griffiths, 2010).

## Utrustning och rengöring

Att den utrustning som kommer i kontakt med mjölk och mjölkprodukter håller en god hygien är högst viktigt. Ordentlig rengöring av utrustning och tankar är effektivt för att kontrollera värmeresistenta bakterier och mjölkknings- och lagringsutrustning ska rengöras och desinfekteras dagligen eller efter varje mjölkning enligt de disk- och rengöringsrutiner som finns. Detta är det bästa och mest effektiva sättet att undvika kontaminering via mjölkknings- och lagringsutrustning. Lokaler och processutrustning ska vara designade på ett sätt som underlättar rengöring och förhindrar ansamling mjölkrester eller smuts och tillväxt av bakterier. Rutiner för rengöring av utrustning, tankar och lokaler ska finnas tillgängliga och diskrutinerna ska vara utformade så att vatteninblandning i produkterna undviks. Cleaning in place (CIP) är ett system som recirkulerar varmt vatten och desinfektionsmedel och används dagligen till de rör och tankar som behandlar mjölk. Det ska finnas skilda diskcentraler för pastöriserad och icke pastöriserad mjölk (Svensk mjölk, 2010; Bylund, 2009).

Mjölkrester som blir kvar på utrustningen eller på ytor i rören kan ge upphov till biofilmer som kan fortsätta att kontaminera efterföljande mjölk. Biofilmer kallas de kolonier av bakterier som kan bildas om en bakterie får chans att vara ostörd och etablera sig på en yta. Dessa bakterier är mycket mer resistenta mot disk- och desinfektionsmedel varpå de utgör en stor risk ifall de bildas i mjölkkrör som finns på gård och mejeri. Normalt tar det flera dagar för en bakterie att bilda biofilmer varpå regelbunden rengöring av utrustning krävs för att förhindra tillväxt. Oftast är det dock i de utrymmen som är svåra att rengöra som biofilmer riskerar att bildas. Det är således viktigt att skarpa kanter och ”döda” ändrar undviks i den mån det går vid design av processutrustning (Bylund, 2009; Griffiths, 2010).

## Vatten

Det är viktigt att det vatten som används i produktionen är rent och håller dricksvattenkvalitet. De tankar som lagrar vattnet ska skyddas från insekter, fåglar eller andra potentiella kontamineringskällor. Problem kan uppstå om obehandlat kon-

taminerat vatten används vid rengöring och det rekommenderas att klorinerat vatten används. Provtagning av vattenkvaliteten bör genomföras för att säkerställa god kvalitet (Griffiths, 2010).

## Personal

Personalhygien är viktigt då människor kan vara bärare av smittsamma sjukdomar och bakterier som kan kontaminera mjölken. Andra hälsofaror såsom kemiska ämnen eller fysiska föremål riskerar också att hamna i mjölken vid bristande kunskap om hygienrutiner. Hygienregler ska finnas både på gården och mejeriet och personalen ska vara medvetna om vikten av att följa dessa (Cullor, 1997).

## 6.2 CCP 2 Transport till mejeriet

Mjölken måste hämtas på gården inom 48 h efter det att den lämnat kon. För att spara på transportkostnader hämtas mjölken på gården varannan dag och ska då ha en temperatur på 4 °C. Temperatur och pH kontrolleras innan mjölken pumpas in i transporttanken vars automatiska pump ska stoppa flödet om mjölken har en temperatur över 6 °C. Det är mycket viktigt att temperaturen hålls nere under transport till mejeriet och att transporttiden blir så kort som möjligt. Under transporten förvaras mjölken i isolerade tankar som rengjorts och desinfekterats med förprogrammerade diskprogram. Felaktigt rengjorda mjölk tankar orsakar samma problem som diskuterats ovan (Griffiths, 2010). Det är också viktigt att föraren följer de hygienrutiner som finns. De gäller bl.a. handtvätt, allmän hälsa (fri från infektioner) samt att föraren inte vistas i stallen (Svensk mjölk, 2010).

## 6.3 CCP 3 Lagring av mjölk på mejeriet

Ovan nämnda förebyggande åtgärder gällande kylagring och hygienförhållanden på gården och under transport gäller även på mejeriet. Silotankarna bör vara utrustade med ett omrörningssystem så att all mjölk effektivt kyls ned. Avläsning av temperatur sker regelbundet med termometer och prover tas för att mäta bakteriehalt, somatiska cellhalter, antibiotikarester samt pH som alla tillsammans utgör indikatorer på mjölk kvalitén (Griffiths, 2010). Obehandlad mjölk får inte innehålla

mer än 300 000 bakterier per ml och behandlad får inte överstiga 100 000 bakterier per ml. Bakterier från familjen *Enterobacteriaceae*, dit bl.a *Salmonella* hör, får inte överstiga en halt på 10 bakterier per ml (Svensk mjölk, 2010).

De metoder som är effektivast för att förhindra mikrobiell tillväxt i mjölk på mejeriet är lagring i låg temperatur, pastörisering, optimal rengöring av utrustning samt riktlinjer för att undvika återkontaminering. Den största faran för mjölkens slutgiltiga säkerhet och hållbarhet anses vara återkontaminering efter pastörisering (Griffiths, 2010).

#### 6.4 CCP 4 Pastörisering

Pastörisering är den metod som är mest effektiv för produktion av kvalitetssäker mjölk. Vid pastörisering hettas mjölken upp till en temperatur på 72-75 °C i 15-20 sek eller till en temp/tidkombination som ger motsvarande effekt. Processteget skall ske i korrekt utformade och designade plattvärmväxlare och rör så att all mjölk uppnår den temperatur under den tid som krävs. Pastöriserad mjölk får en ökad hållbarhet då värmebehandlingen avdödar de patogena bakterier som är associerade med mjölk (Bylund, 2009).

Pastöriseringen är en kritisk kontrollpunkt då värmeresistenta bakterier överlever värmebehandlingen, liksom sporer och psykrotrofa bakteriers värmetålga enzymer. Risker för försämrad mjölkqualität inkluderas av fel vid pastörisering, kontaminering med värmeresistenta bakterier, sporbildande bakterier och psykrotrofa bakterier som bildar produktförstörande enzymer (Ruegg, 2003).

Alkaliskt fosfatas är ett enzym i mjölken som avdödas vid pastörisering (Svensk mjölk, 2012). För att kontrollera att pastöriseringen fungerat felfritt görs ett alkaliskt fosfatatest där man kollar förekomsten av alkaliskt fosfatas. Testet måste vara negativt för att pastöriseringen ska ha fungerat korrekt (Sandrou and Arvanitoyannis, 2000). Verifiering av pastörens funktion är dock fortfarande viktig då man inte enbart kan lita på ett alkaliskt fosfatatest. Temperatur och tryck övervakas kontinuerligt och kontroll av bakterieantal sker både innan och efter pastörisering med hjälp av stickprov. Pastöriserad mjölk av hög kvalitet, som pro-



ducerats under hygieniska förhållanden, ska ha en hållbarhet kring 8-10 dagar vid 5-7 °C (Bylund, 2009).

### 6.5 CCP 5 Kylning och lagring efter pastörisering

Mjölken ska omedelbart efter pastörisering kylas till 4 °C och hålla denna temperatur under lagring ända fram till distribution. För att förhindra att läckage mellan mjölk och den kylningsvätska som finns i lagringstanken har mjölken ett något högre tryck. Vid läckage är det således mjölken som läcker ut i kylningsvätskan istället för tvärtom (Sandrou and Arvanitoyannis, 2000).

### 6.6 CCP 6 Förpackning

Sista steget innan mjölken når konsument är förpackningen. Här ses risken för återkontaminering som störst i hela produktionslinjen varpå stor vikt läggs på hygienrutiner. Förpackningen ska skydda mjölken från återkontaminering och förslutningssystemet ska vara utformat på ett sätt som lätt visar om det öppnats (Griffiths, 2010). Mjölken är känslig mot ljus, fukt och syre och ska omedelbart efter tappning förslutas i den förpackning som ska användas. Förpackning i kartong är att föredra framför glasflaskor och kartong är det förpackningsmaterial som används i Sverige (Bylund, 2009).

### 6.7 CCP 7 Konsument

Under distribution ut i butik är det viktigt att den förpackade mjölken fortsätter hållas i en temperatur under 6 °C (Griffiths, 2010). Väl hos konsumenten är det fortfarande temperaturen som är den avgörande faktorn för mjölkens hållbarhet. Livsmedelsverket rekommenderar en kylskåpstemperatur på 4-5 °C (SLV, 2010)

## 7 Slutsats och diskussion

Livsmedels säkerhet är viktigt för producenter och en självklarhet för många av dagens konsumenter. Syftet med denna uppsats var att belysa de mikrobiella risker som utgör ett hot mot produktionen av pastöriserad mjölk samt vikten av att kontrollera dem med kvalitetsledningssystem som HACCP. Mjölk kan innehålla flera olika bakterier som kan orsaka kvalitetsfel och hälsorisker. Den effektivisering som skett inom mjölkproduktionen, där produkterna distribueras allt längre ifrån produktionen, har lett till att kvalitetsledningssystem blir allt viktigare för att kontrollera livsmedelssäkerheten. Att producera en säker och näringsriktig mjölk är målet för alla mjölkproducenter och mejeriföretag.

De viktigaste punkterna för att minimera antalet produktförstörande och hälsoskadliga bakterier i pastöriserad mjölk är förvaring i låg temperatur under kortast möjliga tid, korrekt utförd pastörisering samt förhindrad återkontamination efter pastörisering. God hygien i hela produktionsledet är också mycket viktigt för att förhindra tillväxt av bakterier i mjölk. Kontaminering från avföring, personal, biofilmer eller felaktigt rengjord utrustning kan orsaka kvalitetsfel med efterföljande ekonomiska förluster. Detta gäller både före respektive efter pastörisering då vissa värmeresistenta och sporbildande bakterier riskerar att skapa problem även efter värmebehandling.

Möjligheterna att idag producera säker mjölk är mycket större tack vare bättre kunskap och möjligheter till kylagring och rengöring. Numera har vi en relativt låg bakteriehalt i mjölken eftersom den i princip går i ett slutet system från spenkoppen till mjölkförpackningen, jämfört med förr då mjölken hälldes från mjölkspann till kanna och sedan hälldes i tanken på mejeriet. Det är dock nästintill omöjligt att helt eliminera bakterier från mjölk då miljön runt omkring är en mycket god källa till mikroorganismer, som dessutom tillväxer bra i/av mjölkens näringsrika sammansättning. Att både mjölkgård och mejeriföretag arbetar i förebyggande syfte genom att använda HACCP och genomföra riskanalyser för att undvika osäker eller kvalitetsförsämrade mjölk har visat sig vara till stor hjälp vid kontroll av bakterienivåer i mjölk. En stor medvetenhet om de risker som finns inom mjölkproduktion, samt hur man kontrollerar och eliminerar dem, är av högsta prioritet för en fortsatt produktion av kvalitetssäker mjölk.



## Referenslista

- Adams M.R and Moss M.O (2000): *Food Microbiology*, 2nd edition. Cambridge, Royal Society of Chemistry
- Andersson I, Denneberg L, Carlson J, Holm L-E och Mattson J. (2013). *Campylobacterinfektion – ett nationellt strategidokument*. Socialstyrelsen, Stockholm, artikel nr. 2013-1-12
- Andersson I, Andersson H, Christiansson A, Lindmark H, Oskarsson M, Persson Y och Widell. (2011). *Systemanalys celltal*. Svensk mjölk Rapport: 7091
- Arvanitoyannis I.S and Mavropoulos A.A. (2000). Implementation of the hazard analysis critical control point (HACCP) system to Kasseri/Kefalotiri and Anevato cheese production lines. *Food Control*, 11: (2000) 31-40
- Bylund, G. (2009). *Dairy processing handbook*. Lund, Tetra Pak Processing Systems AB
- Christiansson A. (2010). *Analysmetid för gramnegativa bakterier med förinkuberat prov. Påvisande av återkontamination av gramnegativa bakterier i konsumtionsmjölk och grädde* (Svensk mjölk Rapport: 7084-I)
- Christiansson A. (2003). *Betydelsen av pastöriseringsöverlevande bakterier för kvaliteten hos ost. En littearturstudie*. Svensk mjölk Rapport: 7030-1
- Cullor, J.S. (1997). HACCP (hazard Analysis Critical Control Point's): Is it coming to the dairy? *Journal of dairy science*, 80: 3349-3352
- Griffiths W.M. (2010). *Improving the safety and quality of milk. Volume 1: Milk production and processing*. Cambridge, Woodhead publishing
- Lievaart J.J, Noordhuizen JP, van Beek E, van der Beek C, van Risp A, Schenkel J and van Veersen J. (2005). The hazard Analysis Critical Control Points (HACCP) concept as applied to some chemical, physical and microbiological contaminants of milk on dairy farms. *Veterinary Quarterly*, 27: 21-29
- [Lindqvist R](#), [Andersson Y](#), [Lindbäck J](#), [Wegscheider M](#), [Eriksson Y](#), [Tideström L](#), [Lagerqvist-Widh A](#), [Hedlund KO](#), [Löfdahl S](#), [Svensson L](#) och [Norinder A](#). (2001). A one-year study of foodborne illnesses in the municipality of Uppsala, Sweden. *Emerging infectious diseases*. 7: 588-92
- Livsmedelsverket (2010-04-13): *Offentlig kontroll vid mindre mjölkproduktföretag*.  
[http://www.slv.se/upload/dokument/livsmedelsforetag/vagledning/Vagledn\\_Off\\_kontroll\\_mindre\\_mjolkforetag\\_justerad.pdf](http://www.slv.se/upload/dokument/livsmedelsforetag/vagledning/Vagledn_Off_kontroll_mindre_mjolkforetag_justerad.pdf) [2013-03-02]
- Oliver S.P, Jayarao B.M and Almeida R.A. (2005). Foodborne pathogens in Milk and the Dairy farm environment: Food Safety and Public health Implications. *Foodborne pathogens and disease*, 2: 115-29
- Papademas P and Bintsis T. (2010). Food safety management systems (FSMS) in the dairy industry: A review. *International Journal of Dairy Technology*, 63: 489-503

- Ruegg P.L. (2003). Practical Food safety interventions for dairy production. *Journal of Dairy science*, 86: (E. Suppl.): E1-E9
- Sandrou D.K and Arvanitoyannis I.S. (2000). Implementation of HACCP to the dairy industry: Current status and perspectives. *Food reviews International*. 16: 77-111
- Svensk mjölk (2009-11-05). *Celltalet bästa indikatorn för mastit*.  
<http://www.svenskmjolk.se/Mjolkgarden/Mjolkkvalitet/Celltal/Celltalet-ar-den-basta-indikatorn-for-mastit/#.UT3igdYdgsA> [2013-02-17]
- Svensk mjölk (2010-08-23). *Branschriktlinjer för hygienisk produktion av mjölkprodukter*.  
[http://www.slv.se/upload/dokument/livsmedelsforetag/branschriktlinjer/Branschriktlinje\\_mejeri\\_100823.pdf](http://www.slv.se/upload/dokument/livsmedelsforetag/branschriktlinjer/Branschriktlinje_mejeri_100823.pdf) [2013-02-17]
- Svensk mjölk (2012-06-21): *Vad är pastörisering?* <http://www.svenskmjolk.se/Mjolk-smor-och-ost/Mjolk/Fragor-och-svar-om-dryckesmjolk/Vad-ar-pastorisering/#.UT3g-tYdgsA> [2013-02-17]