



## Rapport – Hygiejniske produktionsforhold Slutrapport om dekontaminering af slagtekroppe med mælkesyre

7. juni 2018  
Proj.nr. 2004275  
Version 1.0  
MSTA/CCH/MT

Mette Stenby Andresen og Claus Hindborg Kristensen

### Sammendrag

#### Baggrund

I EU er det tilladt at dekontaminere slagtekroppe fra kreaturer med mælkesyre. Det antages, at det også på et tidspunkt bliver relevant og tilladt at dekontaminere slagtekroppe fra grise på denne måde. En stor del, ca. 60.000 dyr fra salmonellainficerede besætninger, bliver i dag varmtvandslagt. Det bevirker, at slagtekroppene kan indgå i den normale distribution af fersk kød.

Det er interessant at undersøge alternative metoder til dekontaminering og afdække, hvordan effekt og pris ligger i forhold til varmtvandsslagning.

#### Formål

Formålet med projektet var at vurdere mælkesyredekontaminering i forhold til varmtvandsslagning. Udgangspunktet for vurderingen er en spraykabine til mælkesyredekontaminering, som er indkøbt og indkørt af DMRI. Spraykabinen er afprøvet offline ved en dansk slagtelinje. Slagtekroppe blev behandlet efter dyrlægekontrollen og inden køl.

Evaluering af mælkesyredekontamineringen er baseret på laboratorieforsøg, offline-forsøg og behovet for dekontaminering på danske slagterier, både af standard-slagtekroppe og niveau 3-kroppe.

#### Konklusioner

Forsøgene, både i laboratorie og på slagteri, viser, at mælkesyre har en effekt på visse af de undersøgte mikroorganismer. Sammenlignet med data om varmtvandsslagning er effekten af mælkesyre ikke på højde med varmt vand. Den største effekt sås på gruppen *Enterobacteriaceae*, mens en lille effekt var set på *E. coli* og total kim.

Omkostningerne ved mælkesyre er estimeret til at blive lavere end de nuværende udgifter til varmtvandsslagning.

Undersøgelser på N3-kroppe viste en meget lav forekomst af *Salmonella* sammenlignet med målinger fra 1993. Hvis de nye målinger er repræsentative, så er den forventede reduktion med 2-5% mælkesyre en interessant mulighed.

## **Introduktion: dekontaminering af slagtekroppe med mælkesyre**

*Baggrund* Der er konstant fokus på at sikre høj fødevarer sikkerhed i kødindustrien mht. patogene bakterier og forekomst af fremmedlegemer. Formålet med dette projekt om dekontaminering af slagtekroppe med mælkesyre har været at undersøge og udvikle nye tiltag, som på en økonomisk rentabel måde kan medvirke til høj fødevarer sikkerhed.

I EU må kreaturslagtekroppe dekontamineres med mælkesyre. Det antages, at det på et tidspunkt også vil blive tilladt til griseslagtekroppe. I dag anvendes varmtvandsslagtning som en metode til dekontaminering af slagtekroppe fra salmonellainficerede besætninger (niveau 3 (N3)-grise).

Tidligere undersøgelser hos DMRI samt praksis i andre lande (fx USA) indikerer, at dekontaminering af griseslagtekroppe med mælkesyre kan være et interessant alternativ til varmtvandsslagtning. Udstyret er som udgangspunkt billigere, og det antages, at det samlede ressourceforbrug (energi og vand) vil være lavere.

*Formål* Formålet med projektet var at undersøge følgende punkter:

1. Kan der findes en mælkesyrekoncentration, der giver en mikrobiologisk effekt, der er sammenlignelig med varmtvandsslagtning, men som ikke giver kvalitetsmæssige ændringer af kødet?
2. At give et estimat for ressourceforbrug til dekontaminering med mælkesyre i forhold til varmtvandsslagtning

Forsøgene blev gennemført på en dansk slagtelinje, med en mælkesyrespraykabine i teststørrelse. Spraykabinen er specialdesignet og kører offline i forhold til resten af slagtelinjen.

### **Projektets delopgaver**

Projektet har været delt i flere delopgaver. Resultaterne fra disse er beskrevet i separate rapporter. Denne rapport har til formål at opsummere og samle resultaterne fra de øvrige delopgaver.

Projektet bestod i 2017-2018 af følgende opgaver:

1. Undersøgelser af drabseffekt på *Salmonella* og *E. coli* (laboratorieforsøg)

På grund af den generelt lave prævalens af *Salmonella* på danske slagtekroppe er det ikke muligt at estimere effekten af mælkesyre direkte

på *Salmonella* på slagtekroppene. I stedet er der i andre sammenhænge målt på *E. coli*. Hypotesen er, at de to organismer minder tilstrækkelig om hinanden, således at reduktionen i *E. coli* vil svare til reduktionen af *Salmonella*.

Hypotesen blev testet med forskellige koncentrationer af mælkesyre i laboratorieskala. Forsøgsplanlægning, gennemførelse og afrapportering var ikke en del af det overordnede projekts oprindelige projektplan, men var mulig at gennemføre som del i et diplomingeniørpraktikforløb.

2. Forsøg med spraykabine på slagteri inkl. baseline-målinger på slagteriet  
Data indsamlet i denne delopgave blev brugt til at vurdere spørgsmålene i delformål 1.

Efter indkøb af en forsøgsspraykabine blev den samlet og installeret på en dansk slagtelinje. Kabinen er beregnet til at behandle én slagtekrop ad gangen og køre offline i forhold til resten af slagtelinjen.

Inden hovedforsøgene med spraykabinen blev der gennemført målinger for at vurdere bakterieniveauet på den udvalgte slagtelinje. For at opfylde delformål 1 skulle der måles eller estimeres en mikrobiel reduktion på ca. 2 log (= en faktor 100). Baselinemålingerne blev gennemført for at forberede, hvilke metoder der skulle anvendes til databehandling. Det var forventet, at *E. coli*-niveauet var lavt, men det præcise niveau var ukendt. Baseline blev bestemt som antal totalkim, *Enterobacteriaceae* og *E. coli* inden udligningskølerummet.

Efter installation blev spraykabinen indkørt. Der blev valgt passende indstillinger ift. behandlingstid, indstilling af spraydyser og temperatur. Målet var, at kroppene skulle dækkes af mælkesyren, men kun blive fugtige og ikke våde, så de dryppede unødigt, og dermed undgå, at det samlede forbrug af mælkesyre blev højere end nødvendigt. Både tryk og vinkler på dyser blev justeret og tilpasset. Temperaturen blev indstillet, så vandet i beholderen var ca. 55°C.

Efter indkøring af spraykabinen blev effekten vurderet på samlet 317 slagtekroppe. Der blev gennemført en række forskellige behandlinger:

1. Lunt vand uden mælkesyre
2. Mælkesyreopløsning på 3-3,5%
3. Mælkesyreopløsning på 5%
4. Mælkesyreopløsning på 2%

Behandling 1 blev prøvet på 60 slagtekroppe, behandling 2 og 3 samlet på 225 slagtekroppe, og behandling 4 blev undersøgt på 32 slagtekroppe.

Der blev indsamlet mikrobiologiske data for følgende:

- Reduktion pga. køling uden behandling (som i dag)
- Effekt af lunt vand
- Effekt af de tre mælkesyreopløsninger

Desuden blev kvalitetsforringelser fx i form af farveændringer registreret.

For at få en fornemmelse af langtidseffekten af mælkesyre blev en række udskæringer, behandlet med 2-5% mælkesyreopløsning, frosset. Efter 1,5 måned blev de tøet op, og både visuelle kvalitetsændringer samt smag efter tilberedning blev vurderet. Der blev også smagt på ferske udskæringer, hvor de visuelle kvalitetsforandringer var størst.

### 3. Estimering af omkostninger og ressourceforbrug

For at besvare det andet punkt under projektets formål blev der udarbejdet vurderinger af ressourceforbruget ved dekontaminering med mælkesyre og forbruget ved varmtvandsslagtning.

Værdierne for varmtvandsslagtning blev baseret på faktiske anlægskostninger og det estimerede forbrug i dag. Priser og forbrug for mælkesyredekontaminering blev baseret på forsøgsanlægget og estimater på anlægskostninger. Det forventes, at ressourceforbruget kan optimeres i et permanent, kontinuert anlæg, men da det ikke er sikkert, har vi valgt ikke at gætte, men bruge de data der var til rådighed.

I dag anvendes varmtvandsslagtning på ca. 60.000 kroppe om året. Det svarer til ca. 1/2 slagtedag. I beregningerne blev der set på omkostninger både for den situation, hvor dekontaminering kun anvendes ved slagtning af N3-besætninger, og i en hypotetisk situation, hvor dekontamineringsmetoderne anvendes på alle kroppe på en linje, hver dag, hele året (svarende til ca. 800.000 kroppe pr. år).

### 4. Baseline/målinger på N3-grise

Der blev udført forsøg med mælkesyre som dekontamineringsmetode på varme svineslagtekroppe. Den mikrobielle effekt blev bestemt. For at vurdere om effekten er tilfredsstillende, er man nødt til at kende det kvantitative startniveau af *Salmonella* på N3-grise. Der er tidligere lavet forsøg, der påviser 40-500 cfu/1400 cm<sup>2</sup> på N3-besætninger (Christensen, H., 1993). For at kende det nuværende niveau er der udført forsøg på et dansk slagteri, hvor der slagtes N3-besætninger.

Formålet var at undersøge og fastlægge det kvantitative niveau af *Salmonella* på N3-besætninger.

For at kunne vurdere om den opnåede reduktion med mælkesyre er relevant, blev der slutteligt målt på forekomsten af *Salmonella* på N3-slagtekroppe. Der er tidligere, i 1993, lavet tilsvarende målinger, men det blev vurderet, at der var behov for flere og nye data. Der blev samlet målt på 79 slagtekroppe fra to besætninger inden køl.

## **Delkonklusioner og referencer til afrapportering**

### **1. Undersøgelser af drabseffekt på *Salmonella* og *E. coli* (laboratorieforsøg)**

Laboratorieundersøgelserne viste, at der ikke var statistisk forskel på reduktionen af *E. coli* og *Salmonella* på et 5% signifikansniveau ved alle de undersøgte mælkesyrekoncentrationer. Dette indikerer, at *E. coli* godt kunne bruges som indikatororganisme for *Salmonella* i hovedforsøget.

Reduktionen af *E. coli* og *Salmonella* blev undersøgt på både kød- og sværsiden af 15x15 cm brystflæskstykker.

Reduktionen af *E. coli* med 5% mælkesyre (0,43 log(cfu)/cm<sup>2</sup>) stemmer godt overens med resultaterne fra hovedforsøget med 5% mælkesyre, når effekten af køl er trukket fra (0,45 log(cfu)/cm<sup>2</sup>).

*Afrapportering* Undersøgelserne er præsenteret i rapporten:

*”Dekontaminering af svineslagtekroppe med mælkesyre – Sammenhæng mellem drab af *Salmonella* og *E. coli* på slagtekroppe ved dekontaminering med mælkesyre”* af Linea Christensen (efterår 2017).

### **2. Forsøg med spraykabine på slagteri inkl. baselinemålinger på slagteriet** **Baselinemålinger**

Baselinemålinger på slagteriet viste generelt lave bakterietal, med meget lav forekomst af *E. coli*. Middelværdien for de positive prøver lå omkring 1 log cfu/cm<sup>2</sup>, og de fleste prøver var negative.

Værdierne for *Enterobacteriaceae* var lidt højere, med gennemsnit omkring 2-3 log cfu/cm<sup>2</sup>, og totalkim lå omkring 4 log cfu/cm<sup>2</sup>. Der blev udtaget 300 prøver til baselineevalueringen.

#### **Forsøg med spraykabine**

Forsøgene med spraykabinen på slagtegangen viste følgende reduktioner angivet som log(cfu)/cm<sup>2</sup>:

	Almindelig proces (kun køl)	Lunt vand	3-5% mælkesyre	2% mælkesyre
Totalkim	1,0	0,3	0,8	0,7
<i>Enterobacteriaceae</i>	0,7	0,4	1,4	1,5
<i>E. coli</i>	0,5	0,5	0,6	0,7

Ved slagteriforsøgene blev der opsamlet et stort datasæt for kroppe behandlet med 3-5% mælkesyreopløsning. Overordnet set er der stor spredning på målingerne, og nogle standardafvigelser er næsten lige så store som gennemsnitsværdierne. Desuden lå næsten halvdelen af slutprøverne for *E. coli* og *Enterobacteriaceae* under detektionsgrænsen.

Den ekstra effekt af mælkesyre i forsøgene indikerer, at metoden med testspraykabinen giver en mindre mikrobiel reduktion end tidligere målinger har vist på varmtvandsslagning. Desuden ses kvalitetsmæssige forringelser ved brug af mælkesyre, som er mere udtalte end effekterne ved varmtvandsslagning.

### **Kvalitetsvurderinger**

De visuelle ændringer i kroppe behandlet med 5% mælkesyreopløsning var kraftigst og tydeligst. Projektets følgegruppe var nervøse for, om effekten af mælkesyre ned til 3% ville kunne påvirke prisen for kødet. Derfor blev forsøg med 2% mælkesyre efterspurgt.

Kroppene behandlet med 2% mælkesyre havde få kvalitetsmæssige forringelser. Der var en smule farveændringer på kæbepartiet, men de var stort set forsvundet dagen efter i kølerummet.

Umiddelbart efter mælkesyrebehandling var der synlige ændringer på kroppene. Nogle var reversible og var forsvundet dagen efter, fx misfarvning af fedt og kød, mens andre var irreversible. Af irreversible ændringer var de hyppigst forekommende "brunligt blod ved nederste ribben og underkæbe". Desuden fremstod nogle af de kroppe, der var behandlet med 5% mælkesyreopløsning, blegere efter en nat på køl. Ændringerne var kraftigst ved 3-5% mælkesyre.

Følgegruppen vurderede, at det ville være vanskeligt at sælge et produkt behandlet med 3-5% mælkesyre. Det vurderes, at slagtekroppe behandlet med 3-5% mælkesyre ikke er interessante, da de deraf følgende kvalitetsforringelser er irreversible. Kroppene behandlet med 2% mælkesyre havde få kvalitetsmæssige forringelser, der stort set var forsvundet dagen efter. Dog er det usikkert, om de få forringelser vil påvirke et eventuel salg af slagtekroppe behandlet med 2% mælkesyre.

Smagsvurderinger viser, at der er stor variation i dommernes smagsvurderinger af mælkesyrebehandlet eller ubehandlet kød. Det var 85% af dommerne, der vurderede, at der var forskel. Baseret på deres kommentarer er det svært at vurdere, hvori forskellen ligger. Nogle dommer vurderede referencen til at være mere tør, hvorimod andre vurderede det behandlede stykke til at være mere tørt. Ydermere har flere dommere beskrevet, at det behandlede kød er mere syrligt. Det vil dog kræve yderligere sensoriske analyser for endegyldigt at kunne vurdere, om der er smagsforskel på mælkesyrebehandlet og ubehandlet kød.

*Afrapportering* Forsøgsrækken med spraykabinen er yderligere beskrevet i rapporten: "Dekontaminering af svineslagtekroppe med mælkesyre – Forsøg med spraykabine på slagtegang sommer/efterår 2017" af Mette Stenby Andresen og Claus Hindborg Kristensen (januar 2018).

Desuden er kvalitetsændringerne yderligere beskrevet i notatet: "Kvalitetsændringer ved brug af mælkesyre – Vurdering af delstykker ved brug af mælkesyredekontaminering" af Claus Hindborg Kristensen (januar 2018).

### 3. Estimering af omkostninger og ressourceforbrug

Beregningerne for de omtrentlige omkostninger pr. dyr er samlet for de to undersøgte metoder i tabellen:

	Ved 800.000 dyr	Ved 60.000 dyr
Varmtvandsslagtning	1,73 DKK	8,91 DKK
Mælkesyrespray	1,61 DKK	3,05 DKK

Med de anvendte forudsætninger ses det, at mælkesyrespray er billigere end varmtvandsslagtning, både ved brug på alle dyr og ved brug på kun de særlige salmonellagrise.

Den største forskel ses, når der kun slagtes ca. ½ dag om ugen (60.000 kroppe). I den situation er mælkesyreløsningen næsten 3 gange billigere end varmtvandsslagtning. Det skyldes bl.a. de mange timer, det tager at starte og køre varmtvandsanlægget, afskrivning på den større investering og det store vandforbrug, der er uafhængigt af antallet af dyr, der behandles pr. dag.

Vurderet ud fra de forventede omkostninger er en løsning med en mælkesyredekontamineringskabine en billigere løsning end varmtvandsslagtning, uanset om den anvendes på alle dyr (lille forskel) eller kun særslagtede salmonellagrise (næsten 3 gange billigere).

*Afrapportering* Beregninger, antagelser og forudsætninger til beregning af omkostninger og ressourceforbrug er samlet i notatet: "Cost benefit-betragtninger om dekontaminering af slagtekroppe med mælkesyre og varmtvandsslagtning" af Mette Stenby Andresen og Claus Hindborg Kristensen (januar 2018)

### 4. Baseline/målinger på N3-grise

Hyppigheden af *Salmonella sp.* på N3-slagtekroppe var i dette forsøg lav (~ 4%), og antallet var meget lavt (1-14 cfu/1400 cm<sup>2</sup>). Det store svabrede areal taget i betragtning er det fundne antal meget lavt.

Ydermere er det fundne niveau meget lavt i forhold til det niveau, der blev målt i 1993 (40-500 cfu/1400 cm<sup>2</sup>). I 1993 blev der fundet 70%

positive prøver på de målte N3-slagtekroppe. Dette skal dog ses i relation til, at der kun blev målt på 10 slagtekroppe i 1993.

De nye tal viser, at det semikvantitative niveau af *Salmonella* på N3-grise er meget lavt. Det kræver yderligere analyser med mælkesyrebehandling på N3-grise og baselineanalyser af N3-grise for en valid dokumentation til at afdække niveauet af *Salmonella* på slagtekroppe, flere besætninger samt flere slagtedage. Der kan måske være forskel på, hvor godt linjen kører fra dag til dag.

*Afrapportering* Data og resultater er samlet i den fortrolige rapport: "Hygiejniske produktionsforhold, Kvantitativ bestemmelse af *Salmonella* på N3-grise" af Claus Hindborg Kristensen og Anette Granly Koch (februar 2018)

### **Samlet konklusion for projektet**

Forsøgene, både i laboratorie og på slagteri, viser, at mælkesyre har en effekt på visse af de undersøgte mikroorganismer. Sammenlignet med data om varmtvandsslagtning er effekten af mælkesyre ikke på højde med varmt vand. Den største effekt sås på gruppen *Enterobacteriaceae*, hvorimod der var lille eller ingen effekt på *E. coli* og totalkim. Det er væsentligt at vurdering af reduktion af *E. coli* er baseret på forholdsvis få datapunkter.

Det er desuden væsentligt, at den højeste koncentration (5%) viste kvalitetsmæssige forringelser ved brug af mælkesyre. Disse er mere udtalte end effekterne ved varmtvandsslagtning. Derfor er det sandsynligt, at koncentrationen af mælkesyre skal holdes under 5%.

Omkostningerne ved mælkesyredekontaminering er estimeret til at blive lavere end de nuværende udgifter til varmtvandsslagtning.

Undersøgelser på N3-kroppe viste en meget lav forekomst af *Salmonella* sammenlignet med målinger fra 1993. Hvis de nye målinger er repræsentative, så er den forventede reduktion med 2-5% mælkesyre en interessant mulighed.



## **Litteratur og referencer**

### **Rapporter og notater fra projektet**

Andresen, Mette Stenby og Kristensen, Claus Hindborg. *Cost benefit-betragtninger om dekontaminering af slagtekroppe med mælkesyre og varmtvandsslagtning*. Notat. 2018.

Andresen, Mette Stenby og Kristensen, Claus Hindborg. *Dekontaminering af svineslagtekroppe med mælkesyre – Forsøg med spraykabine på slagtegang sommer/efterår 2017*. Rapport. 2018.

Christensen, Linea. *Dekontaminering af svineslagtekroppe med mælkesyre – Sammenhæng mellem drab af Salmonella og E. coli på slagtekroppe ved dekontaminering med mælkesyre*. Rapport. 2017.

Kristensen, Claus Hindborg og Koch, Anette Granly. *Hygiejniske produktionsforhold – Kvantitativ bestemmelse af Salmonella på N3-grise*. Rapport. Fortrolig. 2018.

Kristensen, Claus Hindborg. *Kvalitetsændringer ved brug af mælkesyre – Vurdering af delstykker ved brug af mælkesyredekontaminering*. Notat. 2018.

### **Relevante rapporter fra tidligere projekter på DMRI**

Jensen, Torben og Christensen, Hardy. *Dekontaminering – Dokumentation af effekt ved undersøgelser på slagtegangen*. Ref.nr. 18.361. Rapport. Fortrolig. 2000.

Larsen, Helle Daugaard. *Optimeret behandling af nedfaldne svineslagtekroppe på slagte-linjen, Bakteriologisk effekt af behandling af kølede, nedfaldne svineslagtekroppe med 82°C varmt vand som alternativ/supplement til knivtrimning og dampugning*. Rapport. Projekt nr.: 1378392-01. 2010.

Rasmussen, Vinnie og Christensen, Hardy. *Beredskab inden for hygiejne og sikkerhed for kød, Dekontaminering af slagtekroppe fra svin, Litteratur Review*. Rapport. Projektnummer 2000209-13. 2014.

Steenberg, Birthe; Teilmann, Jens P.; Christensen, Hardy og Madsen, Niels T. *Hygiejneoptimeret kreaturslagtning*. Ref. nr.: 01.833, SFDokumenter: 26985. 2005.

Tørngren, Mari Ann. *Dekontaminering med varmt vand og syre – Effekt på bakterievækst og farvestabilitet af slagtevarmt oksespidsbryst*. Rapport. Ref.nr. 01818. 2005.