



Rapport

Optimal brug af ressourcer i den sorte ende

Forsøg med recirkulering af vand i hårstødere

26. november 2013
Proj.nr. 2002277
Version 01
HCH/VHR/JUSS

Hardy Christensen og Vinnie H. Rasmussen

Sammendrag

Baggrund og Formål

Ved slagtning af svin har processerne i den sorte ende en afgørende betydning for såvel sværkvalitet som hygiejne. Det er samtidigt nogle af de processer, hvor der bruges mest vand og energi. Der er derfor gennemført et projekt, hvor formålet var at undersøge, hvordan ressourcer i form af energi og vand kan bruges mest hensigtsmæssigt uden at kompromittere hygiejne eller sværkvalitet.

Konklusion

Den største ressourcebesparelse kan opnås, hvis det er muligt at recirkulere vand i hårstøderen. Det vil i sig selv give en vandbesparelse samtidigt med, at det åbner mulighed for at spare på energien ved svidning i de tilfælde, hvor det ikke er nødvendigt at svide kraftigt af hensyn til sværkvalitet. Recirkulering af vand i hårstødere forudsætter, at temperaturen er høj i det recirkulerede vand. Er den ikke det, giver det erfaringsmæssigt store problemer med forekomst af Salmonella på slagtekroppe også efter svidning.

På grund af kondens har det ikke været muligt at tilføre varmt vand i mængder, så det kan eftervises om store mængder varmt (≥ 60 °C) vand giver en forbedret hygiejne ved hårstødning. Det har derfor heller ikke været muligt at eftervise, om recirkulering af vand i hårstødere kan indføres uden at det giver bakteriologiske problemer. Det kan overvejes at forsøge med recirkulering af vand i et system, hvor vandet varmes op i forbindelse med recirkulering, for at opnå et bakteriedrab, og derefter afkøles så meget, at det ikke giver kondensproblemer.

Som en del af projektet blev det undersøgt, hvordan effekten af svidning påvirkes, hvis sværen er våd. Resultaterne viste, at det største bakteriedrab opnås, når sværen er tør.

Indledning

Baggrund

Ved slagtning af svin har processerne i den sorte ende en afgørende betydning for såvel sværkvalitet som hygiejne. Det er samtidigt nogle af de processer, hvor der bruges mest vand og energi.

Formål

Der er derfor gennemført et projekt, hvor formålet var at undersøge, hvordan ressourcer i form af energi og vand kan bruges mest hensigtsmæssigt uden at kompromittere hygiejne eller sværkvalitet.

Forbrug af vand og gas i den sorte ende i forhold til sværkvalitet og hygiejne

Sværkvalitet

Sværkvaliteten er betinget af en effektiv afhåring og varmebehandling ved svidning/flambering. Hvis afhåringen er effektiv, er der en direkte sammenhæng mellem energiforbrug, varmebehandling og sværkvalitet. I forhold til sværkvalitet betyder det, at gasforbruget ved svidning/flambering primært vil afspejle den sværkvalitet, der ønskes.

Effektiv afhåring opnås dels ved en skoldning, hvor tid/temperatur er optimalt og dels ved hårstødning i et anlæg, der er dimensioneret til den aktuelle slagtehastighed og vedligeholdet mht. gummilapper mv. I et karskoldeanlæg er de optimale forhold skoldning i 7 min ved en temperatur på 58-60 °C, når der samtidigt skal tages hensyn til løsning af børster, løsning af klove og minimering af risiko for overskoldning. Det betyder, at der ikke kan gøres ret meget for at minimere energiforbruget i skoldekaret ud over tiltag til isolering af karret.

I forhold til sværkvalitet, skal der være så meget vand i hårstøderen, at afstødte børster transporteres bort.

Hygiejne

Det er muligt at styre processerne i den sorte ende, så slagtekroppens overflade ved indgang til ren linje er fri for sygdomsfremkaldende bakterier som eksempelvis Salmonella.

Ved skoldning reduceres antallet af eksempelvis Salmonella med en faktor 10-100.

Ved hårstødning presses der gødning ud af tarmsystemet, og temperaturbetingelserne er sådan, at der er risiko for vækst af Salmonella, E. coli mfl. i udstyret. Der er tidligere gennemført forsøg, hvor det er forsøgt at variere vandmængden ved hårstødning (Steenberg, 2005). Her fandt man at antallet af E. coli på sværen blev reduceret fra 0,74 log cfu/cm² til 0,2 log cfu/cm² ved at øge vandforbruget fra 2,6 l pr. krop til 6,8 l. pr. krop. Der er andre erfaringer, som viser, at det kan være nødvendigt at bruge op til 12 l. pr. krop for at undgå vækst af Salmonella i hårstødere.

Ved svidning/flambering sker der en kraftig reduktion i antallet af bakterier på sværen. Reduktionen afhænger af, hvor kraftigt der svides/flamberes. Typisk reduceres antallet af bakterier med en faktor 100-10.000 (2-4 log-enheder).

I svinenes tarmkanal forekommer E. coli i et antal på ca. 5,7 log cfu pr. g. gødning (Nauta, 2013). Da E. Coli forekommer i højt tal i alle svin, og minder om Salmonella mht. følsomhed ved varmedrab og evne til vækst, er det en god indikator for den samlede "hygiejneeffekt" af processerne i den sorte ende.

Tidligere undersøgelser (Larsen, 2010) viser, at det er muligt at styre processerne i den sorte ende, så E. coli er et sjældent fund på sværen ved indgang til ren linje (<10 % positive prøver) og i lavt tal, når den bliver fundet (< 10 cfu/cm²).

Lavt kimtal på sværen ved indgang til ren linje opnås ved at undgå vækst af Salmonelle, E. coli mfl. i hårstødere og svide/flambere så kraftigt som muligt.

Typiske forbrugstal

Typisk er forbruget af gas ved svidning mellem 0,3 og 0,4 m³ pr. slagtekrop (data fra Projektet "optimal svidning" gennemført i 2011 og omfattende 5 slagtesteder). I en håndbogsside fra 1988 angives et forbrug på 0,5 l gasolie svarende til 0,64 m³ naturgas.

Vandforbruget ved hårstødning varierer meget fra slagtested til slagtested: 3-12 l pr. slagtekrop.

Med 4 kr./m³ gas og 25 kr. pr. m³ vand, svarer det til 0,1-0,3 kr. pr. slagtekrop for vand og 1,2-1,6 kr. for gas. En del af energien fra svidningen genindvindes.

Muligheder for at spare på ressourcerne i den sorte ende

Procesparametrene ved skoldning kan kun ændres i meget begrænset omfang, hvis hårene skal være løse. Det vil sige, at den eneste mulighed for at spare energi ved karskoldning er at isolere karret bedst muligt. Des flere timer, der skoldes i samme kar, desto lavere vandforbrug. Der er dog en øvre grænse, da der kan opsamles så meget skidt i skoldekarret, at lungerne bliver sorte indvendige.

Ved hårstødning skal der cirkuleres en vis mængde vand for at fjerne børsterne efterhånden som de afstødes. Vandmængden skal være så stor, at bakterier i videst muligt omfang skylles væk og vækst undgås. Det er traditionelt gjort ved at tilføre rent vand. På flere slagterier er det forsøgt at recirkulere vandet i hårstødere uden at foretage andet end at fjerne børsterne. Hver gang har det givet store problemer pga. vækst af Salmonella i hårstøderne - Salmonella er tilført slagtekroppene i så stort et antal, at de ikke har kunnet fjernes ved svidning.

Banss (<http://banss.de/en/#slaughtering-technology-pig-dehairing/>) sælger hårstødere, hvor vandet i store mængder recirkuleres i hårstøderne ved en temperatur på ≥ 60 °C; hårseparationen foregår i bunden af hårstøderne. Derved undgås i teorien vækst, og der kan tilføres store mængder vand. I hårstøderne fra Banss er der indbygget låger for at undgå problemer med kondens. Ifølge slagterier i udlandet, hvor hårstøderne er installeret, kan der opnås meget lave kimtal på sværen efter sort linje også selv om sværen kun flamberes meget let efterfølgende.

Gasforbruget ved svidning er betinget af krav til sværkvalitet og/eller krav om en vis kimreduktion for at kunne opfylde de krav der er til kimtal i forordningen om de mikrobiologiske kriterier og den danske salmonellahandlingsplan. Kravet til, hvor stor kimreduktionen skal være vil være betinget af, hvor højt kimtallet er på sværen efter hårstødning.

Hvis en reduktion af vandforbruget i hårstøderne kan foretages samtidigt med, at kimtallet reduceres på sværen efter hårstødning, vil svidningen efterfølgende primært skulle foretages af kvalitetsmæssige årsager. Det vil sige, at der i så fald bliver mulighed for at spare på gassen, hvis alle produkter afsværes, eller afsættes på markeder, hvor der ikke stilles krav til sværkvalitet. Bemærk, at der er en grænse for, hvor dårlig sværkvaliteten kan blive, da der er et lovkrav om, at alle børster skal fjernes.

Der er derfor gennemført forsøg, hvor målet var at recirkulere vandet i eksisterende hårstødere ved en temperatur på 60 °C.

Desuden er der gennemført forsøg, hvor drabseffekten ved svidning er undersøgt på kroppe, hvor sværen var hhv. våd eller tør.

Forsøg med recirkulering af vand i hårstødere - fremgangsmåde

Overordnet forsøgsbeskrivelse

Forsøgene blev gennemført på en virksomhed med to adskilte linjer fra og med skoldning til og med hårstødning. Der var to hårstødere pr. linje. Slagte hastigheden var ca. 410 svin pr. time.

På den ene linje blev der installeret et rørsystem, så det var muligt at tilføre store mængder vand med 60 °C til begge hårstødere. Planen var at starte med vand af drikkevandskvalitet og senere bygge en varmeveksler på, så vandet fra hårstøderne kunne recirkuleres og opvarmes til 60 °C efter separering af børster.

For at kontrollere bakteriologien, blev der udtaget prøver fra linjen med varmt vand i hårstøderne og fra linjen uden varmt vand i hårstøderne. Der blev udtaget prøver fra slagtekroppe og fra det vand, der kommer nenedud af hårstøderne.

Prøveudtagning mikrobiologi

Der er udtaget boreprøver fra slagtekroppe efter hårstøder. Ved hver gentagelse er der udtaget 25 prøver fra "forsøgs-kroppe" og 25 prøver fra "reference-kroppe". Prøver er udtaget skiftevis fra højre og venstre side af slagtekroppene.

Prøver er udtaget 5 ad gangen fra hver linje med en times mellemrum.

Prøver er udtaget med rundbor, 10 cm², og skalpel fra det højeste punkt på brystbenet op mod midterlinjen.

Vandprøver er udtaget ved at holde en stomacherpose ind under hårstøderne. Der er udtaget 1 prøve pr. hårstøder (forsøg og reference) efter afslutning af prøveudtagning fra slagtekroppe.

Analyser - mikrobiologi Prøver er opbevaret på køl indtil analyse.

Prøver fra slagtekroppe er analyseret for:

- Aerobt kimtal 20°C: Dybdeudsæd i PCA. Inkubering ved 20°C i 5 døgn, jf. 66009-ANF-108-06.
- E. coli: Overfladeudsæd på PetrifilmTMEC. Inkubering ved 37°C i 2 døgn, jf. 66009-ANF-111-03.

Vandprøver er analyseret for:

- Aerobt kimtal 20°C: Dybdeudsæd i PCA. Inkubering ved 20°C i 5 døgn, jf. 66009-ANF-108-06.
- E. coli: Overfladeudsæd på SSI Enteric medium (Cat. 34121 SSI, Hillerød). Inkubering ved 37°C i 1 døgn.
- Salmonella: Overfladeudsæd på SSI Enteric medium (Cat. 34121 SSI, Hillerød). Inkubering ved 37°C i 1 døgn.

Forsøg med recirkulering af vand i hårstødere - Resultater mht. selve processen

Kondens

Tilførsel af vand med en temperatur på 60 °C gav store problemer med damp i lokalet og kondens på overliggende strukturer. Ved tilførsel af en samlet vandmængde på 40-42 l pr. slagtekrop til begge hårstødere var problemerne tålelige i forsøgssammenhæng; men det vil ikke være muligt at køre med de vandmængder i daglig drift.

Det blev derfor ikke forsøgt at recirkulere vand.

Temperaturer

Under prøveudtagningen blev der målt temperaturer i hårstødere og på kroppe i/fra hhv. forsøgs-linje og reference-linje. Resultaterne er vist i tabel 1.

Tabel 1: Temperaturer målt i hårstødere og på kroppe ved forsøgene.

	Forsøgslinje	Referencelinje
Skulder på stødebord	43-45 °C	32-41 °C
I top hårstøder 1	46-51 °C	32 °C
I top hårstøder 2	44-45 °C	-
Vand ud af bunden på hårstøder 1	47-53 °C	32 °C

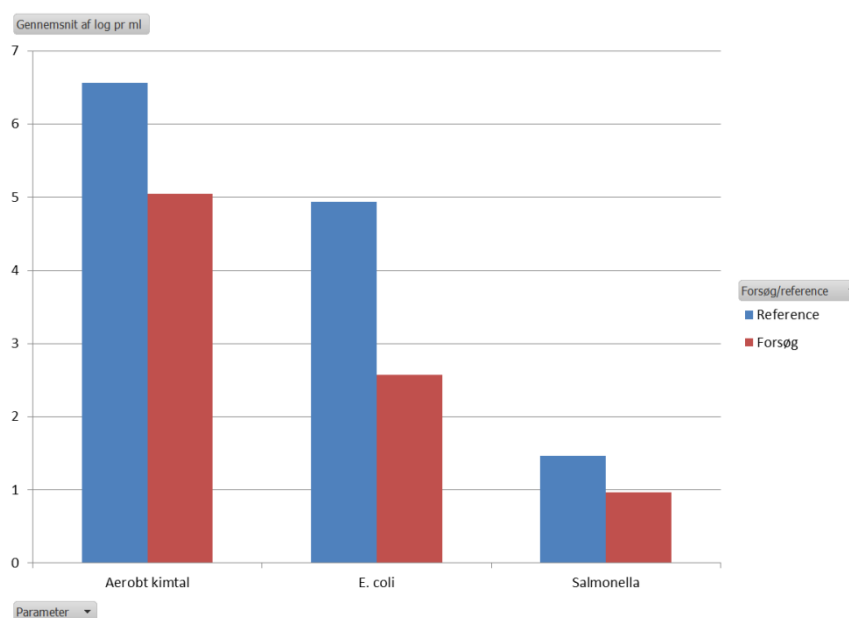
Vand ud af bund på hårstøder 2	40-50 °C	-
Børsteklump indenfor dør, hårstøder 1	46-49 °C	-
Børsteklump indenfor dør, hårstøder 2	41-48 °C	-

Som det fremgår af tabel 1, når temperaturerne i hårstøderen på forsøgslinjen op i et niveau, hvor vækst kun forekommer i begrænset omfang, men hvor det stadigvæk kan forekomme. Den øvre grænse for vækst af E. coli og Salmonella er hhv. 45 °C og 46 °C. Ved de målte temperaturer vil der ikke være noget drab af salmonella.

Forsøg med recirkulering af vand i hårstødere - Bakteriologiske resultater

Bakteriologi

Kimtal i vand fra hårstødere er vist i figur 1. Kimtallene er opgjort samlet for de 4 forsøgsdage, da der ikke var systematiske forskelle mellem dage.

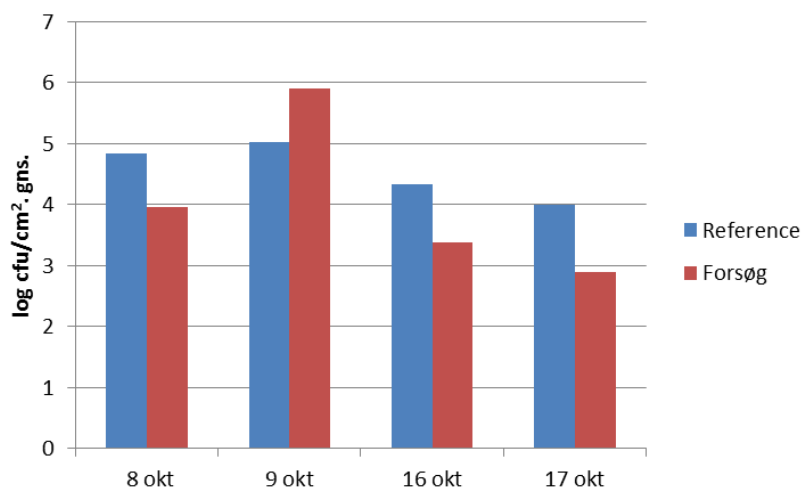


Figur 1: Aerobt kimaltal, E. coli og Salmonella, log cfu/ml, i vand fra hårstødere. n=8 pr. søjle. Tal er opgjort som et samlet gennemsnit for de 4 forsøgsdage.

Som det fremgår af figur 1, er kimtallene i vandet under hårstødere i alle tilfælde lavere på forsøgslinjen end på referencelinjen.

Antallet af E. coli er mere end 100 gange lavere på forsøgslinjen end på referencelinjen, så forskellen mellem kimaltal kan ikke alene skyldes fortynding pga. den store vandmængde på forsøgslinjen. Antal Salmonella er kun en faktor 3 lavere; det kan forklares alene med fortynding.

Aerobt kimaltal fundet på kroppe efter hårstødning er vist i figur 2 for hver af de 4 gentagelser af forsøget. Forskelle mellem gennemsnit på enkelt dage er i alle tilfælde signifikante ($p \leq 0,0001$). Bortset fra en af de tre gentagelser, er kimtallet i alle tilfælde lavere på forsøgslinjen end på referencelinjen. Der kan ikke gives nogen forklaring på, hvorfor kimtallet den ene dag er højere på forsøgslinjen end på referencelinjen.



Figur 2: Aerobt kimaltal på kroppe efter hårstødning på referencelinje- og forsøgslinjen. n=25 pr. søjle

E. Coli er kun fundet i lavt tal på kroppe fra såvel forsøgs- som referencelinjen. På enkelte forsøgsdage var forekomsten af prøver med et påviseligt indhold af E. coli under 10 % efter hårstødning. Der var ingen systematisk forskel på antallet af E. coli efter hhv. forsøgs- og referencelinje. Dette er umiddelbart overraskende. En forklaring kunne være, at der på begge linjer foretages en grundig afskyllning af kroppene i forbindelse med, at de forlader hårstøderne. Under alle omstændigheder er antallet af E. coli usædvanlig lavt.

Drabseffekt på kroppe, når sværen er hhv. våd og tør

Fremgangsmåde

I forlængelse af prøveudtagningen efter hårstødning er der også taget prøver efter svidning. Der er taget prøver fra to hold slagtekroppe, hvor det ene hold er overbruset umiddelbart inden svidning. Formålet var at undersøge drabseffekten ved svidning af hhv. "tør" og våd svær. "Tør svær" er i denne sammenhæng en svær, hvor der ikke er synlige vanddråber.

Effekt vurderet visuelt

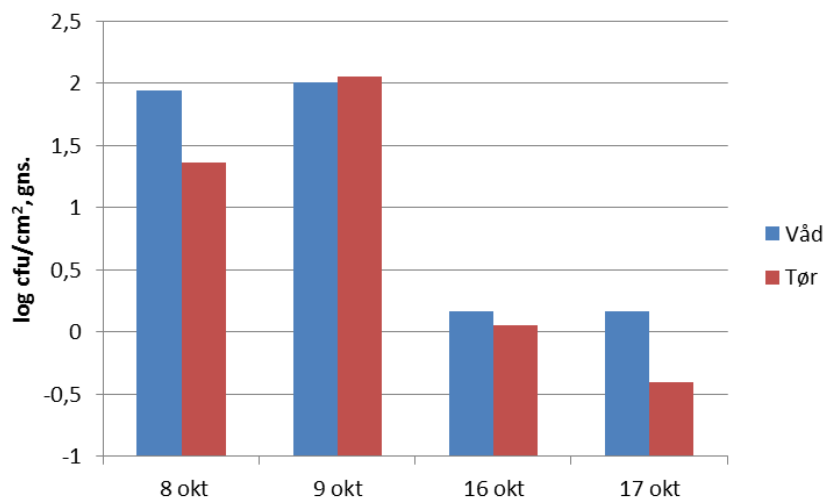
Visuelt vurderet, virker svidning bedst på en tør svær. Efter overbrusning var der dele af sværen, primært i lyskeområdet, der fremstod rå/usvedne.

Der var ikke synlig forskel i svidegrad på brystbenet, hvor prøverne er udtaget.

Drabseffekt

Efter svidning er der fundet E. coli i to blandt 300 undersøgte prøver i et antal på hhv. 15 og 20 cfu/cm².

Aerobt kimtal efter svidning med hhv. tør og våd svær opgjort for alle 4 gentagelser af forsøget er vist i figur 3. På enkelte forsøgsg dage var det aerobe kimtal under detektionsgrænsen i op til 62 % af prøverne. Gennemsnit er derfor estimeret vha. proc. Lifereg (SAS[®], vers. 9.2).



Figur 3: Aerobt kimal, gns., efter svidning, når sværen har været hhv. våd eller tør.

Som det fremgår af figur 3, var det aerobe kimal ved 3 ud af 4 gentagelser lavest, når sværen var tør. Ved forsøgene udført 8., 16., og 17. oktober var forskelle i alle tilfælde signifikante (p-værdi mellem 0,005 og 0,05). At der er en af dagene, hvor der ikke kunne registreres en forskel, kan der ikke gives en forklaring på.

Generelt var kimal lave efter svidning. I projektet mikrobiologisk Benchmarking (Larsen, 2010) blev der også udtaget prøver umiddelbart efter svidning. Her var kimaltallet i ingen tilfælde $< 2,2 \log \text{ cfu/cm}^2$ i gennemsnit.

Konklusion

På grund af kondens har det ikke været muligt at tilføre varmt vand i mængder, så det kan eftervises, om store mængder varmt ($\geq 60 \text{ }^\circ\text{C}$) vand giver en forbedret hygiejne ved hårstødning. På den virksomhed, hvor forsøgene er gennemført var kimaltallet i forvejen også så lave, at det kan diskuteres, om det er nødvendigt.

Det har derfor heller ikke været muligt at eftervise, om recirkulering af vand i hårstødere kan indføres, uden at det giver bakteriologiske problemer.

Det kan overvejes at forsøge med recirkulering af vand i et system, hvor vandet varmes op i forbindelse med recirkulering, for at opnå et bakteriedrab, og derefter afkøles så meget, at det ikke giver kondensproblemer.

Ved svidning opnås der størst effekt, når sværen er tør.

Recerencer

- Larsen, 2010* Larsen, H. D. og H. Christensen. 2010. Mikrobiologisk benchmarking. Bakteriologi på slagtegangen og efter køling. Proj. Nr. 1378392-02. Rapport af 9. juli. DMRI/Teknologisk Institut, Roskilde.
- Nauta, 2013.* Nauta, M. et al. 2013. Prediction of *Salmonella* carcass contamination by a comparative quantitative analysis of *E. coli* and *Salmonella* during pig slaughter. Int. J. of Food Microbiology, 166, s. 231-237.
- Steenberg, 2005* Steenberg, B. et al. 2005. Hygiejneoptimeret slagtning – Sort afdeling. Betydning af vandmængden i hårstøderen. Ref. Nr. 18.477, Rapport af 25. april 2005, SFDokumenter 27.393.2, Slagteriernes Forskningsinstitut, Roskilde.