



Notat

Reduceret udligningstid – tidligere opskæring Status på indledende forsøg på ZBC

Marchen Hviid

23. december 2021

Proj.nr. 2008807

Version 3

MAHD/mt

Formål

Optimal indstilling og placering af elstimuleringsudstyr (målt som effekt og pH-fald i kam og skinke), så tidspunkt for rigor accelereres, uden der sker kvalitetsændringer.

Elstimulering vil betyde en øjeblikkelig ændring i pH samt et hurtigere pH-fald og vil derfor afkorte tidspunktet, til rigor indtræffer. Der kan være forskellig effekt på kødkvaliteten, afhængig af om stimuleringen og energitildelingen foretages i blodgangen før eller efter organudtagning.

Delforsøg 1. Indstilling af stimulerin- gen

Vi skal finde indstillinger af udstyret og placering på linjen, som giver et pH-fald på 0,1 – 0,15 – 0,2 – 0,30. Indstillingerne i udstyret skal reguleres vha. strømstyrke, puls/pause og stimuleringstid.

Tidlig opskæring

Tidligere forsøg i 2020 [1] viste, at tidlig opskæring, fx 5,5 timer efter stikning, medførte mere dryptab, hårdere kød og brystflæsk, som trak sig sammen.

Delforsøg 2. Elstimulering og tidlig opskæring

De endelige stimuleringsprofiler skal efterfølgende testes på slagtekroppe, som også køles effektivt, og derefter opskæres tidligere. Hermed kan det undersøges, om effekten af elstimulering vil forbedre kvaliteten af midterstykket efter en tidlig opskæring.

Konklusion

Elstimulering af en hel slagtekrop giver med det samme en respons i pH-faldets hastighed, og jo mere energi, der afsættes i kroppen, jo større effekt opnås.

På griseslagtekroppe må pH-faldet ikke blive for hurtigt, da det medfører større dryptab.

De indledende forsøg blev gennemført med stimuleringsprofiler baseret på erfaringer fra kreaturslagterier, hvor der bl.a. stimuleres i ca. 30 sekunder. Forsøgene viste, at grisekroppe påvirkes af væsentligt kortere stimuleringstid, og de næste test vil derfor blive med kort stimuleringstid: 5 og 10 sekunder med 280 mA. Samtidig viste forsøgene, at puls/pause på 5/65 giver en bedre effekt end puls/pause 5/35, fordi kroppene med den længere pause når at blive afslappede, før der igen sættes spænding på.

Gennemførelse

Delforsøg 1. Optimal indstilling af profil og placering på linjen

Forsøgene blev gennemført på ZBC, Roskilde efter den samme skabelon med 4 hold a 6 slagtekroppe, som blev stimuleret med 3 forskellige profiler. Hver 4. krop var ikke-stimuleret til kontrol, tabel 1.

Tilført energi (summen af Joule i hver puls) blev beregnet således:

$$\text{Tilført energi [J]} = \frac{\text{Totaltid[s]} * \text{Pulsbredde[ms]}}{\text{Pulsbredde[ms]} + \text{Pause[ms]}} * \text{Strøm[mA]} * 1000 * \text{Spænding[V]}$$

Tabel 1. Profiler brugt de enkelte uger, gennemsnit af tilført energi (J)

Profil	19	21	22	23	24	26
140 mA 5/65 15s					9	5,8
140 mA 5/65 30s			13	18		
280 mA 5/65 15s					30	
280 mA 5/65 20s			28	43		
280 mA 5/35 15s						36
280 mA 5/65 30s	57	43	43	66	63	42
400 mA 5/65 30s	109	81				
400 mA 5/35 30s	190	155				

	Hvid linje – efter åbning
	Efter sværbehandling – før åbning
	Blodgang

Forsøgene viste, at det ikke var uden betydning for den tilførte energi i slagtekroppen, hvor i processen elstimulering blev udført. Fx vil stimulering i blodgangen med den samme profil afsætte ca. 30% mere energi end efter sværbehandling, før åbning. Samme stimulering udført samme sted på linjen afsatte samme mængde energi i kroppen.

Analysen

Effekt af behandling og uge blev analyseret med SAS ©, PROC GLM med behandling og uge som fixed effects.

Model: $\text{Kvalitetsmål} = \text{Behandling}_{1-9} + \text{uge}_{1-6} + \epsilon$

Forsøgsmateriale

Forsøgsgrisene blev ikke udvalgt specielt til disse forsøg, men repræsenterede de grise, som blev leveret til ZBC den pågældende dag, og kom derfor fra den samme producent/dag. Der blev ikke stillet krav om, at de enkelte forsøgsgrupper pr. dag skulle balanceres med hensyn til køn.

Der blev registreret slagtevægt, kødprocent og længde på grisene. På grisene stimuleret før åbning blev der også registreret vægt af plucks og tarme, så vægten af den samlede krop, som blev stimuleret, kunne angives.

Tabel 2. Slagtedata for forsøgsgrise

Køn	Antal	Hel vægt	Slagtevægt	Kød %	Længde
So	80	104 ± 6	89,5 ± 4,9	61,4 ± 2,1	185 ± 6
Galt	64	105 ± 6	89,4 ± 4,6	60,7 ± 2,1	185 ± 6

Forsøgsgrisene afveg ikke fra gennemsnittet af danske slagtegrise, og der var ikke effekt af køn på slagtevægt og længde.

Der blev ikke fundet sammenhæng mellem tilført energi og slagtekroppens vægt og kødprocent eller forskel på reaktion mellem sogrise og galte.

<i>pH-måling</i>	Alle pH-målinger blev udført med et Pro2go pH-udstyr med glaselektrode Ø 6 mm (kaliumklorid elektrolyt) Lot 406-M6-s7/25. Udstyret blev kalibreret til enten varm måling (kroppen var >20°C) eller kold måling (kroppen var <20°C).
<i>EZ-dryptab</i>	Dryptab blev analyseret med den standardiserede gravimetrisk EZ-Drip-Loss-metode, hvor der udkæres to prøver på ca. 10 gram fra en skive på 2,5 cm, som vejes igen efter 24 timer til beregning af dryptab.
<i>Farvemåling</i>	Farvemåling (L*, a*, b*) blev foretaget med Minolta 400 CR. 4 målinger pr. skive af kam efter 60 minutters blooming.
<i>Temperatur</i>	Temperaturen blev målt i delstykkerne med indstikstermometer i forbindelse med pH-målingen, og der blev desuden isat Testo-loggere til registrering af hele temperaturforløbet i de første 8 kroppe (2/behandling). Der blev logget for hvert minut, og tidspunkt for stikning blev benyttet som 0-tidspunkt for alle logninger.
<i>Effekt af stimulering</i>	pH-måling i kam og inderlår blev benyttet som mål for effekten af stimulering, og målingerne blev foretaget to gange, før slagtekroppen startede nedkølingsprocessen, med ca. 15 minutters mellemrum.

Tabel 3. Forskellen mellem 2. og 1. pH-måling i kam, gennemsnit af 6 kroppe pr. gruppe

Profil	19	21	22	23	24	26
Kontrol	0,0	-0,07	-0,17	0,0	-0,15	-0,07
140 mA 5/65 15s					-0,20	-0,12
140 mA 5/65 30s			-0,42	-0,18		
280 mA 5/35 15s						-0,36
280 mA 5/65 15s					-0,18	
280 mA 5/65 20s			-0,54	-0,17		
280 mA 5/65 30s	-0,08	-0,37	-0,47	-0,27	-0,38	-0,50
400 mA 5/65 30s	-0,12	-0,50				
400 mA 5/35 30s	-0,05	-0,53				

At foretage pH-målinger i varme muskler er ikke enkelt, da pH ændrer sig hurtigt pga. ændringer i energiomsætningen. Dette fremgår også af tabel 3. Bl.a. blev der i nogle af ugerne observeret pH-fald i kontrolgrisene, dog ikke af samme størrelse som i de elstimulerede grise.

Der blev fundet en signifikant forskel mellem *kontrolgrisene* og behandling '280 mA 5/65 i 30 sekunder' i alle ugerne, uanset placering på linjen.

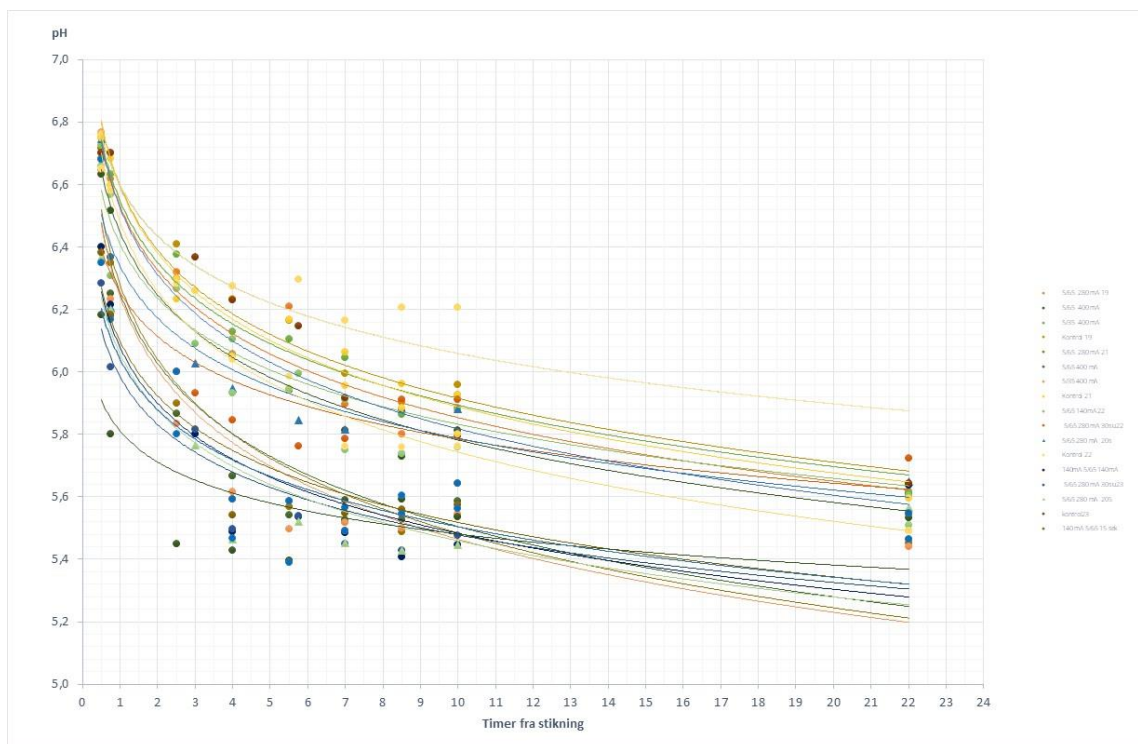
Mere energi -> større pH-fald

Generelt blev det fundet, at jo mere energi, der blev afsat i kroppen under stimulering, jo større difference blev der opnået mellem de to tidlige pH-målinger.

Inderlår

Der blev ikke fundet forskel mellem behandlinger/uger på differencen mellem pH2 og pH1 for inderlår.

pH i kam og inderlår blev målt ca. 1½ time, fra kølingen blev startet, og de næste 7 timer for at kunne analysere hastighed og tid til pH = 6 (rigor-processers start). Desuden blev slut-pH (efter 22 timer) målt. pH-forløbet blev beskrevet vha. et logaritmisk kurveforløb, se figur 1. Tidspunkt for stikning blev benyttet som starttid i de enkelte uger.



Figur 1. pH-forløb i kam, alle hold. De gule kurver repræsenterer kontrolhold.

pH-forløbet varierede både med profil og placering, ligesom der var en del variation mellem uger også for kontrolholdene. Elstimulering gav dog i alle uger et væsentligt hurtigere pH-fald end kontrolholdet. Kølingen på ZBC var batchkøling, og det betød, at temperaturfaldet var langsommere også sammenlignet med kroppe, som køles i tunnel.

Temperaturfald i kam

Temperaturforløbet i den enkelte slagtekrop afhang ikke af elstimulering, men der blev fundet nogle små forskelle mellem de enkelte uger. Tiden til kernetemperatur på 15°C i kam varierede mellem 4 og 7,5 timer fra stikning.

Temperaturfald i skinke

Temperaturfaldet i skinke var noget langsommere, og der var ikke effekt af elstimulering, men forskel mellem de enkelte uger. Tid til 15°C varierede 7-11 timer fra stikning.

Variationerne i temperaturforløbet vil også påvirke pH-faldet og dermed tid til pH = 6,0.

Tabel 4. Timer fra stikning til pH = 6 i kam, baseret på formler fra figur 1.

Profil	19	21	22	23	24	26
Kontrol	7,53	6,94	12,83	6,81	6,53	4,3
140 mA 5/65 15s					1,47	4
140 mA 5/65 30s			5,14	1,36		
280 mA 5/65 15s					1,19	
280 mA 5/35 15s						2
280 mA 5/65 30s	6,07	2,25	3,49	0,93	0,27	2,0
280 mA 5/65 20s			4,13	1,25		
400 mA 5/65 30s	4,69	2,17				
400 mA 5/35 30s	6,87	2,04				

Der var nogen forskel i beregnet tid til pH = 6 baseret på et estimeret logaritmisk forløb, ud fra gennemsnitskurven for de 6 kroppe pr. behandling pr. forsøgsuge. Specielt kontrolgrisene i uge 22 havde et meget langsomt fald, som ikke kan forklares af temperaturforløbet. pH-fald i inderlår var også lidt langsommere i denne uge.

Kvalitet i kam uge 24 og 26

PSE-pletter i skinker

Der blev ikke observeret øget frekvens af PSE-pletter i skinkerne. Det var dog ikke muligt at foretage en standardiseret bedømmelse, da skinkerne skulle anvendes til undervisningsbrug, men der kom ingen bemærkninger fra de kursusansvarlige.

Midterstykke kvalitet

I uge 24 og 26 blev 3 midterstykker fra hver behandling taget fra, og der blev målt farve og dryptab for at få et foreløbigt indtryk af elstimuleringens indflydelse på kvaliteten.

Tabel 5. pH, farve og EZ-dryptab i kam uge 24 og 26

Behandling	Kontrol	140 mA 5/65 15s	280 mA 5/65 15s	280 mA 5/35 15s	280 mA 5/65 30s
Energi [Joule]	0	7,3	29,5	36,0	52,5
pH 9 Kam 22 t	5,54	5,53	5,55	5,47	5,50
pH 9 Inderlår 22 t	5,55	5,54	5,63	5,50	5,57
Diff. pH2-pH1 kam	-0,11 ^a	-0,16 ^a	-0,18 ^a	-0,36 ^b	-0,44 ^b
EZ-DripLoss	2,5 ^a	3,3 ^a	4,1 ^{ab}	4,7 ^b	6,6 ^b
L*(D65)	54,4	55,8	57,3	55,0	57,8

Rækker med forskelligt bogstav er signifikant forskellige på ***-niveau.

Den statistiske analyse baseret på det begrænsede antal slagtekroppe viste, at elstimulering med 280 mA i 30 sekunder gav et større dryptab og en større difference i de første pH-målinger, mens der ikke blev fundet forskel på L* og slut-pH.

Konklusion

Elstimulering af en hel slagtekrop giver med det samme en respons i pH-faldets hastighed, og jo mere energi, der afsættes i kroppen, jo større effekt opnås.

På griseslagtekropper må pH-faldet ikke blive for hurtigt, da det medfører større dryptab.

De indledende forsøg blev gennemført med stimuleringsprofiler baseret på erfaringer fra kreaturslagterier, hvor der bl.a. stimuleres i ca. 30 sekunder. Forsøgene viste, at grisekropper påvirkes af væsentligt kortere stimuleringsperiode, og de næste test vil derfor blive med kort stimuleringsperiode: 5 og 10 sekunder med 280 mA. Samtidig viste forsøgene, at puls/pause på 5/65 giver en bedre effekt end puls/pause 5/35, fordi kroppene med den længere pause når at blive afslappede, før der igen sættes spænding på.

Delforsøg 2. Elstimulering og tidlig opskæring

Tidlig opskæring

Tidligere forsøg i 2020 [1] viste, at tidlig opskæring fx 5,5 timer efter stikning medførte mere dryptab, hårdere kød og brystflæsk, som trak sig sammen. Elstimulering vil måske afhjælpe nogle af disse kvalitetsfejl.

Den bedste stimuleringsprofil fra delforsøg 1 blev efterfølgende testet på slagtekropper, som også blev kølet i en simuleret tunnel og derefter opskåret efter 5,5 timer. Resultaterne blev sammenlignet med forsøget gennemført i 2020.

Gennemførelse

Testen blev gennemført i ugerne 43 og 44 med 4 stimulerede slagtekropper pr. uge. Stimuleringsprofilen var: kontakt i 15 sekunder med 280 mA og puls/pause på 5/65. Stimuleringen blev foretaget lige før overgang til hvid linje.

Undersøgelserne blev foretaget som parvis sammenligning for effekt af opskæringstidspunkt. Derfor blev slagtekroppene delt lige efter klassificering, hovedet blev skåret af, og de halve kroppe blev hængt på to torne, som kunne sættes ind i fryseren med blæsere, som kunne sikre en luftcirkulation. Procestiden var 120 minutter, og der kunne køles 4 slagtekropper ad gangen.

Efter nedkølingsprocessen blev slagtekroppene flyttet til udligningskølerum inden videre undersøgelser, enten tidlig opskæring eller opskæring efter 24 timer som kontrol.

Resultater

De 8 slagtekropper vejede 92 kg i gennemsnit med en kødprocent på 61,4. Stimuleringen afsatte 24 MJ i gennemsnit pr. krop.

pH-målinger

pH blev målt i kam og inderlår umiddelbart efter stimulering, lige før køling startede, efter 3 timer og igen før opskæring ved 24 timer. Tabel 6 viser resultaterne sammenlignet med resultaterne fra 2020, hvor kroppene ikke blev elstimulerede.

Tabel 6. pH med og uden elstimulering

	Elstimulering og tidlig opskæring	Kontrol ikke elstimuleret
pH kam 30 min	6,5	6,7
pH kam 45 min	6,4	6,6
pH kam 330 min	6,0	6,1
pH kam 1320 min	5,7	5,6
pH inderlår 1320	5,7	5,6

Elstimulering gav med det samme et fald i pH i kam, som blev forsinket ved hjælp af simuleret køling. Slut-pH blev lidt højere. Desværre havde en af de stimulerede slagtekroppe udviklet DFD, som jo først kunne erkendes efter de 22 timer. Data fra denne slagtekrop er udeladt af de næste resultater.

Der blev også målt EZ-DripLoss i kam, farve med Minolta 400 CR, og der blev taget en prøve af kammen til konsistensmåling. Denne prøve blev indfrosset efter modning i 3 døgn, regnet fra stikning, og efterfølgende optøet og kogt efter standardmetoden.

Alle skinker blev åbnet og vurderet for PSE-pletter ved rørbenet. Der blev ikke fundet PSE-pletter i skinkerne.

Snitfladerne på skinker og forender blev fotograferet ved 3-delning, og for de tidligt opskårne igen efter 22 timer.



Figur 2. Snitflader af delstykke efter tredeling.

Der er ikke den store forskel på snitfladerne efter 5,5 timer sammenlignet med 22 timer. Elstimulering vurderes at hindre noget af muskelsammentrækningen ved tidlig opskæring, som var mere tydelig uden elstimulering.

Forskellen i kvalitet mellem de to halve slagtekroppe kan tilskrives opskæringstidspunktet. Effekt af opskæringstidspunkt er beregnet som forskel mellem halvdel opskåret efter 5,5 timer og 22 timer.

Resultatet fra de elstimulerede kroppe er sammenlignet med resultaterne fra 2020, som ikke blev elstimulerede, og er vist i tabel 7.

Tabel 7. Effekt af elstimulering på kvalitet efter opskæring 5,5 eller 22 timer fra stikning.

	Uden elstimulering 2020	Med elstimulering 2021
pH inderlår	0	0
Dryptab	-1,8	-0,1
Farve	-0,6	-0,6
Konsistens: Overskæring, N	-30	-15
Længdereduktion mørbrad	17%	13%
Brystflæsk længde, cm	-3,2	-3,6

Konklusion

Opskæring efter 5,5 timer gav højere dryptab end opskæring ved 22 timer, både i 2020 og 2021. Elstimulering betød at forskellen i dryptabet blev mindre. Desuden blev forskellen i konsistens også mindre.

Elstimulering havde ikke effekt på farveforskellen mellem tidlig og kontrolopskæring, og der blev ikke fundet en effekt på længden af brystflæsk.

Elstimulering før åbning af slagtekroppen vil give et hurtigere pH-fald som kombineret med hurtig nedkøling vil give mulighed for tidligere opskæring.

Referencer

- [1] Nye effektive køleprocesser – Kvalitet efter tidlig tredeling 3½ eller 5½ timer fra stikning. Rapport af 20. december 2020. Proj.nr. 2007976.