

RAPPORT B-307

BEÏNVLOEDING VAN DE KWALITEIT VAN KALFSVLEES
DOOR ELEKTROSTIMULATIE, KOELING EN MOMENT
VAN UITSNIJDEN

P.G. van der Wal, A.H. Bolink en R.G. Kauffman

The effect of electrostimulation, chilling and
the moment of dissection on veal quality

november 1987

Instituut voor Veeteeltkundig Onderzoek "Schoonoord"
Dribergseweg 10 D - tel. 03404 - 29611
Postbus 501, 3700 AM Zeist

ISN 166055

INHOUDSOPGAVE

	<u>blz.</u>
1. INLEIDING	5
2. MATERIAAL EN METHODEN	6
2.1. Statistische analyses	8
2.2. Opmerkingen	8
3. RESULTATEN EN DISCUSSIE	10
4. CONCLUSIES	15
5. LITERATUUR	16
6. SAMENVATTING	18
7. SUMMARY	19
8. UITGEBREIDE SAMENVATTING	20
DANKBETUIGING	21
TABELLEN	22
GRAFIEKEN	30
BIJLAGE	34

BEÏNVLOEDING VAN DE KWALITEIT VAN KALFSVLEES DOOR ELEKTROSTIMULATIE, KOELING EN MOMENT VAN UITSNIJDEN

P.G. van der Wal, A.H. Bolink en R.G. Kauffman

1. INLEIDING

Half augustus 1986 werd een experiment uitgevoerd bij een grote kalver-slachterij met als doel meer inzicht te krijgen in de factoren die bij kalfsvlees de kwaliteit beïnvloeden.

Elektrostimulatie, de temperatuur gedurende de eerste uren volgend op het doden en het moment waarop de spieren worden losgemaakt van hun aanhechtingen aan het skelet, beïnvloeden de malsheid, het waterbindend vermogen en de kleur van kalfsvlees. Welke combinatie van behandelingen de beste is om een optimale vleeskwaliteit bij vleeskalveren te verzekeren, is echter niet geheel duidelijk. Niet eenduidige literatuurgegevens ten aanzien van elektrostimulatie (ES) en conditionering (b.v. BUTS et al., 1986; CASTEELS et al., 1986; UNRUH et al., 1986) maken het moeilijk te verklaren hoe het opzwellen van spiervezels, de lengte van de sarcomeren (= sarcomeerlengte, SL) en de myofibrillaire fragmentatie index (MFI) de malsheid, het waterbindend vermogen en de kleur van kalfsvlees beïnvloeden.

Om meer inzicht te krijgen in bovengeschetste problematiek werd het praktijkonderzoek uitgevoerd waarbij het effect van ES, conditioneren en uitsnijden op een tweetal tijdstippen na het slachten, werd nagegaan met behulp van diverse vleeskwaliteitsparameters, zoals pH, temperatuur, waterbindend vermogen, kleur en taaiheid (= malsheid) op de vleeskwaliteit bij kalveren.

2. MATERIAAL EN METHODEN

Het diermateriaal bestond uit 40 uniforme zwartbonte kalveren. De dieren waren afkomstig van één leverancier, zodat de mest- en houderijaspecten binnen de gehele proefgroep gelijk waren. De karkassen werden volgens onderstaand schema aan de diverse combinaties van behandelingen onderworpen:

<u>diernr.</u>	<u>ES/NES</u>	<u>koeltunnel/conditioneren</u>	<u>tijdstip uitsnijden</u>
1 - 5	ES	koeltunnel	24 uur post mortem
6 - 10	ES	koeltunnel	72 uur post mortem
11 - 15	ES	conditioneren (15 °C)	24 uur post mortem
16 - 20	ES	conditioneren (15 °C)	72 uur post mortem
21 - 25	NES	koeltunnel	24 uur post mortem
26 - 30	NES	koeltunnel	72 uur post mortem
31 - 35	NES	conditioneren (15 °C)	24 uur post mortem
36 - 40	NES	conditioneren (15 °C)	72 uur post mortem

ES: elektrostimulatie; NES: geen elektrostimulatie

Op 18 augustus 1986 werden alle dieren tussen 07.30 en 08.00 uur gedood na schietmaskerbedwelming in een restrainer. Direct na het slachtproces werden van bedrijfswege alle karkassen gewogen en beoordeeld op slachttype (beveleedheid: 1 = uitstekend - 10 = slecht), kleur (1 = goed, licht - 8 = slecht, donker) en vetheid (1 = geringe - 5 = zeer vet). De eerste 20 karkassen uit de serie van 40 werden onderworpen aan ES (85 V, 0,07 A, 14 Hz). Hiervan gingen 10 karkassen via de snelkoeling, terwijl de andere 10 werden geconditioneerd bij 15 °C. De snelkoeltunnel bestond uit 3 compartimenten (volgens bedrijfsopgave: -10, -6 en -2 °C). De gemeten temperatuur in het eerste compartiment was -5 °C; die van de beide andere compartimenten werd niet gemeten. De karkassen verbleven ca. 1,5 uur in de koeltunnel, waarna ze werden overgebracht naar een koelcel (ca. 5 °C). De luchtsnelheid in de koeltunnel bedroeg 6,5 m/s.

De te conditioneren karkassen werden in een ruimte gehangen met een temperatuur van 15 °C.

De pH, de temperatuur en de FOP-waarden (Fibre Optic Probe) van de m. longissimus van de beide helften van alle karkassen, werden gemeten ter hoogte van de laatste rib op 90 min., 3 uur 45 min., 6 uur 45 min., 9 uur 45 min. en 11 uur 45 min. post mortem. De geconditioneerde karkassen werden naar de koelcel gebracht na het meetmoment op 11 uur 45 min. post mortem, nadat de pH was gedaald tot beneden pH 6,0. Op ca. 24 uur post mortem en 72 uur post mortem, juist voorafgaande aan het uitsnijden, werden nogmaals pH-, temperatuur- en FOP-metingen uitgevoerd. Van ieder karkas werd een stuk van 15 cm uit de longissimus lumborum genomen. In het craniale deel van het resterende stuk van deze spier werd met de Armour tenderometer (HANSEN, 1972) de malsheid bepaald en met de filtreerpapiermethode (KAUFFMAN et al., 1986) een score gegeven voor de hoeveelheid vrij water. Daarnaast werd een groot aantal laboratoriummetingen uitgevoerd:

- a. kleur: Cielab L*a*b*-waarden, gemeten met een Hunter Labscan, lichtbron D65 (= overeenkomstig daglicht met een kleurtemperatuur van ongeveer 6500 ° Kelvin), 10 ° observer, 30 mm sample port. De metingen werden gedaan aan het verse snijvlak nadat dit circa 15 min. was blootgesteld geweest aan de lucht. De meetmomenten waren 48 en 72 uur post mortem en vervolgens 48 uur na deze tijdstippen.
- b. waterbindend vermogen:
 1. bepaling van het dripverlies via weging voorafgaande aan en na bewaren bij 4 ° C gedurende 48 uur (HONIKEL, 1985). De monsters waren gedurende de bewaarperiode voorverpakt in polystyreen schaaltes en afgedekt met polyethyleen verpakkingsfolie;
 2. de Wierbicki zweltest (WIERBICKI et al., 1962), zijnde het percentage opgenomen water door gehomogeniseerde spiervezels;
 3. filtreerpapiermethode, waarbij naast een score voor het in het filtreerpapier opgenomen vocht, tevens de gewichtstoename van het filtreerpapier werd geregistreerd (KAUFFMAN et al., 1986).
- c. kookverlies nadat tevoren de dripverliezen waren vastgesteld. Hiertoe werden de monsters verpakt in licht vacuum getrokken polyethyleen zakjes en gedurende 1 uur in een waterbad bij 75 ° C geplaatst, waarna gekoeld werd in stromend water (~ 10 ° C) (BOCCARD et al., 1981). Na het droogdeppen van de monsters volgde de uiteindelijke weging voor het kookverlies.

- d. malsheid van de monsters na de bepaling van de kookverliezen. Hier-voor werden uit de gekookte monsters 12 cilindertjes geboord (1,26 cm diameter) die met een Warner-Bratzler mes, gekoppeld aan een Adamel Lhomargy (DY 20 B) werden doorgesneden. De gemiddelden van de 12 metingen in Newton worden gegeven.
- e. sarcomeerlengte in μm met de laser diffractie-methode (VOYLE, 1971). Deze bepaling werd uitgevoerd aan materiaal dat was verzameld direct na het uitsnijden van de karkassen. In tegenstelling tot de andere metingen werd de sarcomeerlengte in verband met de benodigde tijd alleen bepaald van de linker karkashelften.

2.1. Statistische analyses

De waarnemingen zijn geanalyseerd met een zogenaamd split-plot model. Dit model bevat bijdragen van twee bronnen van toevalsvariatie die respectievelijk variatie tussen en variatie binnen karkassen representeren. Daarnaast zijn als 'fixed' effecten de hoofdeffecten en interacties (tot en met de vierde orde) van de volgende vier factoren opgenomen: elektrostimulatie (wel, niet), temperatuur (hoog = conditionering, laag = snelkoeling), tijdstip van uitsnijden (24, 72 uur post mortem) en karkashelft (links, rechts). Afhankelijk van de hoogste orde interactie onder de significante interactie termen, zijn de gemiddelden van bepaalde combinaties van de factoren nader paarsgewijs vergeleken met Fisher's LSD-methode. De berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van het statistisch pakket GENSTAT. Daarnaast zijn enige correlatieberekeningen uitgevoerd.

2.2. Opmerkingen

Getracht werd om via een bepaling van de myofibril fragmentation index (MFI) na te gaan in hoeverre er een verband bestaat tussen deze MFI-waarden en de taaiheid van kalfsvlees, vastgesteld met behulp van de Warner-Bratzler shear force bepaling. Het bleek evenwel niet mogelijk de bepaling van de MFI reproduceerbaar uit te voeren. Dit in tegenstelling tot wat bekend is ten aanzien van het vlees van volwassen runderen,

waarbij zowel de MFI-bepaling gedaan kon worden als een verband kon worden vastgesteld tussen deze bepaling en de Warner-Bratzler shear force waarden (OLSON et al., 1976).

Een bepaling van de scheurweerstand van rauw monstermateriaal in de vorm van spierstrips (2 x 2 cm met een lengte van 15 cm), genomen uit de m. semitendinosus, bleek door storingen in de apparatuur (bij een instituut in het buitenland) op korte termijn niet uitvoerbaar.

3. RESULTATEN EN DISCUSSIE

Ondanks het feit dat reeds voor het begin van het experiment de indeling van de karkassen in de diverse groepen vaststond, bleek dat de 8 groepen niet gelijk waren van samenstelling. Dit kwam tot uiting in significante verschillen bij de bedrijfsbeoordelingen voor slachttype c.q. beveleesheid en karkaskleur (tabel 1). Bij de genoemde verschillen was geen sprake van hoofdeffecten, alleen significante interacties. Bij beide beoordelingskenmerken bestonden er significante interacties met onder andere elektrostimulatie, die op het moment van beoordelen reeds had plaatsgevonden en het tijdstip van ontbenen dat nog plaatsvinden moest en derhalve bij de bedrijfsbeoordelingen op geen enkele wijze van invloed kan zijn geweest. De gevonden verschillen in karkaskleur kunnen, in tegenstelling tot de verschillen in slachttype, gedeeltelijk worden verklaard daar een ES-behandeling normaliter aanleiding geeft tot lichter/bleker vlees bij kalveren (EIKELENBOOM & SMULDERS, 1982; SMULDERS & EIKELENBOOM, 1985). De gemiddelde kleurscores van de gestimuleerde (ES) groepen lagen dicht bij elkaar dan die van de karkassen uit de niet gestimuleerde (NES) groepen.

De pH (tabel 2, grafieken 1 en 2), bepaald op verschillende tijdstippen post mortem, was in de ES-karkassen significant lager dan in de NES-karkassen. De eind-pH's op 24 en 72 uur post mortem waren vrijwel gelijk ($\sim 5,4$). Conditioneren bij 15°C van de NES-karkassen veroorzaakte een snellere pH-daling dan die in de ES-karkassen. Dit gold dan wel de periode van bijna 4 uur tot circa 12 uur post mortem. In de ES-karkassen viel in dezen geen duidelijk patroon waar te nemen. Met betrekking tot de pH was er een significante interactie tussen elektrostimulatie en de temperatuurbehandeling (snelkoeling versus conditioneren).

De temperatuur in de karkassen was op 90 min. post mortem rond de 35°C . Door de snelkoelingsprocedure werd een temperatuurverschil gecreëerd met de geconditioneerde karkassen (tabel 3, grafieken 3 en 4). Op 3 uur 45 min. post mortem was dit verschil reeds 4°C , te weten $24,3$ ten opzichte van $28,3^{\circ}\text{C}$. Op het tijdstip 11 uur 45 min. was het verschil verder toegenomen tot 7°C , bij $13,2$ tegenover $20,2^{\circ}\text{C}$. Na dit laatste meetmoment werden de geconditioneerde karkassen overgebracht naar de koelcel waarin zich de karkassen bevonden die reeds vroegtijdig

via de snelkoeling waren gevoerd. Op 24 uur na slachting was het verschil tussen de karkassen van de beide temperatuurbehandelingsgroepen teruggelopen tot circa 1 °C, bij gemiddelde waarden van 8,1 en 9,4 °C. De verschillen in temperatuur evenals die in pH tussen de behandelingsgroepen die in eerste instantie werden gesignaleerd, bleken dan ook op 24 uur post mortem vrijwel verdwenen.

De lichtreflectie, gemeten met de FOP, gaf aan dat de ES-karkassen significant hogere waarden hadden dan de NES-karkassen. Hierbij was duidelijk sprake van ES als hoofdeffect. De gemiddelde waarden bedroegen respectievelijk 130 voor de ES-karkassen en 116 voor de NES-karkassen, bepaald op 90 min. post mortem. Dit verschil bleef gehandhaafd tot 24 uur na slachting met waarden van 158 en 148 (tabel 4). Binnen de NES-karkassen bleek dat de vleeskleur, vastgesteld via lichtreflectiemetingen, positief werd beïnvloed door het conditioneren. Dit kwam op circa 10 uur post mortem duidelijk tot uiting en was 24 uur na slachting nog steeds aanwezig in de vorm van hogere reflectiewaarden. Met betrekking tot de FOP-metingen werd er een significante temperatuur-karkashelft interactie gevonden. Dat wil zeggen, dat de beide zijden van een karkas niet identiek reageerden op eenzelfde temperatuurbehandeling. De hogere FOP-waarden, gekoppeld aan een snellere pH-daling, konden bij deze groepen gemakkelijk worden verklaard uit de hogere karkastemperaturen tengevolge van het conditioneren. Hierdoor kunnen namelijk diverse chemische processen in het weefsel sneller verlopen. Op 72 uur post mortem waren er, in afwijking tot de bevindingen op 24 uur, niet langer verschillen aanwezig in FOP-waarden tussen de diverse behandelingsgroepen. Uit de bovenstaande gegevens kan worden geconcludeerd dat wanneer geen ES wordt toegepast, conditioneren kan bijdragen tot een snellere pH-daling en tengevolge daarvan een lichtere vleeskleur, gerepresenteerd in hogere FOP-waarden.

Vleeskwaliteit wordt echter niet enkel bepaald door pH, temperatuur en kleur. Naast deze kenmerken zijn er ook andere kwaliteitskenmerken zoals de waterbinding, taaiheid/malsheid en drip- en kookverliezen. In de koelcel bij het uisnijden werd daartoe op 24 uur post mortem, nadat een deel van de longissimus lumborum (= dunne lende) was uitgenomen uit het karkas, met behulp van de filtreerpapiermethode (KAUFFMAN et al., 1986) een score gegeven voor de hoeveelheid vrij water in het deel van

de dunne lende dat in het karkas was achtergebleven. ES (tabel 5) resulteerde in de slechtste waterbinding op 24 en zelfs 72 uur post mortem. Vergelijkbare waarnemingen werden gedaan ten aanzien van conditioneren bij de NES-karkassen. Bij de NES-karkassen die door de snelkoeltunnel waren gevoerd, werd de geringste hoeveelheid vrij water gevonden; deze hoeveelheid was zelfs significant minder dan bij de andere behandelingsgroepen.

De laboratoriumresultaten van de filtreerpapiermethode voor de bepaling van vrij water (tabel 6) waren vergelijkbaar met die welke werden verkregen in de slachterij. De NES-karkassen die door de snelkoeltunnel waren gevoerd hadden op 24 uur post mortem gemiddeld de geringste hoeveelheid vrij water, terwijl de karkassen die werden onderworpen aan elektrostimulatie en daaropvolgend door de snelkoeltunnel werden gevoerd, dan wel werden geconditioneerd bij 15 °C, gekenmerkt werden door de grootste hoeveelheden vrij water op het moment 72 uur post mortem. Ook ten aanzien van het vrije water werd een karkashelft-effect vastgesteld. Bij de Wierbicki zweltest, die een interactie te zien gaf voor E x t x K (E: elektrostimulatie, t: tijdstip van uitsnijden, K: snelkoeling/conditioneren), ontbrak echter een duidelijk patroon.

Nauw verwant aan de bovenbeschreven methoden voor de bepaling van water in vlees zijn ook de methodieken waarbij drip- en kookverliezen worden bepaald. De dripverliezen (tabel 7), vastgesteld na een bewaarperiode van 2 x 24 uur bij 4 °C van voorverpakt vlees, bleken een weinig hoger voor de geconditioneerde karkassen dan voor de snelgekoelde. Verschillen in kookverliezen tussen de diverse behandelingsgroepen bleken niet aantoonbaar. Wel bestond de indruk dat deze kookverliezen hoger waren bij de op 24 uur post mortem genomen monsters in vergelijking met die van de monsters welke 72 uur post mortem werden verzameld.

De Hunter L*-waarden (helderheid) van de verse monsters waren hoger bij de ES-karkassen dan bij de NES-karkassen, namelijk circa 55 tegenover ongeveer 53 (tabel 8). Dit verschil was significant bij de rechter karkashelften. De Hunter a*-waarde (roodheid) van de op 24 uur post mortem genomen monsters was lager dan die van de op 72 uur uitgenomen monsters; de waarden waren respectievelijk 7,6 en 9,6. De Hunter b*-waarde (geelheid) gaven geen verschillen te zien. Na een bewaarperiode tot 48 uur na de monsternamen hadden alle monsters hogere L*-, a*- en b*-waarden

gekregen; de bestaande verschillen tussen de behandelingen bleven evenwel gehandhaafd. De correlaties (r) tussen "vers" en na 48 uur bewaren waren voor de L*- , a*- en b*-waarden respectievelijk .39, .84 en .41. Na 48 uur bewaren trad er een significant verschil op voor de b*-waarde tussen de groepen die door de snelkoeltunnel waren gegaan en de groepen die bij 15 °C waren geconditioneerd. De hierbij behorende b*-waarden waren respectievelijk 17,4 en 18,2.

De taatheid/malsheid, bepaald met de tenderometer aan vers vlees bij het uitsnijden op 24 uur post mortem, gaf geen duidelijke verschillen tussen ES en NES, noch tussen conditioneren en het gebruikelijke snelkoelen (tabel 5). Wel kwam naar voren dat naarmate het uitsnijden later (72 uur post mortem) geschiedde, de taatheid minder was. Dit wijst er op dat met het verstrijken van de tijd de malsheid toeneemt. Daarnaast werd een significant verschil gevonden in taatheid tussen de beide zijden van dezelfde karkassen. Hoewel niet werd onderzocht in hoeverre deze verschillen in taatheid kunnen worden teruggevoerd op verschillen in bespiering (BUTTERFIELD, 1963; BERGSTRÖM, 1966), is een mogelijke invloed daarvan niet uit te sluiten. Daarnaast is er nog een andere factor, de wijze van ophangen tijdens verbloeden en elektrostimulatie, die een rol gespeeld zou kunnen hebben (VAN DER WAL & BOLINK, 1987). Daar niet bekend is aan welke achterpoot de kalveren tijdens de behandeling waren opgehangen en evenmin of dit voor alle dieren dezelfde achterpoot was, kan ook hierover geen nader oordeel worden uitgesproken.

De correlatie tussen de diverse taatheidsparemeters, zoals de tenderometerwaarde en de scheurweerstand, gemeten met de Warner-Bratzler apparatuur, was vrij gering ($r = .34$). Dit gold eveneens voor de sarcomeerlengte met de tenderometerwaarden ($r = -.06$) en voor de sarcomeerlengte en de scheurweerstand onderling ($r = -.20$). De genoemde sarcomeerlengte (tabel 7), als maat voor de malsheid, werd slechts bepaald van de monsters van de linkerzijde van de karkassen. Dit geschiedde in verband met de beschikbare tijd. Van deze monsters was daarnaast circa 25 % om technische redenen niet te bepalen. Uit de gevonden waarden ten aanzien van de sarcomeerlengte viel geen duidelijk patroon af te lezen. Een overeenkomstige tendens als bij de tenderometer was aanwezig ten aanzien van de scheurweerstand (tabel 7), gemeten met een Warner-Bratzler apparaat aan vlees dat gedurende 1 uur tot circa 70 °C (kerntempera-

tuur) verhit was geweest. Ook hier werd een lagere scheurweerstand gemeten aan de monsters die 72 uur post mortem werden verzameld in vergelijking met monsters die reeds direct op 24 uur na slachting werden genomen. Tussen de groepen die op 24 uur, dan wel op 72 uur na slachting waren bemonsterd, konden echter geen significante verschillen in scheurweerstand worden aangetoond. Op deze laatste bevindingen vormde de combinatie NES - snelkoeling een uitzondering doordat het vlees van deze karkassen op 24 uur post mortem een significant hogere scheurweerstand vertoonde, dus taaiër was dan dat van de andere behandelingsgroepen. Dit betekent dat wanneer snelkoeling wordt toegepast, zonder dat daaraan ES is voorafgegaan, dit gemakkelijk kan leiden tot cold shortening (= koudekrimp) met alle gevolgen van dien voor de malsheid.

4. CONCLUSIES

- De pH in de m. longissimus lumborum (dunne lende) van kalveren daalt sneller in karkassen die onderworpen werden aan ES (elektrostimulatie) in vergelijking met niet gestimuleerde (NES) karkassen. Het pH-verschil tussen ES en NES bleef gehandhaafd tot in ieder geval 11 3/4 uur na slachting.
- Bij NES-karkassen resulteerde conditioneren bij 15 °C in een snellere pH-daling in vergelijking met snelkoeling.
- De lichtreflectie, gemeten met de FOP (Fibre Optic Probe), was sterker in ES-karkassen dan in NES-karkassen. Deze verschillen bleven tenminste 24 uur bestaan.
- Geconditioneerde karkassen vertoonden de neiging tot hogere FOP-waarden op het moment 24 uur post mortem in vergelijking met snel gekoelde karkassen.
- Het waterbindingsvermogen van karkassen onderworpen aan snelkoeling is geringer in ES-karkassen dan in NES-karkassen.
- ES-karkassen hebben hogere L*-waarden dan NES-karkassen.
- De dripverliezen zijn in ES-karkassen groter dan in NES-karkassen.
- De Warner-Bratzler shear force waarden van ES-karkassen zijn geringer dan van NES-karkassen.
- De Armour tenderometer waarden van de diverse groepen, gemeten 24 en 72 uur na slachting, vertonen slechts kleine verschillen, met dien verstande dat de waarden op 72 uur lager zijn dan op 24 uur.
- De combinatie van ES en conditioneren levert vrijwel dezelfde resultaten op als ES in combinatie met snelkoeling voor wat betreft kleur, drip- en kookverliezen en Warner-Bratzler shear force waarden.
- Bij de NES-karkassen verbetert conditioneren de malsheid, omdat bij snelkoeling het optreden van cold shortening niet geheel kan worden vermeden.

5. LITERATUUR

- Bergström, P.L., 1966. De asymmetrie bij runderkarkassen. Vleesdistributie en Vleestechnologie, 1(8):352-353.
- Boccard, R., L. Buchter, E. Casteels, E. Cosentino, E. Dransfield, D.E. Hood, R.L. Joseph, D.B. MacDougall, D.N. Rhodes, I. Schön, B.J. Tinbergen and C. Touraille, 1981. Procedures for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. Livest.Prod.Sci., 8:385:396.
- Buts, B., M. Casteels, E. Claeys and D. Demeyer, 1986. Effects of electrical stimulation, followed by moderate cooling, on meat quality characteristics of veal longissimus dorsi. Meat Sci., 18:271-279.
- Butterfield, R.M., 1963. A study of the musculature of the steer carcass. Thesis, Brisbane.
- Casteels, M., B. Buts en I. Verhees, 1986. Invloed van elektrostimulatie op de kleur van het verse snijoppervlak en op het waterbindend vermogen van kalfsvlees. Landbouwtijdschrift, 39:957-965.
- Eikelenboom, G. and F.J.M. Smulders, 1982. The effect of electrical stimulation on veal quality. Proc. 28th Eur.Meeting Meat Res.Workers, Madrid, September 5-10.
- Hansen, L.J., 1972. Development of Armour tenderometer for tenderness evaluation of beef carcasses. J.Texture Studies, 3: 146-164.
- Honikel, K.O., 1985. How to measure the water-binding capacity of meat? Recommendation of standardized methods. CEC-Seminar 'Evaluation and control of meat quality in pigs', Dublin, November 21-22, 1985.
- Kauffman, R.G., G. Eikelenboom, P.G. van der Wal, G. Merkus and M. Zaar, 1986. The use of filter paper to estimate drip loss of porcine musculature. Meat Sci., 18:191-200.
- Olson, D.G., F.C. Parrish and M.H. Stromer, 1976. Myofibril fragmentation and shear resistance of three bovine muscles during post mortem storage. J.Food Sci., 41:1036-1041.
- Smulders, F.J.M. und G. Eikelenboom, 1985. Elektrostimulierung von Tierkörpern. Entwicklung neuer Vollautomaten. Fleischwirtschaft, 65:1391-1394.

- Unruh, J.A., C.L. Kastner, D.H. Kropf, M.E. Dikeman and M.C. Hunt, 1986. Effects of low-voltage electrical stimulation during exsanguination on meat quality and display colour stability. *Meat Sci.*, 18:281-293.
- Voyle, C.A., 1971. Sarcomere length and meat quality. *Proc. 17th Eur. Meeting Meat Res. Workers, Bristol.* p.95-97.
- Wal, P.G. van der en A.H. Bolink, 1987. Oriënterend onderzoek naar verschillen in vleeskwaliteit tussen linker en rechter karkashelften van koeien. IVO-rapport B-301.
- Wierbicki, E., M.G. Tiede and R.C. Burrell, 1962. Determination of meat swelling as a method for investigating the water-binding capacity of proteins with low water-holding forces. *Fleischwirtschaft*, 14(10):951-958.

6. SAMENVATTING

De effecten van verschillende combinaties van elektrostimulatie (ES) versus niet-stimulatie (NES), conditionering bij 15 °C versus snelkoeling en uitsnijden van de karkassen 24 uur versus 72 uur na slachting werden bestudeerd aan 40 zwartbonte kalveren. De dieren waren verdeeld over acht groepen met vijf dieren per groep.

Gevonden werd dat de pH van de dunne lende (m. longissimus lumborum) sneller daalde na ES in vergelijking met NES. Dit verschil in pH bleef in ieder geval tot circa 12 uur post mortem gehandhaafd. Conditioneren resulteerde eveneens in een snellere pH-daling wanneer deze behandeling werd vergeleken met snelkoeling. Het vlees van de ES-karkassen was lichter van kleur, vastgesteld via lichtreflectiemetingen met de Fibre Optic Probe (FOP), dan dat van de NES-karkassen. Ditzelfde gold ten aanzien van conditioneren. De waterbinding van het vlees bleek na ES verminderd te zijn, wat ook zichtbaar werd in de grotere dripverliezen. ES bleek verder te resulteren in lagere scheurweerstand, gemeten met Warner-Bratzler apparatuur aan vlees na voorafgaande verhitting. De scheurweerstand die werd bepaald in monstermateriaal van de dunne lende, was geringer bij de karkassen die 72 uur na slachting waren uitgesneden, in vergelijking met uitsnijden na 24 uur.

De combinatie van ES en conditioneren leverde vrijwel dezelfde resultaten op als ES gecombineerd met snelkoeling. Dit gold voor de kleur, de drip- en kookverliezen en de malsheidsmetingen. Bij NES-karkassen verbetert conditioneren de malsheid, in tegenstelling tot snelkoeling welke aanleiding kan geven tot cold shortening (koudekrimp).

8. UITGEBREIDE SAMENVATTING

Met betrekking tot een uitgebreide samenvatting willen de auteurs verwijzen naar de publikatie in Vleesdistributie en Vleestechnologie 22 (9):36-37(1987) onder de titel "Invloed op kwaliteit van kalfsvlees: Van elektrostimulatie, koeling en uitsnijmoment". Deze publikatie geeft het gehele, in het rapport beschreven, onderzoek in verkorte vorm weer. Ter informatie van de lezer is de betreffende publikatie als bijlage aan het rapport toegevoegd.

7. SUMMARY

The effect of electrostimulation, chilling and the moment of dissection on veal quality

P.G. van der Wal, A.H. Bolink and R.G. Kauffman

The effects of various combinations of electrostimulation (ES) versus non-stimulation (NES), conditioning at 15 °C versus rapid chilling and dissection of carcasses at 24 h versus 72 h post slaughter were studied on 40 black and white veal calves. The animals were distributed into eight groups with five animals each.

A faster pH-fall was found in the m. longissimus lumborum (sirloin) after ES compared to NES. The difference in pH remained till about 12 h post mortem. Conditioning compared to rapid chilling also resulted in a more rapid decline of pH. Veal of ES-carcasses was more pale than that of NES-carcasses, indicated by Fibre Optic Probe (FOP) measurements. Comparable results were obtained with conditioning. Water-binding capacity, expressed by higher drip losses, appeared to be reduced after ES. Furthermore, ES resulted in lower Warner-Bratzler shear force values of previously heated veal. Shear force values of sirloin samples were lower in carcasses dissected 72 h post slaughter in comparison to those dissected at 24 h after slaughter.

ES in combination with conditioning gave nearly identical results as ES combined with rapid chilling. This was valid for colour, drip and cooking losses and tenderness measurements. In NES-carcasses conditioning also improves tenderness, in contrast to rapid chilling which may cause cold shortening.

DANKBETUIGING

De auteurs zijn de EKRO zeer erkentelijk voor de verleende gastvrijheid en de ontvangen hulp bij de uitvoering van de experimenten.

Een woord van dank geldt verder de heer B. van de Haar voor zijn inzet bij de planning en de uitvoering van de proeven en drs. B. Engel voor zijn statistische inbreng.

Tabel 1. Gemiddelden (\bar{x}) en standaarddeviaties (SD) van de gewichten en de beoordelingen volgens het bedrijfs-systeem voor soort/type, kleur en vetheid van de kalveren uit de acht behandelingsgroepen.

Table 1. Mean values (\bar{x}) and standard deviations (SD) of the weights and the evaluations according to the system of the slaughterhouse for type, meatiness and fatness of veal calves belonging to eight groups treated differently.

Behandeling Uitsnijden	NES,sk 24 uur	NES,sk 72 uur	NES,con 24 uur	NES,con 72 uur	ES,sk 24 uur	ES,sk 72 uur	ES,con 24 uur	ES,con 72 uur	LSD	hoofd- effecten	significante interacties
\bar{x}	159,4	148,6	153,6	156,7	153,7	155,7	165,5	150,7	18,3	-	-
SD	11,4	16,7	12,2	16,6	16,4	9,4	5,9	19,8			
Soort/type (1-10)											
\bar{x}	6,6	6,4	6,6	6,2	7,6	6,6	6,8	6,8	0,7	-	E x T x t
SD	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4			
Kleur (1-8)											
\bar{x}	3,0	4,4	3,6	5,2	4,4	3,4	4,0	4,2	1,8	-	E x t
SD	1,7	0,9	0,9	0,4	1,8	1,5	1,9	1,5			
Vetheid (1-5)											
\bar{x}	1,4	1,6	2,0	2,4	1,6	2,0	1,8	1,8	1,1	-	-
SD	0,9	0,9	0,7	0,9	0,9	0,7	0,8	0,8			

NES: geen elektrostimulatie/ no electrostimulation LSD: Least Significant Difference 5 %

ES: elektrostimulatie/ electrostimulation hoofdeffecten/ main effects

sk: snelkoeltunnel/ rapid chilling significante interacties/ significant interactions

con: conditionering bij 15 °C/ conditioning at 15 °C E: elektrostimulatie/ electrostimulation

soort/type (beveesdheid/meatiness): 1 (= erg beveesd/ T: temperatuurbehandeling/ temperature treatment

very meaty) - 10 (= slecht/poor)

kleur/ colour: 1 (licht/pale) - 8 (donker/dark)

vetheid/ fatness: 1 (mager/lean) - 5 (vet/fat)

t: tijdstip van uitsnijden/ moment of dissection K: karkaszijde/ carcass side

Tabel 2. Gemiddelden (\bar{x}) en standaarddeviaties (SD) van de pH-waarden op de verschillende momenten post mortem bij kalveren uit acht behandelingsgroepen.

Table 2. Mean values (\bar{x}) and standard deviations (SD) of the pH values at various times post mortem of veal calves belonging to eight groups treated differently.

Behandeling Uitsnijden	NES,sk 24 uur	NES,sk 72 uur	NES,con 24 uur	NES,con 72 uur	ES,sk 24 uur	ES,sk 72 uur	ES,con 24 uur	ES,con 72 uur	LSD	hoofd- effecten	significante interacties
Tijd post mortem											
90 min.											
\bar{x}	6,71	6,58	6,63	6,55	5,94	6,40	6,37	6,24	0,26	-	E x T x t
SD	0,18	0,12	0,18	0,14	0,43	0,22	0,22	0,25			
3 u.45 min.											
\bar{x}	6,52	6,56	6,22	6,35	5,76	5,76	6,21	6,11	0,27	-	E x T
SD	0,23	0,25	0,23	0,22	0,33	0,22	0,17	0,16			
6 u.45 min.											
\bar{x}	6,48	6,64	6,14	6,29	5,75	5,92	5,95	6,05	0,26	-	E x T, t x K
SD	0,22	0,23	0,25	0,21	0,22	0,20	0,32	0,15			
9 u.45 min.											
\bar{x}	6,55	6,54	5,98	6,01	5,71	5,83	5,72	5,80	0,23	K	E x T
SD	0,24	0,30	0,19	0,18	0,05	0,16	0,24	0,19			
11 u.45 min.											
\bar{x}	6,28	6,11	5,99	5,85	5,63	5,65	5,64	5,69	0,28	K	E x T
SD	0,26	0,31	0,27	0,12	0,19	0,10	0,21	0,29			
24 uur											
\bar{x}	5,40	5,43	5,44	5,42	5,43	5,45	5,41	5,46	0,07	-	T x t x K
SD	0,06	0,04	0,05	0,05	0,02	0,06	0,04	0,09			
72 uur											
\bar{x}	5,32	5,32	5,34	5,34	5,40	5,40	5,40	5,40	0,08	E	-
SD	0,04	0,04	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,08			

Tabel 3. Gemiddelden (\bar{x}) en standaarddeviaties (SD) van de temperaturen op de verschillende momenten post mortem bij kalveren uit acht behandelingsgroepen.

Table 3. Mean values (\bar{x}) and standard deviations (SD) of the temperatures at various times post mortem of veal calves belonging to eight groups treated differently.

Behandeling Uitsnijden	NES,sk 24 uur	NES,sk 72 uur	NES,con 24 uur	NES,con 72 uur	ES,sk 24 uur	ES,sk 72 uur	ES,con 24 uur	ES,con 72 uur	LSD	hoofd- effecten	significant interacties
Tijd post mortem											
90 min.											
\bar{x}	36,7	37,2	35,3	36,5	35,2	36,0	35,0	34,9	0,9	E,T,t,K	-
SD	0,6	0,7	1,0	0,6	0,8	0,9	0,6	0,8			
3 u.45min.											
\bar{x}	25,1	25,3	28,1	29,1	23,5	24,4	28,0	27,6	0,2	-	E x T x K
SD	1,4	1,6	1,0	0,9	1,3	1,3	0,7	1,3			
6 u.45 min.											
\bar{x}	19,4	19,9	26,1	26,8	18,8	19,9	26,5	25,5	1,6	T,K	-
SD	1,6	1,6	1,1	1,0	1,2	1,6	0,6	1,3			
9 u.45 min.											
\bar{x}	14,7	14,7	22,9	23,5	14,5	15,3	23,5	22,7	1,4	-	T x K
SD	1,4	1,4	1,0	0,8	1,1	1,5	0,4	1,0			
11 u.45 min.											
\bar{x}	12,9	13,1	20,4	20,7	13,1	13,5	20,2	19,5	1,2	-	T x K
SD	1,0	1,1	0,9	0,9	1,1	1,0	0,5	0,9			
24 uur											
\bar{x}	8,1	7,8	9,8	9,6	7,9	8,6	9,6	8,7	1,1	T,K	-
SD	1,1	0,8	0,8	0,6	0,8	1,3	0,3	0,7			
72 uur											
\bar{x}		6,8		6,3		6,8		6,6	0,2	-	E x T x K
SD		0,2		0,1		0,2		0,2			

Tabel 4. Gemiddelden (\bar{x}) en standaarddeviaties (SD) van de lichtreflectiewaarden, gemeten met de FOP, op de verschillende momenten post mortem bij kalveren uit acht behandelingsgroepen.

Table 4. Mean values (\bar{x}) and standard deviations of the scatter of light, measured with the FOP at various times post mortem of veal calves belonging to eight groups treated differently.

Behandeling Uitsnijden	NES,sk 24 uur	NES,sk 72 uur	NES,con 24 uur	NES,con 72 uur	ES,sk 24 uur	ES,sk 72 uur	ES,con 24 uur	ES,con 72 uur	LSD	hoofd- effecten	significante interacties
Tijd post mortem 90 min.											
\bar{x}	120,2	115,5	116,4	112,9	140,9	132,4	125,4	123,1	17,7	E	-
SD	12,5	5,6	9,2	4,2	22,5	13,9	17,2	15,4			
3 u.45 min.											
\bar{x}	122,4	120,8	121,4	113,8	138,9	141,2	120,5	128,7	11,8	E, T	-
SD	4,4	3,2	12,9	3,0	13,2	12,1	4,6	14,5			
6 u.45 min.											
\bar{x}	120,9	120,6	127,7	118,9	135,9	145,9	128,9	137,9	14,3	E	-
SD	4,5	3,4	14,3	2,3	11,5	12,7	7,7	18,8			
9 u.45 min.											
\bar{x}	124,3	123,8	131,0	126,2	154,9	147,8	142,6	143,6	16,6	E, K	-
SD	7,4	5,4	19,2	8,2	8,7	11,1	14,1	19,9			
11 u.45 min.											
\bar{x}	126,2	126,8	140,2	135,5	156,8	156,2	147,4	154,1	15,8	-	E x T
SD	8,0	10,4	20,8	11,0	6,9	8,1	13,4	17,6			
24 uur											
\bar{x}	148,1	140,4	154,0	148,9	157,7	159,6	159,9	156,2	16,6	E	-
SD	16,1	17,6	11,9	9,2	10,6	14,7	8,4	11,6			
72 uur											
\bar{x}	147,0	147,0	143,3	143,3	145,9	145,9	151,4	10,3	-	-	-
SD	10,3	10,3	3,8	3,8	7,9	7,9	8,2				

Table 5. Gemiddelden (\bar{x}) en standaarddeviaties (SD) van filtreerpapier scores voor vochtigheid en van taaiheids-(malsheids-)metingen met de Armour tenderometer op de beide momenten van uitsnijden van de karkassen van de kalveren uit acht behandelingsgroepen.

Table 5. Mean values (\bar{x}) and standard deviations (SD) of filter paper scores for wetness and toughness (tenderness) measurements with the Armour tenderometer at the moments of carcass dissection of veal calves belonging to eight groups treated differently.

Behandeling Uitsnijden	NES,sk 24 uur	NES,sk 72 uur	NES,con 24 uur	NES,con 72 uur	ES,sk 24 uur	ES,sk 72 uur	ES,con 24 uur	ES,con 72 uur	LSD	hoofd- effecten	significante interacties
\bar{x}	1,1	1,0	1,9	2,3	2,2	1,9	1,7	1,7	1,2	-	E x T
SD	0,4	0,0	1,5	0,8	1,2	0,6	0,8	0,9			
Armour tendero- meter (pounds tegendruk)											
\bar{x}	12,3	9,4	11,6	9,6	13,0	10,8	10,2	9,6	1,7	-	E x T x t x K
SD	2,3	0,7	1,2	1,0	1,9	1,3	0,9	0,8			

Tabel 6. De gemiddelden (\bar{x}) en standaarddeviaties (SD) van een tweetal laboratoriumbepalingen voor waterbinding met behulp van de filtreerpapiermethode (score en gewicht) en van het wateropnamevermogen via de Wierbicki zweltest op de twee momenten na het uitsnijden van de karkassen van de kalveren uit acht behandelingsgroepen.

Table 6. Mean values (\bar{x}) and standard deviations (SD) of two laboratory determinations for water-holding capacity by filter paper (score and weight) and by water uptake via the Wierbicki swelling test at the two moments of carcass dissection of veal calves belonging to eight groups differently treated.

Behandeling Uitsnijden	NES,sk 24 uur	NES,sk 72 uur	NES,con 24 uur	NES,con 72 uur	ES,sk 24 uur	ES,sk 72 uur	ES,sk 24 uur	ES,con 24 uur	ES,con 72 uur	LSD	hoofd- effecten	significante interacties
filtreer- papier- methode (score)												
\bar{x}	1,2	1,5	1,8	1,8	2,0	1,9	1,7	2,2	1,0		-	E x T x K
SD	0,4	0,8	0,8	0,8	1,1	0,9	0,5	1,3				
filtreer- papier- methode (gewicht:mg)												
\bar{x}	37,4	52,7	54,3	56,1	57,1	63,3	54,1	65,9	17,3		-	E x T x t x K
SD	10,4	15,4	19,1	11,4	15,6	12,3	10,9	17,5				
Wierbicki zwelltest (% zwellling)												
\bar{x}	30,6	57,4	46,5	44,3	35,3	43,9	43,3	41,8	9,7		-	E x t x K
SD	9,3	14,0	9,5	4,4	10,6	12,7	7,3	7,9				

Tabel 7. De gemiddelden (\bar{x}) en standaarddeviaties (SD) van de sarcomeerlengte, de dripverliezen na 48 uur bewaarduur, de kookverliezen na verhitting bij 75 °C gedurende 60 min. en de Warner-Bratzler scheurweerstand van vlees van kalveren van acht behandelingsgroepen.

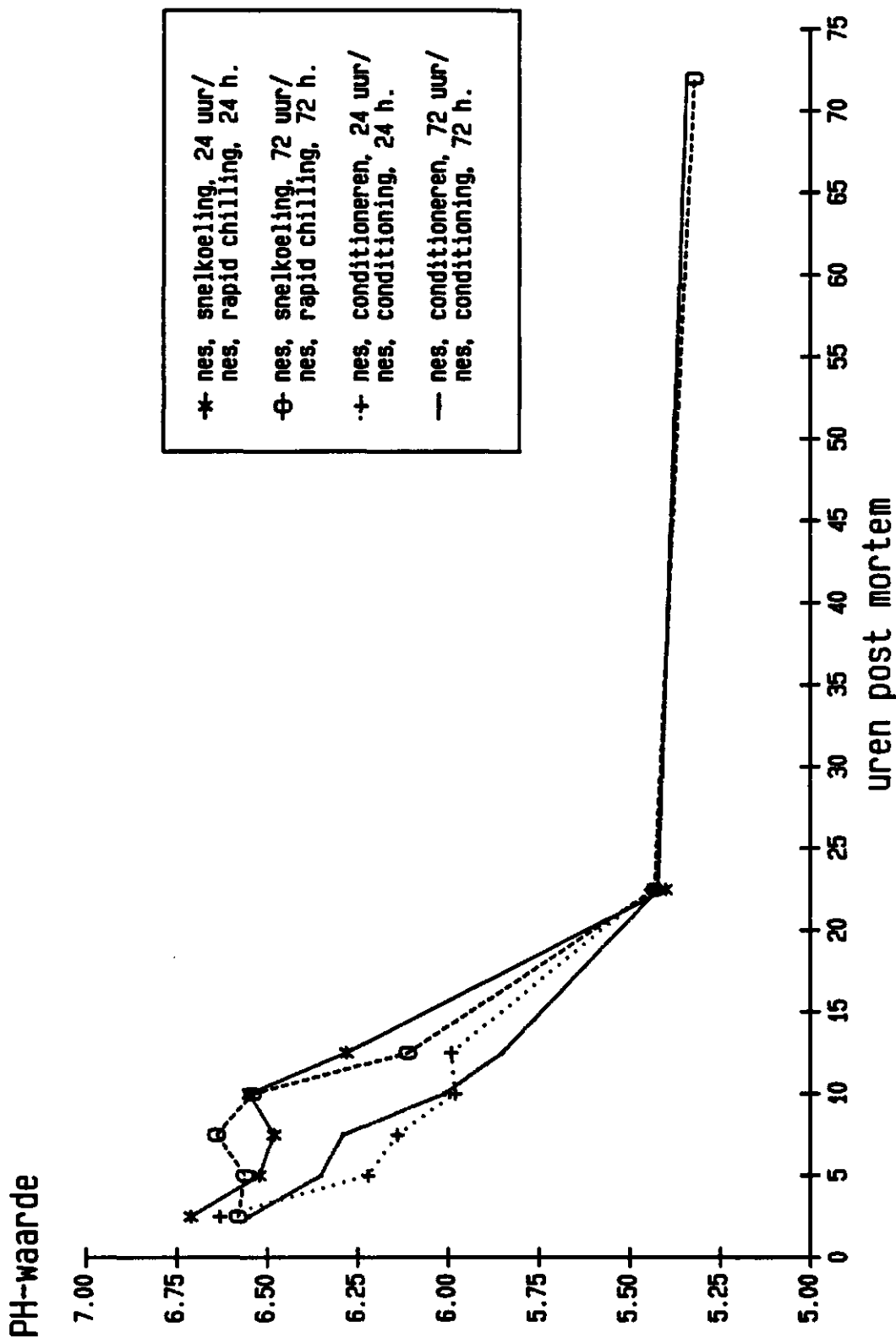
Table 7. Mean values (\bar{x}) and standard deviations (SD) of the sarcomere length, the drip losses after 48 hours storage, cooking losses after heating at 75 °C for 60 min. and the Warner-Bratzler shear force values of veal from calves belonging to eight groups treated differently.

Behandeling Uitsnijden	NES,sk 24 uur	NES,sk 72 uur	NES,con 24 uur	NES,con 72 uur	ES,sk 24 uur	ES,sk 72 uur	ES,con 24 uur	ES,con 72 uur	LSD	hoofd- effecten	significante interacties
sarcomeer- lengte (μm)											
\bar{x}	1,49	1,78	1,67	1,78	1,76	1,69	1,54	1,93	0,22	-	E x T x t
SD	0,12	0,24	0,20	0,20	0,08	0,18	0,16	-			
dripverliezen (%)											
\bar{x}	2,36	2,42	2,99	3,07	3,06	2,70	3,06	3,46	0,84	T	-
SD	0,51	0,31	1,25	0,36	0,51	0,31	0,42	0,96			
kookverliezen (%)											
\bar{x}	33,9	31,4	33,6	32,8	34,7	32,9	33,7	33,0	2,1	-	K x t
SD	1,8	2,0	2,5	1,0	1,3	1,4	1,3	1,8			
scheurweeer- stand (N)											
\bar{x}	47,4	31,6	38,3	35,2	34,6	29,3	37,5	28,4	7,3	-	E x T x t
SD	11,1	4,8	4,0	7,9	4,2	4,3	5,7	4,5			

Tabel 8. De gemiddelden (\bar{x}) en standaarddeviaties (SD) van kleurmetingen met de Hunter Labscan, uitgevoerd op de dag van de monsternamen (24 of 72 uur post mortem) en na een bewaarperiode van 2 x 24 uur, bij kalveren uit acht behandelingsgroepen.

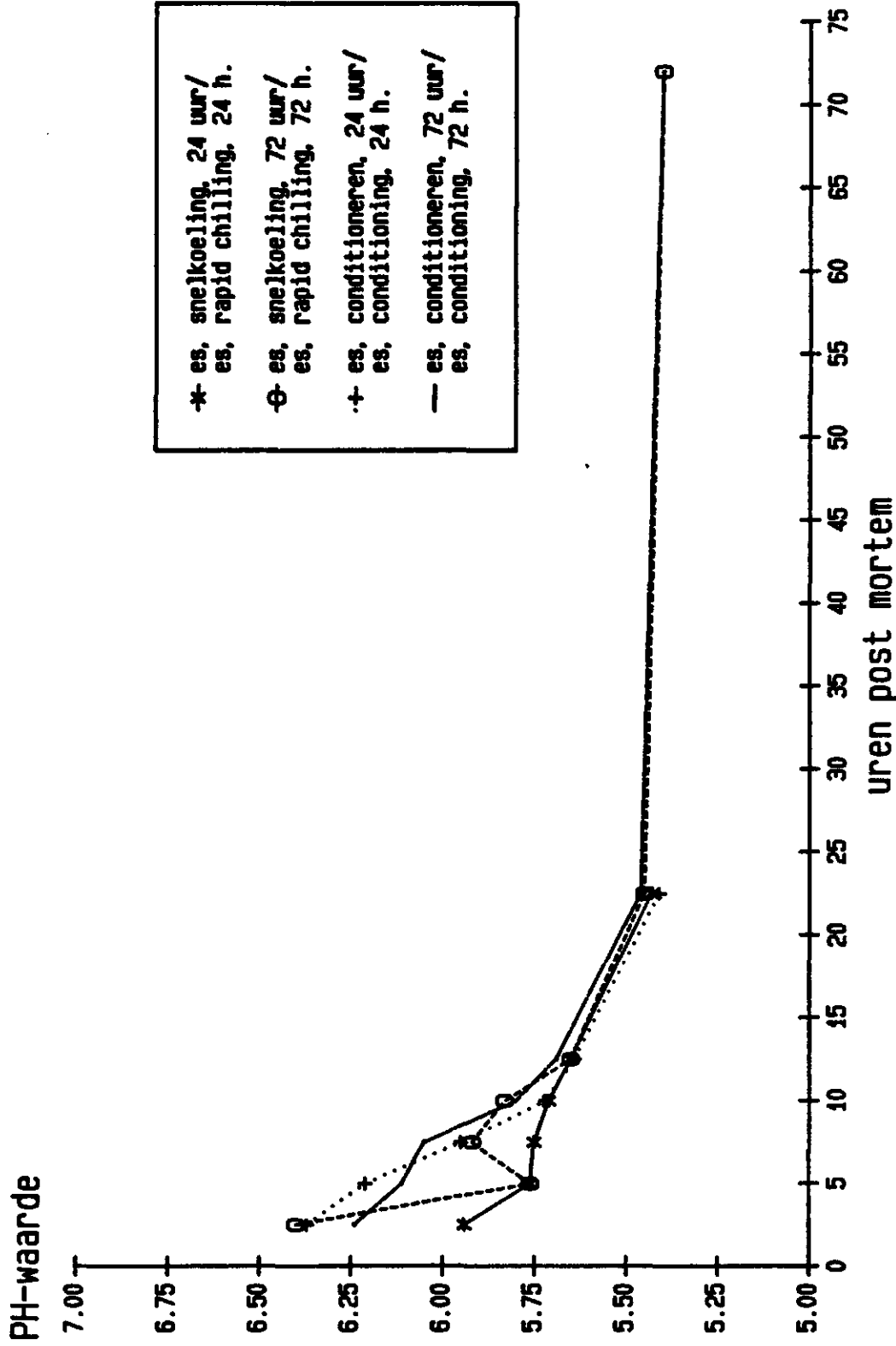
Table 8. Mean values (\bar{x}) and standard deviations (SD) of colour measurements with the Hunter Labscan, performed at the day of sampling (24 or 72 h post mortem) and after storage for 2 x 24 h of veal from calves belonging to eight groups treated differently.

Behandeling	NES,sk	NES,con	ES,sk	ES,con	ES,sk	ES,con	LSD	hoofd- effecten	significant interacties		
Uitsnijden	24 uur	72 uur	24 uur	72 uur	24 uur	72 uur	24 uur	72 uur			
Huntermetingen vers (24, resp. 72 uur post mortem)											
L*-waarde											
\bar{x}	53,2	52,7	54,1	50,3	55,6	55,4	54,3	54,0	4,8	-	E x K
SD	4,1	3,8	3,3	3,4	4,8	1,2	3,7	3,1			
a*-waarde											
\bar{x}	6,8	9,0	7,3	11,1	8,0	8,9	8,3	9,5	2,2	t	-
SD	1,9	0,9	1,4	1,9	2,7	1,3	1,9	1,1			
b*-waarde											
\bar{x}	15,3	16,1	16,2	16,6	16,2	16,2	16,1	16,8	1,2	-	-
SD	1,1	1,3	1,3	0,6	1,4	0,6	0,6	0,6			
Huntermetingen na 2 x 24 uur bewaren											
L*-waarde											
\bar{x}	55,3	54,0	56,5	51,5	57,0	57,0	56,3	55,3	4,3	-	-
SD	3,8	3,5	3,2	3,1	4,1	1,7	2,9	2,9			
a*-waarde											
\bar{x}	10,2	11,8	10,1	14,1	10,8	11,4	11,6	12,1	2,8	-	-
SD	2,2	1,6	2,7	2,1	3,0	1,3	2,3	1,2			
b*-waarde											
\bar{x}	17,2	17,6	17,9	18,1	17,4	17,6	18,2	18,5	0,7	T	-
SD	0,7	0,7	0,8	0,5	0,6	0,5	0,4	0,8			



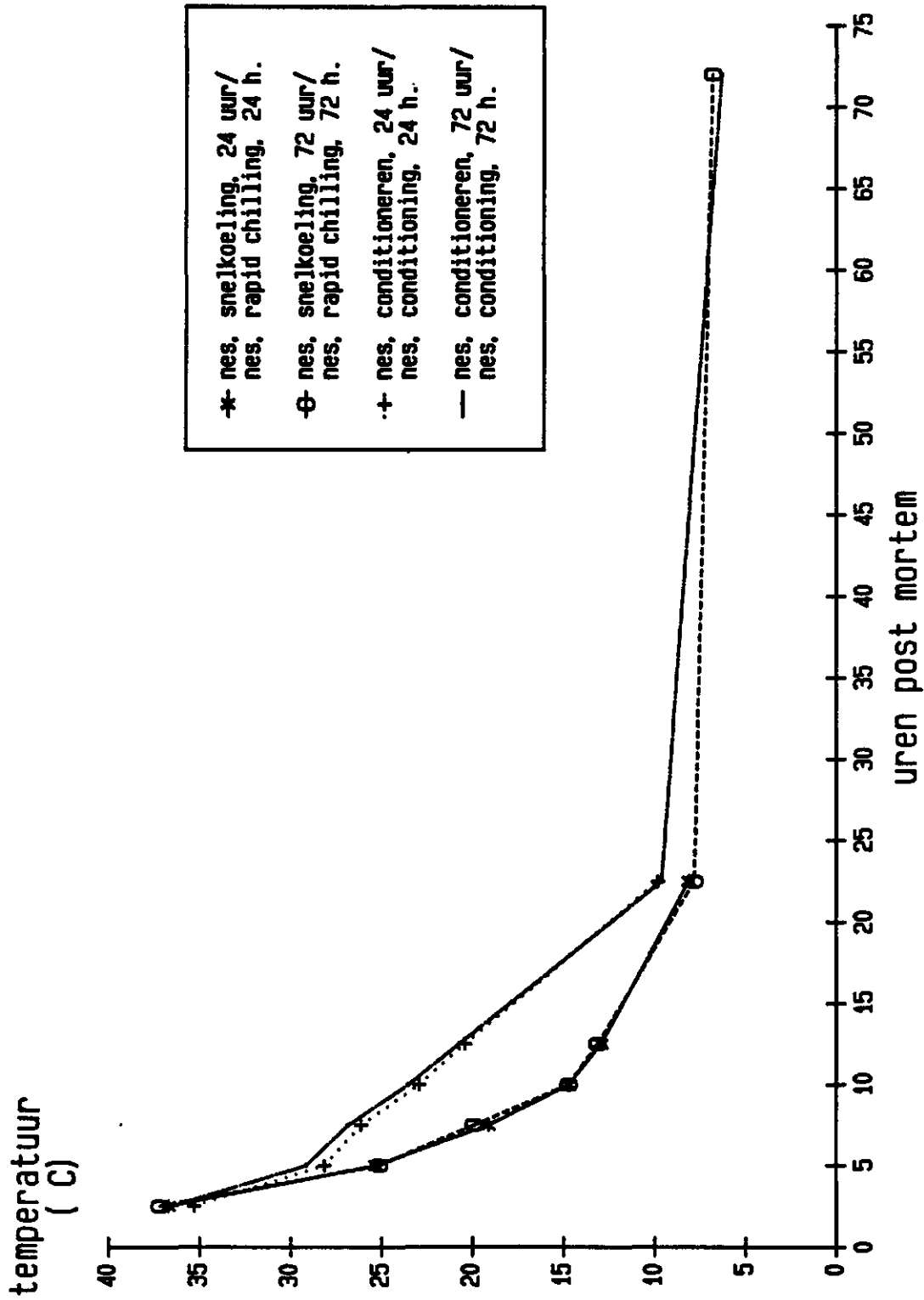
Grafiek 1. Het pH-verloop in de m. longissimus ter hoogte van de laatste rib tot 72 uur na slachting bij kalveren zonder voorafgaande elektrostimulatie (nes).

Graph 1. The course of pH till 72 h post slaughter in the m. longissimus at the last rib of non-electrically stimulated (nes) veal calves.



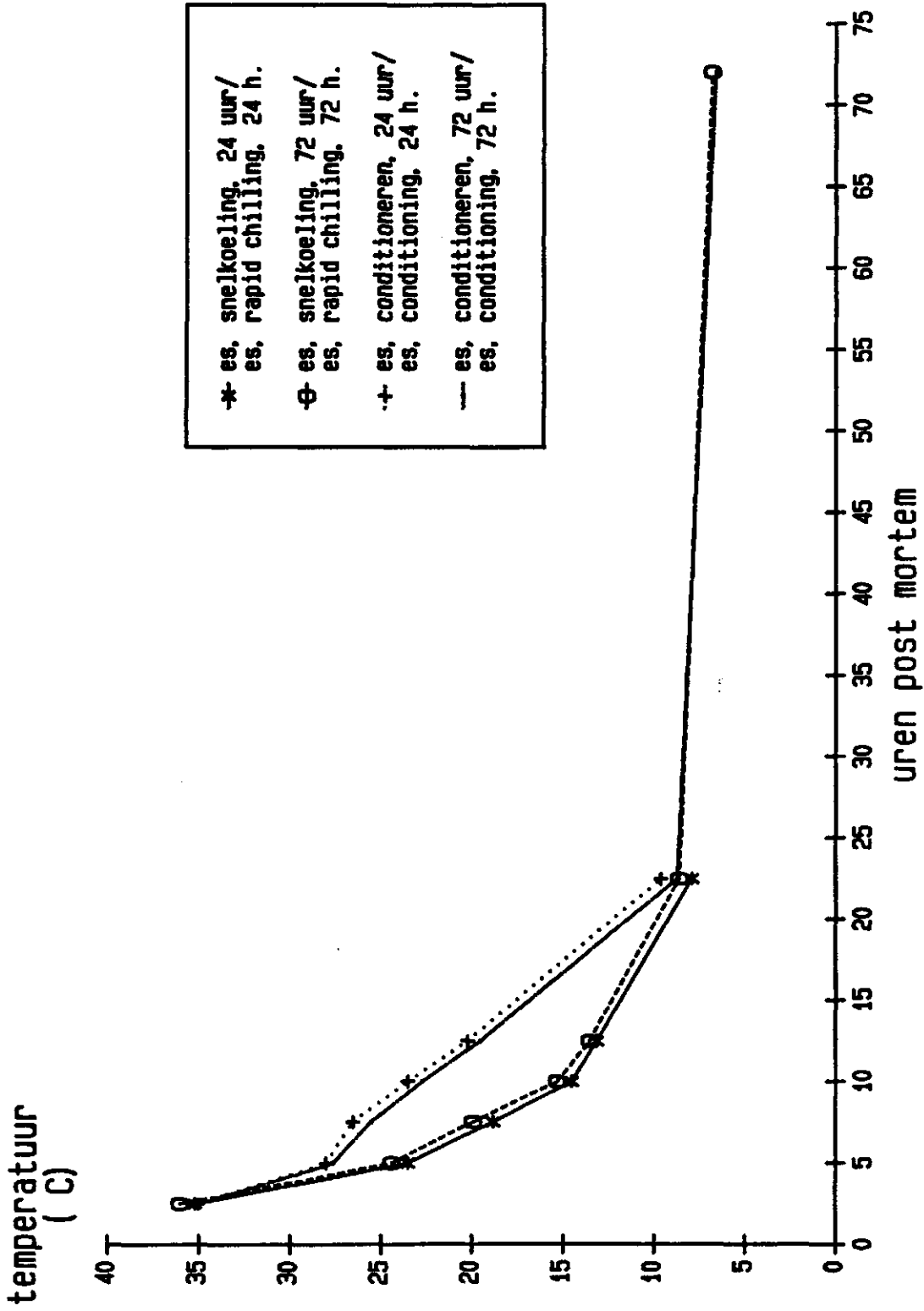
Grafiek 2. Het pH-verloop in de m. longissimus ter hoogte van de laatste rib tot 72 uur na slachting bij kalveren na elektrostimulatie (es).

Graph 2. The course of pH till 72 h post slaughter in the m. longissimus at the last rib of electrically stimulated (es) veal calves.



Grafiek 3. Het temperatuurverloop in de m. longissimus ter hoogte van de laatste rib tot 72 uur na slachting bij kalveren zonder voorafgaande elektrostimulatie (nes).

Graph 3. The course of temperature till 72 h post slaughter in the m. longissimus at the last rib of non-electrically stimulated (nes) veal calves.



Grafiek 4. Het temperatuurverloop in de m. longissimus ter hoogte van de laatste rib tot 72 uur na slachting bij kalveren na elektrostimulatie (es).

Graph 4. The course of temperature till 72 h post slaughter in the m. longissimus at the last rib of electrically stimulated (es) veal calves.

Van electrostimulatie, koeling en uitsnijmoment Invloed op kwaliteit van kalfsvlees

P. van der Wal*, A. Bolink* en R. Kauffman**

Bekend is dat electrostimulatie, de temperatuur gedurende de eerste uren na het slachten zowel als het moment van uitsnijden van een karkas invloed uitoefenen op het waterbindend vermogen, de kleur en de malsheid van vlees. Welke combinatie van behandelingen de beste is om een zo goed mogelijke vleeskwiteit bij kalveren te realiseren, is echter niet geheel duidelijk. Om hierin inzicht te krijgen, werd onder praktijkomstandigheden nagegaan wat de effecten zijn van electrostimulatie, het geforceerd koelen tegenover conditioneren bij 15°C en het uitsnijden van karkassen op 24, respectievelijk 72 uur na slachting.

Het diermateriaal bestond uit 40 zwartbonte kalveren van één leverancier. Dit gaf ons de zekerheid dat voor de gebruikte dieren dezelfde mest- en houderij-aspecten golden. Van de 40 kalveren uit de proef werden er 20 onderworpen aan electrostimulatie (ES; 85 V, 0,07 A, 14 Hz) en 20 niet (NES). Van de beide groepen (ES, NES) werden 10 dieren gedurende circa 12 uur geconditioneerd bij 15°C, terwijl de overige dieren aan snelkoeling werden onderworpen. Van de vier op deze wijze ontstane groepen met 10 dieren elk werden vijf dieren per groep 24 uur na slachting uitgesneden en vijf dieren 48 uur daarna (dus 72 uur na slachten). Direct na het slachtproces werden van bedrijfswege alle karkassen gewogen en beoordeeld op slachttype (beveleedheid) en vetheid.

Kwaliteitsmetingen

Om een indruk te krijgen van de ontwikkeling van de uiteindelijke vleeskwiteit en het effect van de diverse behandelingen daarop werden vleeskwiteitsmetingen uitgevoerd in de dunne lende (long. lumborum). De metingen werden gedaan op 90 min. na het slachten, d.w.z.

nadat al dan niet ES had plaatsgevonden. De daarop volgende metingen werden uitgevoerd op 3¼ en 11¼ uren na slachting, dus na afloop van het snelkoelproces en tijdens het conditioneren en tot slot 24 uur post mortem en bij karkassen die tot 3 dagen na slachting gekoeld bleven hangen, juist voor het uitsnijden op het tijdstip 72 uur post mortem. De vleeskwiteitsmetingen bestonden uit pH-, temperatuur- en FOP-lichtreflectiemetingen (FOP: Fibre Optic Probe). Bij het uitsnijden werden vervolgens de vochtigheid (filtreerpapiermethode) en de taaiheid c.q. malsheid (Armour tenderometer) vastgesteld, terwijl naderhand onder laboratoriumomstandigheden voortgezette metingen werden uitgevoerd.

Deze omvatten uitgebreide kleurmetingen (CIE-lab L* = helderheid, a* = roodheid, b* = geelheid), bepaald zowel direct na het uitsnijden als na een 48 uur durende bewaarperiode (4°C), de in de bewaarperiode opgetreden dripverliezen en kookverliezen na verhitting (60 min., 75°C) tot en kerntemperatuur van ca. 70°C en de scheurweerstand (Warner-Bratzler).

Kleurverschillen

Ondanks het feit dat reeds voor het begin van het experiment de indeling van de karkassen in de diverse groepen vast stond, bleek dat de 8 groepen niet gelijk van sa-

menstelling waren. Dit kwam tot uiting in significante verschillen bij de bedrijfsbeoordelingen voor slachttype en karkaskleur. De kleurverschillen konden, in tegenstelling tot de typeverschillen, gedeeltelijk worden teruggevoerd op de ES-behandeling die normaliter aanleiding geeft tot lichter/bleker vlees. De kleurscores van de ES-groepen lager dichter bij elkaar dan die van de karkassen uit de niet gestimuleerde (NES) groepen.

Op het eerste meetmoment, 90 minuten na het slachten (post mortem), was de pH van de ES-karkassen lager (tabel 1) dan die van de NES-karkassen, samengaand met hogere FOP-waarden (lichter vlees). De temperatuur van de karkassen uit de diverse groepen vertoonde op dit tijdstip eveneens significante verschillen, zonder dat hiervoor een verklaring kon worden gegeven.

Tot circa 12 uur na het slachten bleven de pH-waarden van de ES-karkassen lager dan die van de NES-karkas-

sen, terwijl de FOP-waarden hoger waren. ES resulteerde in een snellere pH-daling en een lichtere vleeskleur. Een snellere pH-daling kon daarnaast worden gerealiseerd via conditioneren bij 15°C in de periode van bijna 4 uur tot circa 12 uur post mortem. Dit ging echter alleen op voor de NES-karkassen; bij de ES-karkassen was het effect van conditioneren op de pH te verwaarlozen. De vleeskleur, vastgesteld via lichtreflectiemetingen met de FOP, bleek eveneens positief beïnvloed te worden door het conditioneren. Zowel de snellere pH-daling als de hogere FOP-waarden konden gemakkelijk worden verklaard uit de hogere karkastemperaturen (als gevolg van het conditioneren). Hierdoor kunnen namelijk diverse chemische processen in het weefsel sneller verlopen. Uit deze gegevens kon worden geconcludeerd dat wanneer geen ES wordt toegepast, conditioneren kan bijdragen tot een snellere pH-daling met daaraan gekoppeld een lichtere vleeskleur.

Tabel 1.

behandeling koeling	NES				ES			
	snelkoeling	conditioneren	snelkoeling	conditioneren	snelkoeling	conditioneren	snelkoeling	conditioneren
uitsnijden	24 uur	72 uur	24 uur	72 uur	24 uur	72 uur	24 uur	72 uur
pH								
1 ½ uur	6,7	6,6	6,6	6,6	5,9	6,4	6,4	6,2
3 ¼ uur	6,5	6,6	6,2	6,4	5,8	5,8	6,2	6,1
11 ¼ uur	6,3	6,1	6,0	5,9	5,6	5,7	5,6	5,7
24 uur	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,5	5,4	5,5
72 uur		5,3		5,3		5,4		5,4
temperatuur (°C)								
1 ½ uur	36,7	37,2	35,3	36,5	35,2	36,0	35,0	34,9
3 ¼ uur	25,1	25,3	28,1	29,1	23,5	24,4	28,0	27,6
11 ¼ uur	12,9	13,1	20,4	20,7	13,1	13,5	20,2	19,5
24 uur	8,1	7,8	9,8	9,6	7,9	8,6	9,6	8,7
72 uur		6,8		6,3		6,8		6,6
lichtreflectie (FOP)								
1 ½ uur	120	116	116	113	141	132	125	123
3 ¼ uur	122	121	121	114	139	141	121	129
11 ¼ uur	126	127	140	136	157	156	147	154
24 uur	148	140	154	149	158	160	160	156
72 uur		147		143		146		151

*Dr. P.G. van der Wal, A.H. Bolink, Instituut voor Veeleeskundig Onderzoek 'Schoonoord', Zeist; **Dr. R.G. Kauffman, Muscle Biology Res. Lab., Universiteit van Wisconsin, Madison V.S., ten tijde van het onderzoek werkzaam bij het I.V.O. te Zeist.

Tabel 2.

Gemiddelde waarden van kleurmetingen bij het uitsnijden van kalverkarkassen op respectievelijk 24 en 72 uur na slachting en na een daarop volgende bewaarperiode van 2 x 24 uur bij 4 °C.

behandeling koeling	NES				ES			
	snelkoeling		conditioneren		snelkoeling		conditioneren	
uitsnijden	24 uur	72 uur	24 uur	72 uur	24 uur	72 uur	24 uur	72 uur
bij uitsnijden								
L* (lichtheid)	53	53	54	50	56	55	54	54
a* (roodheid)	7	9	7	11	8	9	8	10
b* (geelheid)	15	16	16	17	16	16	16	17
na 2 x 24 uur bewaren								
L*	55	54	57	52	57	57	56	55
a*	10	12	10	14	11	11	12	12
b*	17	18	18	18	17	18	18	19

De verschillen in pH en temperatuur tussen de behandelingsgroepen die in eerste instantie werden gesignaleerd, bleken 24 uur post mortem vrijwel verdwenen. De verschillen in vleeskleur (gemeten via lichtreflectie) bleven daarentegen bestaan. Uitgebreide kleurmetingen (tristimulusmetingen) leken dit te bevestigen (tabel 2) doordat de L*-waarden (helderheid/lichtheid) van de ES-karkassen gemiddeld iets hoger waren. Er kon dan ook worden gesteld dat ES-karkassen lichter zijn van kleur dan NES-karkassen, terwijl in deze laatste categorie conditioneren weer aanleiding lijkt te geven tot lichter vlees. Tot zover bleek ES de beste perspectieven te bieden, gevolgd door conditioneren als ES achterwege werd gelaten.

Malsheid

Vleeskwaliiteit wordt echter niet alleen bepaald door kleur. Naast kleur zijn er ook andere criteria, zoals waterbinding, taaiheid/malsheid en drip- en kookverliezen (tabel 3). ES bleek gepaard te gaan met een geringere waterbinding op 24 en zelfs 72 uur post mortem, wat ook werd gevonden ten aanzien van conditioneren bij de NES-karkassen. Dit gold zowel de hoeveelheden water, bepaald via de wateropname in filterpapier, als de dripverliezen na een bewaarperiode van 2 x 24 uur bij 4°C van voorverpakt vlees. Verschillen in kookverliezen tussen de diverse behandelingsgroepen bleken niet aantoonbaar.

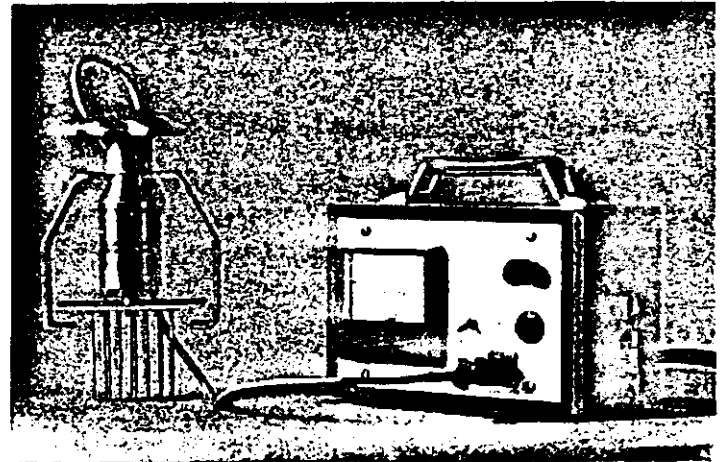
Taaiheidsmetingen, uitgevoerd met de Armour tenderometer (zie foto) aan vers vlees bij het uitsnijden van de

karkassen op 24, respectievelijk 72 uur post mortem, gaven geen duidelijke verschillen tussen ES en NES, noch tussen conditioneren en het gebruikelijke snelkoelen. Wel kwam naar voren dat, naarmate het uitsnijden later geschiedde, de taaiheid vermindert. Een overeenkomstige tendens was aanwezig ten aanzien van de scheurweerstand, gemeten met een Warner-Bratzler apparaat aan vlees dat gedurende 1 uur tot circa 70°C (kerntemperatuur) verhit was geweest. Op deze laatste bevindingen vormde de combinatie NES - snelkoeling een uitzondering doordat het vlees van deze karkassen op 24 uur post mortem een significant hogere scheurweerstand vertoonde, dus taaiër was dan dat van de andere behandelingsgroepen. Dit betekent dat wanneer snelkoeling

Tabel 3.

Gemiddelde waarden van hoeveelheden vrij water bij het uitsnijden van kalverkarkassen, de percentages drip- en kookverlies en resultaten van taaiheidsmetingen aan zowel vers (Armour tenderometer) als verhit materiaal (Warner-Bratzler).

behandeling koeling	NES				ES			
	snelkoeling		conditioneren		snelkoeling		conditioneren	
uitsnijden	24 uur	72 uur	24 uur	72 uur	24 uur	72 uur	24 uur	72 uur
vrij water (filterpapier)								
score	1	1	2	2	2	2	2	2
dripverlies (na 2 x 24 uur)								
%	2,4	2,4	3,0	3,1	3,1	2,7	3,1	3,5
kookverlies (na verhitting)								
%	34	31	34	33	35	33	34	33
taaiheid								
Armour tenderometer (pounds tegendruk)								
	12	9	12	10	13	11	10	10
Warner-Bratzler scheurweerstand (Newton)								
	47	32	38	35	35	29	38	28



De Armour tenderometer. Dit apparaat werd ontwikkeld voor het bepalen van de taaiheid van vers rundvlees. Afgaande op de uitkomsten van het onderzoek naar de kwaliteit van kalfsvlees lijkt de gebruikswaarde van dit instrument vooralsnog zeer beperkt.

wordt toegepast zonder dat daaraan ES is voorafgegaan, dit gemakkelijk kan leiden tot cold shortening (koudekrimp) met alle gevolgen van dien voor de malsheid.

Samenvatting

De effecten voor de vleeskwaliiteit van electrostimulatie (ES), koeling versus conditioneren bij 15°C gedurende circa 12 uren en die van het tijdstip van uitbenen, 24 versus 72 uur na slachting, werden bestudeerd aan 40 zwartbonte kalveren.

Na electrostimulatie werd een

lichtere vleeskleur waargenomen, maar naast dit gunstige effect van ES werd tevens een verminderde waterbinding geconstateerd. Dit kwam tot uiting door grotere dripverliezen.

Bij taaiheidsmetingen werd duidelijk dat naarmate het tijdstip van uitsnijden van de karkassen later (72 versus 24 uur na slachting) ligt, dit resulteert in een hogere malsheid.

Wanneer snelkoeling wordt toegepast, zonder dat daaraan ES is voorafgegaan, kan dit gemakkelijk leiden tot cold shortening, met alle negatieve gevolgen van dien voor de malsheid.

De auteurs willen gaarne hun erkentelijkheid uitspreken voor de hulp die zij ontvingen bij de uitvoering van dit experiment bij de EKRO te Apeldoorn.