

Die Topographie der pH_{48} -Werte im Schlachtkörper von normalen und DCB-Schlachtrindern

MORGENTHALER, M., HARDER, M. und PRABUCKI, A.L.

Institut für Tierproduktion, Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich (Schweiz)

EINLEITUNG und PROBLEMSTELLUNG

DCB führt bei der Fleischverarbeitung zu verschiedenen Schwierigkeiten (BEM u.a., 1976, NEWTON and GILL, 1981, PRABUCKI, 1980) und verursacht beim Produzenten und Verwerter - abgesehen vom Verlust an hochwertigem Eiweiss - wirtschaftliche Einbussen.

Die Ursachen für die DCB-Fleischbeschaffenheit beruhen auf einem vermehrten, praemortalen Kohlenhydratabbau in den betreffenden Muskeln und stehen in direktem Zusammenhang mit der Behandlung der Masttiere vor der Schlachtung (FISCHER und AUGUSTINI, 1980, AUGUSTINI u.a., 1980). Erfahrungen haben gezeigt, dass sich bei Beachtung gezielter Massnahmen (MORGENTHALER und PRABUCKI, 1982) das Auftreten von DCB zwar nicht gänzlich vermeiden, so aber mindestens stark vermindern lässt.

Eine Methode zur sicheren und schnellen Erkennung von DCB-Schlachtkörpern unmittelbar nach der Schlachtung wäre z.B. im Zusammenhang mit "Hot boning" von grosser Bedeutung, steht zur Zeit aber noch nicht zur Verfügung. Der Praxis muss deshalb nach wie vor die Bestimmung des pH_{48} -wertes mittels kombinierter Einstich-Elektrode empfohlen werden.

Bei den Untersuchungen über Ursachen und Häufigkeit von DCB stützte man sich häufig auf die pH_{48} -Messung in einem (z.B. M. long. dorsi) oder mehreren Muskeln des Hinterviertels. TARRANT (1976) sowie DAVEY and GRAAFHUIS (1981) wiesen darauf hin, dass aufgrund einer Messung im M. long. dorsi nicht zwangsläufig auf die Fleischbeschaffenheit im ganzen Schlachtkörper geschlossen werden darf, da zwischen den einzelnen Muskeln grössere pH -Unterschiede auftreten können. Nach TARRANT and SHERINGTON (1980) ist das Hinterviertel anfälliger für DCB als das Vorderviertel.

Systematische, topographische pH_{48} -Untersuchungen in Rinderschlachthälften mit normaler und abweichender Beschaffenheit sind nur wenige bekannt (SORNAY et LEGRAS, 1978, TARRANT, 1976, TARRANT and SHERINGTON, 1980). Es interessierte die Frage, inwieweit der Praxis Empfehlungen bezüglich repräsentativer Messstellen und Anzahl Messungen gegeben werden können.

MATERIAL und METHODEN

Die Untersuchung erfolgte an den linken Schlachthälften von 67 Mastmuni verschiedener Rassen und Gebrauchskreuzungen mit einem Schlachtgewicht von 240 - 275 kg, die aus einem Versuch mit rund 200 Tieren stammten (HARDER u.a., 1981). Die Tiere wurden aus verschiedenen Mastställen nach einem rund zweistündigen Transport gegen Mittag im Schlachthof angeliefert und zwei Stunden später geschlachtet. Die pH_{48} -Messung erfolgte in einer Tiefe von 25 mm in ausgewählten Muskeln des Hinter- und Vorderviertels mit einem Digital-pH-Meter (Orion Mod. 201) mit kombinierter Einstichelektrode LOT 406-M4 (Ingold). Dabei wurden in den Einzelmuskeln jeweils mehrere Messungen durchgeführt und daraus ein Mittelwert bestimmt.

Da als Kriterium für die Fleischbeschaffenheit oft der pH_{48} -Wert im M. long. dorsi herangezogen wird, wurden die Schlachthälften vier Beschaffenheitsklassen zugeteilt:

| | pH_{48} L.D. | n |
|----------|----------------|----|
| Klasse I | $\leq 5,60$ | 50 |
| II | 5,61 - 5,90 | 10 |
| III | 5,91 - 6,20 | 4 |
| IV | $\geq 6,21$ | 3 |

RESULTATE

Die Mittelwerte und Standardabweichungen der untersuchten Muskeln in den Klassen I und II sind in Tab. 1 zusammengefasst. Dabei bedeuten die Zahlen "n" die Anzahl gemessener Muskeln und "q" die Anzahl Messergebnisse mit $pH \geq 6,0$. Da den Klassen III und IV nur vier, resp. drei Schlachtkörper angehörten, wurde auf die Berechnung eines Mittelwertes verzichtet, statt dessen sind die jeweiligen Einzelwerte aufgeführt. Der Mittelwert der Muskeln "Ext./Flex." beruht auf Messungen in der Strecker- und Beugermuskulatur der Hintergliedmassen.

a) Beschaffenheitsklasse I

Mit Ausnahme von M. vastus intermedius lagen die pH_{48} -Werte für alle untersuchten Muskeln z.T. sehr deutlich unter 6,0 und entsprachen den Resultaten von FISCHER und AUGUSTINI (1980). LINKE u.a. (1976) zeigten im Gegensatz dazu, dass beim Schwein in denselben Muskeln mit höheren pH -Werten zu rechnen ist. Die ermittelten Standardabweichungen waren bei den tiefsten Werten in

Tab. 1: Vergleich der pH₄₈-Werte von verschiedenen Muskeln des Hinter- und Vorder Viertels in den Beschaffenheitsklassen I-IV, Mittelwerte mit Standardabweichung (I/II) und Einzelwerte (III/IV)
 Comparison of pH₄₈ value in different hind- and forequarter muscles in condition classes (I-IV), mean value with standard deviation (I/II) and single value (III/IV)

| MUSKELN | Klasse I | | | | Klasse II | | | | Klasse III | | | | Klasse IV | | | |
|--------------------------------|-----------|------|----------------|----------------|-----------|------|----|---|----------------|----------------|------|------|-----------|------|------|------|
| | \bar{x} | s | n ¹ | q ² | \bar{x} | s | n | q | t ³ | A ⁴ | B | C | D | E | F | G |
| Hinterviertel | | | | | | | | | | | | | | | | |
| glut.med. | 5,44 | 0,05 | 50 | - | 5,47 | 0,07 | 10 | - | | 5,68 | 5,55 | 5,55 | 5,63 | 6,28 | 6,31 | 6,10 |
| semimembr. | 5,46 | 0,04 | 50 | - | 5,52 | 0,09 | 10 | - | | 5,71 | 5,60 | 5,55 | 5,60 | 6,15 | 6,72 | 6,10 |
| iliocost. | 5,47 | 0,06 | 50 | - | 5,54 | 0,05 | 10 | - | ** | 5,70 | 5,60 | 5,60 | 5,63 | 6,23 | 6,50 | 6,30 |
| bic.fem.(cran.) | 5,48 | 0,05 | 50 | - | 5,51 | 0,06 | 10 | - | | 5,48 | 5,50 | 5,45 | 5,45 | 5,95 | 6,15 | 5,50 |
| semitend. | 5,49 | 0,05 | 50 | - | 5,66 | 0,17 | 10 | - | ** | 6,23 | 6,28 | 6,11 | 5,86 | 6,53 | 6,73 | 6,50 |
| vastus lat. | 5,50 | 0,07 | 50 | - | 5,61 | 0,13 | 10 | - | * | 5,55 | 5,68 | 5,48 | 5,45 | 6,05 | 6,01 | 5,45 |
| long.dorsi (10./11.Rippe) | 5,51 | 0,05 | 50 | - | 5,71 | 0,10 | 10 | - | *** | 5,98 | 6,05 | 6,08 | 6,18 | 6,60 | 6,75 | 6,78 |
| psoas major | 5,52 | 0,11 | 50 | - | 5,69 | 0,21 | 10 | 2 | * | 5,65 | 5,58 | 5,50 | 5,65 | 6,20 | 5,85 | 5,45 |
| glut.supf. | 5,52 | 0,07 | 50 | - | 5,55 | 0,08 | 10 | - | | 5,53 | 5,80 | 5,45 | 5,53 | 6,05 | 5,55 | 5,75 |
| tens.fasc.latae | 5,52 | 0,08 | 49 | - | 5,71 | 0,24 | 9 | 2 | * | 5,55 | 5,95 | 5,53 | 5,68 | 6,45 | 6,63 | 5,50 |
| gastrocnem. | 5,53 | 0,07 | 50 | - | 5,71 | 0,18 | 10 | 1 | * | 5,78 | 6,05 | 5,73 | 5,83 | 6,27 | 6,76 | 6,00 |
| bic.fem.(caud.) | 5,55 | 0,10 | 50 | - | 5,82 | 0,26 | 10 | 4 | ** | 6,43 | 6,20 | 6,30 | 6,18 | 6,65 | 6,88 | 6,60 |
| rectus fem. | 5,55 | 0,10 | 50 | - | 5,68 | 0,16 | 10 | - | * | 5,60 | 5,60 | 5,48 | 5,62 | 5,95 | 5,86 | 5,50 |
| vastus med. | 5,57 | 0,09 | 49 | - | 5,79 | 0,34 | 10 | 2 | | 5,50 | 6,00 | 5,53 | 5,90 | 6,25 | 6,57 | 5,50 |
| gracilis | 5,57 | 0,10 | 48 | - | 5,74 | 0,18 | 10 | 1 | * | 5,90 | 5,55 | 5,99 | 6,08 | 6,38 | 6,77 | 6,40 |
| iliacus | 5,64 | 0,13 | 50 | 2 | 5,81 | 0,19 | 10 | 1 | ** | 5,73 | 5,60 | 5,63 | 5,68 | 6,38 | 5,75 | 5,95 |
| glut.aec. | 5,72 | 0,12 | 48 | 2 | 5,89 | 0,26 | 10 | 3 | | 5,85 | 6,10 | 5,75 | 5,95 | 6,55 | 6,23 | 6,00 |
| Ext./Flex. | 5,79 | 0,11 | 48 | 4 | 6,00 | 0,26 | 10 | 4 | * | 5,99 | 6,00 | 5,71 | 5,85 | 6,50 | 6,31 | 6,10 |
| vastus intermed. | 6,11 | 0,20 | 49 | 36 | 6,23 | 0,25 | 10 | 8 | | 6,10 | 6,30 | 6,05 | 6,25 | 6,55 | 6,40 | 6,20 |
| Vorderviertel | | | | | | | | | | | | | | | | |
| pect.prof. | 5,53 | 0,06 | 50 | - | 5,59 | 0,08 | 10 | - | ** | 5,75 | 5,82 | 5,50 | 5,65 | 5,84 | 5,53 | 5,50 |
| lat.dorsi | 5,54 | 0,11 | 49 | 1 | 5,73 | 0,26 | 10 | 3 | * | 5,82 | 6,28 | 5,55 | 5,77 | 6,08 | 5,84 | 5,50 |
| tric.brachii (caput longum) | 5,55 | 0,11 | 50 | 1 | 5,70 | 0,20 | 10 | 1 | | 5,70 | 6,53 | 5,45 | 5,53 | 5,93 | 5,51 | 5,57 |
| teres major | 5,57 | 0,16 | 44 | 1 | 5,93 | 0,40 | 9 | 4 | * | 6,20 | - | 5,50 | 5,80 | 6,30 | 5,70 | - |
| tric.brachii (caput lat.) | 5,62 | 0,16 | 50 | 1 | 5,70 | 0,18 | 9 | 1 | | 5,68 | 6,50 | 5,58 | 5,60 | 6,38 | 5,52 | 5,80 |
| supraspin. | 5,63 | 0,15 | 49 | 3 | 5,80 | 0,20 | 10 | 2 | ** | 5,68 | 6,45 | 5,50 | 5,79 | 6,45 | 5,69 | 5,60 |
| semispin.cap. | 5,64 | 0,07 | 50 | - | 5,70 | 0,13 | 9 | - | | 5,72 | 6,25 | 5,63 | 5,85 | 6,42 | 5,68 | 5,65 |
| infraspin. | 5,66 | 0,12 | 50 | 1 | 5,86 | 0,24 | 10 | 3 | * | 5,73 | 6,20 | 5,60 | 5,92 | 6,53 | 5,90 | 5,83 |
| serr.ventr.thor. | 5,70 | 0,14 | 49 | 1 | 5,86 | 0,21 | 9 | 2 | * | 5,85 | - | 5,62 | 6,08 | 6,58 | 6,15 | 5,78 |
| subscap. | 5,72 | 0,15 | 47 | 4 | 5,94 | 0,22 | 9 | 4 | * | 5,80 | - | 5,93 | 6,28 | 6,53 | 6,29 | 6,20 |
| bic.brachii | 5,77 | 0,16 | 49 | 3 | 6,02 | 0,27 | 10 | 5 | * | 5,88 | 6,00 | 5,78 | 6,28 | 6,70 | 6,75 | 6,00 |
| teres minor | 5,79 | 0,17 | 43 | 5 | 6,02 | 0,25 | 7 | 4 | ** | 6,00 | - | 5,60 | 6,50 | - | 6,25 | - |
| ext.carp.rad./ brachialis | 5,86 | 0,17 | 50 | 10 | 6,07 | 0,23 | 10 | 5 | *** | 6,13 | 6,35 | 5,90 | 5,83 | 6,38 | 6,10 | 6,15 |

¹ Anzahl Messergebnisse

² Anzahl Messergebnisse mit pH \geq 6,00

³ t-Test: * = p \leq 0,05
 ** = p \leq 0,01
 *** = p \leq 0,001

⁴ Bezeichnung der Schlachthälfte

der Regel am K...
 in N. gastroc...
 den. Dagegen s...
 um 0,07 Einhei...
 Säuerung gefun...
 zu Problemen f...
 Bei drei Sch...
 Das Filet ist...
 lig für DCB. F...
 Muskel den dur...
 Werte bis zu p...
 pH-Wert (0,2-C...
 des Vordervien...

b) Beschaffenh...
 Zehn Schlachth...
 waren gegenübe...
 Muskeln gleich...
 M.M. glutaues...
 sig. pH-Anstie...
 femoris resp...
 und betrug en u...
 der Hinterglie...
 abweichungen i...
 Werte um 6,20-...
 dertar Haltbar...
 si) vergleiche...
 Erneut fanden...
 5,65/6,03/6,09...
 0,2 Einheiten...
 tigte sich, wo...
 beit im M. lon...
 kann.

c) Beschaffenh...
 AUGUSTINI und...
 glutaues mediu...
 M.M. semimembr...
 den. Ähnliche...
 hier vorliegen...
 pH₄₈ \geq 5,91 i...
 ris Unterschie...
 se III im cran...
 Teil. Inwiewei...
 bezogen werden...
 Es zeigte si...
 anderen Muskel...
 zeits scheint...
 Teilstücken n...
 Es konnte na...
 gleichen Muske...
 Messungen ange...

LITERATUR

Augustini, Chr...
 flisches ("da...
 Fleischwirtsch...
 Augustini, Chr...
 ligen Rindflei...
 zeiten und Gru...
 Fleischwirtsch...
 den, Z., Heche...
 Fleischwirtsch...
 Davey, C.L. ar...
 beef carcasses...
 in: Hood, D.E...
 The Hague, Bos...

der Regel am kleinsten und deuten auf geringe Unterschiede hin. Lokale pH-Differenzen konnten im M. gastrocnemius (lat./med.) und im M. gluteus medius (cran./caud.) nicht festgestellt werden. Dagegen ergaben sich im caudalen Teil des M. biceps femoris gegenüber dem cranialen Teil Werte um 0,07 Einheiten höhere Werte. Im Vorderviertel wurden vermehrt Muskeln mit einer ungenügenden Säuerung gefunden. Dies könnte beim Vakuumieren und Reifen solcher Teilstücke unter Umständen zu Problemen führen.

Bei drei Schlachthälften wurden im M. psoas major pH₄₈-Werte zwischen 5,80 und 5,95 gemessen. Das Filet ist nach AUGUSTINI und FISCHER (1979) und TARRANT and SHERINGTON (1980) nicht anfällig für DCB. FISCHER u.a. (1977) stellten zudem bei topographischen Untersuchungen in diesem Muskel den durchschnittlich schnellsten pH-Abfall fest. Im benachbarten M. iliacus stiegen die Werte bis zu pH 6,20 an. Längs des M. rectus femoris traten Unterschiede bezüglich Farbe und pH-Wert (0,2-0,3) auf. Erstaunlicherweise war in einer Schlachthälfte in den meisten Muskeln das Vorderviertel DCB festzustellen.

b) Beschaffenheitsklasse II

Die Schlachthälften gehörten der Klasse II an. Die in den Einzelmuskeln ermittelten pH-Werte waren gegenüber Klasse I vielfach höher, das Ausmass der Erhöhung war jedoch nicht bei allen Muskeln gleich gross (Tab. 1). Unter den wertvollen Teilstücken des Hinterviertels war in den M.M. gluteus medius, semimembranosus, biceps femoris (portio cran.) und gluteus supf. kein pH-Anstieg zu messen. Die bereits erwähnten Unterschiede im Säuerungsverhalten im M. biceps femoris resp. längs des M. rectus femoris vergrösserten sich in dieser Beschaffenheitsklasse und betrugen über 0,3 resp. 0,5 Einheiten. Die stark beanspruchte Streck- und Beugemuskulatur der Hintergliedmassen zeigte eine sehr grosse Variabilität. Die hohen Mittelwerte und Standardabweichungen im Vorderviertel deuten darauf hin, dass in verschiedenen Muskeln DCB auftrat. Werte um 6,20-6,30 waren vermehrt zu messen. Inwieweit sich solche Teilstücke bezüglich verminderter Haltbarkeit mit den öfter untersuchten DCB-Muskeln des Hinterviertels (z.B. M. long. dorsi) vergleichen lassen, ist nicht bekannt.

Erneut fanden sich drei Schlachthälften mit einer ungenügenden Laktatbildung im M. psoas major: 5,85/6,03/6,05 (M. long. dorsi resp. 5,63/5,73/5,90). Im caudalen Teil waren die Werte bis zu 6,2 Einheiten höher als im cranialen. Die bereits in der Klasse I gefundene Erscheinung bestätigte sich, wonach bei hohen pH-Werten im M. psoas major trotz weitgehend normaler Beschaffenheit im M. long. dorsi v.a. im Vorderviertel, z. T. aber auch im Hinterviertel DCB auftreten kann.

c) Beschaffenheitsklassen III/IV

AUGUSTINI und FISCHER (1979) zeigten, dass in den M.M. gracilis, long. dorsi, semitendinosus, gluteus medius und adductor mit den höchsten pH-Werten zu rechnen ist; dagegen sind in den M.M. semimembranosus, biceps femoris und psoas major wesentlich seltener DCB-Kondition zu finden. Ähnliche Resultate publizierten TARRANT und SHERINGTON (1980). Bei der Interpretation der hier vorliegenden Ergebnisse gilt es zu beachten, dass nur sieben Schlachthälften mit einem pH₄₈ \geq 5,91 im M. long. dorsi untersucht wurden. Trotzdem scheint es, dass im M. biceps femoris Unterschiede in der DCB-Anfälligkeit bestehen könnten, lagen doch die Werte in der Klasse III im cranialen Teil im engen Bereich von pH 5,45-5,50, gegenüber 6,18-6,43 im caudalen Teil. Inwieweit dieses Teilstück zur Erkennung von DCB-Schlachthälften in die pH-Messungen einbezogen werden könnten, müsste daher in weiteren Untersuchungen abgeklärt werden.

Es zeigte sich, dass bei praktisch identischem pH-Wert im M. long. dorsi (z.B. B und C) in anderen Muskeln (z.B. Vorderviertel!) grössere Säuerungsunterschiede vorkommen können. Andererseits scheint es ebenfalls möglich, dass bei extremem DCB im Leitmuskel (z.B. G) in anderen Teilstücken normale Beschaffenheit vorliegt.

Zu konnte nachgewiesen werden, dass mit steigendem pH₄₈-Wert die Unterschiede innerhalb des gleichen Muskels am selben Schlachtkörper grösser werden und deshalb in diesem Falle mehrere Messungen angezeigt sind.

LITERATUR

Augustini, Chr. und Fischer, K. (1979). Untersuchungen zum Problem des dunklen, leimigen Rindfleisch ("dark-cutting beef") 1. Mitteilung: Erscheinungsform und Vorkommen. Fleischwirtsch., 59, 187.

Augustini, Chr., Fischer, K. und Schön, L. (1980). Untersuchungen zum Problem des dunklen, leimigen Rindfleisch ("dark-cutting beef") 4. Mitteilung: Auswirkungen unterschiedlicher Standzeiten und Gruppenzusammensetzung. Fleischwirtsch., 60, 1057.

Das, Z., Hechelmann, H. und Leistner, L. (1976). Mikrobiologie des DFD-Fleisches. Fleischwirtsch., 56, 985.

Garvey, C.L. and Graafhuis, A.E. (1981). Early identification of the DFD condition in pre-rigor beef carcasses. Meat Ind.

Das, Z., Hod, D.E. and Tarrant, P.V.: The problem of dark-cutting in beef. Wageningen, The Hague, Boston, London, 1981

Fischer, Chr., Scheper, J. und Hamm, R. (1977). Ueber das Auftreten von wässrigem, blassem Rindfleisch
Fleischwirtsch., 57, 1826

Fischer, K. und Augustini, Chr. (1980). Untersuchungen zum Problem des dunklen, leimigen Rindfleisch ("dark-cutting beef") 3. Mitteilung: Auswirkungen unterschiedlicher Transporttemperaturen und mehrtägiger Nüchternung
Fleischwirtsch., 60, 469.

Harder, M., Leuenberger, H. und Hagger, Ch. (1981). Ergebnisse des Gebrauchskreuzungsversuches 1978-1980 mit Rindern verschiedener Rassen II. Schlachtkörperqualität
Schweiz. Landwirtsch. Monatshefte, 59, 66.

Morgenthaler, M. und Prabucki, A.L. (1982). Schwarzfleischigkeit beim Mastvieh muss nicht sein
UFA-Revue, Heft 1,1.

Newton, K.G. and Gill, C.O. (1981). The microbiology of DFD fresh meats: A review
Meat Sci., 5, 223.

Prabucki, A.L. (1980). Schwarzfleischigkeit bei Jungmastmuni
Schweiz. Metzgerzeitung, 88, Nr. 21, 1.

Sornay, J. et Legras, P. (1978). Cartographie du pH dans les carcasses de gros bovins
Indust. aliment. et agric., 95, 392.

Tarrant, P.V. (1976). The occurrence of dark-cutting beef
23th European Meeting of Meat Res. Workers, Malmö.

Tarrant, P.V. and Sherington, J. (1980). An investigation of ultimate pH in the muscles of commercial carcasses
Meat Sci., 4, 287.

Anschrift der Verfasser:
Institut für Tierproduktion
ETH-Zentrum
CH-8092 Zürich (Schweiz)

Sensory properties
EVA STABURSVIK
Norwegian Food R

INTRODUCTION

Texture changes
structural compo
followed by interm
Differential scan
(Stabursvik and
uration process
gation process.

Texture changes
found that overal
when heated to C
Gilbert, Machlik a
dicated with loss
increase in tender
shrinkage reaction
ca. 70°C, causing
(actin) became di
related the tough

Recently Martens
pared these chang
dial scanning calo
temperature range
70°C could be ass

DFD meat (Dark,
is more tender wh
pH has little influ
erties of collagen
dependence in the

The effect of pH
(1982) recently a
above 60°C, to he
has also been poi
that water conten
that the pH depen
gation of the myo
solvent, i. e. thei
electrostatic force

The aim of the pr
to those of normal
myosin and actin.
temperatures were

EXPERIMENTAL

Material and sampl
Experiments were
were excised follo
normal muscles, an
electrically stimula
post rigor, and c
-20°C for 2-6 we
temperatures (20°C
these end temper
60/100 g raw mus

Sensory evaluation
The sensory evalu
Each judge receiv
1 x 1 x 1.5 cm).
was judged in two