

Die Bedeutung der Rigormessung des Schinkens in Bezug auf Fleischqualität und Umwelteinflüsse

W. SYBESMA

Institut für Tierzuchtforschung »schoonoord», Zeist
Netherlands

EINLEITUNG

Der Rigor Mortis (Totenstarre) ist diejenige Erscheinung im Muskelsystem nach dem Tode des Schlachttieres, welche durch den Verlust der Dehnungsfähigkeit der Muskeln gekennzeichnet ist. Der Verlust der Dehnungsfähigkeit gibt meistens Anlass zu einer Verkürzung, was eine ausgesprochene Totenstarre zufolge hat.

Mit einem Gegendruckapparat, basiert auf der Wirkung einer Feder ist es möglich diese Starre mengenmäßig im Schinken des Schweines zu messen (Sybesma, 1966, Sybesma und Van Logtestijn 1967). Eine schnell eintretende Totenstarre wurde gefunden bei von der Qualitätsnorm abweichende Schlacht-körpern.

Weitere Untersuchungen wurden durchgeführt um mehr Klarheit zu bringen über den Zusammenhang zwischen die Starremessung und die wirkliche Konzentration des Adenosin Triphosphates, denn das Verschwinden von ATP bis unter eine bestimmte Grenze scheint für das Auftreten des Starres verantwortlich zu sein (Bendall, 1960).

Schliesslich wäre es wichtig die Frage zu beantworten welche Information der auf diese Weise eventuell gemessene ATP Abbau uns geben kann in Beziehung auf die Fleischqualität (pH Abfall) und die Umwelteinflüsse vor der Schlachtung.

1. Rigormessung und ATP Konzentration

Die Messung der Starre kann beeinflusst werden durch das Vorhanden sein einer Sehnenplatte und einigermassen auch durch die Fleischfülle des Schinkens.

Der Zusammenhang zwischen Gegendruck und Starre ist beim M. Semimembranosus am zuverlässigsten, weil hier die Sehnenplatte fehlt.

Darum wurden die Untersuchungen durchgeführt an diesem Muskel. Von 60 am gleichen Tage geschlachteten Schweinen wurden die Starremess-

unergebnisse (Messung 40 Minuten nach dem Tode) verglichen mit den Ergebnissen der ATP Analysen.

Dazu wurden M. Semimembranosus Proben von 20 Schweinen aus jeder Rigor-Rubrik benutzt: Die Prä-Rigor-Rubrik (I), die Anfangs-Rigor-Rubrik (II) und die Rubrik für den Zustand des vollendeten Rigors (III). Die ATP Analyse fand statt nach Adam (Loos, 1965). Auch die pH-Werte wurden gemessen.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 dargestellt worden. Die Unterschiede in ATP Konzentration waren statistisch gesichert ($P < 0.0005$).

Tabelle 1. Rigor, pH und ATP ($\mu\text{mol}/\text{gr. Muskel}$) im M. Semimembranosus 40 Minuten post mortem

	N	Rigor-Einh.	pH1	ATP $\mu\text{mol}/\text{gr}$
Rigorgruppe I	20	0.8 \pm 0.23	6.52 \pm 0.05	3.33* \pm 0.26
Rigorgruppe II	20	7.2 \pm 0.16	6.25 \pm 0.05	1.61 \pm 0.29
Rigorgruppe III	20	11.6 \pm 0.34	6.19 \pm 0.09	1.08 \pm 0.19

* N = 19

In der Rigorgruppe III wurden die niedrigsten ATP Gehalte festgestellt, nämlich ein Drittel des bei der Rigorgruppe I gefundenen Gehaltes. Rigorgruppe II zeigte die Hälfte des bei der Rigorgruppe I gefundenen Gehaltes.

Auch die pH Werte waren unterschieden. ($P < 0.05$).

In Figur 1 ist die Übereinstimmung angegeben zwischen den ATP Mittelwerte pro Rigorgruppe und dem Gegendruck in Grammen, mittels einer Kumulationsfrekvenz Verteilung.

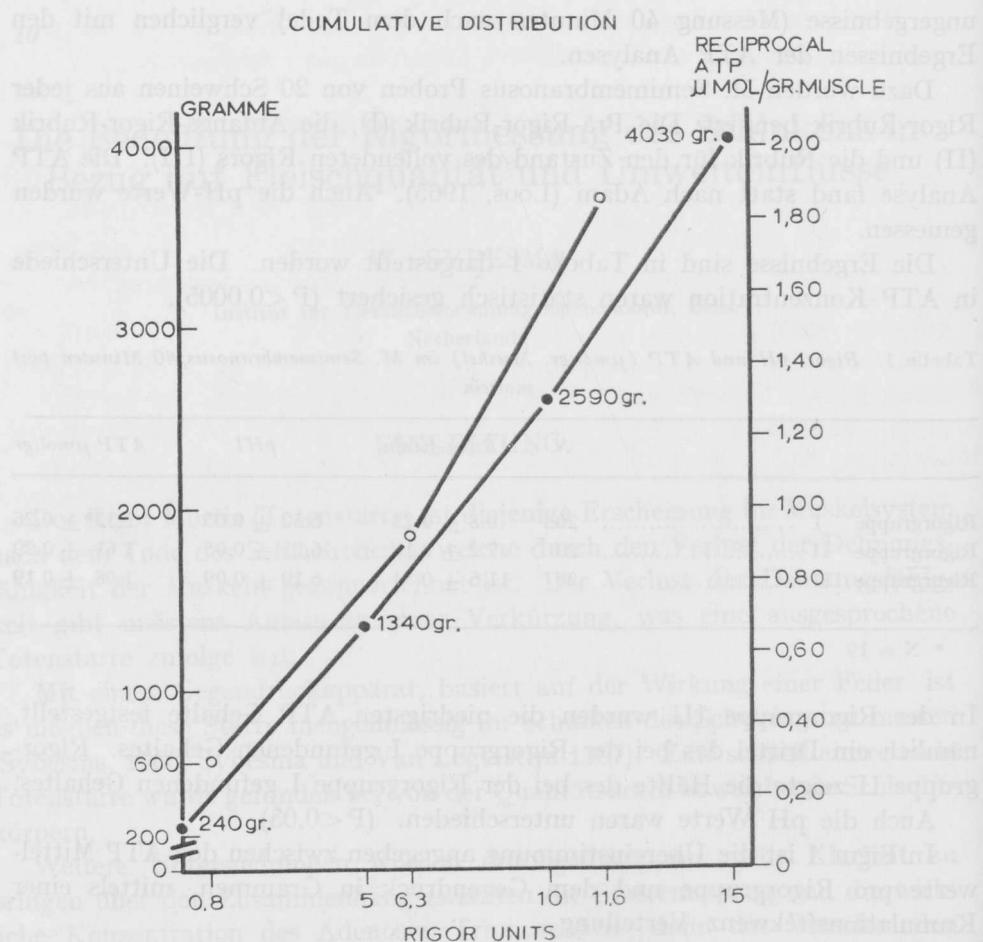
Die Variationsbreite ist dennoch gross innerhalb den Rigorgruppen. Auch in Gruppe I (kein Rigor) wurde in einem einzigen Fall ein niedriger ATP Gehalt aufgefunden. Dabei war aber der pH Wert ziemlich niedrig (pH-6.00).

Die Erklärung dafür könnte sein, dass der ATP Abbau in diesem Falle nicht verknüpft war mit einer deutlichen Verkürzung. bzw. Kontrahierung der Muskelfasern.

Nur ein kleiner Teil des Muskulus Semimembranosus wurde auf ATP Gehalt analysiert. Die Resultate geben uns die Überzeugung, dass die Starremessungen am M. Semimembranosus eine zuverlässige Information geben über die Geschwindigkeit des ATP Abbaus nach dem Schlachten.

2. Rigor und Fleischqualität (pH Abfall)

Der pH Abfall ist ein wichtiger Hinweis für die Fleischqualität 24 Stunden nach dem Schlachten.



Figur 1. Der Gegendruck in Grammen (0) und der Reziprok Wert des ATP Gehaltes pro Rigorklasse (0)

In früheren Untersuchungen mit 320 Schweinen wurde die Beziehung zwischen Rigorentwicklung und pH Abfall schon ausführlich analysiert. Daraus kam hervor, dass eine schnelle Rigorentwicklung bei jedem pH Wert möglich ist; dennoch wurden 66 % der Schlachtkörper mit Totenstarre (40 Min. post mortem) aufgefunden die einen niedrigen pH Wert (< 6.00) zeigten. (Sybesma et al 1967)

In Untersuchungen in Zusammenhang mit anderen Wissenschaftlern (Moerman und Krol, 1968) wurde überprüft wie der pH-Abfall in Schinken mit einer schnell eintretenden Starre sich verhielt. In einem Experiment wurden drei Gruppen Schinken analysiert, zwei Gruppen mit ausgesprochenem

Rigor und eine Gruppe ohne Rigor. Gruppe I zeigte Rigor und hatte einen niedrigen pH Wert in den MM. Adductor und Semimembranosus ($pH < 6.00$). Gruppe II zeigte auch Rigor aber der pH Wert des M. Adductors war nicht niedrig ($\bar{x} = 6.48$). Der pH_1 des M. Semimembranosus war < 6.00 .

Die erste Gruppe wurde als PSE Gruppe angedeutet. Die Zweite hatte einen raschen pH Abfall im M. Semimembranosus und auf Grund der Kombination hoher Rigor und hoher pH_1 des M. Adductors wurde einen hohen pH Wert 24 Stunden nach dem Schlachten erwartet. Diese Schinken zeigten eine sogenannte »gemischte« Fleischqualität, das heisst eine Kombination von dunkler und blasser Fleischfarbe.

In Tabelle 2 sind angegeben der Rigor, der pH Wert (auch der pH des M. Long Dorsi), die pH Abfälle und der Transmissionswert (Hart, 1961) einer Mischprobe dem ganzen Schinken entnommen.

Tabelle 2. Rigorwerte, pH Abfall und Transmissionswert in unterschiedene Schinkens (Unterschiede statistisch gesichert ($p < 0.05$) mit Ausnahme von*)

	Rigor M. Semimembranosus	M. Adductor	M. Longdorsi	Transm. Wert
Qualität	Wert pH_{30} Min. pH_{48} St.	pH_{30} Min. pH_{48} St.	pH_{30} Min. pH_{48} St.	Mischpr.
Normal	< 5 6.58 ± 0.04 5.61 ± 0.03 6.48 ± 0.04 6.10 ± 0.06 6.50 ± 0.04 5.72 ± 0.04 22 ± 2.7			
PSE	> 10 $5.64 \pm 0.09^*$ $5.67 \pm 0.10^*$ 5.84 ± 0.03 6.10 ± 0.05 $5.73 \pm 0.04^*$ $5.84 \pm 0.04^*$ 47 ± 4.8			
Gemisch*	> 10 5.89 ± 0.02 5.76 ± 0.05 $6.48 \pm 0.03^*$ 6.47 ± 0.05 $6.08 \pm 0.07^*$ $6.00 \pm 0.07^*$ 32 ± 3.8			

Daraus kann man das Folgende konkludieren:

- 1) Beim Schinken in Rigor zeigt sich einen geringeren pH Abfall nach der erste Messung 40 Minuten nach dem Schlachten als der Schinken ohne Rigor. Das trifft auch zu für die hohe pH_1 Werte des M. Adductors. Diese Ergebnisse zeigen dass im Allgemeinen die Glykogenreserven erschöpft sind bei einer ausgesprochenen Starre.
- 2) Bei den Tierkörpern mit Schinken einer gemischten Fleischqualität sind auch die pH Endwerte des M. Long Dorsi verhältnismässig hoch.
- 3) Der Transmissionswert zeigt, dass der Schinken ohne Rigor die beste Fleischqualität hat und der als degeneriert klassifizierte Schinken die meist abweichende.
- 4) Die erste Auslese am Schinken mit Hilfe der Rigormessungsergebnisse ist wertvoll aber für eine weitere Karakterisierung der Qualität braucht man die pH Messung. (Leest und Van Roon, 1968, behaupten, dass die pH Messung eine bessere Aussage gibt über die für die technologischen Ergebnisse wichtige Fleischqualitätsmerkmale als die Rigormessung).

3. Rigor und Umwelteinflüsse bevor dem Schlachten.

Wie schon erwähnt geht an die Totenstarre ein Zustand der Verkürzung der Muskelfasern voraus.

Diese Kontraktilität wird durch Reize hervorgebracht. Ca-Ionen aus dem sarkoplasmatischen Retikulum sollten teilweise dafür verantwortlich sein.

Während des Lebens kann die ATP Resynthese gestört sein wenn die physiologischen Bedingungen ungünstig sind.

Nicht nur Umwelteinflüsse sondern auch der genetische Hintergrund sind in dieser Hinsicht wichtig.

Eine grössere post-mortale ATPase Aktivität kann genetisch bedingt sein. Ein schneller ATP Abbau braucht allerdings nicht eine Verkürzung der Muskelfasern zufolge zu haben. Die Verkürzung bzw. grössere Kontrahierbarkeit sind öfters Begleiterscheinungen der intensiven Erregung bevor der Schlachtung.

Man sollte vielleicht einen Eindruck über die Umwelteinflüsse bekommen wenn man die Rigormessungen macht.

Der pH Abfall gibt aber auch eine Indikation.

Ungünstige Umwelteinflüsse führen zu mehr PSE Fälle, also mehr Fälle mit einem schnellen pH Abfall.

Wie schon erwähnt wurde ist aber ein schneller ATP Abbau nicht unbedingt verknüpft mit einem niedrigen pH₁ Wert. Lendfers (1968) fand dass unter gewisse Transport-Bedingungen zwar Unterschiede im Rigor vorkamen ohne dass deutliche Unterschiede in pH₁ Werte beobachtet werden konnten. Eigene Untersuchungen bestätigen diese Resultate.

Bei einer Versandschlachterei war eine neue Installation für CO₂ Betäubung eingerichtet worden. Dabei dauerte es zu lange bevor die Schweine entblutet werden konnten (80 Sek.) Man hatte versucht dass zu kompensieren mit einem höheren CO₂ Gehalt (80 %). Viele Tiere zeigten intensive Muskelkontraktionen, bei anderen Tieren fehlten diese. Es stellte sich heraus dass 57 % der ruhigen Tieren schnell in Totenstarre kamen. Bei den Tieren mit Muskelkontraktionen war 37 % in Rigor Mortis (R 45 Minuten). Diese Unterschiede waren statistisch gesichert ($P < 0.05$). Zwischen den pH₁-Klassen war das Unterschied nicht signifikant (Tabelle 3).

Es zeigte sich später dass bei der Mehrzahl der ermüdeten Tieren die Muskelkrämpfe nach dem Tode fehlten. In diesem Fall gaben die Rigormessungen bessere Information über die ungünstigen Einflüsse der Umwelt als die pH₁-Messungen.

Tabelle 3. Rigor und pH_1 bei Tieren mit und ohne Muskelkontraktionen nach dem Entbluten
(Anzahl in Prozenten)

	Mit Muskelkontraktionen (N = 71)	Ohne Muskelkontraktionen (N = 69)
Rigor-Klasse I	29	16
Rigor-Klasse II	34	28
Rigor-Klasse III	37	57
pH_1 -Klasse 1 (≥ 6.50)	45	39
pH_1 -Klasse 2 (≥ 6.00)	39	36
pH_1 -Klasse 3 (> 6.00)	16	26

DISKUSSION

Die Ergebnisse des ersten Versuches haben gezeigt dass zwischen die Starremessung und ATP Gehalt des M. Semimembranosus eine ziemlich gute Beziehung bestand.

Die Geschwindigkeit des ATP Abbaues braucht nicht verknüpft zu sein mit einem gewissen pH Wert, was klar macht dass auch nicht eine bestimmte Fleischqualität erwartet werden kann bei hohem Rigorwert.

Die schnelle Totenstarre hängt zum Teil ab von der genetischen Prädisposition für einen schnellen ATP Abbau aber auch von dem Ausmasz der Erregung bevor der Schlachtung welche die Verkürzung der Muskelfasern induziert.

Unserer Meinung nach ist die Rigormessung wertvoll in Betracht auf die Feststellung der Umwelteffekte auf das lebendige Tier (nachher).

Eine Voraussage einer bestimmten Fleischqualität braucht ergänzende pH Messungen.

LITERATUR

- Adam, H.: Methoden der enzymatischen Analyse, P. 539, 1962, Ed. Bergmeyer, Verlag Chemie G.m.b.H., Weinheim. (Zitiert durch Loos 1965).
 Bendall, J. K.: Structure and function of muscle, Vol. III, Academic Press, N. Y.-London 1960.
 Leest, J. A. and P. S. van Roon: Pale Exudative Pork and its Influence on Finished Product Quality, Proc. 14th European Meeting Meat Res. Workers, Brno, p. 390, 1968.
 Lendfers, L. H. H. M.: Differences in Meat Quality by Varying Pre-Slaughter Conditions. Proc. 14th European Meeting Meat Res. Workers, Brno, p. 493, 1968.
 Loos, J. A.: Een vergelijkend biochemisch onderzoek bij normale en afwijkende menselijke erythrocyten. Thesis, Amsterdam 1965.
 Moerman, P. C. and B. Krol: Technological aspects of the preparation of hams of pale watery pork. Proc. Symposium on Meat Quality, Zeist, 1968, (in press).
 Sybesma, W.: Die Messung des Unterschiedes in Auftreten der Rigor Mortis in Schinken. Die Fleischwirtschaft, 46, 637, 1966.
 Sybesma, W. and J. G. van Logtestijn: Rigor Mortis und Fleischqualität. Die Fleischwirtschaft, 47, 410, 1967.