

M/3

XIX EUROPÄISCHER KONGRESS DER WISSENSCHAFTLICHEN FLEISCHFORSCHER
IN PARIS VOM 2 - 7 SEPTEMBER 1973

CHARAKTERISTIKEN DER INTERMUSKULÄR INJIZIERTEN PÖKELLAKE
IN DIE MUSKELN DES SCHWEINSHINTERSCHINKENS

R.Tadić, M.Nadj und B.Draganović

JUGOSLAWISCHES INSTITUT FÜR FLEISCHTECHNOLOGIE, Beograd
INSTITUT FÜR ANWENDUNG DER NUKLEAREN ENERGIE IN DER LAND-
WIRTSCHAFT, TIERÄRZTLICHEN MEDIZIN UND FORSTWESEN, Beograd

Penetrationsdynamik der Pökellakebestandteile im Schweins-
hinterschinken bei der Aderspritzung der Pökellake ist von der Vertei-
lung und von dem Umfang, d.h. vom gesamten Lumen des vaskulären Netzes
abhängig und bedingt von den Zeitintervallen und Kinetik der einzelnen
Pökellakebestandteilen. Ähnliche Verhältnisse, obwohl etwas verlangsamt,
wurden bei der Erforschung der Penetrationsdynamik der Pökellakebestand-
teile im Schweinsvorderschinken festgestellt. Die zeitgemäße Technolo-
gie der Halbkonserven, unterdessen, wendet immer mehr die Technik der
Aderspritzung der Pökellake an. Deshalb haben wir uns entschlossen die
Charakteristiken der Muskel des Schweinshinterschinkens bei der Ader-
bzw. der intramuskulären Einspritzung der Pökellake zu untersuchen. Zu
diesem Zweck stellten wir uns folgende Aufgabe:

- Bestimmung der Unterschiede oder Ähnlichkeiten im makro-
morphologischen Bau, Konsistenz, Farbe und in grundchemischen Wertmessein-
heiten zwischen den drei bedeutendsten Muskel - M. biceps femoris, M. se-
mimembranosus und M. quadriceps femoris des Schweinshinterschinkens.

- Festsetzung gewisser Charakteristiken der untersuchten Mus-
keln bei der Ader- und intramuskulären Einspritzung der Pökellake, und

- Verfolgung der Penetration der Pökellakebestandteile bei
der intramuskulären Einspritzung in die Modelle der einzelnen Muskeln
des Schweinshinterschinkens mit Anwendung der radioaktiven Markierer,

MATERIAL UND ARBEITSMETHODEN

Der Hinterschinken weisser Fleischschweinen einheimischer
Rasse, Gewicht 95 bis 100 Kg, abgetrennt von den Hälften abgekühlten 18
Stunden, mit dem Schnitt zwischen dem 5 und 6 lumbalen Wirbel. Nach der
Desartikulation des tarsalen Gelenkes, von der ganzen Oberfläche des Hin-
terschinkens ist die Haut abgeschürft und das Fettgewebe vollkommen ent-
fernt.

Anatomisch-topographische Untersuchungen wurden auf dem M.

biceps femoris, M. semimembranosus und M. quadriceps femoris, abgesondert mit üblicher automatischer Präpariertechnik, durchgeführt.

Zur Feststellung der Wassermenge (Trocknen bis zum konstanten Gewicht), Fettinhalte (Extraktion nach Soxhlet) des Eiweissprozentages (Methode nach Kjeldahl), der Menge der gesamten Pigmente (Modifikation nach Höhler, Methode Hornsey) und Konsistenz (nach Wolodkovitsch), sind hellere und dunklere Teile 18 Stunden gekühlten Muskeln verwendet worden, vollkommen befreit vom subkutanen und intermuskulären Fettgewebe und aponeurotischen - Bindegewebeteilen.

Die Pökellake üblicher Zusammensetzung wurde in die rechten Hinterschinken durch a. iliaca externa, in einer Menge von 10% gerechnet auf das Gewicht der unentknochten Hinterschinken. Zur Feststellung der Menge von injizierten und aufgehaltene Pökellake dienten die Muskeln der linken Hinterschinken von denselben Schweinen.

Die Pökellake derselben Zusammensetzung und in der gleichen Menge wie im vorherigen Fall, wurde intermuskulär mittels Pikl-Injektor in die Muskeln des Hinterschinkens eingespritzt, die vorher vom Fett- und groben Bindegewebe befreit worden sind und deren Gewichte vor- und nach der Injektion festgesetzt waren.

Bei den Untersuchungen der Penetrationsdynamik wurde die Pökellake markiert mit trasierten Dosen des radioaktiven Phosphats in der Form Natrium orthophosphats, $\text{Na}_2\text{H}(\text{}^{32}\text{P}\text{O}_4)_2$, von Aktivität 1 mCi, verwendet. Die Aktivität der Muster, entnommenen aus den hellen und dunkleren Teilen der Oberfläche und aus dem Zentrum, d.h. aus der Applizierungsstelle der radioaktiven Pökellake in die Muskelmodelle (Grösse 5x5x5 cm), wurde nach 0,6 12, 24 und 36 Stunden nach der Injektion auf dem universalen Zähler Marke "Philips" gemessen.

UNTERSUCHUNGSRÉSULTATE UND DISKUSSION

Anatomisch-topographische Untersuchungen wurden auf den drei

bedeutendsten Muskeln des Schweinshinterschinkens durchgeführt.

M. biceps femoris ist ein gut entwickelter, massiver Muskel, kräftiger Extensor des Knie- und Tarsal-Gelenkes, der sich auf der lateralen Seite des Hinterschinkens in gluteo-femoro-patellaren Regie befindet. Er besteht aus zwei Teilen: vom grösseren und vom technischen Aspekt bedeutenderen *Caput vertebrale* und kleineren *Caput pelvinum*.

Markant ausgedrückt, ziemlich grobes Muskelgewebe *C. vertebrale*, Durchschnitt ca. 60 μ , gehen in der kranio-ventralen Richtung. Zwischen ihnen ist gut entwickeltes interstizielles Bindegewebe. Der innere mediale Teil unterscheidet sich durch erheblich dunklere rosig-rote Farbe von seinem äusseren Teil, der blass rosig-rote Farbe ist und umfasst 1/5 bis 1/4 dieses Muskels.

Ebenfalls die groben Muskelbündel *C. pelvinum* gehen in kaudo-ventralen Richtung, mit stark entwickeltem zwischenmuskulärem Binde- und Fettgewebe. Ihre Farbe ist blass rosig-rot, ähnlich der Farbe des äusseren Teiles des *C. vertebrale*.

M. semimembranosus stellt eine voluminöse gut entwickelte Muskelmasse dar, die sich auf der medialen Seite des Hinterschinkens befindet, vor allem in der femoralen Regie. Bei fixierter hinterer Extremität er ist Extensor, bei der Bewegung ist er aber zusammen mit den übrigen sinergetischen Muskeln, der Flexor des Kniegelenkes. Er besteht aus zwei eng verbundenen und schwer entzweibaren Teilen, die sich nicht nur nach der Grösse und Form, sondern noch viel deutlicher nach der Farbe unterscheiden. Interstizielles Bindegewebe ist in ihnen ziemlich schwach entwickelt.

Der äussere, grössere mediale Teil *M. semimembranosus* ist ausgeglichener, hell rosig-rote Farbe, dessen gut entwickelte Muskelfasern im Durchschnitt 55 bis 57 μ , kranio-ventral laufen.

Der innere, kleinere laterale Teil ist ausgesprochen dunkel

rosig-roter Farbe, dessen zärtliche Muskelbündel sich beinahe in der selben Richtung, wie die Bündel des vorherigen Teiles strecken.

M. quadriceps femoris ist gut entwickelter Muskel, gewölbten spindelförmiger Form, der sich auf der kranialen Seite der femoralen Regie der hinteren Extremität befindet. Er besteht aus 4 Teilen die untereinander verbunden sind und bilden ein geeintes Ganze, zusammengestellt von den: *M. rectus femoris*, *M. vastus lateralis*, *M. vastus medialis* und *vastus intermedius*.

M. rectus femoris ist der grösste und massivste Teil des *quadriceps femoris*, ausgesprochen spindelförmigen Form, hell rosig-roter Farbe. Die Muskelfasern im Durchschnitt 53 bis 55 μ , sind zart, ohne entwickelten und sichtlich ausgedrückten Bindegewebe. Zum Unterschied von den übrigen Teilen *M. rectus femoris* verrichtet zweifache Funktion: er ist Extensor des Knie- aber gleichzeitig auch Flexor des koksalen Gelenkes.

M. vastus lateralis ist ein breiter, flacher Muskel, unregelmässiger viereckiger Form, dunkleren rosig-roten Farbe. Seine Muskelbündel sind ausdrückvoller von den Bündeln des vorherigen Teiles; Durchschnitt der Fasern ist ca. 55 μ . Das Bindegewebe in diesem springt etwas mehr hervor aber ohne bedeutenden Schichten des intra- und intramuskulären Fettgewebes. Zusammen mit den anderen Teilen er ist ein starker Extensor des Kniegelenkes.

M. vastus medialis ist kleiner, schwächer entwickelter Teil des *M. quadriceps femoris*, relativ ausgedehnter, flacher Form, dunkel rosig-roter Farbe. Die Muskelfasern sind im Durchschnitt ca. 55 μ , und seine Muskelbündel sind den Bündeln des *M. vastus medialis* ähnlich mit etwas merklicherem intramuskulärem Bindegewebe. Ähnlich wie die übrigen Teile des *M. quadriceps femoris*, er ist Extensor des Kniegelenkes.

M. vastus intermedius ist der kleinste und zugleich der dunkelste Teil des *M. quadriceps femoris* und befindet sich auf der kranio-medialer Seite des Hinterschinkenknöchens, eng angeschmiedet an den *M.*

vastus medialis und teilweise an den M.vastus lateralis. Zusammen mit den übrigen Teilen er ist Extensor des Kniegelenkes.

Die Untersuchungen zeigten, dass von den drei bedeutendsten Muskeln des Hinterschinkens M.quadriceps femoris die zärtlichste Makrostruktur hat mit einem am wenigsten entwickelten, visuell bemerkbaren interstiziellen Bindegewebe. Er hat nach den vorherigen Untersuchungen den grössten Umfang eines verzweigten vaskulären Netzes gezeigt, was wahrscheinlich in Zusammenhang mit seiner Funktion ist. M. biceps femoris wider den vorherigen Muskel zeigt visuell eine der grobesten Makrostruktur mit ~~gut~~ einem gut entwickelten interstiziellen Bindegewebe. Vaskuläres Netz kommt bei ihm schwächer zum Vorschein, besonders auf den peripheren äusseren Teilen. M.semimembranosus befindet sich im Bezug auf die untersuchten Eigenschaften zwischen den beiden Muskeln.

Die Untersuchungsergebnisse der grund-chemischen Wertmessenheiten und der Farbe sind in der Tabelle 1 ausgelegt.

Tabelle 1

Muskel		P R O Z E N T			Gesamt Pigment in ppm
		Wasser	Fett	Eiweiss	
M.biceps femoris	hell	75,25	2,58	21,16	65,3
	dunkel	76,06	1,12	22,15	126,7
M.semimembranosus	hell	75,15	2,06	21,83	70,4
	dunkel	76,30	0,87	22,40	99,3
M.quadriceps femoris	M.rectus femoris	76,45	0,51	22,85	110,0
	M.vastus lateralis	76,40	0,85	22,70	78,2
	M.vastus medialis	76,20	0,63	22,63	136,0
	M.vastus intermedius	76,25	0,60	22,65	241,5

Die erhaltenen Werte zeigen deutlich nicht nur die Unterschiede unter den überprüften Muskeln sondern ebenfalls auch zwischen den einzelnen Teilen. Die Unterschiede sind signifikant, besonders zwischen den hellen und dunklen Muskelteilen. Am meisten Wasser und Eiweiss und am wenigsten Fett enthält der M.quadriceps femoris. Dagegen der M.biceps femo-

ris enthält die mindesten Wassermengen und Eiweisse, aber am meisten Fett. Der M. semimembranosus befindet sich, nach den dargestellten Werten, zwischen diesen beiden Muskeln.

Die Durchschnittsmengen intraarteriell und intramuskulär eingespritzten und aufgehaltene Pökellake in die untersuchten Muskel des Hinterschinkens sind in der Tabelle 2 ausgewiesen.

		Tabelle 2					
Gewicht in Kg	M. biceps femoris		M. semimembranosus		M. quadriceps femoris		
	I/A	I/M	I/A	I/M	I/A	I/M	
	I n j e k t i o n						
Vor der Injektion	1	1,064	1,054	1,084	1,080	1,070	1,050
Nach der Injektion	2	1,182	1,151	1,218	1,187	1,304	1,161
Injizierte Pökellake	Hg 3 % 3:1	0,118 11,08	0,097 9,20	0,131 12,36	0,107 9,91	0,234 21,85	0,111 10,57

Die untersuchten Muskeln bei der intramuskulären Einspritzung nehmen und halten auf ziemlich ausgeglichene Mengen der Pökellake. Wie aus den Angaben ersichtlich ist, die Unterschiede der aufgenommenen und aufgehaltene Mengen der Pökellake der einzelnen Muskeln betragen im ganzen 1,5%. Dagegen bei der Arterienspritzung der Pökellake, die Differenzen sind sogar über 10%, das ist wahrscheinlich die Folge des Verhältnisses zwischen der Muskelmasse und ihres vaskulären Netzes. Der M. quadriceps femoris nimmt die grösste Menge der Pökellake auf ohne Rücksicht auf die Art der Applikation. Bei der Aderspritzung der Pökellake, könnte dies mit dem höchsten gesamten Lumen der Blutgefässe geklärt werden. Bei der intramuskulären Injektion wird die Pökellake, wahrscheinlich dank der Muskelmakrostruktur, d. h. den zärtlichen und kompakten Fasern, kleineren Durchmessers und kleineren Menge des interstiziellen Bindegewebes. Die M. biceps und M. semimembranosus nehmen und halten ungefähr dieselben Mengen der Pökellake auf.

Die Konsistenz der Muskel im Pökelprozess (Tabelle 3) ändert sich in Abhängigkeit mit ihrem morphologischen Bau. Die grössten Konsistenzänderungen wurden beim rectus femoris festgestellt und etwas kleinere bei den zwei anderen untersuchten Muskeln.

Tabelle 3

M u s k e l	Die Zeit nach der Injektion in St.			
	0	6	12	24
M. biceps femoris	72,0	52,5	41,5	27,1
M. semimembranosus	71,0	51,7	40,5	25,3
M. rectus femoris	70,8	51,3	40,2	25,1

Das Bilden der entsprechenden Farbe des gepökelten Fleisches ist visuell in denselben Zeitintervallen als das Messen der Konsistenz verfolgt worden. Nach drei Stunden in den Muskeln in welchen die Pökellake intramuskulär injiziert wurde, in relativ breiter Zone, (1,5 bis 2 cm um die Stichstelle) zeigt sich die charakteristische Farbe des gepökelten Fleisches. Diese Zone kommt am besten beim rectus femoris zum Ausdruck. Im Laufe der weiteren Periode die Zone verbreitet sich allmählich in Abhängigkeit von der Struktur des untersuchten Muskels. Der M. rectus femoris zeigt nach 24 Stunden nach dem ganzen Schnitt die charakteristische Farbe des gepökelten Fleisches. In derselben Periode in den anderen zwei untersuchten Muskeln wurden kleinere undurchpökelte Stellen wahrgenommen.

Tabelle 4

Messzeit Stunden	M. biceps femoris			M. semimembranosus		M. rectus femoris			
	H.	D.	Gesamt	H.	D.	Gesamt	H.	D.	Gesamt
6	1,0	3,8	4,8	1,7	1,3	3,0	4,7	10,1	14,8
12	0,6	0,9	1,5	1,8	2,4	4,2	0,8	16,2	17,0
24	3,0	7,9	10,9	1,0	3,1	4,1	0,1	3,7	3,8
36	5,1	7,3	12,4	1,4	1,7	3,1	8,3	22,1	30,4
Zusammen	9,7	19,9	29,6	5,9	8,5	14,4	13,9	52,1	66,0

Auf dem radiometrischen Wege wollten wir die Gewichtswertmessziffern auf die Aufnahme und das Aufhalten der intramuskulär injizierten Pökellake in den drei helleren (H) und dunkleren (D) untersuchten Muskeln überprüfen. Dabei haben wir in die Muskelmodelle eine bestimmte Menge der Pökellake in das geometrische Zentrum eingespritzt und die Radioaktivität dieser Menge, umgerechnet auf ein Gramm der Muskelmasse stellte den Anfangswert 100% dar. Auf Grund dieses Wertes und Aktivitätsmessens auf der Oberfläche wurde die Penetrationsdynamik der Pökellakebestandteile beobachtet. Die Resultate in der Tabelle 4 zeigen, dass die höchste Pökellakemenge auf ein Gramm der Muskelmasse der M. rectus femoris aufnimmt, was auch die Resultate des Gewichtsmessens bestätigen. Die Gewichtsmessungen zeigten, dass der M. semimembranosus etwas mehr Pökellake aufnimmt und aufhält als der biceps femoris. Indessen, mit dem Messen der Radioaktivität bekam man umgekehrte Resultate. Nach dem Grade der Radioaktivität der M. biceps femoris zeigt schnelleres Durchdringen der Pökellake als der M. semimembranosus. Diese Resultate zeigen, dass im Laufe von 24 Stunden die intramuskulär injizierte Pökellake sehr gleichmässig (21,8+1,5%) in Kontakt mit dem Muskelgewebe tritt. In folgenden 12 Stunden tritt weitere Stabilisation auf und es entsteht eine völlige Bindung, woraus die gewünschte Farbe des gepökeltten Fleisches resultiert. Die radiometrischen Messungen, sowie die chemischen Untersuchungen zeigen, dass die Intensität und Quantum der Pökellakepenetration grösser ist in die dunklere Teile der untersuchten Muskeln. Dabei halten sich die Unterschiede zwischen den einzelnen Muskeln noch weiter auf. In den dunkleren Teilen des M. rectus femoris ist die höchste Zahl der Impulse, wie nach 6 Stunden so noch besonders auch nach 36 Stunden registriert worden.

ZUSAMMENFASSUNG

Auf Grund der Untersuchungsergebnisse kann man auf Folgendes hinweisen:

1. Als hochwertigster Muskel des Hinterschinkens kann der

M. quadriceps betrachtet werden, der den zärtlichsten makromorphologischen Bau hat, % die niedrigste Menge des intramuskulären Fettes und interstiellen Bindegewebes.

2. Bei der intramuskulären Injektion die Pökellake verteilt sich gleichmässiger in den Muskeln ^{als} bei der Aderspritzung.

3. Bei der intramuskulären Injektion die Pökellake durchdringt schneller in die dunklere als hellere Teile der untersuchten Muskeln.

4. Im M. quadriceps femoris bildet sich der schnellste und vollkommendste Kontakt zwischen den Pökellakebestandteilen und des Muskelgewebes.

5. Radiometrische Untersuchungen zeigten, dass im Laufe von 24 Stunden nach der intramuskulären Injektion der Pökellake fast ein voller Kontakt zwischen den Pökellakebestandteilen und des Muskelgewebes in den untersuchten Muskeln aufgenommen wird.