

СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧНИ И МИКРОСТРУКТУРНИ ИЗМЕНЕНИЯ НА ДИЕТИЧНИ ПОЛУФАБРИКАТА ОТ ПТИЧЕ МЕСО

Т.Бакаливанова<sup>1</sup>, П.Велинов<sup>1</sup>, М.Жиков<sup>1</sup>, М.Лалов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт по месопромишленост, 1407 София, България

Висш институт по хранително-вкусова промишленост, 4002 Пловдив,

Известно е, че в състояние *RIGOR MORTIS* месото се характеризира с повищена жилавост и ниска вододържаща способност. При птичето месо постморталните процеси настъпват по-бързо, в сравнение с другите видове месо. *KUHN*, *LENTE* [10] и *KUHN*, *DE VEN BERG* [9] определят следните три състояния на птичето месо след клане: 1/*PREF RIGOR* -15 min; 2/*RIGOR MORTIS* -4 h и 3/*POST RIGOR* -24 h.

Изучавайки промените, настъпващи в птичето месо *KUHN* [11] и *HELMAROWICZ* [12], установяват, че птичи трупове замразани веднага след добива им по отношение показателите сочност, крехкост и нежност след 3-месечно съхранение отговарят на месо в състояние *RIGOR MORTIS*. Същите автори намират, че при 24-часово отлежаване на месото преди замразяване, след 3-месечно съхранение същото отговаря на месо в състояние *POST RIGOR*. В тази връзка *SÜHNE* [7], *SCHALTENBECK* [16] и *ILGWANIK* [17,18] препоръчват "период на съзряване" на птичите трупове преди замразяване. Върху окрехкотяването на птиче месо са работили много автори и становището е, че 24 h са достатъчни за постигане на желаният ефект [11,19,20]. Според *DE FREMERY* [4,5] гръден мускул се окрехкотява много по-бързо от бедрения. В процеса на окрехкотяване *SAYRE* [15] установява, че не настъпва удължаване на саркомерите, а според *KATZUNIKO*, *KUMINIKO* [8] се постига фрагментиране на миофibrилите с 55% от началната стойност. *GUDTSCHIKOFF* [6] прави извода, че предварителното окрехкотяване има далеч по-голямо значение за качеството на месото, отколкото скоростта на замразяване, стига да не е под 1 cm/h.

Целта на настоящата разработка е да проследим структурно-механичните и микроструктурни изменения на бедрен и гръден мускул при създаване на технология за произ-

водство на диетични полуфабрикати от птиче месо.

**Материал и метод**  
Като материали използвахме охладени разфасовки от птичи бутчета и гърди, взети на 4-ия след клане с температура +14°C. След обезкостяване осолявахме месото по сухия метод със солови смеси, съобразени с изискванията към диетичното хранене и предназначението на образците за хипертоници, сърдечно-съдови заболявания, бъбречно-болни, диабетици и наднормено тегло [3]. Месото престояваше в продължение на 24 ч в хладилник при температура на въздуха +4°C като провеждахме трикратно масажиране на 2-ия, 4-ия и 6-ия

след осоляването на бавни обороти по 8-10 мин. На стъпилите изменения проследихме чрез определяне на структурно-механичните показатели еластичност, структурна и пластична здравина на апарат *Labor MÜSELER* тип *CB-205*, по метод описан от Лалов, М. Б., Банчев [1]. Микроструктурните изменения определихме чрез електронна микроскопия "Tesla - BS-613" при 80KV. Анализите провеждахме на супровината - месо от бутчета и гърди 4 ч след клане и на месото, предназначено за приготвяне на диетични полуфабрикати на 24-ия ч, разпределено в следните опитни групи: I-ва - неосолено месо/контрола; II-ра - осолено месо с 0,5% натриев хлорид; III-та - осолено месо с 1% калиев хлорид, 0,2% калиев цитрат, 0,5% захар и IV-та - осолено месо с 0,5% натриев хлорид, 0,5% калиев хлорид и 0,4% захар. Проследявахме по 6 пробы от всяка група за двата вида месо, като изрязвяхме от едно и също място, така че да спазваме посоката на влакната при всички измервания. Резултатите обработихме математически по дисперсионен метод [2].

#### Резултати и обсъждане

Резултатите от структурно-механичните показатели са представени на таблици 1 и 2. Сравнявайки данните на 4-ия час след клане се вижда, че месото от гърди има по-ниски стойности за еластичност, т.е. способността на мускул *M. pectoralis* да възстановява первичночалната си форма след премахване на механичното въздействие е по-малка. Структурната и пластична здравина, изразяващи междумолекулните връзки, са по-високи, т.е. гръден мускул е по-жилав и по-твърд от бедрения *M. vesceris femoris*. Това показва, че при свръзлото месо от гърди постморталните процеси са по-силно изразени и настъпват по-бързо от тъмното месо. Същото установяват *Rist et al.* [4], което обясняват с различната структурна и функционална принадлежност на двата мускула. След 24-ия ч структурно-механичните показатели за всички групи при двата вида месо се изменят в следния ред: еластичността се увеличава като при месото от бутчета нараства с около 16%, а при про-

Таблица 1

Структурно-механични показатели на месо от бутчета

ПОКАЗАТЕЛИ	ЧАС НА ОПРЕДЕЛЯНЕ	ОПИТНИ ГРУПИ			
		I $\bar{x} \text{ mm}$	II $\bar{x} \text{ mm}$	III $\bar{x} \text{ mm}$	IV $\bar{x} \text{ mm}$
ЕЛАСТИЧНОСТ В %	4 post. mort.	62,02	62,02	62,02	62,02
	24 слег осоляване	$\pm 14,67$	$\pm 14,46$	$\pm 14,86$	$\pm 14,96$
СТРУКТУРНА ЗДРАВИНА В N/mm <sup>2</sup>	4 post. mort.	45,94	45,94	45,94	45,94
	24 слег осоляване	$\pm 5,82$	$\pm 6,48$	$\pm 6,94$	$\pm 7,12$
ПЛАСТИЧНА ЗДРАВИНА В N/mm <sup>2</sup>	4 post. mort.	32,60	32,60	32,60	32,60
	24 слег осоляване	$\pm 4,22$	$\pm 4,39$	$\pm 4,27$	$\pm 4,19$

дат в това отношение с търдението на *Sayre* [5] и *Landem Berg* [15].

По отношение математическата обработка на резултатите, статистически достоверен е фактора "време на отлежаване" при  $F_A > 99,9\%$ . Факторът "осоляване" и взаимодействието между двата фактора са недостоверни при  $F_B < 95\%$  и  $F_{AB} < 95\%$ . Следователно при приготвяне на диетични полуфабрикати окрехкотяването на месо от гърди и бутчета се дължи също на автолитичните процеси, протичащи при отлежаване на месото в хладилник 24 ч.

Ултраструктурните наблюдения на двата вида мускула *M. vesceris femoris* и *M. pectoralis* показват както развитието на автолитичните процеси в тях, така и въздействието на осоляването върху ултраструктурните им елементи. На електронограма 1 се наблюдават успоредно разположени миофибрили.  $Z$ -лините са пътни, лебели и ограничават ясно отделните саркомери. В тях добре са очертани I-и A-секторите, H-зоните, и M-лините. Филтрияният строеж на саркомерите е добре изразен и запазен. Саркоплазматичните прост-

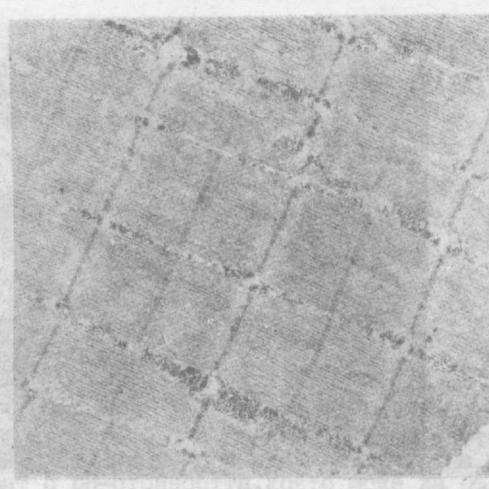
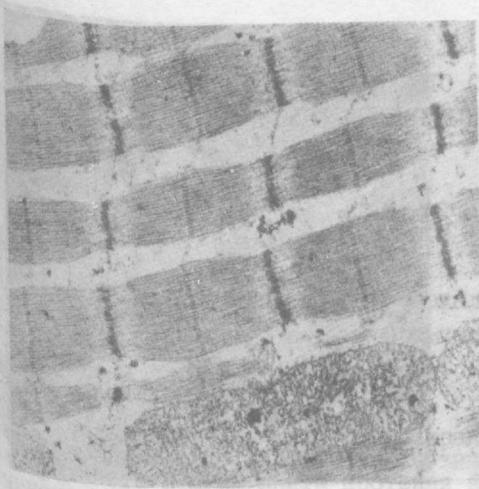
Структурно-механични показатели на  
месо от гърди

Таблица 2

ПОКАЗАТЕЛИ	ЧАС НА ОПРЕДЕЛЯНЕ	ОПИТНИ ГРУПИ			
		I	II	III	IV
		$\bar{x}$	$m\bar{x}$	$\bar{x}$	$m\bar{x}$
ЕЛАСТИЧНОСТ В %	4 post. mort. 24 след осоляване	46,26 $\pm 17,84$	46,26 $\pm 17,90$	46,26 $\pm 18,44$	46,26 $\pm 18,74$
СТРУКТУРНА ЗДРАВИНА В N/mm <sup>2</sup>	4 post. mort. 24 след осоляване	54,51 $\pm 18,30$	54,51 $\pm 18,46$	54,51 $\pm 18,26$	54,51 $\pm 18,32$
ПЛАСТИЧНА ЗДРАВИНА В N/mm <sup>2</sup>	4 post. mort. 24 след осоляване	36,64 $\pm 11,72$	36,48 $\pm 11,70$	36,64 $\pm 11,67$	36,62 $\pm 11,71$

ранства са широки и просветлени, като в тях се забелязват елементи от саркоплазматичния ретикулум и едри митохондрии с добре изразени и силно разклонени кристи. Описаната структура дава указания, че в наблюдаваните мускулни влакна от M. BICeps FEMORIS на 4-ия час след клане все още няма настъпване на RIGOR MORTIS. На електронограма 2 е представено част от мускулно влакно на M.R. M. R., също на 4-ия час след клане. Наблюдавани миофбрли са със за пазена успоредност, пътно прилепнати една към друга, с минимални саркоплазматични пространства, в които се наблюдават струпвания на гликогенови гранули. Саркомембрите са също запазени фибриларен строеж, с правоъгълна форма, тесни I-сектори и тънки Z-линии. Формата на миофбрите и саркомерите дава известни указания за начало на RIGOR MORTIS, но наличието на гликогенови гранули в големи количества говори все още за началният му стадий. След 24-часово отлежаване в хладилник се наблюдава развитие на автолитичните процеси в различна степен при двата мускула, представени на електронограми 3 и 4. При бедреният мускул/електронограма 3/ се наблюдават мускулни влакна в нееднаква степен на отпускане след RIGOR MORTIS. Миофбрите са с нарушена успоредност, Z-линиите са нагънати, I-секторите са по-тесни и на места се забелязват деструктивни процеси на актиновите протифбрли. Сарколемата е отслоена и нагъната, под нея митохондриите са просветлени, с накъсани кристи и мембрани.

При изследванията на мускулите на бедрата са наблюдавани също същите изменения



Електронограма 1  
Част от мускулно влакно на M.B. FEMORIS  
4 ч. POST MORTEM /сировина/  
Ув. 10000 x

Електронограма 2  
Част от мускулно влакно на M.R. M. R.  
4 ч. POST MORTEM /сировина/  
Ув. 10000 x

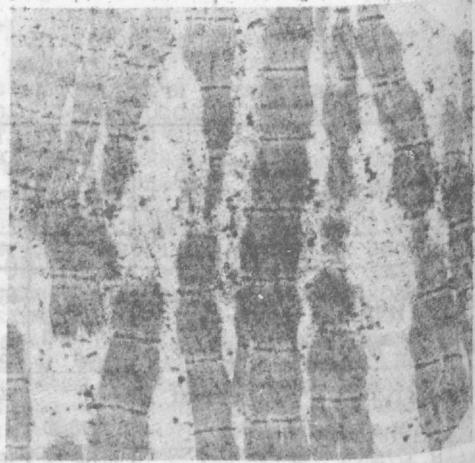
При гръденния мускул/електронограма 4/ миофбрите са също с нарушена успоредност, но вече накъсани. Наблюдава се деструкция и просветяване на цели саркомери или големи части от тях. Z-линиите са изтънени и фрагментирани. В саркоплазматичното пространство не се откриват гликогенови гранули. Описаната картина говори освен за преминал RIGOR MORTEM, така и за по-напреднали автолитични процеси в сравнение с бедрения мускул.

На електронограма 5 се илюстрира различната степен на проникване на соловие разтвори в две съседни мускулни влакна от M. BICeps FEMORIS на 24-ия час след осоляване/III-та група. От една страна се наблюдават уплътнени и силно нагънати вследствие масажирането миофбрли със зигзагообразни и накъсани Z-линии. Голяма част от I-секторите са извлечени и просветлени. Нарушен е и фибриларният строеж на саркомерите.



Електронограма 3

Част от мускулно влакно на м. б. FEMORIS  
след 24 h отлежаване в хладилник/I-ва гр/  
Ув. 4750 x



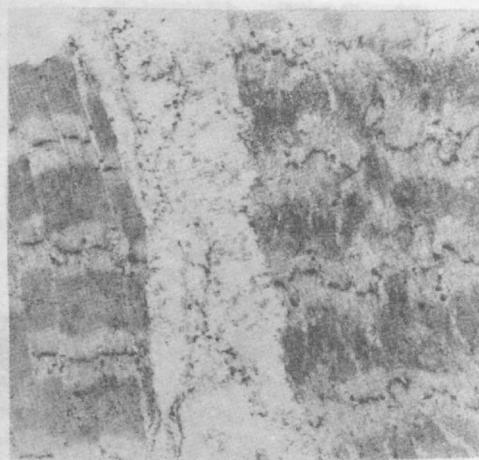
Електронограма 4

Част от мускулно влакно на м. р. MAJOR  
след 24 h отлежаване в хладилник/I-ва гр/  
Ув. 4750 x

Сарколемата е отслоена, нагъната и гранулирана. От друга страна се наблюдава мускулно влакно със сравнително запазени структури, поради по-слабо проникване на соловите разтвори.

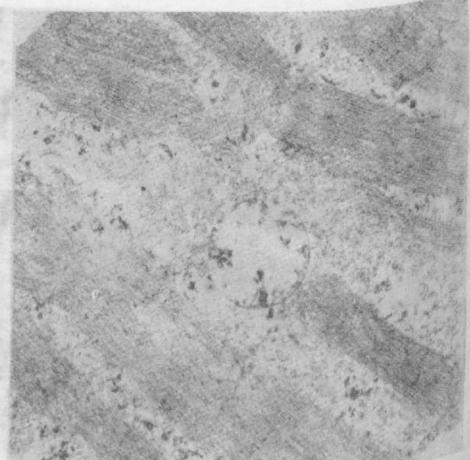
Измененията следствие осоляването в м. FESTORALIS MAJOR 24 h след осоляването/III-та група/ се наблюдават на електронограма 6. Миофибрите са с нарушена успоредност и деструктивно изменени участъци, превърнати в еднородна дребнозърниста маса. Някои саркомери са разнищени и напълно разтворени. Протофибрите са в различна степен разкъсани и гранулирани. Митохондриите са вакуолизирани със силно просветляване и деструкция на кристите. Наблюдаваната картина говори за съично въздействие на соловите разтвори върху фибрилярните и саркоплазматични структури на мускулното влакно.

Въз основа на проведените структурно-механични и микроструктурни анализи можем да направим следните изводи:



Електронограма 5

Част от мускулно влакно на м. б. FEMORIS  
след 24 h осоляване в хладилник/III-та гр/  
Ув. 4750 x



Електронограма 6

Част от мускулно влакно на м. р. MAJOR  
след 24 h осоляване в хладилник/VII-та гр/  
Ув. 10000 x

1. Постморталните процеси се развиват по-бързо и са по-изразени при м. р. MAJOR в сравнение с м. б. FEMORIS

2. Отлежаването 24 h в хладилник е съпроводено с преминаване на RIGOR MORTIS и протичане на автолитични процеси, свързани с окрехкотяване на месото, като при м. р. MAJOR този ефект е в по-висока степен.

3. Осоляването, независимо ниският процент води до по-изразени деструктивни промени при двата мускула, по-силно подчертани при м. р. MAJOR.

4. При дадената постановка основен фактор за постигане ефекта на окрехкотяване на автолитичните процеси, протичащи по време на отлежаване в хладилник при 4°C в продължение на 24 h.

Литература

1. Йалов, М., Б. Банчев, Хладилна технология на хранителните продукти, ВИХВП, Пловдив, 1980
2. Цложинский, Н.А., Биометрия, Новосибирск, Сибир. отделение АН СССР, 1961
3. Ташев, Т., Основи на храненето, Мед. и физкултура, София, 1981
4. De Fremery D., J. Agr. Food Chem., 14, 1966, 214
5. De Fremery D., J. Food Sci., 34, 1969, 176
6. Gutschmidt J., Die Fleischwirtschaft, 48, 1968, 1474
7. Gühne W., Die Fleischwirtschaft, 54, 1974, 1360
8. Katsuhiro J., S. Kunihiro, J. Food Sci., 42, 1977, 1642
9. Khan A.W., L. van den Berg, J. Food Sci., 29, 1964, 597
10. Khan A.W., C.P. Lentz, J. Food Sci., 30, 1965, 787
11. Khan A.W., J. Food Sci., 39, 1974, 393
12. Niewiarowicz A., Przemysl spozywczy, 34, 1980, 29
13. Reynolds E.S., J. Cell. Biol., 17, 1963, 208
14. Ristic M., L. Schön, Arch. Geflügel, 41, 1977, 483
15. Sayre R.N., J. Food Sci., 35, 1970, 7
16. Scholtysek S., Poultry Sci., 46, 1967, 936
17. Urbaniak M., Chłodnictwo, 10, 1976, 1
18. Urbaniak M., Chłodnictwo, 15, 1981, 10
19. Van den Berg L., A.W. Khan, C.P. Lentz, Food Technology, 17, 1963, 91
20. Van den Berg, L., C.P. Lentz, A.W. Khan, Food Technology, 18, 1964, 171