

PECULIARITIES OF PROTEINS AND MICROSTRUCTURE CHANGES OF THE MEAT OF ADRENALINE-TREATED ANIMALS DURING PROLONGED STORAGE

N.P. YANOUSHKIN, N.K. ZHOURAVSKAYA, V.P. PISMENSKAYA, A.P. ROSLOVA  
MTIIMP, Moscow, USSR

Changes in the muscle proteins and the microstructure of normal meat, as well as of that of pre-slaughter adrenaline-injected animals, during prolonged frozen storage are presented and discussed in the paper, meat being frozen at various stages of autolysis.

Specific proportions of individual meat protein fractions of adrenaline-treated animals are determined by means of polyacryl amide gel-electrophoretic separation of sarcoplasmic proteins, and increased stability of the above fractions during twelve-month storage at  $-18^{\circ}\text{C}$  is found.

Histological studies of the meat stored up to 12 months show that muscular tissue microstructure of adrenaline-treated animals is preserved to a greater extent as compared to normal meat.

PARTICULARITES DU CHANGEMENT DES ALBUMINES ET DE LA MICROSTRUCTURE DE LA VIANDE DES ANIMAUX "ADRENALISES" LORS DE LA CONSERVATION DE LONGUE DUREE

N.P. Janouchkine, N.K. Zouravskaya, V.P. Pismenskaya, A.P. Roslova.  
Institut technologique de Moscou pour les industries de la viande et du lait URSS.

Dans le rapport on montre et on discute les résultats des recherches des changements des albumines des muscles, de la microstructure au cours de la conservation de longue durée de la viande habituelle congelée aux différents stades de l'autolyse et de la viande des animaux auxquels on a introduit l'adrénaline pendant la maintenance avant l'abattage.

A l'aide de la séparation électrophorétique des albumines du sarcoplasma au gel polyacrylamide on a établi le trait spécifique dans les rapports de différentes fractions protéiques de la viande des animaux "adrénalisés" aux différents stades de l'autolyse et on a révélé leur stabilité élevée au cours de la conservation de 12 mois à la température  $-18^{\circ}\text{C}$ .

Les résultats des analyses histologiques de la viande des délais de conservation mentionnés prouvent que la microstructure du tissu musculaire des animaux "adrénalisés" se conserve plus longtemps en comparaison avec celle de la viande habituelle.

BESONDERHEITEN DER VERÄNDERUNGEN IN EIWISSTOFFEN UND DER FLEISCHMIKROSTRUKTUR VON DEN  
MIT ADRENALIN BEHANDELTEN TIEREN WÄHREND DER LAGERUNG

N.P.JANUSCHKIN, N.K.SCHURAVSKAJA, W.P.PISMENSKAJA, A.P.ROSLOVA  
МТИММЦ, Moskau, UdSSR

Im Vortrag werden die Ergebnisse der Untersuchung von Veränderungen in Muskeleiweißstoffen und der Mikrostruktur des in verschiedenen Stufen der Autolyse eingefrorenen normalen Fleisches und des Fleisches von Tieren, denen vor der Schlachtung Adrenalin eingeführt wurde, während einer langfristigen Lagerung angeführt und besprochen.

Mit Hilfe der elektrophoretischen Trennung von Sarkoplasmaeiweißstoffen im Polyakrylamidgel wurde das spezifische Verhältnis von einzelnen Eiweißfraktionen des Fleisches von den mit Adrenalin behandelten Tieren festgelegt und deren erhöhte Stabilität in Laufe von 12 Lagerungsmonaten bei  $-18^{\circ}\text{C}$  nachgewiesen.

Die histologischen Untersuchungen des Fleisches bei der genannten Lagerungsfrist haben ergeben, daß die Mikrostruktur des Muskelgewebes von den mit Adrenalin behandelten Tieren im Vergleich mit dem normalen Fleisch besser erhalten wird.

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ БЕЛКОВ И МИКРОСТРУКТУРЫ МЯСА "АДРЕНАЛИЗИРОВАННЫХ"  
ЖИВОТНЫХ В ПРОЦЕССЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ

Н. П. Янушкин, Н. К. Журавская, В. П. Писменская, А. П. Рослова  
МТИММЦ, Москва, СССР

В докладе приводятся и обсуждаются результаты исследования изменений состояния мышечных белков, микроструктуры в процессе длительного хранения замороженного на разных стадиях автолиза обычного мяса и мяса животных, которым в предубойный период вводили адреналин.

С помощью электрофоретического разделения белков саркоплазмы на полиакриламидном геле установлена специфика в соотношении отдельных белковых фракций мяса "адренализированных" животных разных стадий автолиза и выявлена их повышенная стабильность в течение 12-ти месяцев хранения при  $-18^{\circ}\text{C}$ .

Результаты гистологических исследований мяса указанных сроков хранения свидетельствуют о том, что микроструктура мышечной ткани "адренализированных" животных сохраняется, по сравнению с обычным мясом, в большей степени.

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ БЕЛКОВ И МИКРОСТРУКТУРЫ МЯСА "АДРЕНАЛИЗИРОВАННЫХ" ЖИВОТНЫХ В ПРОЦЕССЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ.

Н.П.Янушкин, Н.К.Журавская, В.Н.Писменская, А.П.Рослова  
Московский технологический институт мясной и молочной промышленности, Москва, СССР.

Одним из перспективных направлений в решении проблемы повышения качества мяса является применение специальных методов прижизненной обработки животных, обеспечивающих стабильность свойств продукта при замораживании и последующем хранении.

Ранее выполненные исследования дают основание считать, что изменения свойств мышечной ткани, вызываемое замораживанием, менее выражены в случае использования мяса животных, которым в предубойный период вводили адреналин /1/.

В настоящей работе исследовали специфику изменения белков и микроструктуры обычного и "адренализированного" мяса разных сроков автолиза в процессе длительного хранения при отрицательных температурах.

Параллельные исследования проводили на мясе животных 2-3 летнего возраста, прошедших суточную выдержку перед убоем. Адреналин вводили подкожно за три часа из расчета 300 мкг/кг живой массы /2/. Исследовали тазобедренные мышцы, выделенные из туши через 40 мин. после убоя. Образцы замораживали при минус 23°C через 2 часа после убоя и 24,96 часов выдержки при 2-4°C. Упакованные в полиэтилен-фольгу образцы хранили при минус 18°C.

Оценку свойств мяса разных стадий автолиза до замораживания, после замораживания и хранения при отрицательных температурах проводили определяя экстрагируемость мышечных белков в растворах высокой (рН8,25;  $\gamma = 0,53$ ) и низкой (рН7,4;  $\gamma = 0,15$ ) ионной силы, электрофоретическую подвижность белков саркоплазмы на полиакриламидном геле, спектральные характеристики водных вытяжек и рН мяса. Устанавливали водосвязывающую способность (методом прессования), изменение массы при центрифугировании и тепловой обработке размороженного мяса, а также изучали гистологическую структуру мышечной ткани.

Полученные экспериментальные данные согласуются с результатами ранее выполненных исследований /1,3,4,5,6/ и свидетельствуют о том, что введение адреналина в указанной дозе обеспечивает прижизненный распад мышечного гликогена, доказательством чего являются высокие и неизменяющиеся в процессе автолиза (2,24,96 часов) значения рН мяса (6,87; 6,75; 6,79 соответственно).

Различие на уровне этого показателя у обычного и "адренализированного" мяса после замораживания и последующего хранения сохраняется, что обуславливает особенности изменений белков мышечной ткани.

Исследования по определению растворимости белков саркоплазмы не выявили своеобразия в изменении их свойств при автолизе и замораживании обычного и "адренализированного" мяса. Однако анализ денситограмм, полученных при разделении белков на полиакриламидном геле, позволил установить различие в соотношении высокомолекулярных (первой и второй) белковых фракций обычного и "адренализированного" мяса разных стадий автолиза (табл.1).

Различие в конформационных изменениях саркоплазматических и миофибриллярных белков при замораживании и хранении обычного и "адренализированного" мяса при отрицательных температурах обнаруживается при сопоставлении экспериментальных данных, характеризующих растворимость белков в растворах низкой и высокой ионной силы (табл.2). Полученные результаты позволяют считать, что изменение межмолекулярного взаимодействия белков миофибрилл с водой менее выражено при замораживании и хранении мяса с высоким значением рН.

Свидетельством более значительных изменений саркоплазматических белков обычного мяса является выявленная на 6 мес. электрофоретическая гомогенность белков 3 и 4 фракции. Подобное явление зафиксировано у мяса "адренализированных" животных только к 9 мес. хранения (табл.2,3).

Электрофоретическое разделение белков саркоплазмы  
мяса разных стадий автолиза

Содержание белковых фракций	Продолжительность автолиза, час	Белковые фракции форезограмм						
		1	2	3	4	5	6	7
Обычное мясо								
Мкг	2	29,3	59,2	43,6	20,8	26,4	13,0	9,7
	24	59,0	25,2	38,6	25,2	31,1	12,2	5,9
	96	55,0	28,9	38,6	25,4	31,4	10,7	6,7
Процент к общей площади	2	14,7	29,6	21,8	10,4	13,2	6,0	4,3
	24	30,9	12,8	19,6	11,9	15,8	6,0	3,0
	96	26,6	14,8	20,0	13,3	16,3	5,5	3,4
"Адренализированное" мясо								
Мкг	2	50,1	59,8	28,0	23,7	33,4	16,6	8,4
	24	44,2	63,1	28,8	23,4	27,6	16,7	6,7
	96	47,2	53,6	26,1	13,4	28,6	13,4	7,8
Процент к общей площади	2	22,8	27,2	12,7	10,8	15,2	7,5	3,8
	24	23,6	27,4	13,7	11,1	13,1	7,9	3,2
	96	23,0	27,6	12,7	11,4	13,9	7,6	3,8

Таблица 2

Растворимость белков саркоплазмы и миофибрилл, % к общему азоту

n = 5 P < 0,05

Характеристика используемых растворов	Продолжительность автолиза, час.	До замораживания		После замораживания		После хранения, мес.							
						3		6		9		12	
		M	± m	M	± m	M	± m	M	± m	M	± m	M	± m
Обычное мясо													
	2	25,6	0,54	25,2	0,40	24,2	0,48	20,4	0,65	19,4	0,65	18,5	0,4
	24	25,1	0,45	25,1	0,58	20,1	0,54	15,1	0,18	15,0	0,54	14,7	0,34
	96	25,6	0,56	24,0	0,45	22,1	0,65	16,0	0,25	15,3	0,39	15,2	0,41
"Адренализированное" мясо													
pH = 7,4 γ = 0,15	2	26,9	0,62	26,7	0,54	26,2	0,33	22,8	0,18	22,0	0,18	21,8	0,15
	24	26,5	0,70	26,3	0,58	26,0	0,45	21,0	0,25	21,0	0,26	20,5	0,41
	96	26,8	0,55	26,5	0,31	25,4	0,40	21,2	0,31	20,6	0,30	19,8	0,34
Обычное мясо													
	2	15,2	0,51	14,8	0,26	12,0	0,25	9,5	0,34	9,0	0,30	8,7	0,25
	24	7,4	0,25	6,8	0,24	6,8	0,24	4,8	0,25	4,0	0,18	3,8	0,21
	96	10,2	0,34	9,6	0,36	8,0	0,23	6,5	0,20	6,0	0,21	5,8	0,21
"Адренализированное" мясо													
pH = 8,3 γ = 0,53	2	15,3	0,30	15,3	0,21	13,6	0,19	10,8	0,42	9,3	0,54	9,1	0,12
	24	16,0	0,39	15,6	0,34	13,3	0,25	9,9	0,58	9,1	0,38	8,7	0,54
	96	16,3	0,41	16,0	0,52	14,5	0,48	11,9	0,60	10,7	0,61	9,7	0,56

Таблица 3

Электрофоретическое разделение белков саркоплазмы

n = 5 P &lt; 0,05

Белковые фракции	До замораживания		После замораживания		После хранения при минус 18°C, мес					
					3		6		9	
	мкг	%	мкг	%	мкг	%	мкг	%	мкг	%
Обычное мясо										
1	51,2	20,6	53,9	28,9	40,4	22,3	45,0	25,0	34,4	19,9
2	28,9	14,8	25,5	13,4	30,9	16,9	34,2	19,0		
3	36,6	20,0	39,2	20,0	43,6	24,1	68,4	38,0	108,1	62,5
4	25,6	13,3	25,4	13,4	29,2	16,1				
5	31,4	16,3	29,8	15,7	27,6	15,2	23,4	13,0	23,4	13,5
6	10,7	5,6	10,5	5,5	8,2	4,5	7,2	4,0	5,4	3,1
7	6,6	3,4	5,7	3,0	1,6	0,9	1,8	1,0	1,7	1,0
Общее содержание	193,0	100,0	190,0	100,0	181,5	100,0	180,0	100,0	173,0	100,0
"Адренализованное" мясо										
1	47,2	23,0	46,6	23,2	46,4	23,8	44,0	23,0	47,4	22,8
2	53,6	27,6	55,8	27,8	51,5	26,4	50,2	26,2	52,3	28,4
3	26,1	12,7	25,9	12,9	26,2	13,4	25,6	13,5	47,7	26,2
4	23,4	11,4	22,1	11,0	22,8	11,7	22,6	11,9		
5	28,6	13,9	27,3	13,6	26,2	13,4	28,9	15,1	35,9	15,5
6	13,4	7,6	15,3	7,6	14,5	7,4	15,0	7,9	12,1	6,5
7	7,8	3,8	7,8	3,9	7,6	3,9	4,6	2,4	1,5	0,8
Общее содержание	205,1	100,0	200,9	100,0	195,2	100,0	191,9	100,0	190,9	100,0

Примечание: Исследовали мясо со сроком автолиза 96 часов.

Увеличение интервала между рН среды и изоэлектрической точкой белков повышает также устойчивость пигментов к воздействию денатурирующих факторов. Подтверждением этого служат результаты исследований спектров поглощения водных вытяжек обычного и "адренализованного" мяса; хранившегося в замороженном состоянии 12 мес. (рис.1). В этой связи можно полагать, что каталитическое влияние гемовых пигментов на окисление липидов при хранении мяса с высоким значением рН будет выражено в меньшей степени.

Специфика развития биохимических процессов предопределяет особенности микроструктуры замороженного обычного и "адренализованного" мяса. На рис.2,3 приведены результаты исследования гистологической структуры обычного и "адренализованного" мяса, хранившегося при минус 18°C в течение 12 мес. Через указанный срок хранения не происходит нивелирования специфики структуры мышечной ткани обычного и "адренализованного" мяса, обусловленной глубиной автолитических процессов. Различие в микроструктуре мяса, замороженного на разных стадиях автолиза, связано со степенью деформации мышечных волокон, размером и распределением кристаллов льда в ткани, выраженностью поперечной исчерченности, деструктивными изменениями (см.рис.2,3).

Исследование микроструктуры замороженного мяса "адренализованных" животных после 12 мес. хранения не выявило значительных отличий в состоянии мышечной ткани мяса разных сроков автолиза. Процесс замораживания и последующее хранение такого мяса не сопровождается значительной миграцией влаги из мышечных волокон, вследствие чего они сохраняют плотную структуру. В этих условиях кристаллы льда образуются в основном внутри мышечных волокон и деформации последних не наблюдается.

Таким образом высокая гидратация мышечных белков мяса "адренализованных" животных понижает возможность их конформационных изменений при замораживании и хранении и способствует предотвращению перераспределения влаги в системе при кристаллообразовании, что обеспечивает высокие качественные показатели размороженного мяса с высоким значением рН. При оди-

наковых условиях предшествующей холодильной обработке и размораживания мясо "адренализированных" животных имеет более высокую водосвязывающую способность и большее содержание влаги после центрифугирования и тепловой обработки (табл.4).

Таблица 4

Характеристика свойств размороженного мяса, хранившегося при минус 18°С в течение 12 месяцев

$n = 5$   $P < 0,05$

Показатели	Продолжительность автолиза, час.	"Обычное" мясо		"Адренализованное" мясо	
		M	$\pm m$	M	$\pm m$
рН	2	5,60	0,02	6,48	0,02
	24	5,40	0,01	6,49	0,03
	96	5,50	0,06	6,40	0,01
Содержание связанной влаги, % к сухому остатку	2	218,0	3,9	232,0	3,5
	24	151,0	3,0	223,0	3,2
	96	186,0	2,8	233,0	2,9
Содержание влаги после центрифугирования, % к сухому остатку	2	240,0	4,0	256,0	3,7
	24	198,0	2,1	260,0	4,0
	96	217,0	2,2	250,0	2,8
Содержание влаги после варки, % к сухому остатку	2	143,0	2,9	154,0	3,0
	24	123,0	2,4	160,0	2,2
	96	129,9	3,0	160,0	3,2

Примечания: 1. Определение содержания связанной влаги проводилось методом прессования измельченных проб; 2. Изменение содержания влаги после центрифугирования и тепловой обработки определяли в кусках мяса.

#### ВЫВОД

Полученный материал дает основание считать, что изменение состояния и последующего хранения мяса зависят от глубины и особенностей развития автолитических процессов.

Направленное воздействие на развитие биохимических процессов при автолизе мышечной ткани позволяет уменьшить отрицательное влияние замораживания и последующего хранения на состояние белков и микроструктуры мышечной ткани.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1.Алехина Л.Т., Журавская Н.К. и др. Изменение свойств мяса при замораживании в зависимости от глубины и особенностей развития автолитических процессов. XX Европ. конгр. работ. НИИ мясн. пром-ти.
2. Thomas M.N., Calloway D.H. Nutritional value of dehydrated foods. "J. Amer. Dietet., Assn", 2, 39, 1961, 105.
- 3.Пальмин В.В., Тетерник Д.М. и др. Изучение возможности использования предубойной адренализации в мясной промышленности. "Пищевая технология", 1963, I, 66.
- 4.Пальмин В.В., Тетерник Д.М. и др. Влияние адренализации животных в течение некоторых биохимических процессов. "Мясная индустрия СССР", № 4, 1963, 53.
5. Howard A. The relation between physiological stress and meat quality. "Food Tech. Austr.", 1964, 16, 526.
6. Lawrie R.A. Physiological stress in relation to dark-cutting beef. "J. Sci. Food Agric", 9, 1958, 721.

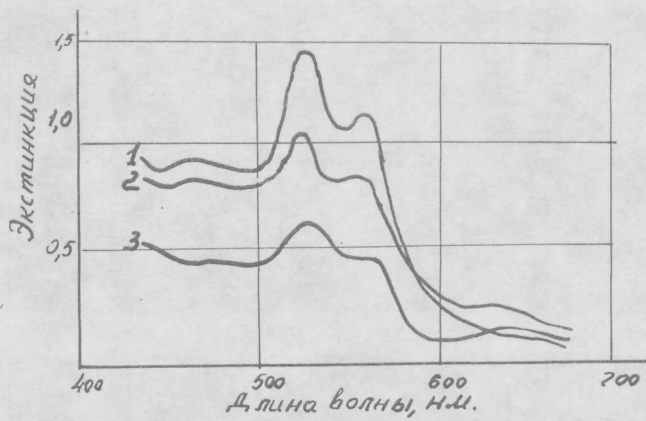


Рис. 1. Изменение спектров поглощения водных вытяжек:  
 1 - исходное мясо; 2 - мясо обычных животных через 12 мес. хранения при минус 18°C; 3 - мясо "адренализированных" животных через 12 мес. хранения при минус 18°C



Рис. 2. Микроструктура обычного мяса

