

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА УПАКОВАННЫХ МЯСНЫХ ОТРУБОВ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ

Н.А. ГОЛОВКИН и Р.П. ИВАНОВА

Ленинградский технологический институт холодильной промышленности, г. Ленинград, СССР

Проблема сохранения качества и увеличения сроков хранения мяса в охлажденном состоянии решается, главным образом, путем совершенствования способов его холодильной обработки и хранения. В настоящее время разработано и находит применение ряд таких способов. Все они представляются в определенной мере компромисс в удовлетворении тех требований, которые предъявляются в каждом конкретном случае. Наиболее важные из этих требований следующие: длительный срок хранения, минимальные естественные потери, сохранение высокого качества. Анализ литературы, посвященный указанным вопросам, позволил прийти к выводу, что наибольшие перспективы имеет использование близкриоскопических температур хранения мяса в сочетании с упаковкой под вакуумом. Преимущества хранения мяса при близкриоскопических температурах убедительно доказаны работами [1, 2].

Целью излагаемых исследований являлась разработка технологии производства мяса в виде упакованных под вакуумом отрубов и хранения их в переохлажденном и подмороженном состояниях, а также изучение биохимических изменений, происходящих в мясе при холодильной обработке и хранении. В основу технологии положен принцип непрерывности холодильной цепи при производстве, хранении и реализации мяса.

Парные полтуши предварительно охлаждают при  $-2^{\circ}\text{C}$  до достижения в поверхностном слое температуры  $11+13^{\circ}\text{C}$ . Затем выдерживают в течение, примерно, 15 часов при температуре  $11+13^{\circ}\text{C}$ , после чего, полтуши разделяют на отруба, упаковывают в пленку, вакуумируют до остаточного давления 6,6 кПа и проводят термоусадку пленки. Хранение отрубов в переохлажденном и подмороженном состояниях осуществляют при температуре  $-2^{\circ}\text{C} \pm 0,5$ .

Исследование биохимических изменений, происходящих в мясе, проводили на полусухожильных мышцах semitendinosus крупного рогатого скота.

Органолептический, бактериоскопический и физико-химический контроль качества показали, что мясо, упакованное под вакуумом, в переохлажденном состоянии хорошо сохраняется в течение 28 суток, в подмороженном - 42 суток и имеет хороший товарный вид, соответствующий требованиям ГОСТа. При этом особое внимание обращено на изучение изменений белков мышечной ткани, что, как известно, позволяет глубже оценить применяемые технологические условия холодильной обработки и хранения мяса.

Для характеристики белкового состава был использован метод электрофореза на полиакриламидном геле с додецилсульфатом натрия, в основе которого лежит методика по Веберу и Осборн [3]. Извлечение белков из мышечной ткани производили методом последовательной экстракции [4]. Полученные в экстрактах белки перед электрофорезом обрабатывали додецилсульфатом натрия и  $\beta$ -меркаптоэтанолом. Идентификацию белковых зон осуществляли с помощью калибровочной кривой - зависимости электрофоретической подвижности белков от десятичного логарифма их молекулярных масс [5]. Для количественной оценки белковых зон, электрофореграммы сканировали на денситометре фирмы "Carezeiss". Обработку денситограмм производили с помощью электронно-вычислительной машины "Напри-2". Расчет количества белка в каждой фракции осуществляли исходя из концентрации нанесенного на гель белкового раствора. Содержание белков во фракциях относили к 100 г мышечной ткани.

В результате электрофоретического разделения саркоплазматических белков получено 10 зон, различной ширины и интенсивности окрашивания. В состав исследованных белков саркоплазмы входят глобулин X (м.м. 140000-180000), миоген (м.м. 150000-81000), миоальбумин (м.м. 65000), миоглобин (м.м. 17800-16900). Все они представляют собой гетерогенные системы. Зоны 1, 2, 3 (табл. I и 2), вероятно, относятся к глобулину X и миогеновой группе, 4 зона - миоальбумину, 5 - миоглобину. Молекулярные массы остальных белковых зон не укладываются в известные группы масс саркоплазматических белков.

Результаты количественного изменения белковых фракций в процессе холодильной обработки и хранения мяса при субкриоскопических температурах представлены в таблицах I и 2. Наиболее высокое суммарное содержание белков всех фракций и в каждой по отдельности, соответствует парному мясу. В связи с посмертными процессами в мышечной ткани, происходит на первые сутки хранения уменьшение количества белков почти во всех зонах. Наиболее существенно снижается количество с уменьшением общего количества белков во фракциях. Дальнейшее хранение мяса сопровождается уменьшением содержания глобулина X. К концу хранения его содержание уменьшилось более, чем в 2 раза для переохлажденного и подмороженного мяса. Следует отметить, что во время хранения мяса происходит появление новых белковых фракций. Начиная с 7 суток хранения в подмороженном мясе появляется зона 3х с молекулярной массой 90000-100000, в то время как в переохлажденном мясе появление указанной фракции происходило на 14 сутки. После двухнедельного хранения мяса при субкриоскопических температурах происходит появление еще одной фракции 7а с молекулярной массой 20000. Появление новой белковой фракции на более ранних стадиях хранения в подмороженном мясе позволяет считать, что белки подмороженного мяса подвергаются протеолизу в несколько большей степени по сравнению с переохлажденным.

При фракционировании миофибриллярных белков, растворимых растворителями высокой ионной силы №1,2, получено 13 зон. Наибольшее число белковых полос находится в верхней части геля, то есть в области высоких молекулярных масс. Зоны 1,2,3,4,5 содержат соответственно тяжелые цепи миозина (м.м. 205000-210000) и ряд белков прочно связанных с миозиновыми и актиновыми filamentами - М-белок (м.м. 165000), С-белок (м.м. 140000), белок с молекулярной массой примерно 105000,  $\alpha$ -актинин (м.м. 80000). В состав зон 8, 9 входят мономер актина (м.м. 42000), тропонин Т (м.м. 38000) и тропомиозин (м.м. 34000-35000). Наиболее подвижными являются легкие цепи миозина МС-1, МС-2, МС-3 и тропонин I. Приведенные результаты (табл. 3 и 4) о белковом составе мышц semitendinosus крупного рогатого скота вполне согласуются с электрофоретическими данными, полученными при разделении миофибриллярных белков мышц кролика, крупного рогатого скота [6, 7].

Изучение количественного состава миофибриллярных белков показало, что хранение мяса в переохлажденном состоянии сопровождается увеличением содержания тяжелых и легких цепей миозина. В подмороженном мясе экстрагируемость миозина носит волнообразный характер, что, вероятно, связано с наличием кристаллов льда. Обладая "несимметричным" строением, молекулы миозина, в процессе частичного обезвоживания, могут сближаться одна с другой. Наиболее важными изменениями, происходящими в мясе, являются уменьшение количества белков фракции, в состав которой входит тропонин Т, и появление новой зоны 9<sup>х</sup> с молекулярной массой 30000. Появление зоны 9<sup>х</sup> происходит после выдержки мяса при положительной температуре, на 1 сутки. Начиная с 21 суток для переохлажденного и 14 суток для подмороженного мяса происходит появление еще одной зоны с молекулярной массой 27000. Из литературных источников известно [8, 9], что эти белки образуются в результате действия протеиназы, так называемой саркоплазматическим фактором активности кальция. Также известно [9], что появление новых белков с молекулярной массой 27000-30000 происходит за счет деградации тропонина Т. Результатом этого распада является фрагментация миофибрилл по Z-линиям, которая определяет мягкость мяса. Следовательно, наличие белковой фракции с молекулярной массой 30000, может служить показателем мягкости мяса. Существенным изменениям во время хранения переохлажденного и подмороженного мяса экстрагируемость актина увеличивается, что, возможно, является не только результатом диссоциации актомиозина, но и расщепления тропонина Т, который поддерживает структуру F-актина. Некоторые количественные изменения во время хранения мяса претерпевают также минорные белки (табл. 3 и 4).

Таким образом, во время хранения мяса саркоплазматические и миофибриллярные белки подвергаются не только количественным изменениям, но меняется также их качественный состав. И эти изменения при одинаковом температурном режиме отличаются незначительно между переохлажденным и подмороженным мясом, что показывает целесообразность хранения мяса в подмороженном состоянии, при необходимости удлинения сроков его хранения.

Промышленное производство и хранение отрубов, упакованных под вакуумом в переохлажденном и подмороженном состояниях подтвердили не только увеличение сроков хранения, но и высокое качество мяса.

Таблица I

Изменение содержания белков мяса по фракциям во время его хранения в переохлажденном состоянии

Сутки хранения	Электрофоретические фракции										Общее содержание белка, %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0 (парное)	0,061	0,278	0,057	0,376	1,170	0,479	0,369	0,104	0,457	0,082	3,43
1	0,054	0,217	0,051	0,349	0,997	0,443	0,327	0,114	0,479	0,080	3,11
7	следы	0,177	0,063	0,380	0,924	0,462	0,326	0,101	0,407	0,089	2,93
14	следы	0,209	x0,036 0,064	0,441	0,982	0,415	0,173 x0,102	0,094	0,369	0,075	2,96
21	следы	0,127	x0,044 0,064	0,384	0,832	0,336	0,190 x0,087	0,101	0,457	0,091	2,72
28	следы	0,127	x0,020 0,040	0,389	0,840	0,323	0,232 x0,180	0,082	0,480	0,087	2,80

x - зоны, появившиеся во время хранения мяса

Таблица 2

Изменение содержания белков мяса по фракциям во время его хранения в подмороженном состоянии

Сутки хранения	Электрофоретические фракции										Общее содержание белка, г%
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0 (парное)	0,061	0,278	0,057	0,376	1,170	0,479	0,369	0,104	0,457	0,082	3,43
I	0,054	0,217	0,051	0,349	0,997	0,443	0,327	0,114	0,479	0,080	3,11
7	0,061	0,186	x0,030 0,056	0,346	0,925	0,443	0,233	0,086	0,302	0,070	2,74
14	0,106	0,182	x0,044 0,081	0,363	0,672	0,389	0,151 x0,132	0,126	0,433	0,103	2,78
21	следы	0,163	x0,043 0,085	0,352	0,728	0,368	0,133 x0,101	0,095	0,578	0,101	2,75
28	следы	0,140	x0,043 0,073	0,367	0,907	0,287	0,181 x0,093	0,081	0,464	0,062	2,70
35	следы	0,139	x0,041 0,068	0,447	0,809	0,302	0,206 x0,118	0,108	0,450	0,109	2,80
42	следы	0,123	x0,048 0,062	0,405	0,723	0,283	0,196 x0,101	0,096	0,342	0,094	2,35

x - зоны, появившиеся во время хранения мяса

Таблица 3

Изменение содержания миофибриллярных белков мяса по фракциям во время его хранения в перемороженном состоянии

Сутки хранения	Электрофоретические фракции													Общее содержание белка, г%
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
0 (парное)	0,122	0,038	0,032	0,057	0,025	0,015	0,034	0,104	0,340	0,109	0,044	0,047	следы	0,97
I	0,097	0,034	0,026	0,056	0,030	0,017	0,035	0,133	0,272	0,098	0,059	0,045	следы	0,95
7	0,104	0,047	0,040	0,084	0,025	0,022	0,033	0,158	0,212 x0,062	0,104	0,072	0,056	следы	1,02
14	0,133	0,046	0,025	0,088	0,033	0,033	0,072	0,242	0,235 x0,072	0,102	0,107	0,144	следы	1,33
21	0,138	0,043	0,033	0,104	0,038	0,042	0,060	0,280	0,212 x0,070 x0,105	0,117	0,049	0,120	следы	1,41
28	0,130	0,043	0,040	0,110	0,030	0,052	0,119	0,391	0,219 x0,072 x0,086	0,161	0,080	0,155	следы	1,70

x - зоны, появившиеся во время хранения мяса

Изменение содержания миофибриллярных белков мяса по фракциям во время его хранения в подморозенном состоянии

Сутки хранения	Электрофоретические фракции													Общее содержание белка, %
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
0 (парное)	0,122	0,038	0,032	0,057	0,025	0,015	0,034	0,104	0,340	0,109	0,044	0,047	следы	0,97
1	0,097	0,034	0,026	0,056	0,030	0,017	0,035	0,133	0,272	0,098	0,059	0,045	следы	0,95
7	0,095	0,024	0,030	0,064	0,027	0,025	0,026	0,189	0,233 x0,045	0,092	0,030	0,062	следы	0,94
14	0,106	0,046	0,045	0,075	0,050	0,045	0,068	0,283	0,273 x0,066 x0,052	0,132	0,052	0,064	следы	1,36
21	0,110	0,040	0,031	0,086	0,050	0,088	0,041	0,295	0,268 x0,069 x0,055	0,145	0,050	0,088	следы	1,42
28	0,088	0,038	0,032	0,060	0,025	0,035	0,083	0,310	0,208 x0,070 x0,083	0,084	0,030	0,098	следы	1,25
35	0,091	0,028	0,025	0,084	0,037	0,044	0,070	0,303	0,216 x0,066 x0,062	0,087	0,030	0,082	следы	1,23
42	0,089	0,031	0,027	0,085	0,040	0,051	0,080	0,308	0,203 x0,069 x0,070	0,090	0,031	0,080	следы	1,25

x - зоны, появившиеся во время хранения мяса

#### Литература

1. Golovkin N.A. Storage of Food Products at Temperatures Close to the Cryoscopic Point. Proceedings of the 2nd International Congress of Food Science and Technology, 1966, Варшава.
2. Головкин Н.А., Ноздрункова И.Р., Шаган О.С. Переохлажденное мясо. ЦИТИ Пищевой промышленности, 1966
3. Weber R. and Osborn M. The reliability of molecular weight determinations by dodecylsulfate-polyacrylamide gel electrophoresis. "I. Biol. Chem.", 1969, 244, 4406.
4. Helander E. "Acta physiologica Scandinavica", 1957, 41, Suppl. 141.
5. Головкин Н.А., Иванова Р.П. Изменение фракционного состава саркоплазматических белков мяса во время его хранения при близкриоскопических температурах. Депонирована в ЦНИИТЭИ мясомолпром, № 90-Д, деп. 5.06.79 г.
6. Шилудько Н.С. Белковый состав миофибрилл кролика, определенный методом диск-электрофореза в присутствии додецилсульфата натрия. "Цитология", 1975, 17, № 10 1148.
7. Olson D.G. Effect of postmortem storage and calcium-activated factor on the myofibrillar proteins of bovine skeletal muscle. "I. Food Sci", 1977, 42, 117.
8. Hamm R. Neue Ergebnisse zur Biochemie des Fleisches. Veränderungen nach dem Schlachten. "Fleischwirtschaft", 1975, 56, 79.
9. Olson D.G., Parrich I.C. Relationship of myofibrillar fragmentation index to measures of b. beefsteak tenderness. "I. Food Sci", 1977, 42, 506.