

Пищевая ценность белков мяса и мясопродуктов, упакованных с применением вакуума, при
холодильном хранении

Н.Н. ШИШКИНА

Всесоюзный научно-исследовательский институт мясной промышленности
Москва, СССР

В процессе холодильного хранения упакованного мяса и мясопродуктов эффект воздействия внешних факторов, связанных с применением вакуума или модифицированной атмосферы на многокомпонентную биологическую систему, может быть различным в зависимости от ее состояния, которое опеределается характером физико-химических и биохимических процессов в мышечной и жировой ткани.

Выполненные нами исследования показывают, что газовая среда с высокой концентрацией азота, углекислого газа в упаковке обуславливает возможность стабилизации окраски охлажденного мяса при хранении в газонепроницаемых упаковках (1). В этих условиях хранения мяса ингибирование процессов окисления липидной фракции замедляется (2). Нами установлено также изменение темпа изменения растворимости мышечных белков, характеризующих их конформационные изменения при хранении мяса в газонаполненной полиэтилен-полиамидной упаковке или в упаковке с применением вакуума (3). С учетом литературных данных и результатов проведенных нами экспериментальных исследований установлено ингибирование развития протеолитически активной и гнилостной микрофлоры при хранении мяса и мясопродуктов с низкими парциальным давлением кислорода в упаковке (4). Установлено влияние способа охлаждения на качество говядины, упакованной под вакуумом (5).

Для характеристики качества упакованного мяса и мясопродуктов исследования изменений в белковой системе представляются весьма значительными, так как мясо — источник полноценного животного белка; сохранение его пищевой и биологической ценности является одной из основных задач при переработке и хранении.

В настоящем докладе представлены результаты исследований пищевой и биологической ценности белков охлажденного мяса, быстрозамороженных кулинарных изделий и полукопченых колбас. Объекты и методы исследования.

Объекты исследования выбраны с учетом технологии обработки продукта до упаковки, обуславливающей различное состояние белковых веществ.

Охлажденное мясо отбирали от туш бычков — кастратов высшей упитанности, симментальской породы в возрасте 18-24 месяца. Для исследований использовали мышцу *L.dorsi*.

Упаковка — в усаживающуюся пленку (Повиден), глубина вакуумирования 98%, давление кислорода в упаковке 6,65 · 10⁻² Па. Хранение опытных образцов мяса при 273-275 К.

Кулинарно обработанные мясные изделия из говядины и свинины: антрекот, эскалоп, рубленый

бифтекс упаковывали в полиэтилен-целлофановую пленку (ПЦ-2) с применением вакуума: степень вакуумирования 98%, давление кислорода в упаковке 19,0 · 10⁻² Па; замораживали при 238 К и хранили при 255 К.

На полукопченые колбасы, приготовленные по традиционной технологии, после окончания процесса сушки наносили защитное покрытие "Эласт-1". Эласт-1 — биологически инертное покрытие, наносится на продукт из водной дисперсии бутилкаучука и сополимера винилхлорида и винилиденхлорида с бутилкаучуком. Хранение колбасы проводили при трех режимах: 291-293 К, 273-275 К, 266-264 К, относительная влажность воздуха в камере 75-85%.

Для исследования пищевой и биологической ценности белков определяли: аминокислотный состав, содержание свободных аминокислот — методом ионообменной хроматографии на аминокислотном анализаторе K1A-5B фирмы "Хитачи" (Япония); доступность белков *in vitro* действию протеаз (пепсина и трипсина) — по методу Покровского и Ертанова (6) и модификациях Соколова и Египцяна (7) при исследовании охлажденного мяса, Соловьева и Шумковой (8) — для полукопченых колбас.

Определение триптофана и оксипролина проводили на спектрофотометре с использованием методов Грегема, Вербицкого и Десреджа (9), Неймана и Логена (10).

В процессе 21 — суточного хранения вакуумупакованного мяса выход аминокислот в гидратизат увеличивается (табл. I), что позволяет сделать вывод о повышении доступности белков вакуумупакованного мяса действию протеиназ.

Полученные экспериментальные данные с учетом результатов сенсорного анализа и особенностей развития микрофлоры вакуумупакованного мяса позволяют сделать вывод о том, что процесс хранения в течение 21 суток при близкритических температурах не сопровождается снижением биологической ценности белков охлажденного мяса, упакованного с применением вакуума.

Аминокислотный состав замороженных кулинарных мясных изделий не претерпевает существенных изменений в процессе низкотемпературного шестимесячного хранения ($p < 0,05$).

В результате исследования свободных аминокислот мясных кулинарных изделий нами установлено, что при быстром замораживании и шестимесячном холодильном хранении свободные аминокислоты не подвергались деструкции и существенно не изменились ($p > 0,05$). Статистически достоверные изменения выявлены только для аспарагиновой и глутаминовой аминокислот ($p < 0,05$), что по-видимому можно объяснить распадом амидов глутаминовой и аспарагиновой кислот при жарении их участия в реакции меланоидообразования.

Полученные нами данные свидетельствуют о почти полной аналогии перевариваемости пепсином и трипсином белков свиных и говяжьих кулинарно обработанных быстрозамороженных изделий в процессе низкотемпературного хранения. К шести месяцам хранения при 255 К мы наблюдали некоторое увеличение доступности белков кулинарно обработанной говядины и свинины действию протеаз. Увеличение перевариваемости можно объяснить изменениями структуры продукта вследствие кристаллообразования, а также повышением проницаемости оболочек мышечных клеток в результате гидротермических изменений коллагена при тепловой обработке.

Table 1.

Таблица I

Выход аминокислот в гидролизат при ферментативном переваривании
(в % от количества аминокислот, содержащихся в исходном мясе)
The amino acid composition of the hydrolysate in case of enzymic
digestion (% of amino acids in the initial meat)

Аминокислоты Amino acids		Хранение, сутки Storage time, days		
		0	14	21
Метионин	Met	76.70	79.93	80.29
Гистидин	His	68.43	73.73	74.50
Триптофан	Try	67.68	72.56	79.88
Треонин	Tre	65.65	68.46	70.33
Лизин	Lys	65.40	69.84	77.82
Фенилаланин	Phe-Ala	60.36	63.73	66.32
Лейцин	Leu	59.79	70.75	73.84
Аргинин	Arg	59.30	63.57	67.44
Тирозин	Tyr	59.48	62.68	65.01
Изолейцин	Iso-Leu	59.41	69.32	72.03
Валин	Val	59.37	62.53	68.42
Аланин	Ala	58.72	62.75	75.41
Цистин	Cys	56.00	63.20	66.40
Аспарагиновая кислота	Asp	52.95	67.19	72.30
Серин	Ser	46.88	53.65	67.97
Глутаминовая кислота	Glu	46.37	62.12	72.99
Глицин	Gly	44.47	49.65	53.41
Пролин	Pro	43.80	54.76	61.67
Оксипролин	H-Pro	28.21	48.72	51.28

Полученные данные дают основание для вывода о том, что пищевая и биологическая ценность белков кулинарно обработанных быстрозамороженных мясных изделий при хранении в защитной упаковке не претерпевают существенных изменений. Характер кривых накопления продуктов гидролиза при ферментативном переваривании белков полукопченой колбасы, хранившейся в защитном покрытии, однотипен независимо от режимов хранения (рис.2). Выявлена тенденция к снижению переваримости белков протеазами по мере хранения. По-видимому это можно объяснить взаимодействием белков с первичными и вторичными продуктами окисления липидов (II). Накопление перекисных чисел, активных продуктов окисления, реагирующих с ТБК, и монокарбонильных соединений, выявленное нами при исследовании изменения липидной фракции полукопченой колбасы в покрытии "Эласт-1" при тех же режимах хранения может служить, по нашему мнению, подтверждением высказанного положения (12)

Состояние белковых веществ охлажденного мяса, повышение их доступности *in vitro* действию протеиназ и данные сенсорного анализа показывают, что хранение в течение 21 суток при близких криоскопических температурах вакуумупакованного мяса не сопровождается снижением его пищевой и биологической ценности. Инактивация катепсинов под действием высоких температур при тепловой обработке, замораживание и применение защитной упаковки мясных кулинарных изделий оказывают стабилизирующее влияние на белковые вещества этой группы мясных изделий, что подтверждается сохранением их высокой пищевой и биологической ценности в процессе шестимесячного хранения при 255 К. Применение биологически инертных защитных покрытий для полукопченых колбас позволяет снизить их органолептические показатели, значительно снизить потери массы и обеспечить санитарное благополучие колбас в процессе хранения. Температурные режимы и интенсивность развития процессов окислительной порчи жира полукопченых колбас определяют продолжительность их хранения. Установлено некоторое снижение биологической ценности белков полукопченых колбас при хранении в период от 40 суток до 8 месяцев в интервале температур от 291 до 264 К.

В заключение считаю необходимым подчеркнуть, что применение синтетических полимерных материалов для упаковки мяса и мясopодуKтов, наряду с сокращением потерь, ингибированием процессов окисления липидов, конверсии пигментов, способствует сохранению пищевой и биологической ценности полноценных животных белков, что в современных условиях их дефицита очень важно для сбалансированного рационального питания населения.

Антрекот
Entrecôte

Эскалоп
Escalope

Бифштеко рубленный
Ground steak

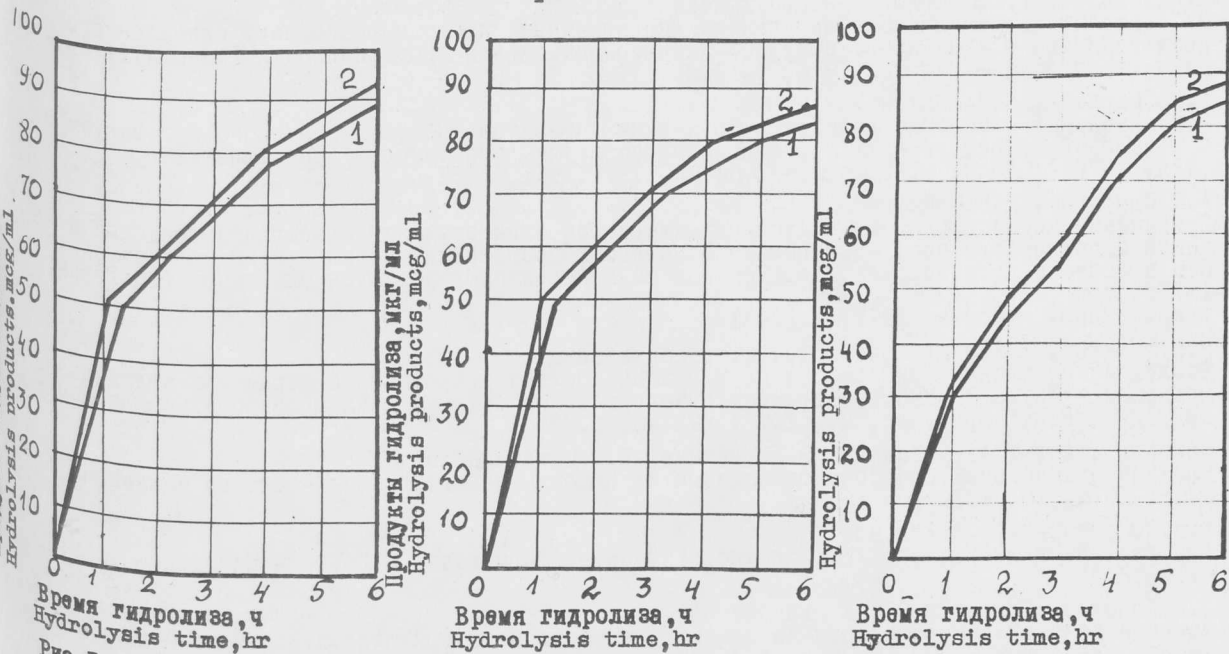


Рис.1. Динамика накопления продуктов гидролиза в процессе переваривания белков мясных кулинарных изделий ферментами при хранении в упаковке

Fig.1. Dynamics of the accumulation of hydrolysis products during enzymic digestion of cooked meats proteins when stored in a packed form.

1 - после тепловой обработки; 2 - после 6 месяцев хранения при 255 К.

1 - after cooking; 2 - after 6-month storage at 255 K.

$t_{\text{хранения}} = 291-293 \text{ K}$
 $t_{\text{storage}} = 291-293 \text{ K}$

$t_{\text{хранения}} = 273-275 \text{ K}$
 $t_{\text{storage}} = 273-275 \text{ K}$

$t_{\text{хранения}} = 264-266 \text{ K}$
 $t_{\text{storage}} = 264-266 \text{ K}$

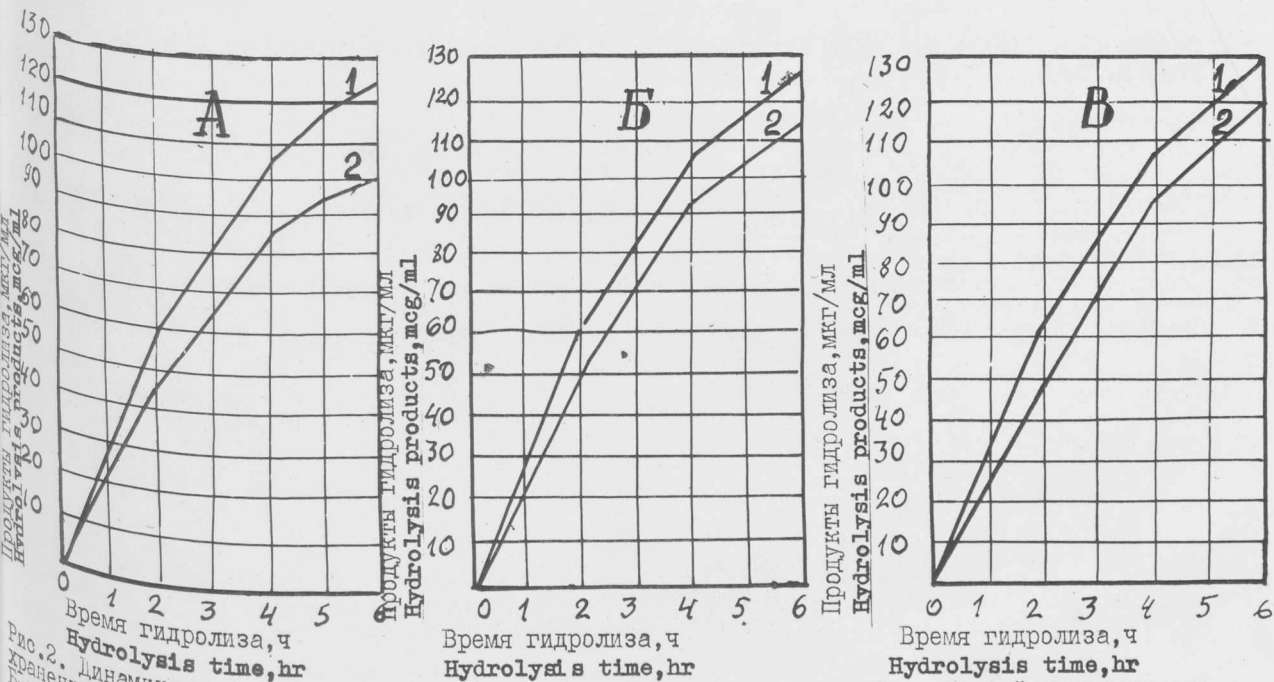


Рис.2. Динамика накопления продуктов гидролиза белков полукопченой колбасы ферментами при хранении в покрытии: А-хранение при $t = 291-293 \text{ K}$ (1-начало хранения, 2-40 суток хранения); Б-хранение при $t = 273-275 \text{ K}$ (1-начало хранения, 2 - 5 месяцев хранения); В-хранение при $t = 264-266 \text{ K}$ (1 - начало хранения, 2 - 8 месяцев хранения)

Fig.2. Dynamics of the accumulation of enzymic hydrolysis products of the proteins of semi-cured sausage when stored in a coating.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н.Н.Шишкина, Р.К.Смирнова, Н.В.Луданова
Исследование влияния способов упаковки на изменение цвета и микрофлору охлажденного мяса говядины - XXII Европ. конгресс научн. работ мясной промышленности (Швеция, 1976г): Докл. конгресса - Мальмо, 1976, т. II, к. 2:1-6
2. Р.К.Смирнова, Н.Н.Шишкина
Окислительные изменения липидов и конверсия пигментов мяса, упакованного под вакуумом и в газовой атмосфере - XXIV Европ. конгресс научн. работ мясной промышленности (ФРГ, 1978г), Докл. конгресса - Кюльмбах, 1978, т. I, 66:1-6
3. Р.К.Смирнова, Н.Н.Шишкина
Применение комбинированных пленочных материалов и газовых атмосфер для созревания и хранения охлажденного мяса - Симпозиум О новейших достижениях науки и техники в странах СЭВ в области производства и применения комбинированных упаковочных пленок (Болгария, 1977г.): докл. симпоз. - София, 1977, с. 27-31
4. Н.Н.Шишкина, К.А.Мудрецова-Висс, Г.М.Габриэльянц
Исследование влияния микрофлоры на изменение белков упакованного фарша при холодильном хранении - Труды ВНИИМП. Совершенствование техники и технологии производства колбасных изделий и полуфабрикатов, М., 1977, вып. 40, с. 39-45
5. Соколов А.А., Т.А.Рудинцева, Н.Н.Шишкина, Л.А.Колесникова
Влияние интенсивных способов охлаждения на пищевую ценность мяса - Мясная индустрия СССР, 1976, 10, с. 17-20
6. А.А.Покровский, И.Д.Ертанов
Атакуемость пищевых продуктов протеолитическими ферментами - Вопросы питания - 1965, 3, с. 38-42.
7. А.А.Соколов, Егизарян С., Е.Минковский
Влияние условий замораживания на пищевую ценность мяса при длительном хранении, - Мясная индустрия СССР, 1972, 4, с. 36-37
8. В.И.Соловьев, И.А.Шумкова, И.Н.Карпова
Специфические методы оценки ферментированного мяса, - Труды ВНИИМП. Технологические физико-химические и биологические исследования мяса - М., 1969, вып. 22, с. 157-167.
9. Wierbicki E. Hydroxyproline - an index of connective tissue in muscle. "J. Agric. Food Chem.", 1954, 2, p. 375-382.
10. Neuman R.E., Logen M.A. The determination of hydroxyproline. "J. Biol. Chem.", 1950, 184, p. 299.
11. Г.Яничек, Я.Покорный, С.С.Кондратенко
Окислительные изменения липидов в пищевых продуктах при их хранении и переработка - М., ЦНИИТЭИпищепром, 1976, с. 55
12. В.В.Физер, Н.Н.Шишкина
Исследования окислительной порчи полукопченых колбас при хранении в защитном покрытии - Труды ВНИИМП. Совершенствование процессов производства колбасных изделий. М., 1973, вып. 27, с. 96-101