

## NITRITES AND NITROSAMINES IN PROCESSED MEATS

THE XXth EUROPEAN MEETING OF MEAT RESEARCH INSTITUTES  
THE ALL-UNION RESEARCH INSTITUTE OF MEAT INDUSTRY USSR  
CHANGES OF NUCLEOTIDES AND THEIR DECOMPOSITION PRODUCTS IN THE  
PROCESS OF MEAT CURING AND CURED MEAT HEATING  
Yu.N.LYASKOVSKAYA, G.A.SAFRONOVA

## RESUME

Il est déterminé le contenu de 5'-mononucléotides, nucléosides et des bases dans le tissu musculaire de la poitrine crue non salée et salée (avant et après l'égouttage) aussi bien dans le produit fini. La fraction nucléotide séparée du tissu musculaire par l'extraction à l'acide perchlorique est divisée après la neutralisation en composants à l'aide de la chromatographie par échange d'ions sur la résine échangeuse d'ions Aminex A-5 à l'utilisation comme éluant de l'acide chlorhydrique ayant une valeur de pH variée. On a déterminé la composition des nucléosides et des bases après leur séparation préalable de 5'-mononucléotides sur la résine Dowex 1x8 (Cl<sup>-</sup>). On a identifié les combinaisons dégagées de la fraction nucléotide suivant le temps de leur rétention et le rapport des densités optiques aux longueurs des ondes différentes.

La chromatographie par échange d'ions a été effectuée à l'aide du chromatographe liquide du type JLC-BC<sub>2</sub> de la firme "Jeol", le mesurage spectrophotométrique se faisait à l'aide du spectrophotomètre СФ-4А.

Il est établi que le processus du salage humide de la viande de porc donne lieu à la diminution considérable du contenu de nucléotides et à l'accumulation des produits de leur dégradation, au cours du traitement thermique ultérieur baisse le taux de deux groupes de combinaisons. Le contenu de 5'-inosinmonophosphate et de 5'-guanosinmonophosphate dans le tissu musculaire de la poitrine diminue considérablement sur tous les stades technologiques de sa fabrication. Le processus du salage amène au changement qualitatif de la fraction nucléotide et à l'apparition de la nucléoside pyrimidine - uridine.

## SUMMARY

The contents of 5'-mononucleotides, nucleosides and bases was determined in raw uncured and raw cured (prior to and post draining) pork bellies and in the finished product. The nucleotide fraction, extracted from the muscle with hydrochloric acid, after neutralisation was separated into components by means of ion-exchange chromatography on Aminex A-5, hydrochloric acid of various pH-values serving an eluant. Nucleosides and bases compositions were determined post their separation from 5'-mononucleotides on Dowex 1x8 (Cl<sup>-</sup>). The isolated compounds of the nucleotide fraction were identified by their optical densities at various wavelengths. For ion-exchange chromatography, an automatic JLC-BC<sub>2</sub> liquid chromatograph, manufactured by the "JEOL" company, was used; spectrophotometric measurements were performed by means of a SF-4A spectrophotometer.

It was found that in the process of pork wet curing nucleotides were considerably reduced and the decomposition products thereof were accumulated; subsequent heating diminished the level of the compounds of both types, 5'-inosine monophosphate and 5'-guanine monophosphate contents significantly decreasing in belly muscle tissue at all technological stages. Curing results in qualitative changes of the nucleoside fraction due to the formation of uridine, a pyrimidine nucleoside.

DER XX. EUROPÄISCHE KONGRESS DER FLEISCHFORSCHUNGSINSTITUTE  
ALLUNIONS-FORSCHUNGSINSTITUT DER FLEISCHWIRTSCHAFT DER UdSSR  
VERÄNDERUNG VON NUKLEOTIDEN UND DEREN ABBAUPRODUKTEN WÄHREND  
DER PÖKELUNG UND DER WÄRMEBEHANDLUNG DES GEPOKELTEN  
FLEISCHES

Ju.N.LJASKOWSKAJA, G.A.SAFRONOVA

## ZUSAMMENFASSUNG

Es wurde der Gehalt an 5'-Mononukleotiden, Nucleosiden und Basen im Muskelgewebe des rohen ungepökelten und gepökelten Schweinebauches (bevor und nach dem Abtropfen) und im fertigen Produkt bestimmt. Die aus Muskelgewebe mit Chlorsäure extrahierte Nucleotidfraktion wurde nach der Neutralisation durch Ionenaustauschchromatographie mit Aminex-Harz A-5 in Komponenten getrennt. Zum Eluieren wurde Salzsäure mit verschiedenen pH-Werten ausgenutzt. Die Zusammensetzung von Nucleosiden und Basen wurde nach vorläufigem Trennen von 5'-Mononukleotiden auf Dowex-Harz 1x8(Cl<sup>-</sup>) bestimmt. Die isolierten Verbindungen der Nucleotidfraktion wurden nach Retentionzeiten und dem Verhältnis der optischen Dichten bei verschiedenen Wellenlängen identifiziert. Die Ionenaustauschchromatographie wurde mit dem automatischen Flüssigkeitschromatograph JLC-BC<sub>2</sub> der Firma "Jeol" und die spektrophotometrischen Messungen mit dem Spektrophotometer SF-4A durchgeführt.

Es wurde festgestellt, daß bei der Naßpökelung des Schweinebauches der Gehalt an Nucleotiden wesentlich abnimmt und deren Abbauprodukte sich anreichern. Bei nachfolgender Wärmebehandlung sinkt der Gehalt beider Verbindungsgruppen. Auf allen technologischen Produktionsstufen nimmt der Gehalt an 5'-Inosinmonophosphat und 5'-Guanosinmonophosphat im Muskelgewebe des Schweinebauches bedeutend ab. Die Pökelung führt zur qualitativen Veränderung der Nucleotidfraktion als Ergebnis der Entstehung des Pyrimidinnucleosids-Uridin.

XX ЕВРОПЕЙСКИЙ КОНГРЕСС РАБОТНИКОВ НИИ МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

ИЗМЕНЕНИЕ НУКЛЕОТИДОВ И ПРОДУКТОВ ИХ РАСПАДА В ПРОЦЕССЕ ПОСОЛА  
И ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ СОЛЕНОГО МЯСА  
Ю.Н.ЛЯСКОВСКАЯ, Г.А.САФРОНОВА

## АННОТАЦИЯ

Определено содержание 5'-моонуклеотидов, нуклеозидов и оснований в мышечной ткани сырой несоленой и соленой (до и после стекания) корейки и в готовом продукте. Нуклеотидную фракцию, выделенную из мышечной ткани экстракцией хлорной кислотой, после нейтрализации разделяли на компоненты ионообменной хроматографией на смоле Аминекс-А-5 с использованием в качестве элюента соляной кислоты с различным значением pH. Состав нуклеозидов и оснований определяли после предварительного их отделения от 5'-моонуклеотидов на смоле Дауэкс 1x8(Cl<sup>-</sup>). Выделенные соединения нуклеотидной фракции идентифицировали по их временам удерживания и по соотношению оптических плотностей при различных длинах волн. Ионообменную хроматографию проводили на автоматическом жидкостном хроматографе типа JLC-BC<sub>2</sub> фирмы "Jeol", спектрофотометрические измерения - на спектрофотометре СФ-4А.

Установлено, что в процессе мокрого посола в свинине значительно снижается содержание нуклеотидов и накапливаются продукты их распада, при последующей тепловой обработке снижается содержание обеих групп соединений. В значительной степени уменьшается содержание 5'-инозинмонофосфата и 5'-гуанозинмонофосфата в мышечной ткани корейки на всех технологических стадиях ее изготовления. Процесс посола приводит к качественному изменению нуклеотидной фракции за счет появления пиримидинового нуклеозиды - уридина.

## NITRITES AND NITROSAMINES IN PROCESSED MEATS

В процессе посола происходят значительные потери азотистых экстрактивных веществ [2, 3]. В некоторой степени изучено поведение при посоле свободных аминокислот [1], но почти нет сведений об изменении нуклеотидов, нуклеозидов и оснований. Некоторые нуклеотиды, в частности 5'-инозинмонофосфат и 5'-гуанозинмонофосфат, положительно влияют на вкусовые качества мяса [4]. Целью работы являлось исследование поведения нуклеотидной фракции мышечной ткани свиней в процессе посола и последующей тепловой обработки.

## Объекты и методы исследования

Исследовали длиннейшую мышцу спины беконных свиней крупной белой породы. В рассол закладывали корейки, отделенные от туш через двое суток после убоя животного. Выдержка в рассоле составляла 9, вне рассола (стекание) - 7 суток. Варку проводили до достижения внутри продукта 72°C. Нуклеотиды, нуклеозиды и основания определяли в сырой соленой (до и после стекания) мышечной ткани и в готовом продукте (через двое суток после варки).

Нуклеотидная фракция из мышечной ткани была выделена экстракцией хлорной кислотой и после нейтрализации разделена ионообменной хроматографией на автоматическом жидкостном хроматографе типа ЖЛС-ВС<sub>2</sub> фирмы "JEO". Разделение 5'-мононуклеотидов проводили на смоле Аминекс А-5, используя в качестве элюента 0,1; 0,5 и 2 н. соляную кислоту. После предварительного выделения из нуклеотидной фракции на смоле Дауэкс Ix8/ce<sup>-</sup> (200-400 меш) нуклеозиды и основания разделяли на смоле Аминекс А-5 в системе 2 н. и 3 н. соляная кислота. Идентифицировали нуклеотиды, нуклеозиды и основания по продолжительности удерживания и отношению оптических плотностей при различных длинах волн. Спектрофотометрические измерения проводили на спектрофотометре СФ-4А. Содержание индивидуальных соединений рассчитывали по площадям соответствующих пиков на хроматограмме в сравнении со стандартными растворами.

## Результаты исследования

На рис. 1 представлена хроматограмма разделения 5'-мононуклеотидов мышечной ткани корейки до ее посола. Те же соединения были обнаружены в соленой (до и после стекания) и солено-вареной мышечной ткани корейки. Это позволило считать, что по качественному сос-

На рис. 2 представлена хроматограмма разделения нуклеозидов и оснований сырой и соленой мышечной ткани. Установлено, что в процессе выдержки мяса в рассоле происходит качественное изменение нуклеотидной фракции за счет появления нового соединения - пиримидинового нуклеозиды - уридина. Гуанин обнаружен в сырой мышечной ткани отдельных животных.

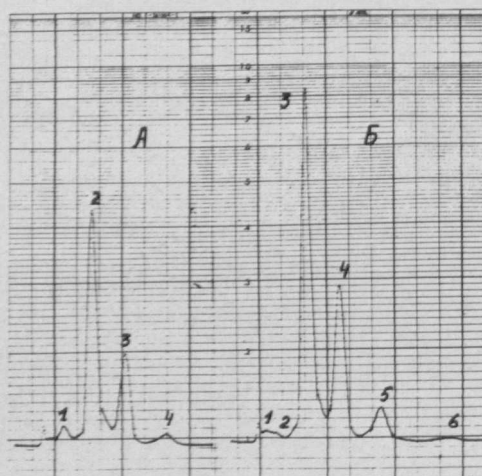


Рис. 2. Хроматограмма нуклеозидов и оснований на колонке Аминекс А-5 в системе 2 н. и 3 н. соляная кислота при температуре 50°C:

А - сырой мышечной ткани: 1 - урацил; 2 - инозин; 3 - гипоксантин; 4 - цитозин;  
Б - соленой мышечной ткани: 1 - уридин; 2 - урацил; 3 - инозин; 4 - гипоксантин; 5 - цитозин; 6 - гуанин.

таву 5'-мононуклеотидов сырая, соленая (до и после стекания) и мышечная ткань готового продукта не отличаются.

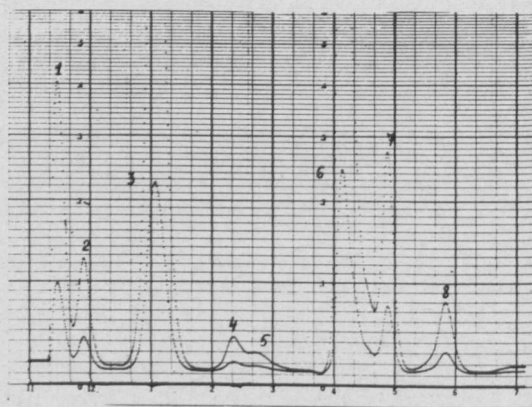


Рис. 1. Хроматограмма 5'-мононуклеотидов мышечной ткани на колонке Аминекс А-5 в системе 0,1; 0,5 и 2 н. соляная кислота при комнатной температуре:  
1 - смесь нуклеотидов 5'-УМФ, ди- и трифосфатов; 2 - уридиновое производное неизвестной структуры; 3 - 5'-ИМФ; 4 - 5'-ГМФ; 5 - 5'-ЦМФ; 6 - смесь 5'-АМФ и инозина; 7, 8 - смесь нуклеозидов и оснований

Соединения	До посола		После посола		После стекания		Готовый продукт	
	$\bar{X}$	$\delta \bar{X}$	$\bar{X}$	$\delta \bar{X}$	$\bar{X}$	$\delta \bar{X}$	$\bar{X}$	$\delta \bar{X}$
5'-ИМФ	1,530	0,0686	0,809	0,150	0,546	0,126	0,389	0,090
5'-ГМФ	0,077	0,012	0,045	0,009	0,029	0,006	0,026	0,003
5'-ЦМФ	0,053	0,013	0,032	0,009	0,022	0,002	0,028	0,004
5'-АМФ	0,306	0,032	0,426	0,035	0,469	0,028	0,384	0,153
Смесь 5'-УМФ, ди- и трифосфатов	0,248	0,018	0,191	0,015	0,182	0,056	0,076	0,053
Уридиновое производное	0,282	0,035	0,359	0,069	0,236	0,046	0,068	0,014
Сумма нуклеотидов	2,469	0,062	1,862	0,224	1,484	0,214	0,971	0,065
Урацил	-	-	0,014	0,008	0,034	0,008	0,034	0,011
Инозин	0,913	0,042	0,879	0,016	0,855	0,005	0,034	0,005
Гипоксантин	0,508	0,050	0,477	0,091	0,602	0,051	0,770	0,065
Цитозин	0,194	0,034	0,113	0,028	0,142	0,043	0,115	0,019
Гуанин	следи	-	0,003	0,009	0,010	0,008	следи	-
Сумма нуклеозидов и оснований	1,641	0,077	1,525	0,023	1,659	0,237	1,937	0,254
Сумма нуклеотидов и продуктов их распада	4,137	0,126	3,387	0,430	3,143	0,269	2,908	0,223



## NITRITES AND NITROSAMINES IN PROCESSED MEATS

Таблица 2  
Соединения

Соединения	До посола		После посола		После стекания		Готовый продукт	
	$\bar{x}$	$\delta\bar{x}$	$\bar{x}$	$\delta\bar{x}$	$\bar{x}$	$\delta\bar{x}$	$\bar{x}$	$\delta\bar{x}$
5'-ИМФ	5,900	0,512	3,497	0,613	2,059	0,494	1,265	0,132
5'-ГМФ	0,303	0,049	0,184	0,043	0,108	0,025	0,080	0,009
5'-ЦМФ	0,214	0,053	0,131	0,028	0,082	0,009	0,086	0,014
5'-АМФ	1,185	0,105	1,749	0,124	1,756	0,118	1,151	0,050
Смесь 5'-УМФ, ди- и трифосфатов	1,000	0,084	0,781	0,049	0,690	0,219	0,226	0,011
Уридиновые производные	1,107	0,130	1,459	0,284	0,885	0,168	0,199	0,019
Сумма нуклеотидов	9,709	0,503	7,801	0,854	5,580	0,860	3,007	0,211
Уридин	-	-	0,055	0,029	0,127	0,033	0,081	0,035
Урацил	0,099	0,050	0,163	0,054	0,059	0,016	0,132	0,023
Инозин	3,586	0,195	3,589	0,491	3,169	0,870	3,008	0,342
Гипоксантин	1,984	0,224	1,941	0,386	2,449	0,192	2,582	0,600
Цитозин	0,724	0,136	0,331	0,109	0,533	0,125	0,362	0,078
Гуанин	оледин	-	0,013	0,007	0,037	0,008	следы	-
Сумма нуклеозидов и оснований	6,395	0,379	6,092	0,846	6,374	0,805	5,965	0,719
Сумма нуклеотидов и продуктов их распада	16,104	0,753	13,893	1,535	11,954	0,995	8,972	0,860

Средние результаты содержания компонентов нуклеотидной фракции мышечной ткани свиней и их изменения в процессе посола и тепловой обработки соленого мяса представлены в расчете на мышечную ткань (в мкмоль/г ткани) в табл. 1 и на сухой остаток - в табл. 2 (мкмоль/г на сухой остаток). В процессе посола и тепловой обработки содержание 5'-ИМФ и др. нуклеотидов, за исключением 5'-АМФ соленого мяса сильно уменьшается.

В готовом продукте содержание 5'-ИМФ снижается до 25% и 5'-ГМФ до 34% от их первоначального содержания в несоленой мышечной ткани. Количество 5'-АМФ возрастает, примерно, на 25% за счет увеличения его содержания на 40-50% в процессах посола и стекания, вероятно, в результате распада остаточных количеств 5'-АДФ.

Количество инозина в процессе выдержки в рассоле уменьшается примерно на 30% и незначительно - при стекании, что, возможно, происходит за счет наступающего равновесия между распадом 5'-ИМФ до инозина и инозина - до гипоксантина, количество которого незначительно уменьшается при посоле и возрастает более, чем на 100% при стекании и тепловой обработке.

Содержание 5'-ИМФ, 5'-ГМФ, смеси 5'-УМФ с ди- и трифосфатами, неидентифицированного уридинового производного в готовом продукте составляет 25-30% от первоначального их содержания в сырой мышечной ткани; 5'-ЦМФ - около 50%, 5'-АМФ - более 120%, инозина и цитозина - более 35%, количество урацила и гипоксантина увеличивается на 30-50%.

Суммарное количество нуклеотидов в сыром и соленом мясе до стекания выше, чем нуклеозидов и оснований. Однако продуктов распада в соленом мясе после стекания и в готовой корейке содержится больше, чем нуклеотидов. Это свидетельствует об интенсивном распаде и потере нуклеотидов при стекании и тепловой обработке.

## ВЫВОДЫ

1. Значительное снижение содержания нуклеотидов и накопление продуктов их распада происходит в процессе посола свинины. Последующая тепловая обработка приводит к снижению содержания обеих групп соединений.

2. Уменьшение количества нуклеотидов в готовом продукте связано с их распадом и потерями в процессе посола и тепловой обработки.

3. Установлено, что сильное уменьшение содержания 5'-ИМФ и 5'-ГМФ в свинине происходит на всех технологических стадиях изготовления солено-вареного продукта.

4. Процесс посола приводит к качественному изменению нуклеотидной фракции за счет появления уридина.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Большаков А.С. "Посол". В кн.: "Физико-химические и биохимические основы технологии мяса и мясopодуKтов". М., изд-во "Пищевая промышленность", 1973, 356-369.
2. Грау Р. Мясо и мясopодуKты. М., изд-во "Пищевая промышленность", 1964, 189.
3. Крылова Н.Н., ЛяскоBская Ю.Н. Биохимия мяса М., изд-во "Пищевая промышленность", 1968, 351.
4. Негз К.О., Сhаng S.S. Meat flavor. In: Advances in food research, Acad. Press., New-York, London, 18, 1970, 1-83.