УДК 664.92/94

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПОСОЛА МЯСА**Л.С. Кудряшов***ООО «Консалтинговый центр «Виктори», Москва
Марийский государственный университет, Йошкар-Ола*

Статья посвящена вопросам, связанным с биохимическими и физико-химическими изменениями мяса в процессе посола, с использованием механического массирования при производстве деликатесных мясных продуктов. Установлено, что при выработке соленых мясных продуктов необходим комплексный подход: правильный подбор исходного сырья, выбор способа производства и знание основных изменений, происходящих с сырьем в процессе технологической обработки. В связи с этим, при правильно проведенной технологической обработке готовый продукт будет иметь однородную монолитную структуру (на разрезе без пор) и минимальные потери при тепловой обработке.

The article is dedicated to the problems connected with biochemical and physical-chemical meat changes in the process of its pickling with the use of mechanical massing to produce delicate meat products. It is found that in the production of salty meat products a complex approach should be used, including the selection of high quality meat, way of production and the knowledge of main changes raw meat undergoes in the process of its technological processing. In the case of an adequate technological processing a final product will have a homogeneous structure (without interstices in the place of a cross-section) and minimal losses in thermal processing.

Соленые мясные продукты относятся к группе деликатесных и пользуются большой популярностью. Они отличаются нежностью вкуса, сочностью и ароматом, обладают привлекательным внешним видом и низкой калорийностью, что в настоящее время имеет особое значение. В связи с этим при их изготовлении необходимо не только отбирать соответствующее сырье, но и знать основные процессы, происходящие при посоле мяса. Это означает, что при выработке соленых мясных продуктов необходим комплексный подход: правильный подбор исходного сырья, выбор способа производства и знание основных изменений, происходящих с сырьем в процессе технологической обработки. Соленые мясные продукты подразделяются на сыросоленые, сыровяленые, сырокопченые, варено-копченые и запеченные.

В настоящей публикации освещены вопросы, связанные с биохимическими и физико-химическими изменениями мяса в процессе посола с использованием механического массирования.

Посол мяса первоначально служил, прежде всего, для придания стойкости продукту в процессе хранения в отсутствие искусственных способов охлаждения, замораживания и других методов консервирования. Вместе с тем, использование наряду с хлоридом натрия при посоле нитритов и других посолочных ингредиентов способствует стабилизации окраски мяса, придает продукту специфический вкус и аромат. По-

следние факторы, по всей вероятности, вытеснили то первоначальное значение посола мяса, которое применяли тысячелетиями. В настоящее время процесс посола мяса при производстве деликатесных изделий рассматривается более широко, и, в частности, считают, что посолочные ингредиенты обеспечивают цвет и аромат продукта, а также оказывают консервирующее и антиокислительное действие.

При посоле мышечная ткань набухает, увеличивается в объеме, повышается влагосвязывающая способность, изменяется рН среды в кислую сторону.

Посол можно рассматривать как диффузионно-фильтрационный процесс, при котором в толщу мяса проникают посолочные ингредиенты, а из мяса извлекается часть влаги, экстрактивных веществ, белков и др. Использование при посоле метода шприцевания рассола, а также интенсивных способов обработки посоленного сырья (тумблирование, массирование, вибрацию и т.п.) позволило ускорить процессы проникновения и последующего распределения посолочных ингредиентов в продукте.

После посола продукты приобретают нежную консистенцию, становятся более вкусными и лучше усваиваются. В процессе посола происходит созревание мяса под действием тканевых ферментов и ферментов микроорганизмов.

Физико-химические изменения, происходящие в белках в процессе посола, влияют на их раствори-

мость, степень гидратации, изменяя тем самым вододерживающую способность и структурно-механические свойства. Сопоставление представлений об этих процессах позволит понять механизм формирования важнейших качественных показателей мяса.

При выборе сырья для производства соленых мясных продуктов нельзя забывать о величине pH мяса, которая должна составлять 5,8–6,2, в противном случае могут появиться дефекты готовой продукции. Проблемы с качеством сырья, обусловленные усиленной селекцией, направленной на увеличение мясных качеств животных, в сочетании с промышленным содержанием и интенсивным откормом сопровождаются увеличением количества сырья с признаками качества PSE (бледное, мягкое, водянистое) и DFD (темное, плотное, сухое) и уменьшением доли мяса с нормальным (традиционным) – NOR ходом автолиза. Наблюдаемые отклонения в качестве мяса связаны также с условиями транспортировки и переработки животных на мясокомбинатах.

Для интенсификации процесса посола применяют различные конструкции массажеров, которые позволяют повысить способность мышечных белков связывать собственную воду и шприцуемый рассол вместе с соответствующими добавками. Однако необходимо учитывать, что чрезмерная механическая обработка может привести к значительным разрушениям структуры мяса, что приведет к дополнительным потерям влаги с растворенными в ней веществами, в т.ч. и растворимых белков. Кроме того, продолжительность массирования зависит от конструкции аппарата, в котором производится механическая обработка.

Состояние саркоплазматических (водорастворимых) белков мышечной ткани не оказывает прямого непосредственного влияния на изменение консистенции мяса в процессе технологической обработки. Однако изучение их превращений представляет интерес в связи с тем, что эти белки обладают ферментативной активностью.

Исследование растворимости саркоплазматических белков соленого мяса в процессе непрерывного массирования показали (табл. 1), что растворимость белков этой фракции при механической обработке несколько возрастает за счет взаимодействия их с ионами хлорида натрия. Однако в PSE мясе изменение растворимости минимально вследствие частичной денатурации этих белков в первые минуты автолиза. Наибольшая растворимость зафиксирована у DFD мяса и несколько меньшая – у NOR, ввиду более низкого уровня pH такого сырья.

Как видно из таблицы 2, наиболее существенным изменением при посоле мяса в условиях массирования подвержены белки миофибриллярной фракции. По мере проникновения хлорида натрия в мышечную ткань

наблюдается повышение растворимости миофибриллярных белков.

Однако несмотря на диссоциирующее действие NaCl вследствие низкого значения уровня pH (5,4) в PSE мясе растворимость белков миофибрилл увеличивается в значительно меньшей степени, чем DFD и NOR сырья.

Таблица 1 – Изменение растворимости ($\mu\text{с}$) саркоплазматических белков соленой свинины в процессе массирования (% к общему азоту)

Мясо		Продолжительность массирования, ч					
		0	1	2	3	4	5
PSE	$\mu\text{с}$	25,4	25,2	25,5	25,3	25,1	25,0
	%	100,0	99,2	100,4	99,6	98,8	98,4
NOR	$\mu\text{с}$	26,2	26,0	26,7	27,1	26,8	26,4
	%	100,0	99,2	101,9	103,4	102,3	100,8
DFD	$\mu\text{с}$	26,3	26,6	27,4	27,9	27,5	27,2
	%	100,0	101,1	104,2	106,1	104,6	103,4

Таблица 2 – Изменение растворимости ($\mu\text{м}$) миофибриллярных белков соленой свинины в процессе массирования (% к общему азоту)

Мясо		Продолжительность массирования, ч					
		0	1	2	3	4	5
PSE	$\mu\text{м}$	15,6	15,2	15,5	15,8	15,4	15,1
	%	100,0	97,4	99,4	101,3	98,7	96,8
NOR	$\mu\text{м}$	16,9	16,4	17,6	18,6	18,3	18,1
	%	100,0	97,0	104,1	110,1	108,3	107,1
DFD	$\mu\text{м}$	17,2	17,6	18,0	19,4	19,0	19,1
	%	100,0	102,3	109,3	112,8	110,5	111,0

Высокая растворимость миофибриллярных белков DFD мяса обусловлена низкой концентрацией водородных ионов (высоким значением pH), что обеспечивает им высокую стабильность. Проникновение хлорида натрия в мышечные волокна еще в большей степени повышает растворимость миофибриллярных белков DFD мяса за счет их ионизации. Так, растворимость миофибриллярных белков PSE и DFD мяса через 3 часа массирования соответственно составили 101,3 и 112,8 % по отношению к первоначальной в несоленом сырье, т.е. растворимость белков миофибрилл в DFD мясе на 21,3 % выше, чем в PSE.

К этому времени массирования растворимость белков достигала максимального значения для всех трех качественных групп мяса. При дальнейшем увеличении продолжительности массирования вследствие денатурационных и агрегационных явлений наблюдается некоторое понижение растворимости белков миофибрилл и саркоплазмы. Следовательно, при чрезмерной длительности механической обработки гид-

рофильные свойства мяса уменьшаются, что согласуется с данными по водосвязывающей способности.

Результаты исследований свидетельствуют о более высокой растворимости саркоплазматических белков DFD и NOR мяса по сравнению с PSE.

Для выяснения интенсивности распада белковых веществ мяса под действием тканевых ферментов нами исследовалось изменение белкового, небелкового, полипептидного азота и содержание свободных аминокислот при посоле свинины с различным характером автолиза в условиях механической обработки.

Таблица 3 – Изменение соотношения небелкового азота к общему азоту в процессе посола мяса в условиях механических воздействий

Вид обработки	N _{нб} /N _{общ}		
	PSE	NOR	DFD
Сырье	10,22	10,30	10,37
Посол и механическая обработка	10,89	11,20	11,12

Как видно из таблицы 3, применение интенсивных методов при посоле мяса приводит к накоплению небелкового азота для всех качественных групп мяса. Увеличение продуктов распада белков обусловлено, по-видимому, протеолитическими действиями тканевых ферментов.

Механическая обработка интенсифицирует протеолитические процессы во всех трех качественных группах мяса. Прирост N_{нб}/N_{общ} для PSE, NOR и DFD соленого сырья по отношению к исходному соответственно составил: 6,56 %, 8,74 % и 7,23 %. Ускорение протеолитических изменений белковых макромолекул в NOR и PSE мясе обусловлено активностью катепсинов, а в DFD сырье, по всей вероятности, связано с 1 действием кальпаинов, наиболее активных при низких концентрациях ионов водорода, характерных для такого сырья.

Повышение активности тканевых ферментов при массировании способствует накоплению продуктов распада белковых веществ.

Таблица 4 – Изменение белкового (N_б) и полипептидного (N_{нп}) азота при посоле свинины (% к массе мяса)

Обозначения	PSE		NOR		DFD	
	N _б	N _{нп}	N _б	N _{нп}	N _б	N _{нп}
Сырье	3,530	0,108	2,693	0,102	2,923	0,110
Посол и механическая обработка	2,868	0,130	3,563	0,126	3,515	0,128

Как видно из таблицы 4, содержание полипептидного азота в PSE, NOR и DFD мясе к концу механической обработки увеличивается соответственно на 20,4 %, 23,5 %, 16,4 %. Данные экспериментальных исследо-

ваний подтверждают высказанное предположение, что увеличение активности катепсина Д в NOR и PSE мясе при механическом массировании способствует гидролизу белковых макромолекул на фрагменты, по размеру соответствующие полипептидам.

Накопление полипептидного азота в процессе обработки было минимальным в DFD мясе, что свидетельствует о меньшей пептидазной способности кальпаинов, активных при нейтральных значениях рН.

При обработке мяса хлоридом натрия в результате биохимических процессов накапливаются вещества, которые придают соленым продуктам свойственный аромат и вкус. Многие исследователи связывают образование аромата и вкуса мясопродуктов с присутствием в них азотистых экстрактивных веществ, в частности, свободных аминокислот.

По мнению некоторых исследователей, величина рН оказывает существенное влияние на аромат мясных продуктов, при этом отмечается, что мясопродукты имели лучший аромат при рН 6,1–6,6, чем при рН 5,4–5,6.

Изменение общего количества свободных аминокислот при посоле в условиях массирования показывает (табл. 5), что механическая обработка NOR мяса способствует заметному накоплению свободных аминокислот в соленом полуфабрикате. К окончанию обработки содержание их увеличивается на 35,5 % по сравнению с исходным сырьем. Результаты экспериментальных исследований дают основание полагать, что посол NOR мяса в условиях механической обработки способствует накоплению свободных аминокислот за счет активизации действия тканевых протеолитических ферментов. В то же время в DFD сырье к концу массирования увеличение количества свободных аминокислот составляет всего 12,9 %, а PSE – 19,4.

На основании этих данных можно сделать заключение о возможном наличии протеолиза при посоле вышеназванных качественных групп мяса в условиях механического массирования. Более низкий уровень свободных аминокислот в обработанном DFD мясе обусловлен в основном действием кальпаинов, которые, видимо, проявляют меньшую активность, чем катепсины.

При посоле NOR мяса в условиях механической обработки наблюдается увеличение глутаминовой кислоты на 55,4 %, серина – на 31,1 %, треонина – на 55,0 %, аспарагиновой кислоты – на 35,3 %, глицина – на 15,6 %.

Анализ данных, характеризующих качественный состав свободных аминокислот DFD мяса при посоле в условиях механического массирования, свидетельствует об увеличении треонина на 58,9 %, серина – на 38,9 % и тирозина – на 24,0 %.

При механической обработке соленого PSE мяса можно наблюдать накопление серина на 74,9 %, глутаминовой кислоты – на 77,3 %, треонина – на 53,9 %, аспарагиновой кислоты – на 12,5 %, глицина – на 13,9 % по сравнению с исходным сырьем.

Таблица 5 – Изменение содержания свободных аминокислот в мясе при посоле в условиях массирования

Аминокислоты	Содержание свободных аминокислот, мг/100г продукта					
	NOR		PSE		DFD	
	сырье	после массирования	сырье	после массирования	сырье	после массирования
Аспарагиновая	3,20	4,33	3,52	3,96	3,79	4,20
Треонин	11,23	17,41	8,67	13,35	7,28	11,57
Серин	7,17	16,57	7,35	12,86	7,58	10,53
Глутаминовая	10,01	25,57	9,88	17,52	9,25	13,10
Глицин	13,61	15,74	11,40	12,98	12,64	13,00
Аланин	14,40	18,70	12,32	14,15	12,46	12,95
Валин	2,81	2,80	2,75	2,74	2,72	2,76
Метионин	2,04	2,45	1,98	2,06	1,94	2,06
Изолейцин	3,83	4,20	3,72	3,88	3,65	4,00
Лейцин	3,81	4,15	3,60	3,76	3,75	3,85
Тирозин	3,01	3,44	2,07	1,67	1,71	2,12
Фенилаланин	1,82	2,27	1,22	1,38	1,11	1,34
Гистидин	60,13	72,20	63,26	69,24	76,55	71,23
Лизин	4,01	4,13	3,45	2,87	2,61	2,85
Аргинин	7,40	7,95	6,54	6,77	5,84	6,81
ИТОГО	148,48	201,91	141,73	169,19	143,88	162,37

Как видно из таблицы 5, протеолиз белков в PSE мясе хотя и выше, чем в DFD, однако, количество свободных аминокислот накапливается в 1,3 раза меньше, чем в NOR мясе.

Вероятно, это обстоятельство связано с частичной денатурацией белков саркоплазмы и снижением растворимости миофибриллярных белков в первые минуты после убоя, когда температура туши еще высока, а pH мяса резко падает. Конформационные изменения белков мышечной ткани такого сырья снижают доступность их действию тканевых протеолитических ферментов. Не исключено также и деформирование белковой части самого фермента в этих условиях.

Приведенные данные об изменении содержания небелкового азота и свободных аминокислот при посоле NOR, PSE и DFD мяса в условиях массирования указывают на наличие протеолитических изменений, интенсифицирующих процесс накопления продуктов распада белков, впоследствии участвующих в формировании вкуса и аромата готовых продуктов.

Таким образом, применение массирования при посоле мясного сырья способствует не только интенсификации распределения посолочных ингредиентов по объему продукта, но и повышает растворимость мышечных белков, ответственных за удерживание влаги, и способствует накоплению свободных аминокислот, формирующих вкусовые и ароматические свойства готового продукта.

При производстве варено-копченых и запеченных продуктов лучше использовать NOR и DFD мясо, обладающее высокой влагосвязывающей способностью, а для выработки сырокопченых и сырокопченых продуктов можно использовать PSE сырье.

Продолжительность механической обработки следует подбирать таким образом, чтобы чрезмерно не разрушить структуру тканей (не перемассировать) и тем самым не снизить технологические свойства мясного сырья. Если массирование было проведено правильно, то готовый продукт будет иметь однородную монолитную структуру на разрезе без пор и минимальные потери при тепловой обработке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рогов, А.И. Общая технология получения и переработки мяса / А.И. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Козюлин. – М: Колос, 1994. – 367 с.
2. Лисицын, А.Б. Производство мясной продукции на основе биотехнологии / А.Б. Лисицын [и др.] – М.: ВНИИМП, 2005. – 369 с.
3. Татулов, Ю.В. Свинина: производство и переработка / Ю.В. Татулов, Т.М. Ильина. – М.: РИФ «Антиква», 1994. – 96 с.
4. Лисицын, А.Б. Теория и практика переработки мяса / А.Б. Лисицын [и др.] – М.: ВНИИМП, 2004. – 378 с.