

#### 7.4 СТРУКТУРНО- И ЦВЕТОБРАЗОВАНИЕ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВИБРОПЕРЕМЕШИВАНИЯ

Г.Е. Лимонов, Л.В. Смирнова, А.А. Белоусов, В.В. Авиллов  
Всесоюзный научно-исследовательский институт мясной промышленности,  
Москва, СССР

На основе ранее проведенных работ [1] по улучшению качества вырабатываемых колбасных изделий без выдержки сырья в посоле с применением вибрационного перемешивания были проведены исследования структурообразования фарша колбас, изготовленных по традиционной и по предлагаемой технологии с использованием оптимального времени вибрационного перемешивания.

Обработку фарша, изготовленного без выдержки сырья в посоле, проводили на экспериментальном вибрационном смесителе при частоте 17 Гц, амплитуде  $0,3 \cdot 10^{-2}$  м. Объектом исследования являлись фарш и готовые колбасы "Столбовая" и "Одесская" I сорта. Повторность опытов - 5-кратная, анализов - 3-кратная. В работе использовали следующие методы исследований: изучение микроструктуры колбасных изделий - на сканирующем электронном микроскопе "Leol-50 SA" определение водосвязывающей способности - по методу R. Gray и R. Hamer в модификации В. Воловинской и В. Кельман; определение содержания влаги в образцах - на установке скоростной сушки проб пищевых продуктов Я8-АСБ; интенсивность окраски готовой колбасы - на спектрофотометре СФ-10; обработку экспериментальных данных проводили на вычислительном комплексе "Искра-1256" с использованием регрессионного и дисперсионного анализов.

Проведенные исследования показали, что микрорельеф контрольных образцов фарша колбасы "Столбовой" (рис. 1а) характеризуется пространственным каркасом, пронизанным разветвленными ходами вакуолей различного размера с неровными изрезанными

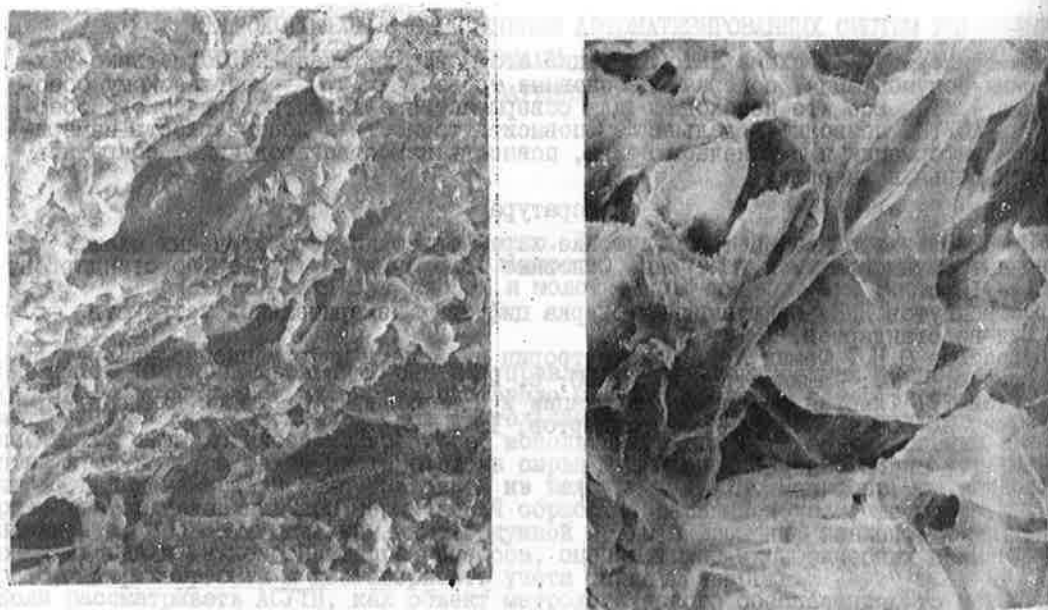


Рис. 1. Сканограммы колбас, изготовленных по традиционной технологии (X 300):

а - "Столбовая";  
б - "Одесская".

ми краями. Следует отметить, что размеры ходов вакуолей имеют большой спектр разброса по величине, в связи с чем пространственный белковый каркас характеризуется определенной неоднородностью. Основу белкового каркаса составляют взаимосвязанные друг с другом скопления скоагулированных белковых частичек и их конгломератов в виде губкообразной пористой структуры. Отдельные белковые частицы лежат раздельно, вне общей массы белкового каркаса, и не участвуют в структурообразовании.

Микрорельеф участков контрольных образцов колбасы "Одесской" также характеризуется неравномерным строением пространственно-белкового каркаса продукта. Наличие вакуольных ходов с крупными изрезанными краями придает образцам некоторую разрыхленность. Следует отметить, что отдельные белковые частицы лежат разрозненно, вне общей массы белкового каркаса фарша. В целом пространственный белковый каркас продукта состоит из крупных элементов и в отдельных его участках встречаются соединительнотканые включения и группы мышечных волокон (рис. 2а). Микрорельеф белковой массы фарша колбасы "Столовой", полученной с использованием вибрационного перемешивания, характеризуется более компактной упаковкой белкового каркаса, состоящего из более мелких, по сравнению с контролем, агрегатов белковых частичек. Это способствует образованию мелкогубчатой структуры, пронизанной вакуольными ходами с меньшими размерами (рис. 1б). За счет более упорядоченной ориентации структуры элементов внутри белкового каркаса под действием вибрации поверхностный микрорельеф образцов выглядит более сглаженным и менее рыхлым, а вся масса продукта более компактной и однородной.

Электросканограммы опытных образцов колбасы "Одесской" показывают, что структура пространственного белкового каркаса довольно плотна и компактна, состоит из более мелких белковых элементов, довольно упорядоченно сориентированных в пространстве. Вакуольные пространственные ходы небольшие и придают довольно плотной и однородной массе продукта мелкогубчатое строение (рис. 2б).

Микрорельеф поверхности участков образцов довольно ровный без значительных выступов и впадок в белковом каркасе продукта, что позволяет сделать вывод об отсутствии той степени разрыхления, которая имеет место в контрольном образце. Край мышечных волокон разрыхлены, что отличает их от мышечных волокон, встречающихся в контрольных образцах, у которых края мышечных волокон имеют ровные края.

Анализируя полученные результаты, становится очевидным, что вибрационное перемешивание при рациональных режимах способствует улучшению структурообразования фарша и созданию более связанного его белкового каркаса. Это подтверждается



Рис. 2. Сканограммы колбас, изготовленных с использованием вибрационного перемешивания (X 300):

- а - "Столовая";
- б - "Одесская".

тем, что в контрольных образцах отдельные белковые частицы и их агрегаты не связаны в общую структуру фарша и лежат разрозненно, в то время как после вибрационного перемешивания пространственный белковый каркас более плотный и его белковые частицы тесно агрегированы друг с другом. Такое плотное агрегирование частиц в каркасе фарша подтверждается сглаживанием контуров фаршевой массы при рассмотрении ее на сканирующем микроскопе. Виброперемешивание ведет к увеличению поверхности частиц фарша, что также способствует лучшему структурообразованию. Можно предположить, что такая более плотная агрегация структур связана с тем, что в процессе виброперемешивания освобождаются дополнительные связи в структуре белка и активные центры. Последние участвуют в связывании дополнительной влаги, повышая тем самым водосвязывающую способность изготавливаемых колбасных изделий.

В таблице I приведены результаты исследований по влиянию вибрационного перемешивания на химический состав, водосвязывающую способность и выход вареных и полукопченых колбас.

При вибрационном перемешивании водосвязывающая способность фарша возрастает по мере увеличения длительности обработки, но только до оптимального времени и достигает 74,3% и 49,1% соответственно. При дальнейшем увеличении времени обработки водосвязывающая способность начинает снижаться. Максимальное значение превосходит значение водосвязывающей способности контрольного образца на 10,7% для вареной колбасы и на 7,6% для полукопченой. Эти данные хорошо коррелируют с влагосодержанием и выходом колбас, они также выше у образцов, изготовленных с применением виброперемешивания. Так выход опытных образцов колбас "Столовой" и "Одесской" превосходит выход контрольных образцов на 3,9% и на 3,6% соответственно.

Таким образом, предлагаемая технология производства вареных и полукопченых колбас с использованием рациональных режимов вибрационного перемешивания без выдержки сырья в посоле позволяет при обработке повышать водосвязывающую способность, а, следовательно, дает возможность добавлять больше воды и получать более высокий выход колбасных изделий при их высоком качестве.

Одним из показателей качества готового продукта является цвет колбасных изделий на разрезе, а также сохранность яркой окраски во времени. Нами было исследовано влияние вибрационного перемешивания на интенсивность окраски вареной и полукопченой колбас.

ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА, ВОДОСВЯЗЫВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ И ВЫХОДА

Таблица I  
Изменение химического состава, водосвязывающей способности (ВСС) фарша колбасных изделий и их выхода

Вид колбасы	Вид образца	Содержание в фарше, %		Содержание в колбасе, %				Выход, %
		влаги	ВСС	влаги	жира	белка	влаги после сушки	
"Столовая"	Контроль	66,2	63,6	62,2	20,6	13,3	-	113,1
	Опыт	68,2	74,3	63,4	18,2	12,8	-	117,2
"Одесская"	Контроль	58,3	41,5	41,9	35,5	16,8	39,8	79,1
	Опыт	61,9	49,1	43,0	36,4	16,1	40,9	82,7

В результате исследований (табл. 2) установлено, что вибрационное перемешивание оказывает существенное влияние на интенсивность окраски колбасных изделий: при оптимальном времени вибрационного перемешивания интенсивность окраски опытных образцов колбас превышает интенсивность окраски контрольных, и разница составляет для колбасы "Столовой" - 1,2%, колбасы "Одесской" - 2,8%. Данные, полученные на спектрофотометре СФ-10 хорошо коррелируют с органолептической оценкой по цвету. Увеличение времени вибрационного перемешивания до оптимального способствует образованию более яркой окраски, при этом остаточное содержание нитрита уменьшается в среднем в 1,5 раза. Это можно объяснить тем, что при обычном посолении нитрит натрия не успевает полностью вступить в реакцию с миоглобином. Вибрация также значительно уплотняет фарш, уменьшая тем самым доступ кислорода воздуха в него, что влияет на более интенсивное образование нитрозомиоглобина. По результатам исследований было установлено, что при вибрационном перемешивании происходит накопление полярных групп белков ( $SH$ -групп), очевидно, за счет интенсификации проникновения соли в фарш, разрыва актомиозинового комплекса, конформационных изменений, происходящих с белком. Авторами установлено, что нитрит натрия взаимодействует с  $SH$ -группами белков, при этом образуются нитрозотиолы, имеющие яркую розовую окраску. При чистых экспериментах /2/

определено, что нитрит натрия с миоглобином образует  $\text{NO}$ -миоглобин только в присутствии восстановителей, имеющих  $\text{SH}$ -группы. Такое большое вовлечение нитрита натрия в реакцию цветообразования позволяет вырабатывать колбасные изделия более стабильного хорошего цвета. Особенно остро проблема окраски колбасных изделий стоит при производстве вареных колбас из размороженных блоков. Часто с целью улучшения окраски при изготовлении фарша из такого сырья добавляют аскорбиновую кислоту. Использование вибрационного перемешивания позволяет исключить такого рода добавки. При использовании в колбасном производстве сырья с высоким содержанием нитрита натрия разработанная технология позволяет уменьшить добавляемую дозу нитрита натрия.

Таблица 2  
Изменение интенсивности окраски колбасных изделий

Вид колбасы	Образцы колбасных изделий	Интенсивность окраски свежего среза, оптическая плотность,		Интенсивность окраски на разрезе после хранения <sup>1</sup> , оптическая плотность,		Органолептическая оценка цвета, балл		Остаточное содержание нитрита, мг%	
		$\lambda_{576}$		$\lambda_{576}$		$\bar{X}$	$S$	$\bar{X}$	$S$
		$\bar{X}$	$S$	$\bar{X}$	$S$				
"Столовая"	Контроль	0,550	0,08	0,375	0,07	4,36	0,45	2,5	0,23
	Опыт	0,557	0,02	0,383	0,06	4,48	0,70	1,6	0,32
"Одесская"	Контроль	0,575	0,02	0,561	0,08	4,14	0,25	2,8	0,22
	Опыт	0,588	0,06	0,577	0,02	4,82	0,24	1,9	0,17

<sup>1</sup> Колбаса "Столовая" хранилась  $1,08 \cdot 10^4$  с, "Одесская" -  $1,8 \cdot 10^4$  с.

По результатам проведенных исследований видно, что окраска срезов колбасных изделий после хранения 3 и 5 часов более устойчивая у опытных образцов. Это подтверждается исследованиями, проведенными *Нагльс* [4], который показал, что при

смешении растворов цистеина и  $\text{NO}$ -миоглобина красная окраска смеси остается стабильной в течение нескольких часов, тогда как без цистеина обесцвечивание происходит почти мгновенно, т.е. реакция между  $\text{SH}$ -группой и  $\text{NO}$ -миоглобином дает более стабильную окраску, это дает объяснение нашим исследованиям. Таким образом, установлено, что вибрационное перемешивание фарша при оптимальных режимах позволяет улучшить структурообразование и интенсивность окраски готового продукта, повысить его водосвязывающую способность и выход. На основании биохимических и микроструктурных исследований с помощью сканирующего микроскопа показано, что в основе этих изменений лежат диспергирование частиц фарша, увеличение их гидратационных поверхностей, интенсификация массообменных процессов. Это способствует образованию однородной гомогенной структуры продукта с интенсивной и стабильной окраской за счет более полного использования нитрита натрия, что особенно важно при выработке колбасных изделий из размороженных блоков.

#### Список литературы

1. А.А. Белоусов, Г.Е. Лимонов, Л.В. Горелик, Т.Г. Кузнецова, Р.А. Хромова. Микроструктурные и качественные показатели фарша вареных и полукопченых колбас, изготовленного с использованием виброперемешивания. Материалы XXIX Европейского конгресса научных работников мясной промышленности. Парма, 1983г. - с.206-212.
2. Павловский П.Е., Пальмин В.В. Биохимия мяса. - М.: Пищевая промышленность, 1975 г., 343-344 с.
3. Крылова Н.Н., Луконина Н.П. К вопросу образования нитрозопигментов в процессе изготовления вареных колбасных изделий. - Материалы XVI Европейского конгресса работников НИИ мясной промышленности, София, 1970.