

УДК 637.52:637.34.002.35

UDC 637.52:637.34.002.35

**РАЗРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
АДАптиРОВАННОГО К МЯСНЫМ
СИСТЕМАМ БЕЛКОВО-УГЛЕВОДНОГО
КОНЦЕНТРАТА НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОЙ
СЫВОРОТКИ**

**DEVELOPMENT AND USE OF PROTEIN AND
CARBOHYDRATE CONCENTRATE, BASED
ON LACTOSERUM AND ADAPTED TO MEAT
FOOD**

Шипулин Валентин Иванович
д.т.н., профессор

Shipulin Valentin Ivanovich
Dr.Sci.Tech, professor

Стрельченко Алина Дамировна
аспирант
*Северо-Кавказский государственный технический
университет, Ставрополь, Россия*

Strelchenko Alina Damirovna
postgraduate student
*North Caucasus State Technical University,
Stavropol, Russia*

Научно обоснована возможность использования
концентрата на основе молочной сыворотки, с
целью адаптации белковых и углеводных
компонентов в технологии мясопродуктов

Science-based possibility of use of the concentrate,
based on lactoserum, aimed to adapt protein and
carbohydrate components in meat technology is
shown

Ключевые слова: МОЛОЧНАЯ СЫВОРОТКА,
ДЕМИНЕРАЛИЗАЦИЯ, ИЗОМЕРИЗАЦИЯ,
ЛАКТОЗА, ЛАКТУЛОЗА

Keywords: WHEY, DEMINERALIZATION,
ISOMERIZATION, LACTOSE, LACTULOSE

Одним из путей решения проблемы дефицита белка животного происхождения является разработка новых технологий мясопродуктов с использованием белков молочной сыворотки. Это способствует обогащению продукта такими биологически ценными компонентами, как сывороточные белки, лактоза, минеральные соли и др., повышающими питательную ценность продукта [1].

Являясь вторичным сырьем молочной промышленности, сыворотка содержит около половины всего комплекса белков и три четверти углеводов молока, при этом ресурсы молочной сыворотки составляют две трети от всего объема перерабатываемого молока. Пищевая ценность молочных белков равноценна пищевой ценности белков мяса, а по ряду показателей выше её. По биологической ценности белки сыворотки имеют аминокислотный состав, близкий к аминокислотному составу мышечных белков. Концентраты сывороточных белков используются в мясной промышленности для улучшения вкуса конечных продуктов, придания

аромата, улучшения текстуры, также для улучшения качества продуктов в целом.

Среди белковых концентратов, вырабатываемых из молочной сыворотки, в мясной промышленности находят применение концентраты сухих белков подсырной сыворотки (КСБ), которые выделяют из сыворотки различными методами с последующей сушкой. На первом этапе их получали термокоагуляцией, кислотнo-тепловым способом, кроме того, применялась вальцовая сушка. Указанные препараты отличались низкими функционально-технологическими свойствами, что ограничило возможность их использования в технологии мясопродуктов. Усовершенствование технологии получения КСБ и внедрение распылительной сушки позволило снизить содержание лактозы, стабилизировать значение рН на уровне 6,15 и выше, повысить растворимость, что положительно сказалось на качестве колбасных изделий.

Сухие и сгущенные концентраты молочной сыворотки отличаются высоким содержанием углеводной фракции, что ограничивает возможности их использования в технологии мясопродуктов. Установлено, что уровень замены мяса сухой сывороткой в фаршевых продуктах не должен превышать 2%, модифицированной сухой сывороткой с содержанием сухих веществ 15-20% – не более 5%. В таких же количествах в фаршевые продукты рекомендовано вводить сгущенную подсырную сыворотку с концентрацией сухих веществ 30-60% [2].

Учитывая, что отличительной особенностью сухих и пастообразных продуктов, получаемых из молочной сыворотки, а также из смеси обезжиренного молока и сыворотки путем сгущения и последующей сушки является присутствие в них всех исходных компонентов, в том числе достаточно высокого количества углеводов, с целью использования

единой терминологии, было предложено [3] такие препараты объединить под названием – молочные белково-углеводные концентраты (МБУК). Одним из первых сухих бифидогенных концентратов является «Лактобел», технология получения которого разработана сотрудниками СевКавГТУ и специалистами молочного комбината «Ставропольский» [3]. Сухой бифидогенный концентрат «Лактобел» получают из смеси обезжиренного молока и изомеризованной молочной сыворотки путем сгущения и последующей распылительной сушки. «Лактобел» содержит не менее 12 % лактулозы и 28 % белка, в связи, с чем имеет большие перспективы в производстве пищевых продуктов функционального назначения. В работе [4] установлено, что препарат обладает высокими функционально-технологическими свойствами, и особенно выраженными эмульгирующими. Авторами предложены рекомендации по использованию концентрата «Лактобел» в производстве эмульгированных колбасных изделий, паштетов, полукопченых колбас, разработаны рецептуры и технологии колбасных изделий, которые в настоящее время используются на предприятиях Ставропольского края [4].

Однако нужно отметить, что в исходном сырье – молочной сыворотке находится большое количество минеральных веществ, которые отрицательно влияют на функционально-технологические свойства получаемых препаратов. В этой связи особый интерес представляет технология получения МБУК с удалением части минеральных веществ из молочной сыворотки методом электродиализа. При проведении электродиализа производится удаление преимущественно одновалентных ионов, при этом двухвалентные ионы (Ca^{2+} и Mg^{2+} и др.) не удаляются. Большинство компонентов основного сырья мясной промышленности проявляет выраженную ионотропную зависимость. При этом некоторые виды основного и вспомогательного сырья могут являться источником ряда ионов, в частности, ионов Ca^{2+} , что при определенных условиях

оказывает существенное влияние на процессы структурообразования, протекающие в мясных системах. На процессы структурирования в мясных системах также оказывают влияние физико-химические факторы.

Установлено, что процесс деминерализации привел к снижению количества ионов натрия в три раза, ионов калия – в 3,5–4 раза по сравнению с натуральной сгущенной сывороткой (табл. 1).

Таблица 1 – Минеральный состав подсырной несоленой сыворотки с концентрацией сухих веществ 20 % (n=3, V<16).

Подсырная несоленая сыворотка	Макроэлементы, мг/л					Микроэлементы, мг/л		
	Na	K	Ca	Mg	P	Zn	Fe	Mn
до деминерализации	312	78	163,5	12,6	134	0,17	0,71	4,6
после деминерализации (УД=50 %)	100,0	22,0	102,0	12,0	111,5	0,17	0,7	4,5

Примечание: УД=50% - уровень деминерализации 50%.

Процесс электродиализа также привел к незначительному уменьшению концентрации двухвалентных ионов – Ca^{2+} и Mg^{2+} , а также анионов фосфора. Содержание кальция снижается в подсырной сыворотке в 1,6 раз. Это связано с особенностями технологии получения сыра, а также со скоростью удаления одно- и двухвалентных ионов металлов из сыворотки в процессе деминерализации.

Изменение активной кислотности (рН) в процессе обессоливания методом электродиализа происходит в незначительных пределах, при этом на первоначальном этапе деминерализации происходит незначительное увеличение рН и составляет 6,3 единицы. Однако по мере увеличения степени обессоливания происходит снижение рН деминерализованной сыворотки, что впоследствии может привести к ограничению ее использования при производстве мясопродуктов.

С учетом специфичности свойств деминерализованной молочной сыворотки проведены исследования по определению ее влияния на структурирование мясных фаршевых систем. На основании изучения

структурно-механических свойств фаршевых систем (ПНС - для сырых фаршей и степень пенетрации - для термообработанных продуктов) установлено, что внесение 15 % и 20 % сыворотки (количество Ca^{2+} составляет 21 – 28 мг/кг для подсырной и 81 - 108 мг/кг для творожной) способствует уплотнению фаршевых систем, что свидетельствует о положительном влиянии ионов Ca^{2+} на процессы структурообразования мясных систем (табл. 2) и улучшению их функционально-технологических свойств.

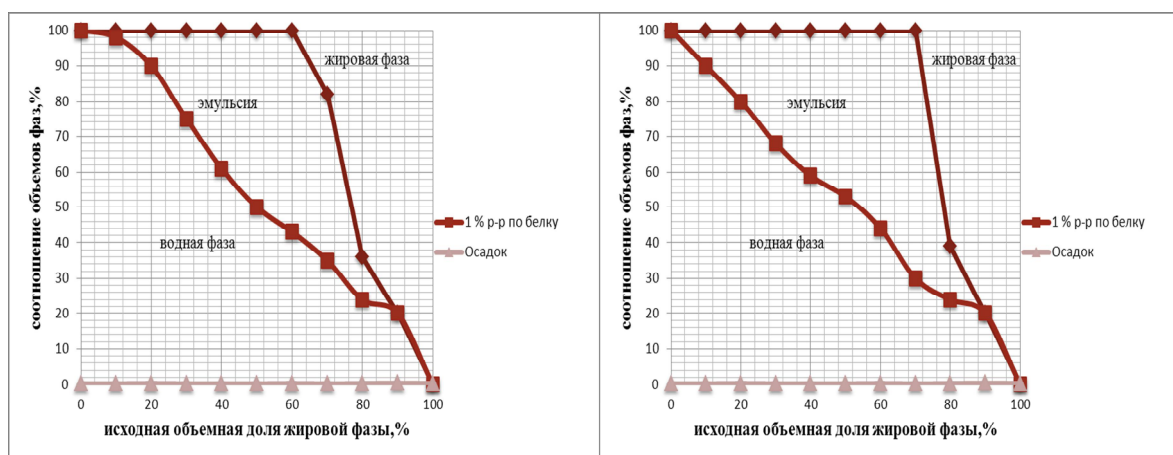
Таблица 2 – Физико-химические и структурно-механические показатели фаршевых систем до и после термообработки ($n=3, V<16$)

Показатели	Уровень введения, %								
	Вода			Подсырная сыворотка			Творожная сыворотка		
	10	15	20	10	15	20	10	15	20
Сырой фарш									
рН, ед.	6,28	6,31	6,39	6,22	6,35	6,42	6,11	6,17	6,21
Содержание влаги, %	78,0	78,7	79,7	75,35	75,9	76,5	75,56	76,1	76,7
ВСС, в % к общей влаге	96,8	96,1	95,0	98,5	98,9	99,1	98,1	100	96,3
ПНС, Па	1817,2	1547,5	1207,4	2216,3	1937,0	1541,3	2315,7	2028,5	1667,3
Пластичность, $см^2/г$	3,73	4,13	4,4	3,35	3,75	4,2	3,12	3,58	4,0
Ca^{++} , в мг/кг	следы	следы	следы	14	21	28	54	81	104
После термообработки									
рН, ед.	6,34	6,39	6,48	6,31	6,40	6,49	6,21	6,28	6,32
Содержание влаги, %	75,9	76,4	77,0	74,6	74,8	75,6	75,0	74,7	53,8
ВУС, в % к общей влаге	77,0	76,4	76,0	74,6	74,8	75,6	75,0	74,9	53,8
Степень пенетрации, мм	1,5	2,3	2,7	1,8	2,0	2,3	1,6	1,8	0,9

Следует отметить, что опытные модели с использованием деминерализованной подсырной сыворотки превосходят по ряду показателей (ВСС, ВУС) как контрольные образцы, так и модели с деминерализованной творожной сывороткой, что обусловлено оптимальным для мышечных белков содержанием ионизированного кальция. В целом, уровень введения молочной сыворотки при ее

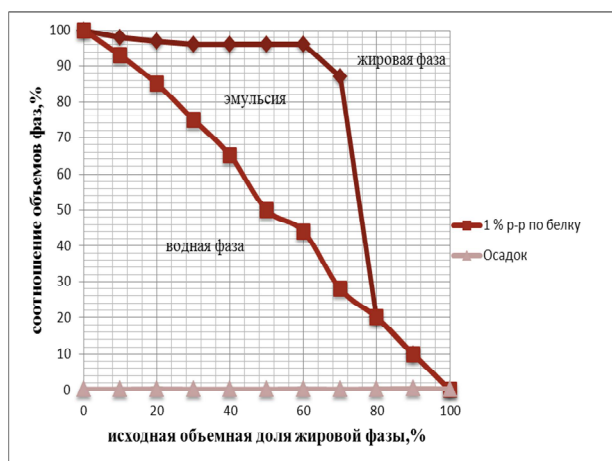
использовании в мясных фаршевых системах должен коррелировать с количеством вносимых в систему ионов кальция.

Способность образовывать и стабилизировать эмульсии относится к числу важнейших функционально-технологических свойств пищевых белков. Сравнительный анализ эмульгирующей способности белков деминерализованной сыворотки, с разным уровнем деминерализации позволил установить, что максимальный объем стабильной эмульсии достигается при исходной доле жировой фазы 70 % для сыворотки, с уровнем деминерализации 50 % составила $233,3 \pm 5,1$ г жира на 1г белка (рис.1б).



а

б



в

Рисунок 1 – Соотношение объемов фаз в системе «жировая фаза-дисперсия деминерализованной молочной сыворотки: а) с уровнем деминерализации 35 %; б) с уровнем деминерализации 50 %; в) с уровнем деминерализации 90 %

Сывороточные белки, в отличие от казеина обладают более низкими эмульгирующими свойствами. Повышенное количество серусодержащих аминокислот и соответственно групп SH делают молекулы сывороточных белков менее устойчивыми к действию температур. Кроме того, в молекуле наблюдается более равномерное чередование гидрофильных и гидрофобных центров.

Таким образом, электродиализная обработка подсырной сыворотки приводит формированию свойств, способствующих наиболее эффективному применению молочных белково-углеводных концентратов в мясных фаршевых системах.

Еще одним перспективным направлением адаптации сывороточных компонентов для колбасного производства является перевод молочного сахара, лактозы, в дисахарид лактулозу. Сущность изомеризации заключается в реакции внутримолекулярной перегруппировки (L-A-трансформации) лактозы, катализируемой щелочными реагентами. Согласно исследованиям авторов [5] введение свекловичных волокон и лактулозы в фарш вареных колбас способствуют повышению его влагосвязывающей способности на 4,6-7,4 %, стабилизации pH на 8,3-10,4%, улучшению цветовых характеристик, а также к увеличению пластичности на 6,3-8,1% и уменьшению вязкости мясной системы.

Кроме того, содержание лактулозы в белково-углеводном сывороточном концентрате, по мнению [6], приведет к интенсивному взаимодействию Mb с оксидом азота и углеводом с образованием стойкого соединения Mb-углевод-NO, дающего устойчивую окраску готового продукта. Следовательно, использование лактулозы способствует не только оксиредукционным изменениям нитрита натрия с восстановлением до оксида азота, но и к изменению потенциала системы, включающей Mb, MetMb, NO и углевод, и увеличению его реакционной способности.

Установлено, что процесс изомеризации существенно не повлиял на показатели минерального состава сыворотки, в состав изомеризованной деминерализованной молочной сыворотки входят практически все соли и микроэлементы молока. Кальций, магний и фосфор относятся к наиболее важным макроэлементам сыворотки. Уменьшение концентрации двухвалентных ионов – Ca^{2+} , Mg^{2+} , а также анионов фосфора незначительно, а увеличение содержания ионов натрия в 1,2 раза, по-видимому связано с внесением в процессе изомеризации раствора NaOH.

Изучение сравнительной характеристики физико-химических показателей деминерализованной молочной сыворотки (ДМС) и изомеризованной деминерализованной молочной сыворотки (ИДМС) показало, что содержание белка в ДМС и ИДМС составляет 11,3 % и 11,2 % соответственно (табл. 3), что теоретически позволяет осуществлять его гидратацию с водой в соотношении от 1:1 до 1:2 при его использовании в технологии вареных колбас, сосисок и сарделек с учетом адекватного содержания белка в продукте.

Таблица 3 – Физико-химические показатели сухой ДМС и ИДМС

Наименование показателя	Характеристика сыворотки молочной	
	ДМС с УД 50 %	ИДМС с УД 50 %
Массовая доля сухих веществ, %, в том числе:	4,1	4,0
Массовая доля белка, %	11,3	11,2
Массовая доля лактозы, %	75,0	62,4
Массовая доля лактулозы, %	-	12,3
Массовая доля жира, %	0,96	0,98
Массовая доля золы, %	3,4	2,1
Индекс растворимости сырого осадка, см ³	1,0	1,0
Водопоглощающая способность (ВПС), %	130,8	129,7
Жиропоглощающая способность (ЖПС), %	133,2	132,9
Эмульгирующая способность (ЭС), г жира на 1 г белка	233,3	206,6
Величина рН	6,54	6,43

Лактоза, содержащаяся ИДМС в количестве 62,4 %, обладает высоким оксиредукционным потенциалом, что будет оказывать существенное влияние на механизм трансформации нитрита натрия и формирование окраски комбинированных мясопродуктов. Содержание лактозы в ИДМС в 1,2 раза меньше, чем в ДМС (75,0 %), это объясняется тем, что произошла частичная изомеризация лактозы в лактулозу. Количество лактулозы в ИДМС составляет 12,3 %.

Результаты исследования физико-химических, структурно-механических показателей модельных фаршей и готового продукта, полученных с использованием сухой ДМС и ИДМС позволило установить, что изомеризация подсырной сыворотки оказывает положительное влияние на функционально-технологические свойства фаршевых систем и качественные характеристики готового продукта. Это позволяет прийти к выводу о целесообразности использования в рецептурах колбасных изделий сывороточных белковых препаратов, полученных на основе деминерализации и изомеризации из вторичного молочного сырья.

Математическое планирование эксперимента с использованием матрицы двухфакторного эксперимента по униформ-ротатбельному плану позволило определить оптимальное соотношение компонентов в рецептурах колбасных изделий. Выявлено, что при введении ИДМС в количестве от 10 до 15% и нитрита натрия от 1,8 до 3,4 мг% значение содержания остаточного нитрита минимально и находится в пределах от 0,0001 до 0,0011. При этом необходимо отметить, что, несмотря на незначительное его содержание, готовые продукты имели стабильную окраску и высокие органолептические показатели.

Таким образом, разработка и использование адаптированного к мясным системам белково-углеводного концентрата на основе изомеризованной деминерализованной подсырной сыворотки, позволяет

снизить количество вводимого нитрита натрия, что положительно сказывается на качественных показателях вареных колбас.

Список литературы

1. Композиция для корректировки функционально-технологических свойств эмульгированных мясопродуктов/ А.И.Жаринов, Ю.Н.Нелепов, Т.И.Клиженко и др.// Материалы III МНТК “Пища. Экология. Человек.”, Изд. Минобр. РФ, Миннауки, Минсельхоз, РАСХН, МГУПБ. – М., 1999. –С.41.
2. Алиев, С. А., Салаватулина Р. М. Использование молочных белков при производстве мясных продуктов : / С. А. Алиев, Р. М. Салаватулина // Обзорная информация, серия «Мясная промышленность» – М.: ЦНИИТЭИ мясомолпром, 1981. – С. 50.
3. Чернобаев В.Н. Разработка ресурсосберегающей технологии бифидогенного концентрата из молочного белково-углеводного сырья. Дисс. канд. техн. наук. // Ставрополь, 2002. — 152 с.
4. Барыбина, Л. И. Разработка технологии мясопродуктов функционального назначения с использованием молочных белково-углеводных концентратов / Диссертация канд. техн. наук // Ставрополь, 2001.– 212 с.
5. Куприянов, В. А. Исследование и разработка технологии вареных колбас, обогащенных свекловичными волокнами и лактулозой : дис. . к. т. н. / В. А. Куприянов // Москва. 2003.
6. Шипулин, В.И. Принципы разработки альтернативных вариантов рациональных технологий мясных продуктов нового поколения с адаптированными пищевыми добавками : Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук/ В.И. Шипулин // Ставрополь, 2009