

О.Н. Анискевич

ОАО «Пинский мясокомбинат», Пинск, Республика Беларусь

ВЛИЯНИЕ КАВИТАЦИИ НА ЛЕТУЧИЕ КОМПОНЕНТЫ ВАРЕННЫХ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Метод усиления активности, то есть растворяющего действия влаги, поступающей при переработке сельскохозяйственного сырья основан на использовании энергии, так называемой кавитации. В дословном переводе с латинского кавитация - это пустота, образование и схлопывание микроскопических пузырьков в жидкости под влиянием внешних сил. Но именно оно и стало в производстве пищевых продуктов мощным фактором технологического преобразования.

Технология кавитационной обработки воды и рассолов на Вологодском мясокомбинате исключила из конечного продукта неорганические влагоудерживающие и цветостабилизирующие добавки. Содержание, например, в мясном продукте поваренной соли снижено на 15-20 процентов, нитрита натрия - на 30 процентов, исключено применение фосфатов. Использование технологии кавитационной обработки рассолов, выпускает мясные изделия с содержанием соли не выше 1,8 грамма на 100 граммов готового продукта. При этом сохраняется привычный вкус продукта, увеличивается срок его годности к употреблению почти втрое.

Вода, применяемая для переработки сельскохозяйственного сырья, требует специальной предварительной подготовки – активации. Тогда она способна усилить биохимические и физические процессы, возникающие при ее взаимодействии с компонентами пищевого сырья, и тем самым ускорить и улучшить его переработку. Разработанные технологии и специальное оборудование, не имеющие аналогов в мире, позволяют, не нагревая воду, доводить ее до состояния кипятка и при этом существенно сократить применение различных пищевых добавок, в том числе импортных: комплексных и весьма дорогих.

В области кавитационных технологий известны работы зарубежных и отечественных ученых в области пищевой сонохимии при производстве молочных продуктов – это работы Н.А. Тихомировой, Т.В. Шленской, О.Н. Красули и С.Д. Шестакова, М. Ашоккумара,

С. Кентиша и Р. Моусона. Ими установлено, что вода, используемая при производстве вареных колбас, может приблизиться к тому состоянию, какое она имеет в мышечной ткани, когда энергия связи воды с белком, характеризующая ее прочность, примет наибольшее значение. Это бывает, когда гидратная оболочка белка строится из отдельных молекул воды, не связанных между собой, чего можно добиться ее предварительной сонохимической обработкой, и наилучшим образом повышает его гидрофильность. Установлено также [1], что при этом создаются такие плотные и прочные гидратные оболочки, которые способны повышать терморезистентность растворенных в ней ценных пищевых веществ и витаминов, предотвращая их термическую денатурацию при последующей термообработке.

В составляющих белки молекулах аминокислот в реакции гидратации участвуют активные полярные центры, представленные карбоксильными $-\text{COOH}$, гидроксильными $-\text{OH}$ и аминными $-\text{NH}_2$ группами. Молекулы воды, связываясь этими группами разные молекулы белка, подвергают его гидратационной структуризации, создавая некое подобие четвертичной структуры белка [2,3] (рис. 1). Гидратация белка, обеспечивающая вхождение воды в его структуру, позволяет значительно увеличить выход продуктов.

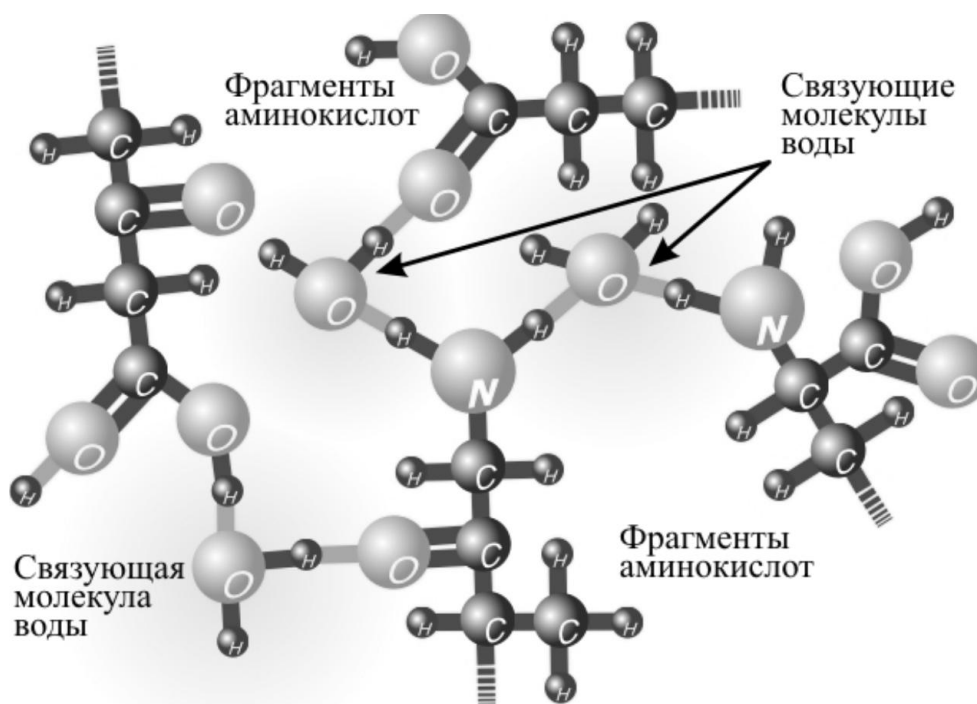


Рисунок 1 – Гидратационная структуризация белков мышечной ткани [5]

Экспериментальная проверка улучшения вкусо-ароматических характеристик мясопродуктов с применением пищевой сонохимии проводилась на образцах колбасы вареной «Молочной» в/с ТУ ВУ 690455821.016-2012, следующей рецептуры на 100 кг сырья: свинина полужирная – 60 кг, говядина 2с – 35 кг, жир-сырец говяжий – 5 кг, до и после термообработки. В опытных образцах, перед смешиванием рассола с фаршем, он подвергался сонохимической обработке в реакторе типа РКУ (реактор кавитационный ультразвуковой).

С целью подтверждения полученных закономерностей на модельных фаршах, изготовили в условиях действующего мясокомбината вареную колбасу по следующей рецептуре, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Рецептура опытных образцов

	Наименование	Количество, кг	
		контроль	опыт
1	2	3	4
1	Говядина 2 сорта	35	35
2	Жир-сырец говяжий	5	5
3	Свинина полужирная	60	60
	Соль поваренная пищевая	2,1	-
5	Нитрит натрия	0,006	0,006
6	Пищевая добавка «Телячья Комби»	1	1
7	Пищевая добавка «Супергель»	1,2	1,2
8	Пищевая добавка «Топ аром специаль»	0,2	0,2
9	Технологическая вода	45,0	47,0
10	Насыщенный рассол активированный в реакторе типа РКУ (1:3/соль:вод)	-	8,4 (2,1 соль+6,3 вода)

Формовку осуществляли паро-влагопроницаемую оболочку, термообработку проводили по общепринятой программе. После термообработки выход колбасы составил: контрольный образец – 130 %, опытный – 140 %.

Для определения летучих компонентов, отвечающих за запах и аромат колбасы, каждый из двух образцов колбасы (250 г) измельчали, переносили в колбы, добавляли 500 г дистиллированной воды и по 1 мг (4000 мкг на кг продукта) н-додекана в качестве внутреннего стандарта. Летучие компоненты извлекали в течение 1 часа с 20 мл свежеперегнанного диэтилового эфира методом непрерывной

дистилляции – экстракции. Экстракты сконцентрировали до объема 0,2 мл отгонкой эфира при 40 °С с колонкой Вигре.

Газохроматографический анализ компонентов проводили на капиллярном газовом хроматографе «Кристалл-2000М» с пламенно-ионизационным детектором и кварцевой капиллярной колонкой DB – 1. Эфирные экстракты анализировали в режиме программирования температуры колонки от 60 °С до 250 °С со скоростью 8 °С/мин и выдерживали при этой температуре 2 минуты. Температура инжектора и детектора составляла 250 °С [4]. По временам удерживания компонентов анализируемых смесей и ряда нормальных алканов рассчитали величины индексов удерживания (ИУ) по формуле:

$$ИУ = 100n + (t_i - t_n) / (t_{n+1} - t_n) \times 100,$$

где t_i – время удерживания вещества i ,

t_{n+1} и t_n - время удерживания соответствующих n -алканов с числом атомов углерода n и $n+1$, между которыми элюируется вещество.

На основе полученных величин ИУ провели условную идентификацию компонентов. Из площадей пиков веществ на хроматограммах образцов и площади пика внутреннего стандарта методом простой нормировки рассчитали относительное содержание каждого компонентов в изученных образцов и выразили их в мкг на 1 кг продукта (табл.2)

Таблица 2 – Идентификация компонентов опытных образцов

ИУ	Соединение, идентифицировано условно	Образец №1		Образец №2	
		№ пика	Содерж. мкг/1кг	№ пика	Содерж. мкг/1кг
1	2	3	4	5	6
Спирты					
848	Гексанол	5	203	5	185
947	Гептанол	8	19	8	64
1053	Октанол	15	173	15	137
1159	Нонанол	25	44	26	8
Сумма (с учетом дополнительной воды)		-	439	-	433
Альдегиды					
780	Гексаналь	1	337	1	353
827	2-Гексаналь	4	43	4	45
870	Гептаналь	6	325	6	534
893	Метиональ	7	16	7	17
970	Октаналь	9	389	9	464

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
1045	2(Е)-Октеналь	14	478	14	480
1076	Нонаналь	17	144	17	73
1126	2(Z)-Ноненаль	22	285	23	317
1135	2(Е)-Ноненаль	23	19	24	8
1177	Деканаль	28	24	28	29
1184	2,4(Е,Z) - Нонадиеналь	29	109	30	121
1238	2(Е)-Деценаль	32	67	33	120
1275	2,4(Z,Z) - Декадиеналь	-	-	34	116
1277	2,4(Е,Z) - Декадиеналь	33	40	35	81
1287	2,4(Е,Е) - Декадиеналь	34	42	36	56
1339	2(Е)-Ундеценаль	39	12	41	16
Сумма (с учетом дополнительной воды)			2330		2572
Кетоны					
1041	3,5-Октадиен-2-он	13	419	13	347
1070	2-Нонанон	16	704	16	686
Сумма (с учетом дополнительной воды)			1123		1136
Терпены					
1007	3-Карен	10	53	10	37
1014	П-Цимен	11	344	11	270
1024	Цинеол	12	10	12	19
1083	Линалоол	18	1316	18	1031
1107	Лимонен оксид	20	12	20	7
1322	Терпенил ацетат	38	382	40	504
Сумма (с учетом дополнительной воды)			2117		2058
Фенол					
1007	Метил-п-крезол	10	53	10	37
1045	2-Метоксифенол	14	478	14	480
1053	Гваякол	15	173	15	137
1165	Крезол	26	6	27	6
1315	Ацетанизол	37	37	39	76
1339	2-Метокси-4-винилфенол	39	12	41	16
Сумма (с учетом дополнительной воды)			759		828
Кислоты					
1113	Кислоты	-	-	21	312
1152	Кислоты или фенол	24	19	25	7
1180	Кислота октановая	-	-	29	395
Сумма (с учетом дополнительной воды)			19		785

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
Н-Алканы					
800	Октан	2	275	2	121
1100	Ундекан	19	128	19	42
1200	Додекан-внутр. Стандарт	30	4000	31	4000
1300	Тридекан	35	32	37	30
Сумма (с учетом дополнительной воды)			435		212
Продукты реакции Майара					
815	Фурфурол	3	655	3	549
1014	Фенилэтаналь	11	344	11	270
1083	Фенилэтанол	18	1316	18	1031
Сумма (с учетом дополнительной воды)			2315		2035
Не идентифицированы					
1123	Не идентифицировано	21	55	22	30
1176	Не идентифицировано	27	58	-	-
1211	Не идентифицировано	31	175	32	234
1304	Не идентифицировано	36	10	38	41
Сумма (с учетом дополнительной воды)			298		337

На рисунках 2, 3 приведены хроматограммы летучих веществ, выделенных из образцов колбасы, а в таблице 2 – список обнаруженных соединений и их содержание в колбасе. Все соединения ранее были идентифицированы в различных мясных продуктах. Из вкусоароматической составляющей пищевой добавки «Телячья Комби» определено шесть соединений, два основных – линаллол и терпенил ацетат. Несколько веществ – из коптильного ароматизатора, в основном, это производные фенола. Оставшиеся соединения – из мясного сырья, в основном, это продукты расщепления пероксидов высших полиненасыщенных жирных кислот – спирты, кетоны и альдегиды с числом атомов углерода от 6 до 11. Три соединения являются продуктами реакции Майара (фурфурол, фенилэтаналь, фенилэтанол). Несколько веществ, в основном, минорных, остались не идентифицированными. Концентрации летучих веществ, практически, одинаковы в образцах колбасы [5, 6, 7].

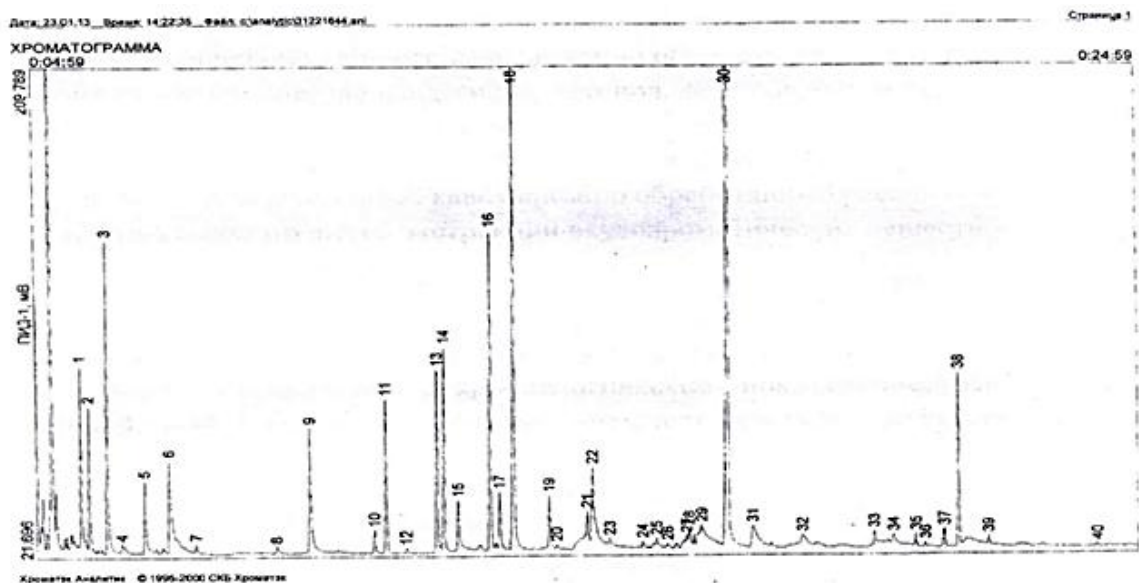


Рисунок 2 – Хроматограмма образца 1 (контроль)

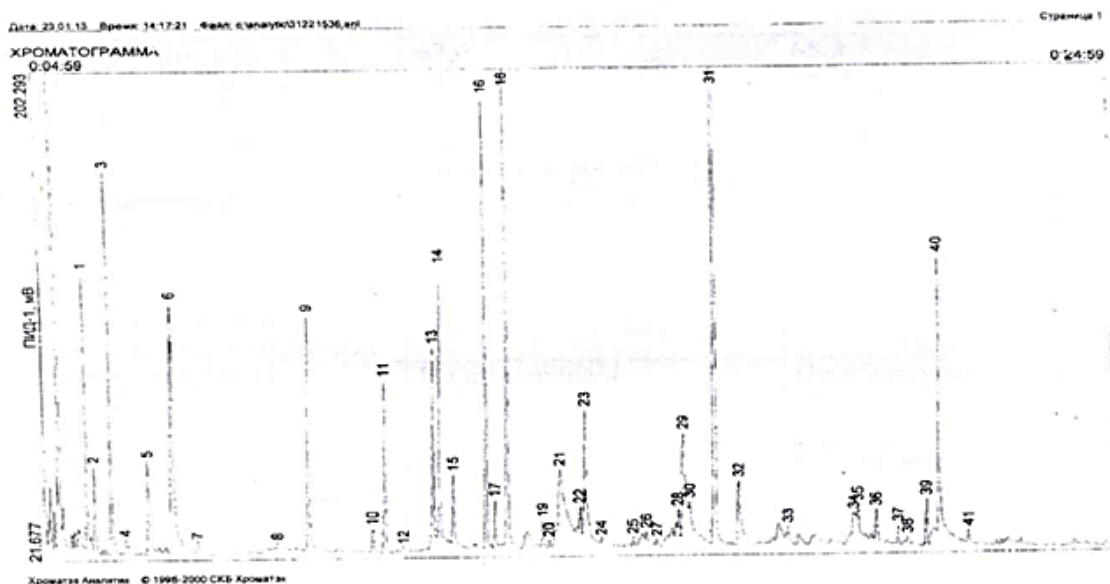


Рисунок 3 – Хроматограмма образца 2 (опыт)

Это означает, что применение дополнительной воды не влияло отрицательно на процессы аромато-образования в колбасе. Напротив, из-за повышенной растворяющей способности кавитационно обработанных жидких сред (рассола), суммарное количество альдегидов, кетонов, фенолов, органических кислот в образце 2 (опыт) было достоверно выше по сравнению с образцов 1 (контроль), при этом обращает на себя внимание тот факт, что «эффект разбавления» (дополнительно внесенный кавитационно обработанный рассол) явился как-бы катализатором процесса экстракции вкусоароматических веществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стехин, А.А. Структурированная вода. Нелинейные эффекты / А.А. Стехин, Г.В. Яковлева. – М.:ЛКИ, 2008. – 266 с.
2. Хинт, Й.А. Об основных проблемах механической активации / Й.А. Хинт. – М.: ЭНИИНТИ и ТЭИ, 1977. – С. 73.
3. Шестаков, С.Д. Гидратация белков мяса и «разбавление фарша водой» – в чем разница / С.Д. Шестаков, О.Н. Красуля. – Библиогр., 2007. – № 8. – С. 16-19.
4. Шестаков, С.Д. Исследования и опыт применения сонохимических технологий в пищевой промышленности / С.Д. Шестаков, О.Н. Красуля // Электронный журнал «Техническая акустика». – 2010. – С.10.
5. Шестаков, С.Д. Управление гидратацией биополимеров пищевых сред / С.Д. Шестаков // Теоретические основы пищевых технологий / под ред. акад. В.А. Панфилова. – М: Колос, 2009. – С. 45.
6. Flannigan, D. Plasma formation and temperature measurement during single-bubble cavitation / D. Flannigan, K. Suslik // Letters to Nature. – 2005. – 434 с.
7. Klotz, A.R. Simulations of the Devin and Zudin modified Rayleigh-Plesset equations to model bubble dynamics in a tube/ A.R. Klotz, K. Hynynen // Electronic Journal «Technical Acoustics». – 2010. – С. 11.

O.N. Aniskevich

EFFECT OF CAVITATION ON THE VOLATILE COMPONENTS OF SAUSAGE PRODUCTS

Summary

The method for using energy cavitation was studied in the article. Cavitation water treatment technology at the Vologda meatpacking plant excluded inorganic additives from the final product. For example content in a meat product salt is reduced by 15-20 percent, sodium nitrite – by 30 percent, the use of phosphates is excluded. The technology of the cavitation treatment of brines allows to produce meat products with a salt content not higher than 1,8 grams per 100 grams. The technology safes the familiar taste of a meat product and increases the shelf life of it nearly tripled.