

УДК: 637.523.254

UDC: 637.523.254

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ
УЛЬТРАЗВУКОВОГО АКУСТИЧЕСКОГО
ПОЛЯ НА ЭМУЛЬГИРОВАННЫЕ ФАРШЕВЫЕ
СИСТЕМЫ И КАЧЕСТВЕННЫЕ
ПОКАЗАТЕЛИ ГОТОВОГО ПРОДУКТА**

**RESEARCH OF INFLUENCE OF ULTRASONIC
ACOUSTIC WAVES ON THE EMULSIFIED
MEAT SYSTEMS AND QUALITY INDICATORS
OF A FINAL MEAT PRODUCT**

Шлыков Сергей Николаевич
к.т.н.

Shlykov Sergey Nikolaevich
Cand.Tech.Sci.

Омаров Руслан Сафербегович
аспирант

Omarov Ruslan Saferbegovich
postgraduate student

Вобликова Татьяна Владимировна
к.т.н., доцент
*ФГБОУ ВПО Ставропольский государственный
аграрный университет, Ставрополь, Россия*

Voblikova Tatyana Vladimirovna
Cand.Tech.Sci., associate professor
*Federal State Budgetary Educational Institution of
Higher Education Stavropol State Agrarian University*

Представлены результаты влияния ультразвуковой обработки на качество модельных фаршевых систем. Определены оптимальные параметры ультразвуковой обработки

In the article we have presented the results of the influence of ultrasonic processing on quality of model meat systems. We have also determined optimum parameters of ultrasonic processing

Ключевые слова: УЛЬТРАЗВУК, МОЛОЧНЫЕ БЕЛКОВО-УГЛЕВОДНЫЕ КОНЦЕНТРАТЫ, ЛАКТУЛОЗА

Keywords: ULTRASOUND, DAIRY PROTEINACEOUS AND CARBOHYDRATE CONCENTRATES, LACTULOSE

Диспергирующая и эмульгирующая способность ультразвука весьма ценна для пищевой технологии, так как, используя это явление, удается получать различные гомогенизаты и стойкие эмульсии с размером частиц 1 мкм. В мясной промышленности имеется ряд разработок использования ультразвуковых волн для получения жировых эмульсий в колбасном производстве.

Цель эксперимента заключалась в определении влияния ультразвуковых волн на качественные характеристики модельных систем с молочными белково-углеводными препаратами, а также установить возможность использования размороженного мяса без стадии посола при производстве мясопродуктов. Для изготовления опытных образцов использовалась: говядина высшего, 1 и 2 сортов, свинина нежирная, шпик, соевый концентрат Аркон-S, бифидогенные концентраты «Лактобел» и КБУ-Рс, СОМ, лактоза и лактулоза [1, 2, 3]. Количество добавляемой влаги

сверх рецептуры составляло 40%. Выдержка размороженного мяса в посоле не производилась.

Эксперимент проводился по плану греко-латинских квадратов. Уровни действия факторов в натуральном выражении представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Организация экспериментальных исследований по изучению влияния ультразвука на ФТС многокомпонентных мясопродуктов с молочными белково-углеводными препаратами

№ опыта	Компоненты системы														
	на в.с.	1 со				2 со				в % к массе сырья				Тг, кг	Я, ми
		1	2	3	4	не жи	пн	к, %	Г	И	С	Д	Р		
1	25	25	25	25	25	0	0	0,0	0,0	0	0	0	18	10	
2	21	25	25	25	25	4	4	1,5	1,5	8	0	2	20	10	
3	18	25	25	25	25	7	8	3,0	3,0	6	0	4	23	10	
4	16	25	25	25	25	9	12	4,5	4,5	4	0	6	30	10	
5	14	25	25	25	25	11	16	1,5	4,5	2	0	8	18	20	
6	21	17	28	31	31	3	4	0,0	3,0	2	2	0	20	20	
7	21	22	32	18	18	7	8	4,5	1,5	0	2	2	23	20	
8	22	26	19	22	22	11	12	3,0	0,0	8	2	4	30	20	
9	19	26	20	23	23	12	16	3,0	1,5	6	2	6	18	30	
10	20	30	23	27	27	0	0	4,5	0,0	4	2	8	20	30	
11	25	18	21	29	29	7	4	0,0	4,5	4	4	0	23	30	
12	22	19	22	28	28	9	12	1,5	3,0	2	4	2	30	30	
13	23	23	24	17	17	13	16	4,5	3,0	0	4	4	18	40	
14	24	28	31	17	17	0	0	3,0	4,5	8	4	6	20	40	
15	24	31	17	24	24	4	4	1,5	0,0	6	4	8	23	40	
16	25	16	28	22	22	9	12	0,0	1,5	6	6	0	30	40	
17	26	19	16	27	27	12	16	1,0	1,0	4	6	2	0	0	
18	27	23	20	30	30	0	0	1,0	4,0	2	6	4	0	0	
19	28	28	24	17	17	3	4	4,0	1,0	0	6	6	0	0	
20	24	27	25	18	18	6	8	4,0	4,0	8	6	8	0	0	
21	29	16	23	19	19	13	16	0,4	2,5	8	8	0	0	0	
22	30	20	27	23	23	0	0	5,6	2,5	6	8	2	0	0	
23	27	21	26	23	23	3	4	2,5	0,4	4	8	4	0	0	
24	27	25	15	27	27	6	8	2,5	5,6	2	8	6	0	0	

Для эффективного анализа результатов исследований были изучены функционально-технологические свойства сырых фаршей и готовых изделий (табл. 2).

Таблица 2 – Функционально-технологические свойства многокомпонентных модельных фаршевых систем обработанных УЗ

ЕРС<0,05

№ п\п	Выход, % к массе сырья (y ₁)	ПНС, Па (y ₂)	СЭ, % (y ₃)	ВСС, % к общей влаге (y ₄)	Степень пенетрации, мм (y ₅)
1	130	563	37,5	81,8	9,7
2	136	538	31,5	91,5	6,5
3	136	515	26,5	86,2	5,0
4	135	385	24,3	83,8	3,6
5	139	508	48,0	82,1	6,0
6	135	495	25,0	90,1	8,0
7	137	412	42,5	87,1	4,0
8	137	358	35,0	85,0	7,6
9	134	486	40,0	84,8	6,5
10	134	450	23,5	88,7	7,0
11	135	385	50,0	85,4	5,0
12	135	320	40,0	86,2	6,0
13	134	465	47,0	86,0	1,4
14	132	423	49,0	92,9	7,1
15	135	373	27,5	93,4	5,4
16	133	302	24,0	86,3	4,2
17	129	475	19,0	80,0	9,0
18	124	523	11,5	81,3	6,0
19	128	465	14,0	81,8	7,0
20	128	413	19,0	81,0	5,0
21	129	425	17,5	78,6	8,0
22	125	456	11,5	83,2	8,0
23	128	418	17,0	78,6	8,0
24	119	410	18,5	80,6	7,0
25	117	440	14,5	82,5	7,0

Вследствие анализа полученных результатов (табл. 2) определено положительное влияние ультразвука. Выход и стабильность эмульсии образцов, обработанных ультразвуком, значительно выше, чем у не облученных УЗ изделий (табл. 3).

Таблица 3 – Результаты исследования функционально-технологических свойств модельных фаршевых систем с молочными белково-углеводными препаратами

№ опыта	ВСС, % к общей влаге (y ₁)	Выход, % к массе сырья (y ₂)	СЭ, % (y ₃)	ПНС, Па (y ₄)	Степень пенетрации, мм (y ₅)
1	79,1	121	8	637	6,9
2	85,4	129	16	566	7,7
3	84,1	127	16	621	6,1
4	83,0	128	17	461	6,6
5	79,3	127	16	408	6,0
6	90,0	126	14	510	9,5
7	85,7	126	14	434	5,8
8	83,2	127	16	531	8,3
9	79,5	125	16	490	8,3
10	86,6	127	16	501	9,1
11	84,3	126	15	548	7,0
12	84,9	127	16	468	7,0
13	84,8	127	15	412	6,2
14	87,0	129	15	603	8,3
15	88,4	128	16	523	8,7
16	84,1	127	16	493	8,0
17	80,0	126	14	473	9,0
18	86,5	128	12	493	8,8
19	86,9	126	14	473	7,0
20	86,6	128	14	435	5,0
21	81,5	126	16	527	9,7
22	86,2	126	14	452	8,0
23	88,6	126	14	408	8,0
24	90,6	128	14	420	7,0
25	82,3	129	14	491	7,3

Для определения оптимальных условий обработки выявили изменения функционально-технологических свойств обработанных (табл. 2) и необработанных (табл. 3) УЗ образцов. Полученные данные сведены в табл. 4.

С помощью прикладной программы нейронные сети разработана комплексная нейронная сеть на базе персептронов и нейронов с радиально-базисной функцией (рис. 2).

Таблица 4 – Изменения функционально-технологических свойств многокомпонентных фаршевых систем в процессе УЗ обработки

№ опыта	Изменение функционально-технологических свойств				
	Выход, % к массе сырья (y ₁)	ПНС, Па (y ₂)	СЭ, % (y ₃)	ВСС, % к общей влаге (y ₄)	Степень пенетрации, мм (y ₅)
1	5	-74	135	2,7	-1,2
2	7	-28	155	6,1	1,2
3	9	-106	105	2,1	-1,1
4	7	-76	73	0,8	3,0
5	12	100	320	2,8	0,0
6	9	-15	110	0,1	-1,5
7	11	-22	285	1,4	-1,8
8	10	-173	190	1,8	-0,7
9	9	-4	240	5,3	-1,8
10	7	-51	75	2,1	-2,1
11	9	-163	350	1,1	-2,0
12	8	-148	240	1,3	-1,0
13	7	53	320	1,2	4,8
14	5	-180	280	5,9	-1,2
15	7	-150	115	5,0	-3,3
16	6	-191	80	2,2	-3,8

В результате анализа экспериментальных данных нейронной сетью (рис. 2) получены поверхности отклика изменения каждого функционального показателя от частоты и времени УЗ обработки (рис 1 – 5).

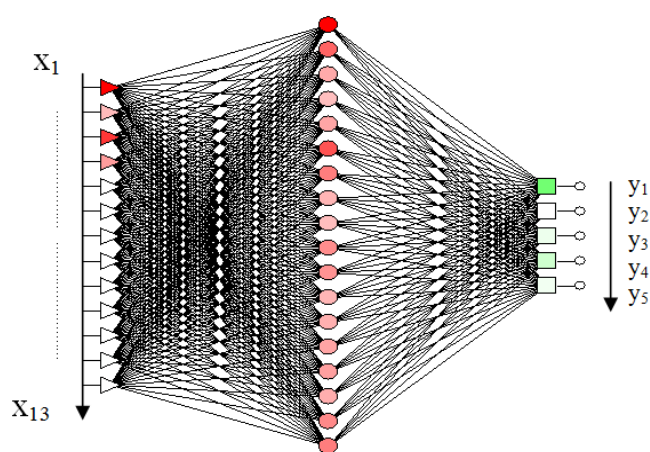


Рисунок 2 – Нейронная сеть, характеризующая изменения функционально-технологических свойств опытных образцов в

МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ МЯСОПРОДУКТАХ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПОЛЯ

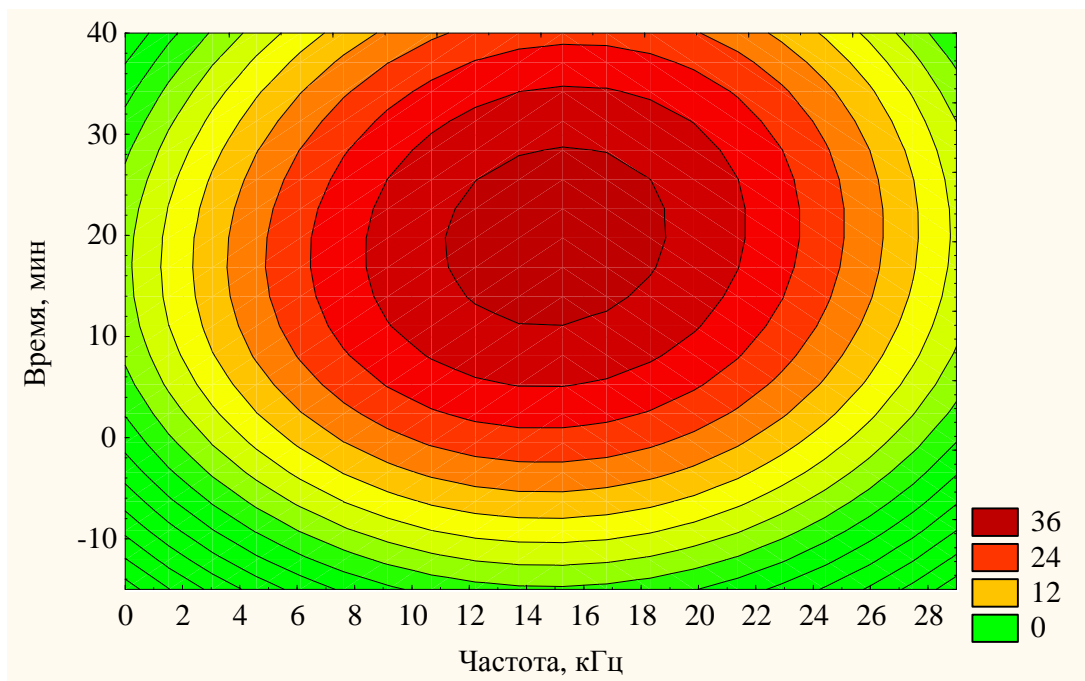


Рисунок 1 – Влияние параметров УЗ обработки фаршевых систем на изменение показателя стабильности эмульсии

Из поверхности отклика (рис. 1) видно, что максимальная разница в стабильности эмульсии достигается при значениях: время от 13 до 20 минут, при частоте с 12 до 18 кГц. В этом интервале изменение показателя стабильности эмульсии достигает 36% и более. Полученные результаты согласуются с литературными данными, которые свидетельствуют, что ультразвук способствует энергичному растягиванию капель дисперсной фазы до неустойчивых жидких цилиндров критической длины и интерфацирующему распадению образующихся жидких цилиндров на ряд очень мелких капель, т.е происходит механическое разрушение жировых клеток и максимальное диспергирование системы, которые создают стойкие эмульсии с размером частиц близким к 1 мкм.

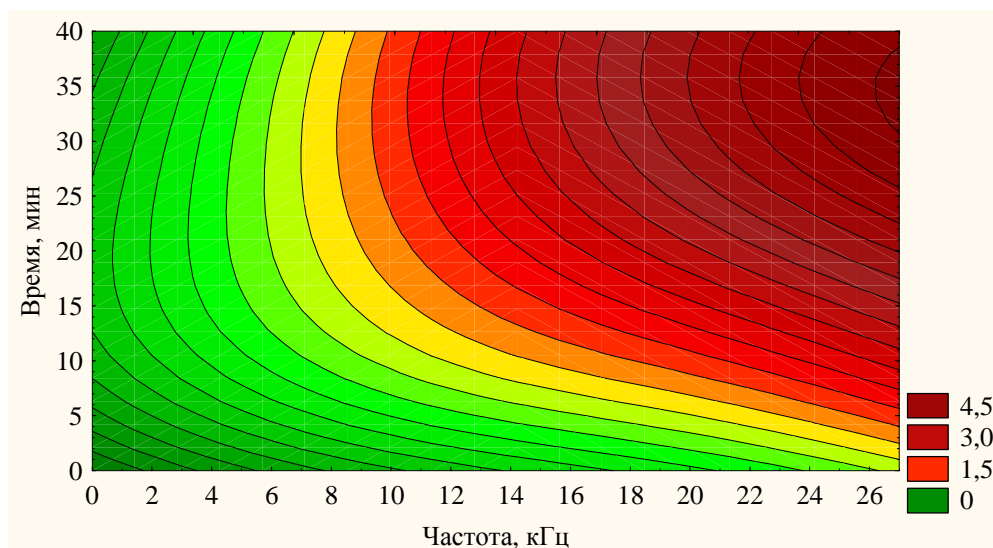


Рисунок 2 – Влияние параметров УЗ обработки фаршевых систем на изменение показателя водосвязывающей способности

При воздействии ультразвука разные части молекул белков находятся в разных зонах действия его волны. Это явление может приводить к изменению первоначальных свойств белковых молекул, то есть ультразвук приводит к начальной стадии денатурации, сопровождающейся изменением пространственной структуры белковой глобулы, без разрыва ковалентных связей. Образовываются дополнительные гидрофильные зоны, что приводит к повышению ВСС фаршевых систем (рис. 2).

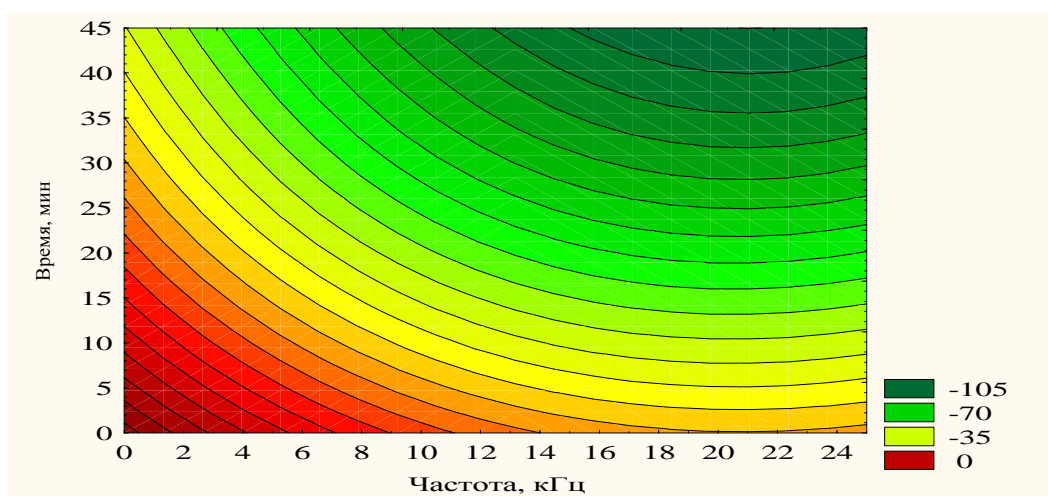


Рисунок 3 – Влияние параметров УЗ обработки фаршевых систем на изменение показателя предельного напряжения сдвига

Анализируя поверхность отклика (рис 3), можно утверждать, что повышение частоты УЗ приводит к снижению показателя предельного напряжения сдвига фаршевых систем. При воздействии ультразвука на гетерогенные системы наблюдается одновременное течение двух противоположных процессов: диспергирование и коагуляция. Однако, судя по полученным графическим зависимостям, влияние ультразвука на изменение ВСС в белковой системе не происходит существенных коагуляционных изменений. По всей вероятности в оптимальном диапазоне преобладает гидролиз коллагеновых волокон мышечной ткани, мясное сырье становится более нежным и мягким.

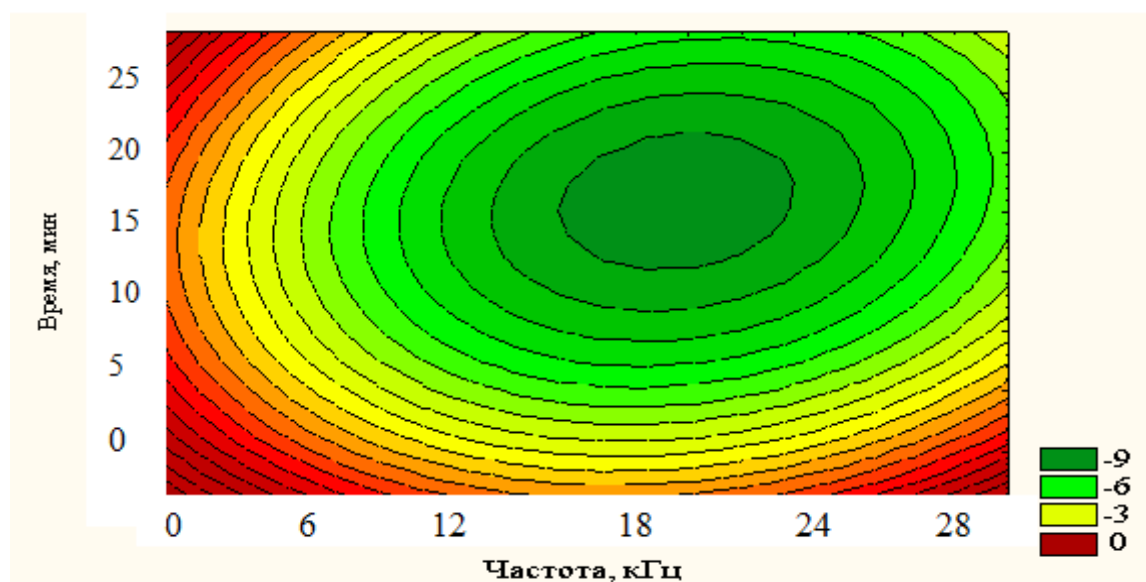


Рисунок 4 – Влияние параметров УЗ обработки фаршевых систем на изменение показателя степени пенетрации

Степень пенетрации характеризует плотность готового продукта. По поверхности отклика, представленной на рис. 4, можно определить, что максимальная плотность достигается при значениях времени от 13 до 20 минут при частоте от 16 до 23 кГц. В этих пределах степень пенетрации имеет самую большую разницу –9 мм (рис.3). По всей вероятности тепловая обработка способствует образованию более плотных гелей фаршей, обработанных УЗ полем за счет изменения конформации молекул.

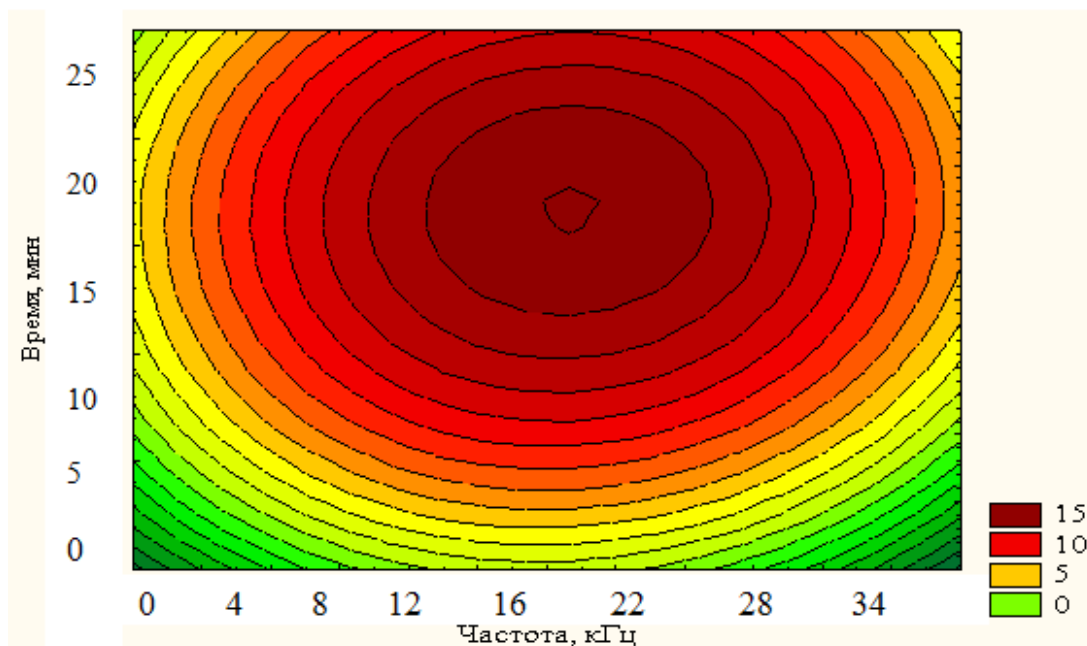


Рисунок 5 – Влияние параметров УЗ обработки фаршевых систем на изменение показателя выхода готовой продукции

Выход является важным показателем модельных фаршей, из рис. 5 видно, что оптимальными параметрами обработки является время от 16 до 19 мин при частоте 18 – 20 кГц. В этом интервале он достигает максимальной разницы в 15%. На выход большое влияние оказывает ВСС и стабильность эмульсии фаршевой системы, а так как под воздействием ультразвука наблюдается рост этих показателей, то результат закономерен.

Проанализировав полученные данные (рис. 1 – 5), определили положительное влияние ультразвукового акустического поля диапазон оптимальных параметров обработки ультразвуком модельных фаршей, которые находятся в пределах 15 – 19 минут и частоте 18 – 20 кГц [4].

Список литературы

1. Храмцов А. Г., Лодыгин А.Д., Пономарев В. А. Пребиотический концентрат на основе деминерализованной сыворотки / Молочная промышленность, № 7, 2012. – С. 60 – 61.
2. Храмцов А.Г., Евдокимов И.А., Рябцева С.А., Лодыгин А.Д. Инновационные технологии пребиотических концентратов на основе нанокластеров вторичного молочного сырья / Техника и технология пищевых производств. – 2012. - № 3. – С. 139 – 144.

3. Храмов А.Г., Евдокимов И.А., Рябцева С.А., Нестеренко П.Г., Лодыгин А.Д. Сыворожка молочная: получение производных компонентов / Молочная промышленность. – 2013. – № 6. – С. 34 – 36.

4. Шлыков, С. Н. Разработка технологий рациональных эмульгированных мясопродуктов с использованием молочных белково-углеводных препаратов и ультразвукового акустического поля. [Текст] / С. Н. Шлыков // Кандидатская диссертация. –Ставрополь: СевКавГТУ. –2007. –151 с.

References

1. Hramcov A. G., Lodygin A.D., Ponomarev V. A. Prebioticheskiy koncentrat na osnove demineralizovannoj syvorotki / Molochnaja promyshlennost', № 7, 2012. – S. 60 – 61.

2. Hramcov A.G., Evdokimov I.A., Rjabceva S.A., Lodygin A.D. Innovacionnye tehnologii prebioticheskikh koncentratov na osnove nanoklasterov vtorichnogo molochnogo syr'ja / Tehnika i tehnologija pishhevyyh proizvodstv. – 2012. - № 3. – S. 139 – 144.

3. Hramcov A.G., Evdokimov I.A., Rjabceva S.A., Nesterenko P.G., Lodygin A.D. Syvorotka molochnaja: poluchenie proizvodnyh komponentov / Molochnaja promyshlennost'. – 2013. – № 6. – S. 34 – 36.

4. Shlykov, S. N. Razrabotka tehnologij racional'nyh jemul'gировannyh mjasoproduktov s ispol'zovaniem molochnyh belkovo-uglevodnyh preparatov i ul'trazvukovogo akusticheskogo polja. [Tekst] / S. N. Shlykov // Kandidatskaja dissertacija. – Stavropol': SevKavGTU. –2007. –151 s.