

ИССЛЕДОВАНИЕ ХРАНИМОСПОСОБНОСТИ ЙОГУРТОВ, ПРОИЗВЕДЁННЫХ НА ОСНОВЕ СОНОХИМИЧЕСКИ МИКРОНИЗИРОВАННОГО ФУКОИДАНА

Д.Г. Ускова, Н.В. Попова

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

В настоящее время в мировом сообществе ученые рассматривают кисломолочные продукты, в том числе йогурты, как основу здорового питания человека, способствующих сохранению здоровья, обладающих профилактическим действием в отношении ряда заболеваний. Популярность йогурта неизменна, меняется только его функциональные свойства за счет разработки новых технологий и добавления различных компонентов. В настоящее время существует ряд инновационных технологий, нацеленных на улучшение потребительских и функциональных свойств йогурта, их сохранение на протяжении всего жизненного цикла продукта. Применение комплексного подхода, используемого в рамках данной работы, включало использование ультразвукового воздействия на этапе подготовки сырья (сухого молочного сырья) и внесение растительного пищевого ингредиента – полисахарида фукоидана. В ходе исследования установлено, что использование дуального подхода улучшает органолептические свойства – сгусток становится более плотный, сметанообразный без выделения сыворотки. Товароведная оценка качества йогуртов в процессе хранения показала, что органолептические показатели не имели значительных отклонений и укладывались в нормативные требования. Для контрольного образца общая сумма оценки изменилось на 0,3 (от 8,6 баллов до 8,3), в образце 2 на 0,1 (от 9,4 до 9,3), в образце 3 на 0,2 (от 8,9 баллов до 8,7). Физико-химические показатели изменялись в допустимых пределах, но йогурты, полученные на основе дуального подхода, имели наиболее приемлемые показатели, позволяющие пролонгировать сроки хранения на 48 ч. В готовом продукте увеличивается массовая доля экзополисахарида кефирана (в среднем на 6...15 %), нарастает общая антиоксидантная активность (на 1,7 раза), по сравнению с йогуртом, полученным по традиционной технологии. Данный подход позволит сохранить высокие показатели качества йогурта в процессе его хранения.

Ключевые слова: йогурт, ультразвуковое воздействие, дуальный подход, растительный ингредиент фукоидан, сонохимическая микронизация, процесс хранения, потребительские свойства.

Введение

С каждым годом растет интерес потребителей к продуктам питания функциональной направленности. Эксперты Международной молочной федерации называют их «здоровыми продуктами». В настоящее время предприятия пищевой промышленности начинают выводить на рынок продукты, содержащие необходимые комплексы витаминов, микроэлементов и биологически активных веществ. Важное значение имеет разработка инновационных технологий для производства новых продуктов, не только обладающих питательными свойствами в традиционном смысле, но и выполняющих профилактические и лечебные цели. Современные тенденции, направленные на увеличение срока годности продукта, требуют сохранность не только качественных характеристик, но и функциональных

свойств кисломолочных продуктов в процессе хранения. В связи с этим задачей для молочной промышленности является разработка технологий молочных продуктов для функционального питания с сохранением потребительских и функциональных свойств во время хранения продукта [6].

Йогурт – это ферментированный молочный продукт, полученный при сквашивании молока под действием йогуртовой закваски и является наиболее популярным продуктом в мире. Самое высокое производство или потребление йогурта находится в Средиземноморье, странах Азии и Центральной Европе. Популярность и высокое потребление обусловлено его более высоким содержанием белка, кальция, фосфора, ряда витаминов, а также полезными веществами, образующимися в процессе ферментации.

Для улучшения и сохранности потребительских свойств использовался комплексный подход, основанный на применении ультразвукового воздействия (УЗВ) на этапе подготовки сырья и добавления биологически активного вещества (БАВ) фукоидан [2–4].

Для оптимизации дисперсного состава молока-сырья была использована ультразвуковая обработка на этапе восстановления сухого молока [13–15]. Данный метод позволит подготовить оптимальную среду для развития заквасочной культуры [7, 10–12].

В случае малой активности заквасочной культуры, в молоко-сырье добавляется биологически активный компонент фукоидан. Это сульфатированный гетерополисахарид, входящий в состав бурых водорослей и некоторых иглокожих. Он обладает большим спектром лечебных свойств, а также уникальными технологическими свойствами, которые можно использовать для желирования, загущения и стабилизации пищевых продуктов и пищевых систем [8].

Оценка качества йогурта в процессе хранения важна, его срок годности основан на том, какие изменения происходят в физико-химических, органолептических и потребительских показателях, недопустимые при реализации готового продукта. Исследования изменений этих показателей качества во время хранения позволяют более точно прогнозировать срок годности продукта.

Срок годности простого йогурта составляет не более 5 дней при температуре $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ при относительной влажности воздуха 80 % (коэффициент запаса 1,3 согласно МУК 4.2.1847-04. Эпидемиологическая оценка сроков годности и условий хранения пищевых продуктов). Несмотря на свою кислую среду, он по-прежнему подвержен порче при хранении из-за высокого содержания воды (до 85 %). Поэтому предпринимаются попытки производить различные виды йогурта, который хранится более длительное время.

Цель исследования: изучение влияния дуального подхода на изменения показателей качества и потребительских свойств йогурта, в процессе хранения.

Материалы и методы исследования

В качестве акустического источника упругих колебаний использовался аппарат ультразвуковой технологический «Волна» модель УЗТА-О,4/22-ОМ (частота механических колебаний $(22 \pm 1,65)$ кГц).

Исследования показателей проводились на начало хранения (для свежесвыработанных йогуртов), а затем каждые 48 часов (на третьи, пятые, седьмые сутки со дня выработки).

Объектами исследования стали йогурты с массовой долей жира 0,5 % и массовой долей сухих веществ 9,5 % на основе восстановленного сухого обезжиренного молока (СОМ). Для оценки эффективности данного подхода сочетания фукоидана и ультразвукового воздействия в технологии йогуртов были изготовлены следующие образцы:

Образец 1 (контроль) – йогурт, полученный на основе СОМ, восстановленного по традиционной технологии.

Образец 2 – йогурт на основе СОМ, восстановленного с использованием обработанной ультразвуковым воздействием смеси воды и фукоидана.

Образец 3 – йогурт на основе СОМ, восстановленного при использовании обработанной УЗВ воды, и последующим внесением фукоидана.

Для использования ультразвукового воздействия был выбран режим мощностью 240 Вт/л в течение 3 минут. Фукоидан вносился в количестве 0,02 % к массе, которое было установлено в процессе прогностических исследований для активации заквасочной микрофлоры.

Исследование проводилось по комплексу органолептических и физико-химических показателей: титруемая кислотность $^\circ\text{T}$; вязкость, мПа·с; синерезис, см³; установление степени токсичности йогуртов, %; микробиологические показатели; массовая доля ЭПС кефирана, мкг/г; АОА мг АК/100 г продукта.

Результаты и их обсуждение

Органолептические показатели качества являются определяющими для йогурта, так как формируют потребительские предпочтения к продукту, при этом потребитель весьма доверительно относится к функциональным и питательным свойствам. Оценка органолептических показателей представлена в табл. 1.

Результаты органолептической оценки показали, что все образцы йогуртов имели высокие показатели качества, а наибольшее число баллов в обобщенной оценке (8,9 и 9,4 балла) набрали йогурты, произведенные с применением дуального подхода на этапе подготовки сырья.

Таблица 1

Результаты органолептической оценки показателей качества йогуртов в процессе хранения

Наименование продукта	Внешний вид и консистенция <i>тах 5 балла</i>	Запах и вкус <i>тах 3 балла</i>	Цвет <i>тах 2 балла</i>	Сумма <i>тах 10 баллов</i>
<i>При закладке на хранение</i>				
Образец 1 (контроль)	$4,6 \pm 0,1$	$2,2 \pm 0,2$	$1,8 \pm 0,2$	$8,6 \pm 0,2$
Образец 2	$4,9 \pm 0,1$	$2,5 \pm 0,2$	$2,0 \pm 0,2$	$9,4 \pm 0,2$
Образец 3	$4,8 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,2$	$1,8 \pm 0,2$	$8,9 \pm 0,2$
<i>На третьи сутки хранения</i>				
Образец 1 (контроль)	$4,4 \pm 0,1$	$2,0 \pm 0,2$	$1,8 \pm 0,2$	$8,2 \pm 0,2$
Образец 2	$4,8 \pm 0,1$	$2,5 \pm 0,2$	$2,0 \pm 0,2$	$9,3 \pm 0,2$
Образец 3	$4,7 \pm 0,1$	$2,2 \pm 0,2$	$1,8 \pm 0,2$	$8,7 \pm 0,2$
<i>На пятые сутки хранения</i>				
Образец 1 (контроль)	$4,3 \pm 0,1$	$1,9 \pm 0,2$	$1,8 \pm 0,2$	$8,0 \pm 0,2$
Образец 2	$4,7 \pm 0,1$	$2,4 \pm 0,2$	$2,0 \pm 0,2$	$9,1 \pm 0,2$
Образец 3	$4,6 \pm 0,1$	$2,1 \pm 0,2$	$1,8 \pm 0,2$	$8,5 \pm 0,2$
<i>На седьмые сутки хранения</i>				
Образец 1 (контроль)	$4,1 \pm 0,1$	$1,5 \pm 0,2$	$1,8 \pm 0,2$	$7,4 \pm 0,2$
Образец 2	$4,7 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,2$	$2,0 \pm 0,2$	$9,0 \pm 0,2$
Образец 3	$4,6 \pm 0,1$	$2,0 \pm 0,2$	$1,8 \pm 0,2$	$8,4 \pm 0,2$

По окончании пролонгированных сроков хранения (на седьмые сутки) йогурт, произведенный по традиционной технологии, и йогурт, произведенный по дуальной технологии (образец 2) при органолептической оценке набрали несколько меньшие суммы баллов, при этом наблюдалось незначительное снижение балльной оценки по показателю «Внешний вид и консистенция», «Запах и вкус». У данных образцов было отмечено ухудшение консистенции сгустка, появился выраженный молочнокислый запах. Изменение суммарной оценки в конце хранения для образцов составляет: контроль – снижение на 1,2 балла, образец 2 – снижение на 0,4 балла, образец 3 – снижение на 0,5 балла.

Молочнокислые бактерии обладают способностью ферментировать лактозу в молочную кислоту, что приводит к увеличению титруемой кислотности и снижению активной кислотности. Развитие микроорганизмов заквасочной культуры и выделяемые ими продукты брожения приводят к изменениям белковой системы образцов, что в свою очередь влияет на свойства буферных систем продукта [1]. В период хранения в образцах йогуртового напитка замечено значительное снижение активной кислотности pH (рис. 1). В первые три дня замечено значительное снижение показателей pH в диапазоне ($0,31 \dots 0,4 \pm 0,03$) ед., что может быть связано с продолжением

ферментации используемой закваски во время хранения. Более высокие значения активной кислотности были у образца, произведенного по традиционной технологии – ($4,68 \pm 0,03$). При добавлении фукоидана снижается pH – БАВ может быть хорошей питательной средой для развития заквасочной культуры. В последующие дни активная кислотность изменяется незначительно.

Кроме того, замечено повышение титруемой кислотности в течение всего срока хранения. Существует пропорциональная зависимость между скоростью развития микроорганизмов заквасочной культуры и кислотности, увеличение кислотности пропорционально скорости ферментации. В образцах наблюдается увеличение титруемой кислотности (рис. 2). При использовании УЗВ обработки и добавлении фукоидана повышаются значения кислотности. В образце 2 и 3 на 7-е сутки кислотность достигает ($110 \pm 2,0$) °Т, тогда как в контрольном образце ($98 \pm 2,0$) °Т. Обработанное УЗВ кавитацией молоко и добавление БАВ является благоприятной средой для развития заквасочной культуры на протяжении всего срока хранения, что в свою очередь влияет на повышение титруемой кислотности.

Изменение вязкости в течение 7-дневного хранения йогуртового продукта представлено на рис. 3. Контрольный образец имел вязкость ($6,4 \pm 1,0$) мПа·с. Максимальное значение

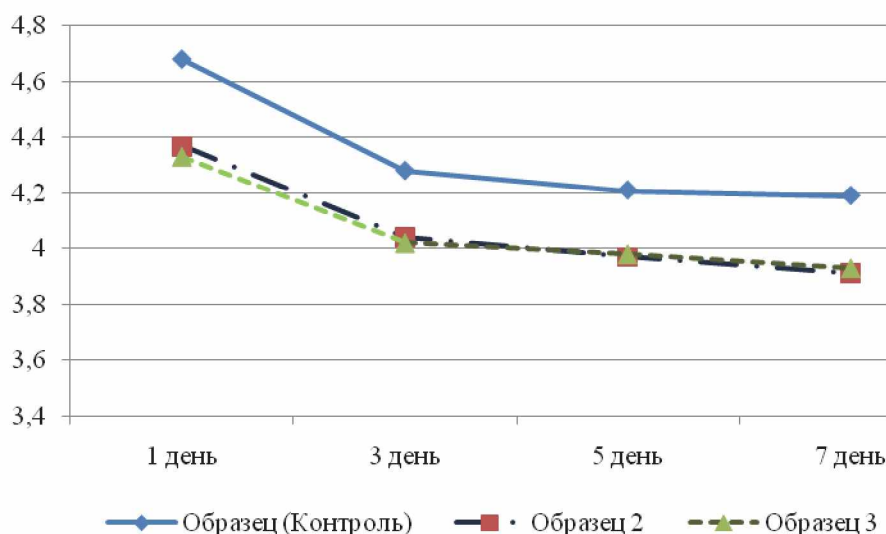


Рис. 1. Изменение активной кислотности (pH) в процессе хранения

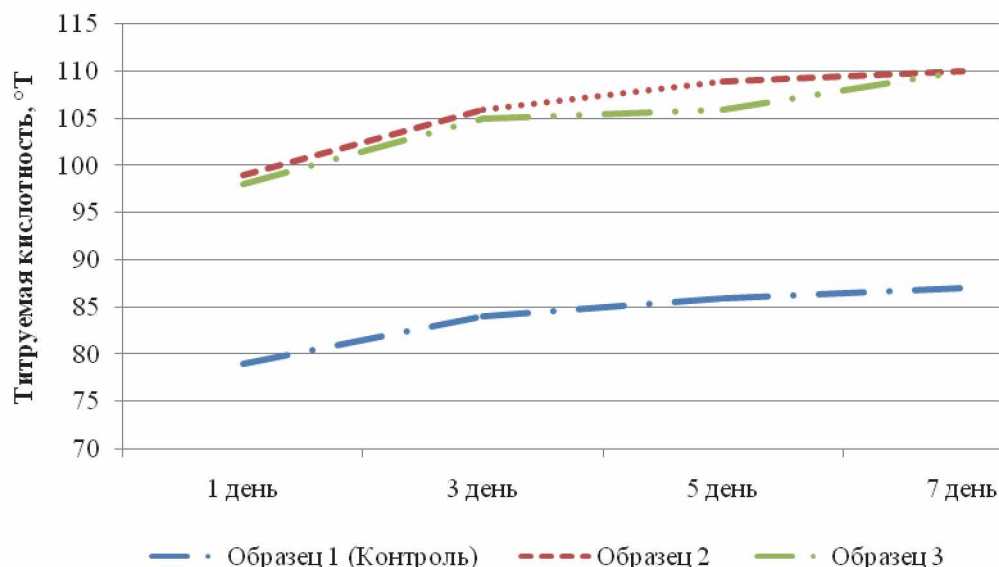


Рис. 2. Анализ титруемой кислотности при хранении йогуртовых напитков, °Т

вязкости у образцов достигает на 5-й день. Наивысший показатель у образца 2 (УЗВ обработка воды с фукоиданом) – $(19,2 \pm 1,0)$ мПа·с, что может быть связано с максимальным растворением фукоидана в молоке, поскольку йогурт имеет более высокий уровень углеводов – это возможно улучшило стабильность геля образца. На 7-й день у образцов заметно снижение вязкости.

Значения синерезиса образцов анализируемых йогуртовых напитков приведены на рис. 4. Максимальные значения синерезиса на первый день были у образца 1 (контроль) –

$(52 \pm 2,0)$ см³ 1 час. Это может быть связано с продолжением формирования сгустка йогурта, при этом белок обладает низкой влагоудерживающей способностью. В последующие дни количество отделившейся сыворотки снижается. Минимальные значения отделившейся сыворотки были получены у образцов с добавлением БАВ фукоидан.

Так, при одновременной обработке воды и фукоидана (образец 2) на седьмой день количество отделившейся сыворотки за час составило $(28 \pm 2,0)$ см³, у образца 3 (УЗВ обработка воды и добавление фукоидана) $(29 \pm$

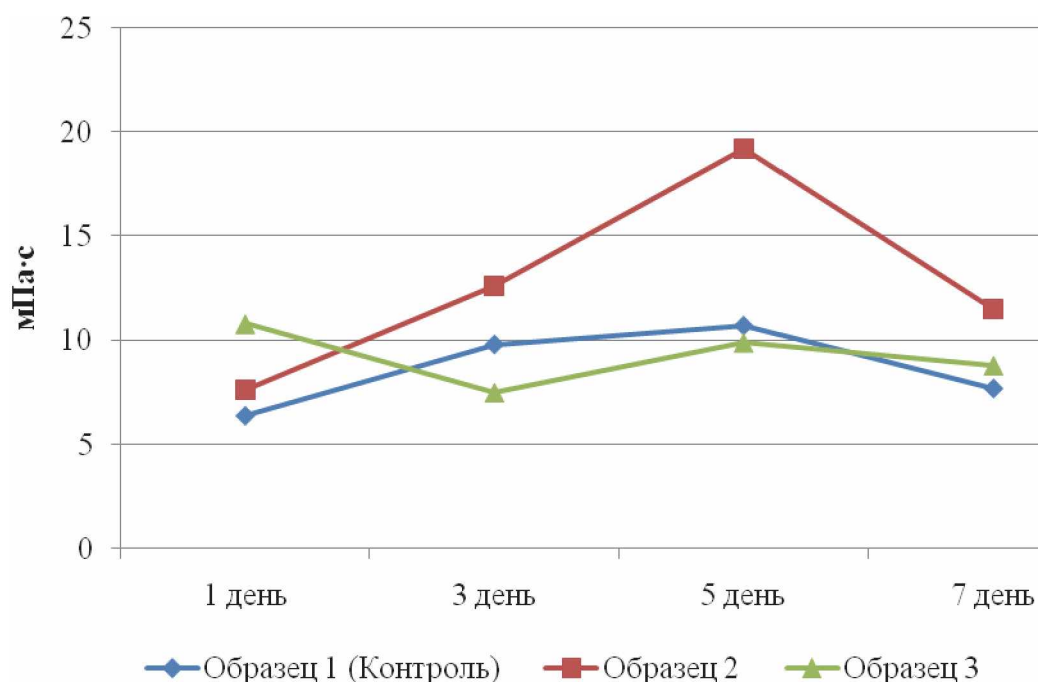


Рис. 3. Изменение вязкости в исследуемых образцов в течение 7 дней, мПа·с

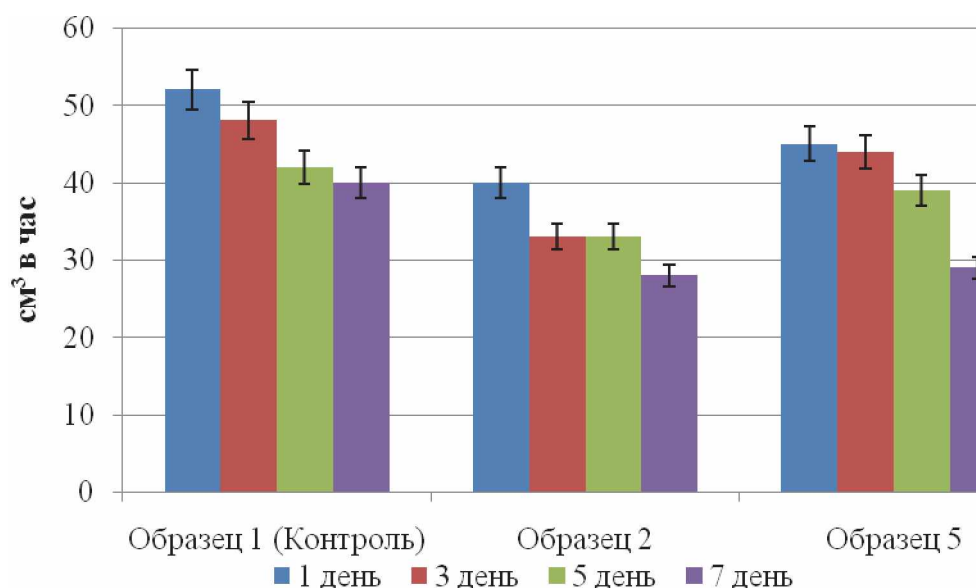


Рис. 4. Анализ синерезисных свойств исследуемых образцов в процессе хранения, см³

2,0) см³. Снижение показателей происходит вследствие повышения степени гидратации и дезагрегации мицелл казеина, увеличения содержания денатурированных сывороточных белков, что в целом приводит к увеличению жесткости и повышению влагоудерживающей способности белка [5, 9].

Высокая антиоксидантная активность

(АОА) отмечается в йогуртах с добавлением фукоидана и применением УЗВ обработки. Внесение БАД перед заквашиванием значительно увеличило антиоксидантную активность йогуртового напитка по сравнению с контрольным образцом. Это можно объяснить тем, что фукоидан является природным антиоксидантом. Максимально высокие антиокси-

дантные показатели к концу срока хранения у образца 2 – $(299,2 \pm 5)$ мг АК/100 г продукта. Это свидетельствует о том, что комплексное применение УЗВ обработки и фукоидана значительно увеличивает антиоксидантную активность. В образце 3 (УЗВ обработка воды и добавление фукоидана) антиоксидантная активность незначительно ниже – $(253,1 \pm 5)$ мг АК/100 г продукта (рис. 5).

Результаты массовой доли экзополисахарида кефиран представлены на начальный и конечный период хранения на рис. 6. Исследования показали, что заквасочная культура,

используемая при производстве йогуртовых напитков, активно продуцируют полисахариды на среде с добавлением фукоидана. Внесение фукоидана на этапе ультразвуковой обработки воды (образец 2) повышает массовую долю кефирана до 168,3 мкг на г, что на 9,6 мкг на г, больше чем у образца 1 (контроль). К концу срока хранения у всех образцов замечено увеличение массовой доли кефирана.

Применение УЗВ в технологии йогуртовых напитков и внесение микронизированного фукоидана активизирует заквасочную микрофлору и, как следствие, скорость преобра-

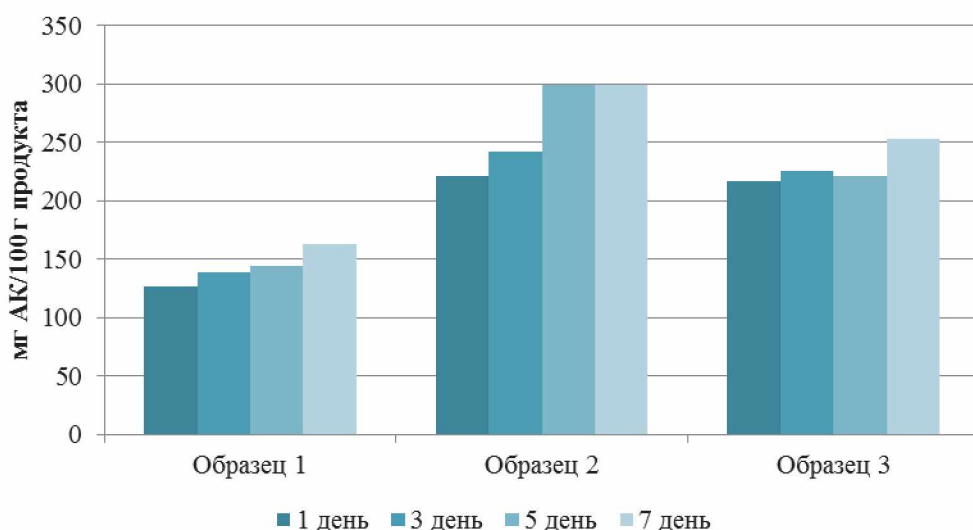


Рис. 5. Изменения антиоксидантной активности в течении хранения образцов, мг АК/100 г продукта

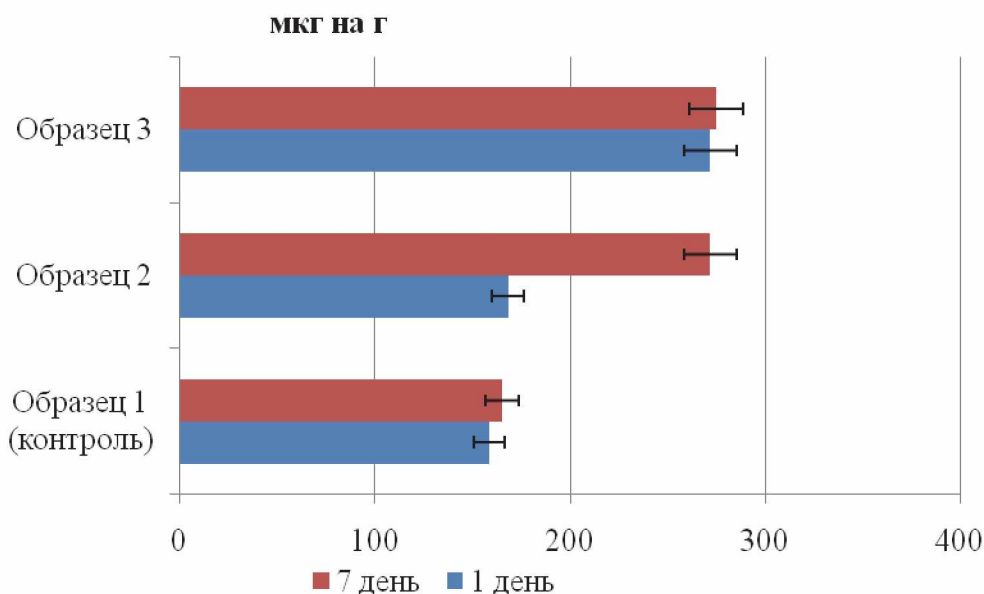


Рис. 6. Анализ массовой доли экзополисахарида кефиран в исследуемых образцах на начальный и конечный период хранения

Пищевые ингредиенты, сырье и материалы

зования основных компонентов сырья. *S. thermophilus* и *L. bulgaricus*, присутствующие в используемой закваске йогурта, имеют симбиотическую связь, во время ферментации начинают действовать *S. thermophilus*, а затем *L. bulgaricus*.

Результаты товароведной оценки качества йогуртов на основе применения метода комплексной оценки представлены в табл. 2. Из совокупности показателей, по которым оценивались йогурты, полученные по разработанной технологии, были сформированы следующие группы:

1. Показатели органолептической оценки (потребительские свойства).

2. Показатели оценки функциональной полноценности.

3. Показатели оценки стабильности свойств, оцениваемые в период хранения

Представленные данные доказывают эф-

фективность применения предлагаемого дукального подхода в технологиях йогуртов для обеспечения функциональной полноценности продукта. Наивысшие значения 1,3512 комплексного показателя имел образец 2, при контрольном значении 1,0706, что на 26 % выше контроля. Высокое значение комплексного показателя было отмечено и для образца 3. Йогурты, произведенные на основе предложенных технологий, в большей мере отличались от контрольной партии в группе показателей «функциональной полноценности» – в среднем на 61...74 %.

Оценка безопасности образцов йогуртов проводилась с учетом показателя «степень токсичности», которую определяли по выживаемости инфузорий *Paramecium caudatum* через 2 часа экспозиции в вытяжке исследуемого продукта. Данные табл. 3 показывают, что образцы йогурта являются нетоксичными.

Таблица 2
Результаты комплексной товароведной оценки качества йогуртового продукта

Наименование показателя качества	K весомости	Эталон	Характеристика продукта		
			образец 1 (контроль)	образец 2	образец 3
Органолептическая оценка:	0,5				
Внешний вид и консистенция	0,5	5	4,6	4,9	4,8
R ⁿ /P ^{эт} внешний вид и консистенция			0,92	0,98	0,96
Запах и вкус	0,3	5	4,2	4,5	4,3
R ⁿ /P ^{эт} запах и вкус			0,84	0,9	0,86
Цвет	0,2	5	4,8	5	4,9
R ⁿ /P ^{эт} цвет			0,96	1	0,98
Итого по группе			0,452	0,480	0,467
Оценка функциональной полноценности:	0,45				
Массовая доля кефирана, мкг/г	0,4	150	165,375	271,8	274,8
R ⁿ /P ^{эт} м.д. кефирана			1,1	1,81	1,83
Антиоксидантная активность, мг на 100 г	0,4	160	162,52	299,2	253,1
R ⁿ /P ^{эт} Антиоксидантная активность			1,02	1,87	1,58
Итого по группе			0,3816	0,6624	0,6138
Оценка стабильности свойств:	0,4				
Органолептическая оценка, балл	0,3	5	4,5	4,8	4,67
R ⁿ /P ^{эт} Органолептическая оценка			0,9	0,96	0,94
Титруемая кислотность, °Т	0,23	75-140	87	110	110
R ⁿ /P ^{эт} титруемая кислотность			0,62	0,47	0,78
Синерезис, мл в час	0,3	66	40	28	29
R ⁿ /P ^{эт} синерезис			0,6	0,42	0,44
Итого по группе			0,2370	0,2088	0,2374
Комплексный показатель			1,0706	1,3512	1,3182

Таблица 3

Установление степени токсичности йогуртов на основе выживаемости инфузорий *Paramecium caudatum*

Наименование образца	Среднее количество инфузорий в начале опыта, шт.	Среднее количество инфузорий через 2 часа, шт.	Средняя выживаемость, %	Степень токсичности
<i>При закладке на хранение</i>				
Образец 1 (контроль)	117 ± 15	111 ± 15	94,4 ± 7	Нетоксичный
Образец 2	137 ± 15	132 ± 15	94,8 ± 7	Нетоксичный
Образец 3	182 ± 15	197 ± 15	108,9 ± 7	Нетоксичный
<i>На третьи сутки хранения</i>				
Образец 1 (контроль)	206 ± 15	267 ± 15	129,2 ± 7	Нетоксичный
Образец 2	226 ± 15	284 ± 15	125,5 ± 7	Нетоксичный
Образец 3	209 ± 15	278 ± 15	133, ± 7	Нетоксичный
<i>На пятые сутки хранения</i>				
Образец 1 (контроль)	294 ± 15	315 ± 15	107,5 ± 7	Нетоксичный
Образец 2	318 ± 15	330 ± 15	104 ± 7	Нетоксичный
Образец 3	260 ± 15	291 ± 15	111,7 ± 7	Нетоксичный
<i>На седьмые сутки хранения</i>				
Образец 1 (контроль)	544 ± 15	561 ± 15	105,7 ± 7	Нетоксичный
Образец 2	530 ± 15	551 ± 15	104,2 ± 7	Нетоксичный
Образец 3	500 ± 15	535 ± 15	107 ± 7	Нетоксичный

При этом у образца 3 при закладке на хранение отмечен прирост инфузорий на 8,9 %, тогда как у образцов 1 и 2 снижение количества инфузорий, но при этом все образцы являются нетоксичными. В процессе хранения все образцы йогурта относились к категории нетоксичных продуктов.

Таким образом, оценка качества йогуртов в процессе хранения доказала, что применение дуального подхода благоприятно сказывается на сохранении качества и потребительских свойств продукции. Йогурты, полученные на основе модифицированных технологий, на седьмые сутки хранения имели органолептические и физико-химические показатели, которые укладывались в нормативные требования. Показатели «массовая доля АОА» и ЭПС кефиран нарастала, что гарантирует улучшение функциональных свойств йогуртов на протяжении всего периода хранения. Полученные результаты позволили пролонгировать сроки хранения йогуртов, полученных с применением дуального подхода, на 48 часов.

Работа проводилась в рамках программы Правительства РФ (Постановление №211 от 16.03.2013 г.), соглашение № 02.А03.21.0011 и при финансовой поддержке государственного задания № 40.8095.2017/БЧ (2017123-ГЗ) и гранта РФФИ 18-53-45015.

Литература

1. Горбатова, К.К. Биохимия молока и молочных продуктов / К.К. Горбатова, П.И. Гунькова; под общ. ред. К.К. Горбатовой. – 4-е изд., перераб. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2010. – 336 с.
2. Запорожец, Т.С. Иммуотропные и антикоагулянтные свойства фукоидана из бурой водоросли *fucus evanescens*: перспективы применения в медицине / Т.С. Запорожец, Т.А. Кузнецова, Т.П. Смолина и др. // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 2006. – № 3. – С. 54–58.
3. Недашковская, О.И. Характеристика морских бактерий *Pseudoalteromonas Citrea*, деградирующих фукоидан / О.И. Недашковская, Е.П. Иванова, И.Ю. Бакунина и др. //

Микробиологический журнал. – 2002. – Т. 64, № 2. – С. 3–10.

4. Одинец, А.Г. Фукоидан: современные представления о его роли в регуляции углеводного обмена / А.Г. Одинец, Л.В. Татарникова // *Лечебное дело: научно-практический терапевтический журнал.* – 2016. – № 3 (49). – С. 40–44.

5. Тёпел, А. Химия и физика молока: пер. с нем. / А. Тёпел. – СПб.: Профессия, 2012. – 850 с.

6. Ускова, Д.Г. Формирование улучшенных потребительских свойств йогуртов на основе ультразвукового воздействия и использования полисахарида фукоидана / Д.Г. Ускова, И.Ю. Потороко, Н.В. Попова // *Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии».* – 2016. – Т. 4, № 3. – С. 80–88. DOI: 10.14529/food160310

7. Ультразвуковая сонохимическая водоподготовка / С.Д. Шестаков, О.Н. Красуля, Я.А. Артемова, Н.А. Тихомирова // *Молочная промышленность.* – 2011. – № 5. – С. 39–42.

8. Усов, А.И. Полисахаридный состав некоторых бурых водорослей Камчатки / А.И. Усов, Г.П. Смирнова, Н.Г. Ключкова // *Биоорганическая химия.* – 2001. – Т. 27, № 6. – С. 444–448.

9. Шидловская, В.П. Органолептические свойства молока и молочных продуктов: справочник / В.П. Шидловская. – М.: Колос, 2004. – 360 с.

10. Alliger, H. Ultrasonic disruption / H. Alliger // *American Laboratory.* – 1975. – Vol. 10(10). – P. 75–85.

11. Ashokkumar, M. Ultrasonic Synthesis of Functional Materials / M. Ashokkumar // *Springer Briefs in Molecular Science.* – 2016. – P. 17–40.

12. Floros, J.D. Acoustically assisted diffusion through membranes and biomaterials / J.D. Floros, H. Liang // *Food Technology.* – 1994. – Vol. 48(12). – P. 79–84.

13. Garcia, M.L. Effect of heat and ultrasonic waves on the survival of two strains of *Bacillus subtilis* / M.L. Garcia, J. Burgos et al. // *Journal of Applied Bacteriology.* – 1989. – Vol. 67. – P. 619–628.

14. Knorr, D. Applications and potential of ultrasonics in food processing / D. Knorr, M. Zenker et al. // *Trends in Food Science & Technology.* – 2004. – Vol. 15. – P. 261–266.

15. Villamiel, M. Review: effect of ultrasound processing on the quality of dairy products / M. Villamiel, E.H. van Hamersveld, P. de Jong // *Milchwissenschaft.* – 1999. – Vol. 54. – P. 69–73.

Ускова Дарья Геннадьевна, магистрант кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), twins.23@mail.ru

Попова Наталия Викторовна, кандидат технических наук, доцент, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), nvpорова@susu.ru

Поступила в редакцию 16 февраля 2019 г.

THE STUDY OF STORAGE STABILITY OF YOGHURT MADE ON THE BASIS OF SONOCHEMICAL MICRONIZED FUCOIDAN

D.G. Uskova, N.V. Popova

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

Nowadays scientists in the world community consider dairy products, including yoghurts, to be a healthy human diet, which preserves health and prevents against a number of diseases. The popularity of yogurt is steady going, only its functional properties change due to the development of new technologies and addition of various components. Currently, there are a number of innovative technologies aimed at improving the consumer and functional performance of yogurt, their preservation throughout the life span of the product. The application of an integrated approach in this work included the use of ultrasound while preparing raw materials (powdered milk) and adding plant food ingredient of fucoidan polysaccharide. The study found that the use of the dual approach improves organoleptic properties – the clot becomes more dense, creamy without serum. Trade analysis of yoghurt quality during storage showed that the sensory characteristics did not have significant deviations and met the regulatory requirements. The total score of the reference sample changed by 0.3 (from 8.6 to 8.3 points), the total score of sample 2 – by 0.1 (from 9.4 to 9.3), of sample 3 – by 0.2 (from 8.9 to 8.7 points). Physical and chemical parameters varied within acceptable limits, but the yogurts produced with dual approach had the most acceptable indicators prolonging the shelf life of the product for 48 hours. Compared to yogurt produced using traditional technology, the mass fraction of kefiran exopolysaccharide increases in the finished product (on average by 6...15 %), the total antioxidant status increases (by 1.7 times). This approach will make it possible to keep high quality indicators of yogurt during its storage.

Keywords: yoghurt, ultrasound, dual approach, plant food ingredient fucoidan, sonochemicalmicronization, storage, consumer performance

The research was carried out within the program of the Government of the Russian Federation (Resolution No. 211 dated from 16.03.2013), agreement No. 02.A03.21.0011 and with the financial support of the state task № 40.8095.2017/БЧ (2017123-Г3) and RFBR grant 18-53-45015.

References

1. Gorbatoва K.K., Gun'kova P.I. *Biokhimiya moloka i molochnykh produktov* [Milk and Dairy Products Biochemistry]. 4th ed. St. Petersburg, 2010. 336 p.
2. Zaporozhets T.S., Kuznetsova T.A., Smolina T.P. et al. [Immunotropic and Anticoagulant Properties of Fucoidan Derived from Brown Seaweed *Fucus Evanesens*: Its Perspectives in Medicine]. *Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunobiologii* [Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology], 2006, no. 3, pp. 54–58. (in Russ.)
3. Nedashkovskaya O.I., Ivanova E.P., Bakunina I.Yu. et al. [Features of Fucoidan-Degrading Marine Bacterium *Pseudoalteromonas Citrea*]. *Mikrobiologicheskiy zhurnal* [Journal of Microbiology], 2002, vol. 64, no. 2, pp. 3–10. (in Russ.)
4. Odinets A.G., Tatarinova L.V. [Fucoidan: Modern Concepts of Its Role in the Regulation of Carbohydrate Metabolism]. *Lechebnoe delo: nauchno-prakticheskiy terapevticheskiy zhurnal* [General Medicine: Research and Practice Medical Journal], 2016, no. 3 (49), pp. 40–44. (in Russ.)
5. Tepel A. *Khimiya i fizika moloka* [Dairy Chemistry and Physics]. Transl. from German. St. Petersburg, 2012. 850 p.
6. Uskova D.G., Potoroko I.Yu., Popova N.V. The Formation of Improved Consumer Properties of Yoghurts Based on Ultrasonic Exposure and the Use of Fucoidan Polysaccharide. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2016, vol. 4, no. 3, pp. 80–88. (in Russ.) DOI: 10.14529/food160310

7. Shestakov S.D., Krasulya O.N., Artemova Ya.A., Tikhomirova N.A. [Ultrasonic Sonochemical Water Treatment]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Products Industry], 2011, no. 5, pp. 39–42. (in Russ.)
8. Usov A.I., Smirnova G.P., Klochkova N.G. [Polysaccharide Composition of Some Brown Seaweeds of Kamchatka]. *Bioorganicheskaya khimiya* [Bioorganic Chemistry], 2001, vol. 27, no. 6, pp. 444–448. (in Russ.)
9. Shidlovskaya V.P. *Organolepticheskie svoystva moloka i molochnykh produktov* [Organoleptic Properties of Milk and Dairy Products]. Moscow, 2004. 360 p.
10. Alliger H. Ultrasonic disruption. *American Laboratory*, 1975, vol. 10(10), pp. 75–85.
11. Ashokkumar M. Ultrasonic Synthesis of Functional Materials. *Springer Briefs in Molecular Science*, 2016, pp. 17–40.
12. Floros J.D., Liang H. Accoustically assisted diffusion through membranes and biomaterials. *Food Technology*, 1994, vol. 48(12), pp. 79–84.
13. Garcia M.L., Burgos J. et al. Effect of heat and ultrasonic waves on the survival of two strains of *Bacillus subtilis*. *Journal of Applied Bacteriology*, 1989, vol. 67, pp. 619–628.
14. Knorr D., Zenker M. et al. Applications and potential of ultrasonics in food processing. *Trends in Food Science & Technology*, 2004, vol. 15, pp. 261–266. DOI: 10.1016/j.tifs.2003.12.001
15. Villamiel M., van Hamersveld E.H., de Jong P. Review: effect of ultrasound processing on the quality of dairy products. *Milchwissenschaft*, 1999, vol. 54, pp. 69–73.

Daria G. Uskova, Master's student at the the Department of Food and Biotechnology, Higher School of Medicine and Biology, South Ural State University, Chelyabinsk, twins.23@mail.ru

Natalia V. Popova, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor, South Ural State University, Chelyabinsk, nvpopova@susu.ru

Received February 16, 2019

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Ускова, Д.Г. Исследование хранимостности йогуртов, произведённых на основе сонохимически микронизированного фукоидана / Д.Г. Ускова, Н.В. Попова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2019. – Т. 7, № 2. – С. 24–34. DOI: 10.14529/food190203

FOR CITATION

Uskova D.G., Popova N.V. The Study of Storage Stability of Yoghurt Made on the Basis of Sonochemical Micronized Fucoidan. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2019, vol. 7, no. 2, pp. 24–34. (in Russ.) DOI: 10.14529/food190203