

## СОЗДАНИЕ МОЛОЧНО-ЗЛАКОВОГО ПРОДУКТА ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ

*Т. Л. Шуляк, Н. Ф. Гуца*

Обоснованы основные технологические параметры производства комбинированного кисломолочного продукта из топленого молока с добавкой «7 злаков». Выявлено положительное влияние злаковой добавки на структурно-механические свойства комбинированного кисломолочного продукта. Разработанный продукт имеет высокую степень восстановления структуры сгустка после перемешивания как при комнатной температуре, так и температуре хранения.

Исследованы показатели, характеризующие пищевую и биологическую ценность разработанного молочно-злакового продукта: массовая доля сухих веществ, белка, жира, сахаров, золы, аминокислотный состав, содержание витаминов, минеральных веществ и другие. Показано, что кисломолочный продукт из топленого молока со злаковой добавкой по ряду показателей превосходит контрольный образец без злаковой добавки, что подтверждает его повышенную пищевую и биологическую ценность.

### Введение

Разработка комбинированных молочных продуктов с растительными ингредиентами для обеспечения населения полезными макро- и микронутриентами, витаминами и другими компонентами на сегодняшний день является актуальной задачей. Наилучшей сочетаемостью со злаковыми добавками и высокой усвояемостью характеризуются кисломолочные продукты с применением различных заквасочных культур.

Данная работа является продолжением систематических исследований по созданию комбинированного кисломолочного продукта на основе топленого молока со злаковой добавкой. Ранее [1] в качестве злаковой добавки подобрана смесь хлопьев «7 злаков» с клетчаткой и зародышами пшеницы.

Для получения продукта была рекомендована закваска АВТ-2 компании «Chr. Hansen» (Дания), состоящая из ацидофильной молочнокислой палочки, термофильного молочнокислого стрептококка и бифидобактерий [2]. Каждый вид микроорганизмов, входящих в состав отобранной закваски, характеризуется индивидуальными оптимальными условиями развития. При этом бифидобактерии и ацидофильная молочнокислая палочка являются пробиотическими микроорганизмами. Поэтому для придания кисломолочному продукту пробиотических свойств необходимо оптимизировать технологические параметры получения продукта, в частности, установить оптимальный режим сквашивания молочно-злаковой смеси.

В связи с этим целью работы явилось обоснование технологических параметров производства кисломолочного продукта из топленого молока со злаковой добавкой, исследование его пищевой, биологической ценности и структурно-механических свойств.

### Результаты исследований и их обсуждение

На первом этапе работы осуществляли подбор оптимальной температуры сквашивания комбинированного молочно-злакового продукта из топленого молока закваской АВТ-2, обеспечивающей получение продукта, с одной стороны, с пробиотическими свойствами, а с другой стороны, с хорошими органолептическими показателями.

Сквашивание образцов осуществляли при температурах 37–45 °С с шагом 1 °С. Диапазон температур был выбран, исходя из оптимальных температур развития микроорганизмов, входящих в состав закваски: 37–38 °С – для ацидофильной молочнокислой палочки, (37±1) °С – для бифидобактерий, 40–45 °С – для термофильного молочнокислого стрептококка.

Окончание сквашивания устанавливали визуально по образованию сгустка и титруемой кислотности. В готовых образцах контролировали органолептические показатели, титруемую и активную кислотность, количество ацидофильной палочки и бифидобактерий.

Органолептическая оценка готовых образцов показала, что при температурах сквашивания 37–40 °С кисломолочные продукты из топленого молока со злаковой добавкой характеризуются чистым кисломолочным вкусом и запахом, с приятным привкусом хлопьев и пастеризации, и однородной, в меру плотной консистенцией. При температурах сквашивания 41–45 °С готовые продукты имеют более низкие органолептические показатели, так как характеризуются менее выраженным кисломолочным вкусом и запахом и неоднородной консистенцией с заметным отделением сыворотки.

Значения титруемой и активной кислотности образцов кисломолочного продукта со злаковой добавкой в зависимости от температуры сквашивания представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Кислотность образцов кисломолочного продукта со злаковой добавкой в зависимости от температуры сквашивания

Наименование показателя	Температура сквашивания, °С								
	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Титруемая кислотность, °Т	73	72	71	69	67	65	64	63	61
Активная кислотность, ед. рН	5,02	5,04	5,03	5,05	5,08	5,10	5,11	5,13	5,14

Из таблицы 1 видно, что при увеличении температуры сквашивания титруемая кислотность образцов уменьшается, а активная кислотность возрастает. Это можно объяснить тем, что чем выше температура сквашивания (40–45 °С), тем более активно развивается термофильный молочнокислый стрептококк, обладающий меньшей кислотообразующей способностью по сравнению с ацидофильной молочнокислой палочкой.

При температурах сквашивания от 37 °С до 39 °С титруемая кислотность образцов продукта несколько выше, что обусловлено более активным развитием ацидофильной молочнокислой палочки. При этом продукты характеризовались хорошими органолептическими свойствами и в них не ощущался кислый вкус.

На основании проведенных исследований установили, что наилучшими органолептическими и приемлемыми физико-химическими показателями обладали образцы комбинированного кисломолочного продукта со злаковой добавкой, приготовленные с использованием закваски АВТ-2 и сквашенные при температурах 37–40 °С.

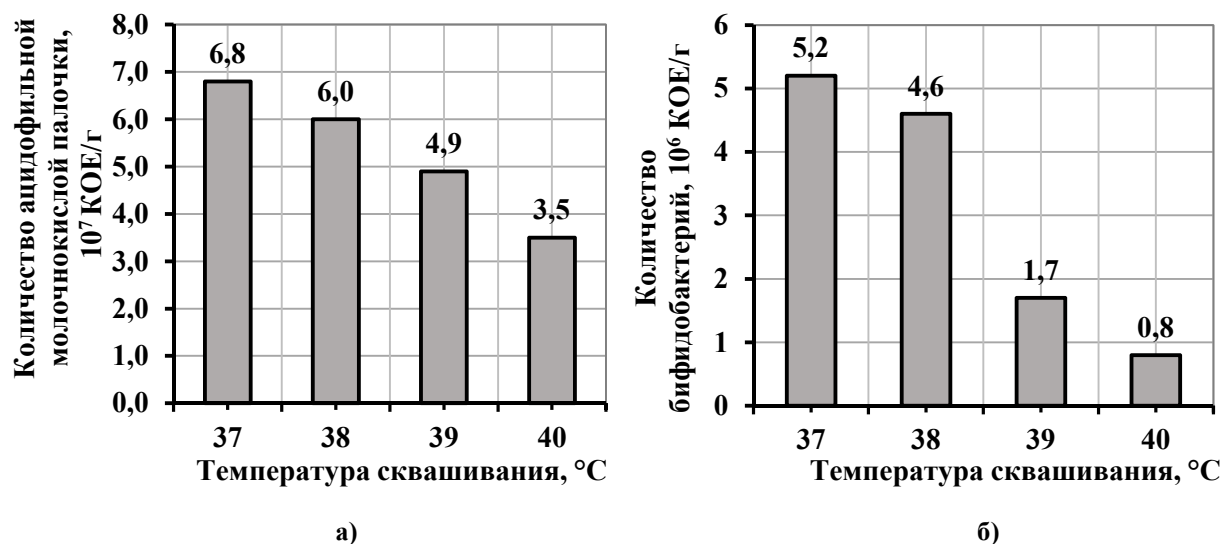
В готовых продуктах также определяли количество ацидофильной молочнокислой палочки с помощью метода предельных разведений [3] и количество бифидобактерий на кукурузно-лактозной среде ГМК-1, в которую перед посевом вносили антибиотик диклоксациллин [4].

Результаты определения количества пробиотических микроорганизмов в готовых образцах, сквашенных при температурах 37, 38, 39 и 40 °С представлены на рисунке 1.

Согласно действующему стандарту в Республике Беларусь количество пробиотических микроорганизмов в биопродукте должно составлять не менее  $10^6$  КОЕ/г.

Как видно из рисунка 1а, количество ацидофильной молочнокислой палочки в образцах продукта с повышением температуры сквашивания уменьшается и варьирует в пределах  $(3,5–6,8) \times 10^7$  КОЕ/г, то есть при температуре сквашивания 37–40 °С в готовом продукте обеспечивается количество ацидофильной молочнокислой палочки на уровне, соответствующем продукту с пробиотическими свойствами.

Из рисунка 1б видно, что количество бифидобактерий в кисломолочном продукте со злаковой добавкой с повышением температуры сквашивания уменьшается с  $5,2 \times 10^6$  до  $0,8 \times 10^6$  КОЕ/г.



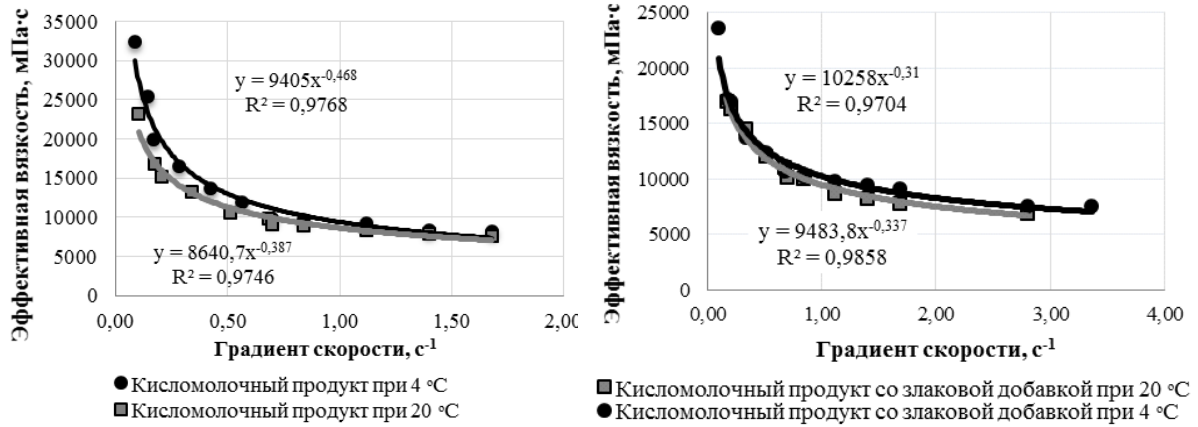
**Рисунок 1 – Динамика изменения количества ацидофильной молочнокислой палочки (а) и бифидобактерий (б) в кисломолочном продукте со злаковой добавкой в зависимости от температуры сквашивания**

Для обеспечения пробиотических свойств количество бифидобактерий в продукте должно составлять не менее  $1 \times 10^6$  КОЕ/г. Этому условию соответствуют образцы, сквашенные при температурах 37–39 °С. Образец продукта, сквашенный при температуре 40 °С, хоть и обладает хорошими органолептическими свойствами, но по количеству бифидобактерий не соответствует продукту с пробиотическими свойствами. Таким образом, оптимальной температурой сквашивания молочно-злаковой смеси закваской АВТ-2 является температура  $(38 \pm 1)$  °С, продолжительность сквашивания при этом составляет 5,5–6 ч. Данный технологический режим сквашивания обеспечивает получение комбинированного кисломолочного продукта из топленого молока с пробиотическими и высокими органолептическими свойствами.

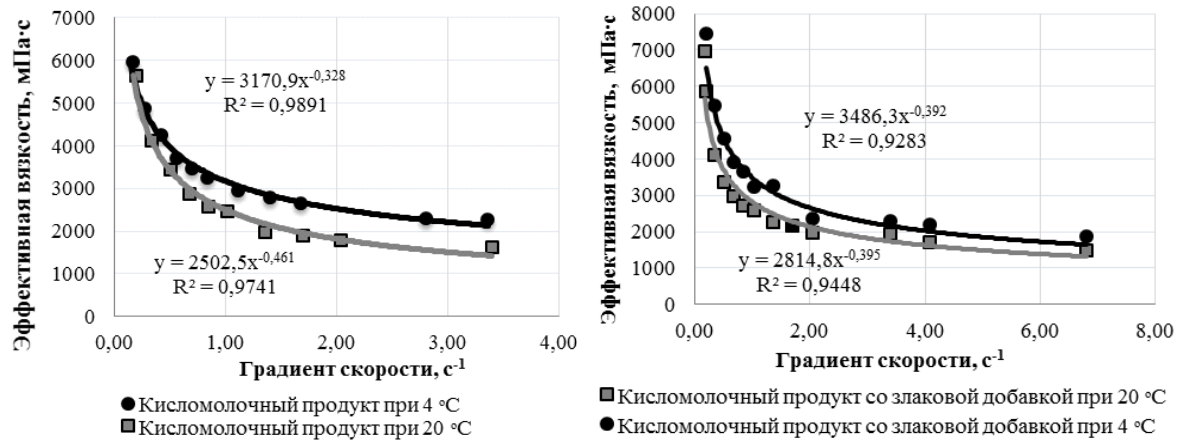
Органолептические свойства кисломолочных продуктов обусловлены не только вкусовыми характеристиками, но и консистенцией как показателя структурно-механических свойств продукта. В связи с этим проведены исследования по изучению эффективной вязкости готовых образцов (опытного и контрольного) при различных значениях градиента скорости и температуры. Контролем служил кисломолочный продукт из топленого молока без злаковой добавки. Измерения выполняли при температуре  $(4 \pm 2)$  °С, соответствующей температуре хранения продуктов в холодильной камере, и при температуре  $(20 \pm 2)$  °С, соответствующей температуре расфасовки продуктов.

Эффективную вязкость кисломолочных продуктов исследовали с помощью ротационного вискозиметра марки «VT 7 plus» модификации L (производства Германии). Определение текущей эффективной вязкости образцов проводили с использованием стандартного набора цилиндрических роторов на всем диапазоне частот их вращения. Для каждого образца продуктов были определены зависимости эффективной вязкости от градиента скорости сдвига, а также получены уравнения, описывающие их.

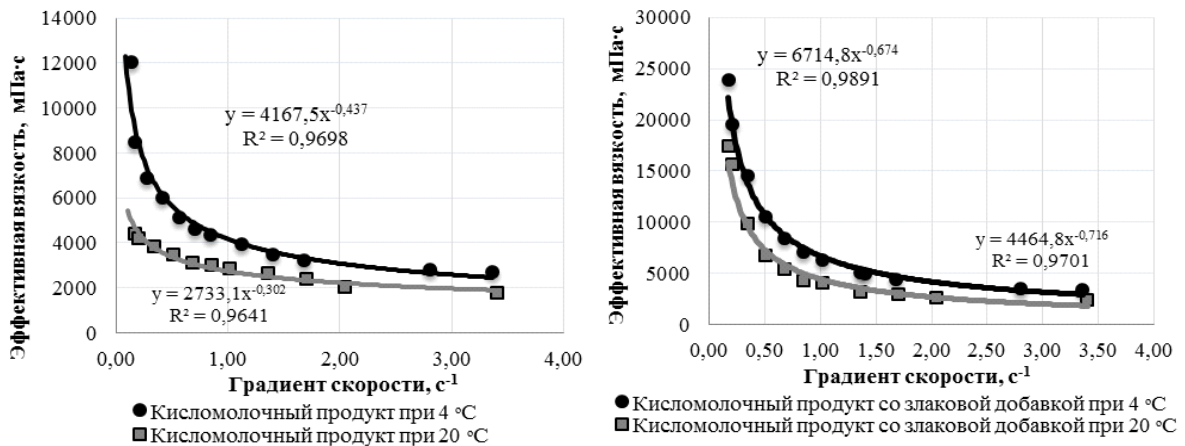
Измеряли эффективную вязкость образцов с неразрушенной и с разрушенной (после перемешивания) структурой. Для всех образцов применяли одинаковый режим перемешивания. После перемешивания выдерживали сгустки в течение 2 ч и снова контролировали вязкость восстановленной структуры. Полученные результаты исследований представлены на рисунке 2.



а



б



в

а – разрушенный сгусток, б – неразрушенный сгусток, в – восстановленный сгусток

**Рисунок 2 – Зависимость эффективной вязкости кисломолочных продуктов от градиента скорости при различных температурах**

Из рисунка 2 видно, что с увеличением градиента скорости эффективная вязкость исследуемых кисломолочных продуктов снижается. Кисломолочные продукты как с добавлением, так и без добавления злаковой добавки имеют меньшую эффективную вязкость при 20 °C,

чем те же продукты при температуре 4 °С на всем диапазоне частот вращения ротора. При этом кисломолочные продукты со злаковой добавкой и при температуре 4 °С, и при температуре 20 °С имеют более высокие значения эффективной вязкости, что можно объяснить высокой влагоудерживающей способностью злаковой добавки.

Способность сгустка к восстановлению структуры после механического воздействия можно охарактеризовать числовым параметром, который называется степенью тиксотропного восстановления структуры. Механизм тиксотропного восстановления структуры продукта описывается двучленной зависимостью:

$$\eta_v = \eta_p + \alpha(\eta_n - \eta_p), \quad (1)$$

где  $\eta_v$  – вязкость восстановленной структуры;

$\eta_p$  – наименьшая вязкость предельно разрушенной структуры;

$\eta_n$  – наибольшая вязкость практически неразрушенной структуры;

$\alpha$  – степень тиксотропного восстановления структуры.

Результаты исследования, а также рассчитанные степени тиксотропного восстановления структуры исследуемых продуктов  $\alpha$  представлены в таблице 2.

Таблица 2– Изменение тиксотропных свойств кисломолочных продуктов

Наименование продукта	Вязкость сгустка мПа·с, при градиенте скорости 1 с <sup>-1</sup>			Степень тиксотропного восстановления структуры $\alpha$
	неразрушенного	разрушенного	восстановленного	
при температуре 4 °С				
Кисломолочный продукт (контроль)	9405,00	3170,90	4167,50	0,16
Кисломолочный продукт со злаковой добавкой	10258,00	3486,30	6714,80	0,48
при температуре 20 °С				
Кисломолочный продукт (контроль)	8640,70	2502,50	2733,10	0,04
Кисломолочный продукт со злаковой добавкой	9483,80	2814,80	4464,80	0,25

Данные таблицы 2 показывают, что применение добавки «7 злаков» способствует лучшему восстановлению структуры кисломолочного продукта из топленого молока после механического воздействия при обеих исследуемых температурах. Это имеет важное технологическое значение, так как при производстве кисломолочных продуктов резервуарным способом очень важно получить сгусток с максимальным количеством тиксотропно-обратимых связей, способствующих образованию хорошей консистенции продуктов. По сравнению с контрольным образцом кисломолочный продукт с добавкой хлопьев «7 злаков» характеризуется лучшими структурно-механическими свойствами: более высокой вязкостью, хорошими тиксотропными свойствами.

Как известно, при введении растительных добавок в молочную основу достигается повышение биологической и витаминной ценности комбинированного молочного продукта, улучшение его минерального состава, обогащение пищевыми волокнами, витаминами и другими ценными компонентами. В связи с этим на следующем этапе были проведены исследования по установлению основных показателей, характеризующих пищевую и биологическую ценность комбинированного молочно-злакового продукта.

Опытным образцом являлся кисломолочный продукт из топленого молока со злаковой добавкой. В качестве злаковой добавки использовали смесь хлопьев «7 злаков», которую вносили в количестве 2,5 % от массы продукта. Контрольным образцом служил продукт без добавления злаковой добавки. Исследования проводили в лабораторных условиях Учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия» и на базе РУП «Научно-практический центр гигиены». В продуктах определяли массовые доли сухих веществ, белка, жира, общего сахара, клетчатки, золы, содержание витаминов Е, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР, фолиевой кислоты и минеральных веществ (кальция и железа).

Показатели пищевой ценности комбинированного кисломолочного продукта из топленого молока с добавкой «7 злаков» в сравнении с контрольным образцом представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели пищевой ценности исследуемых продуктов

Наименование показателя	Кисломолочный продукт без злаков (контроль)	Кисломолочный продукт с добавкой «7 злаков»
<b>Физико-химические показатели:</b>		
Массовая доля сухих веществ, %	11,7	13,1
Массовая доля белка, %	3,2	3,4
Массовая доля жира, %	3,02	3,29
Массовая доля общего сахара, %	3,7	3,4
Массовая доля клетчатки, %	–	0,03
<b>Аминокислотный состав, мг/100 г:</b>		
Аспарагиновая кислота	222,3	248,2
Глутаминовая кислота	532,6	661,8
Серин	131,3	151,4
Треонин	252,9	262,8
Глицин	82,9	83,8
Аланин	137,1	149,7
Аргинин	96,5	104,5
Пролин	189,8	178,0
Валин	177,2	181,2
Метионин	37,2	36,4
Изолейцин	166,0	184,4
Лейцин	274,8	295,7
Фенилаланин	182,1	244,5
Цистеин	29,4	24,8
Лизин	248,6	206,9
Гистидин	157,4	161,2
Тирозин	94,4	95,7
Суммарное количество аминокислот	3012,4	3270,8
В том числе количество незаменимых аминокислот (без триптофана)	1156,7	1411,9
<b>Витамины:</b>		
Витамин В <sub>1</sub> , мг/100 г	0,016	0,069
Витамин В <sub>2</sub> , мг/100 г	0,13	0,13
Фолиевая кислота, мкг/100 г	2,3	2,25
Витамин В <sub>6</sub> , мг/100 г	0,030	0,029
Витамин РР, мг/100 г	1,4	1,4
<b>Минеральные вещества:</b>		
Массовая доля золы, %		
Кальций, мг/100 г	67	73
Железо, мг/кг	2,14	3,0

Как видно из таблицы 3, в кисломолочном продукте со злаковой добавкой по сравнению с контролем содержится больше сухих веществ, белка, жира, витамина В<sub>1</sub>, золы, кальция, железа. Опытный образец дополнительно обогащен клетчаткой, а в контрольном образце клет-

чатка отсутствует. Содержание витамина Е в продуктах не обнаружено (при чувствительности используемого метода высокоэффективной жидкостной хроматографии).

Сравнивая аминокислотный состав продуктов, можно отметить, что в комбинированном молочно-злаковом продукте больше содержится всех аминокислот, а из незаменимых аминокислот больше валина, изолейцина, лейцина, треонина и фенилаланина. В целом содержание незаменимых аминокислот в опытном образце составляет 1411,9 мг/100 г продукта, в то время как в контрольном образце – 1156,7 мг/100 г продукта.

Таким образом, полученные данные подтверждают повышенную пищевую и биологическую ценность разработанного комбинированного молочного продукта со злаковой добавкой.

### **Заключение**

Обоснованы технологические параметры производства кисломолочного продукта из топленого молока с добавкой хлопьев «7 злаков». Выявлено, что при производстве продукта оптимальной температурой сквашивания молочно-злаковой смеси закваской АВТ-2 компании «Chr. Hansen» является температура  $(38\pm 1)$  °С, продолжительность сквашивания при этом составляет 5,5–6 ч. Данный технологический режим сквашивания обеспечивает получение комбинированного кисломолочного продукта из топленого молока с пробиотическими свойствами и высокими органолептическими показателями качества.

Исследованы показатели, характеризующие пищевую и биологическую ценность разработанного молочно-злакового продукта. Показано, что кисломолочный продукт из топленого молока со злаковой добавкой по ряду показателей превосходит контрольный образец без злаковой добавки, что подтверждает его повышенную пищевую и биологическую ценность. Также по сравнению с контрольным образцом кисломолочный продукт с добавкой хлопьев «7 злаков» характеризуется лучшими структурно-механическими свойствами: более высокой вязкостью, хорошими тиксотропными свойствами.

### **Литература**

- 1 Гуца, Н.Ф. Создание комбинированного кисломолочного продукта из топленого молока со злаковой добавкой / Н.Ф. Гуца, Т.Л. Шуляк // Современные подходы к получению и переработке сельскохозяйственной продукции – гарантия продовольственной независимости России. Сборник научных трудов X Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов отделения сельскохозяйственных наук Российской академии наук / ФГБНУ «ВНИИМП им. В.М. Горбатова» (27 октября 2016 г.) – Москва, 2016. – С. 72–75.
- 2 Шуляк, Т.Л. Подбор закваски для производства комбинированного кисломолочного продукта / Т.Л. Шуляк, Н.Ф. Гуца // Вестник МГУП. – 2016. – № 2(21) – С. 45–50.
- 3 МУК 4.2.577-96. Методы микробиологического контроля продуктов детского, лечебного питания и их компонентов: утв. Первым зам. Министра здравоохранения В.И. Качан, 29.10.1996г. – М., 1996. – 58 с.
- 4 Метод определения бифидобактерий в пищевых продуктах. Инструкция по применению: утв. М-вом здравоохранения Республики Беларусь 19.03.2010. – Минск: Дикта, 2010. – 10 с.

*Поступила в редакцию 20.11.2017*