

УДК 637. 072

DOI: 10.46548/21vek-2020-0950-0012

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ЙОГУРТА, ОБОГАЩЕННОГО РАСТИТЕЛЬНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ

© 2020

**Анистратова Оксана Вячеславовна**, кандидат технических наук,  
доцент кафедры технологии продуктов питания

**Соклаков Владимир Владимирович**, кандидат технических наук,  
доцент кафедры технологии продуктов питания

*Калининградский государственный технический университет  
(236022, Россия, Калининград, Советский проспект, 1,  
e-mails: anistratova1981@mail.ru, vladimir.soklakov@klgtu.ru)*

**Аннотация.** Актуальность разработок, направленных на повышение качества выпускаемой пищевой продукции с целью обеспечения полноценного питания и профилактики алиментарно-зависимых заболеваний различных групп населения, определена в общей направленности нормативно-правовых актов Российской Федерации. Рост потребления кисломолочных продуктов способствует расширению их ассортимента, в том числе и за счет введения в них различных комбинированных наполнителей, содержащих биологически активные вещества. В результате сравнительной оценки качественных показателей опытных образцов установлено преимущество йогурта, в состав которого введен бинарный наполнитель, бинарный наполнитель из зеленой микроводоросли хлореллы (*Chlorella vulgaris*) и цукатов имбиря (*Zingiber sp.*). Все образцы по оцениваемым органолептическим, физико-химическим, микробиологическим показателям соответствовали установленным требованиям нормативно-технической документации. Обогащенный йогурт отличался необычной вкусовой композицией, большим содержанием белка (4,03 %) в сравнении с контрольным (3,59 %). Исследование структурно-реологических параметров показало обогащенный растительными компонентами йогурт обладает более вязкой консистенцией, что необходимо учитывать в технологическом процессе его производства. Высокое содержание хлорофилла в разработанном йогурте позволяет удовлетворить более 40 % суточной потребности в данном веществе, исходя из установленных норм потребления. Проведенный комплекс исследований по разработке йогурта с бинарным наполнителем на основе хлореллы и имбиря будет способствовать расширению ассортимента данного вида молочной продукции.

**Ключевые слова:** йогурт, хлорелла, растительные компоненты, цукаты имбиря, бинарный наполнитель, показатели качества, структурно-реологические характеристики.

## RESEARCH ON QUALITY AND SAFETY INDICATORS OF YOGURT ENRICHED WITH PLANT COMPONENTS

© 2020

**Anistratova Oksana Vyacheslavovna**, candidate of technical science,  
associate professor of the Food Technology department

**Soklakov Vladimir Vladimirovich**, candidate of technical science,  
associate professor of the Food Technology department

*Kaliningrad State Technical University  
(236022, Russia, Kaliningrad, Sovetskiy avenue 1,  
e-mails: anistratova1981@mail.ru, vladimir.soklakov@klgtu.ru)*

**Abstract.** The relevance of developments aimed at improving the quality of manufactured food products in order to ensure proper nutrition and prevent alimentary-dependent diseases of various population groups is determined in a general direction of the Russian Federation normative legal acts. The consumption growth of fermented dairy products contributes to the expansion of their range, including by introducing various combined filling compounds containing biologically active substances. A comparative evaluation of quality indicators of various prototypes established the advantage of the yogurt, which includes a binary filling compound of green microalgae chlorella (*Chlorella vulgaris*) and candied ginger (*Zingiber sp.*). All samples were assessed for organoleptic, physico-chemical and microbiological parameters and met the requirements of normative and technical documentation. The enriched yogurt had an unusual flavor composition, higher protein content (4.03 %) compared to the control one (3.59 %). The study of structural and rheological parameters showed that yogurt enriched with plant components has a more viscous consistency, which must be taken into account in the technological process of its production. The high content of chlorophyll in the developed yogurt allows to meet more than 40 % of the daily requirement for the substance, based on the established consumption standards. The complex research on the development of the yogurt with the binary filling compound based on chlorella and ginger will help to expand the range of this dairy products type.

**Keywords:** yogurt, chlorella, plant components, candied ginger, binary filling compound, quality characteristics, structure rheological characteristics.

**Введение.** Одним из основных приоритетных направлений развития пищевой промышленности, отраженных в нормативно-правовых актах Российской Федерации, является повышение качества выпускаемой пищевой продукции с целью обеспечения полноценного питания, профилактики заболеваний, увеличения продолжительности и повышения качества жизни населения [1].

Рост производства и мировое потребление кисломолочных продуктов выводит их на одно из первых мест на мировом пищевом рынке, что обусловлено их высокой пищевой ценностью, сбалансированным составом компонентов и высокой усвояемостью, как следствие снижающими вероятность возникновения многих алиментарных заболеваний [2 – 4].

Актуальным направлением проводимых на сегодня исследований является расширение ассортимента кисломолочной продукции за счет обогащения разрешенными для использования в пищевой промышленности функциональными пищевыми ингредиентами растительного и животного происхождения, в числе которых микроорганизмы и объекты аквакультуры [2 – 9].

Так, перспективным является внесение в рецептуры молочных продуктов наполнителей, состоящих из пряно-ароматических растений – источника биологически активных веществ-адаптогенов, и объектов аквакультуры из нативной и переработанной альго-массы, в частности – зеленых водорослей [10, 11].

Корень имбиря (*Zingiber sp.*) является источником эссенциальных веществ, в т. ч. – витаминов. В нем содержится высокое количество таких микро- и макроэлементов, как калий, магний, медь и марганец. В липидной фракции имбиря отмечается высокое содержание ненасыщенных жирных кислот, в частности – олеиновой и линоленовой (соответственно 39,9 и 22,6 % общего количества жирных кислот) [12].

Объекты водных биологических ресурсов, такие как *Arthrospira platensis*, *Arthrospira maxima*, *Chlorella vulgaris*, *Chlorella pyrenoidosa*, *Chlorella sorokiniana*, *Dunaliella salina*, представляют особый интерес в качестве важнейших нутрицевтических продуктов и богатейших источников пищевых волокон, белков и полиненасыщенных жирных кислот растительного происхождения, витаминов, макро- и микроэлементов, антиоксидантов [13].

Зеленая микроводоросль хлорелла отличается высоким содержанием хлорофилла, уровень которого достигает 2,8 г в 100 г сухой биомассы. Хлорофилл – это зелёный пигмент растений, являющийся богатым источником витаминов, таких как витамины А, С, Е, К, бета-каротин, минеральных веществ, таких как магний, железо, калий, кальций, а также незаменимых жирных кислот и антиоксидантов [14].

В настоящее время растет количество публикаций на тему медико-биологических исследований по применению хлореллы (*Chlorella vulgaris*) в рационах питания, связанного с ее уникальными пищевыми свойствами и возможным влиянием на здоровье

человека и животных [14, 15].

**Целью** данной работы явилось исследование показателей качества и безопасности йогурта, обогащенного растительными компонентами – зелёной микроводорослью хлореллой и корнем имбиря.

Для проведения исследования была произведена партия йогурта резервуарным способом, впоследствии использованная для изготовления следующих опытных образцов: йогурта с зелёной микроводорослью хлореллой; йогурта, обогащенного хлореллой и цукатами имбиря; в качестве контрольного образца рассматривался йогурт без наполнителей.

**Материалы и результаты исследований.** Для выработки партии йогуртов использовалось следующее сырьё: молоко коровье сырое производства ООО «Залесский фермер»; молоко сухое обезжиренное производитель ООО «Компаньон Сити»; закваска прямого внесения торговой марки *Chr. Hansen*, Дания, содержащая в своем составе *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus bulgaricus*; порошок хлореллы торговой марки «ОРГТИУМ»; цукаты имбиря производства Foodart.

Все используемое для проведения исследований сырьё по показателям качества и безопасности соответствовало требованиям нормативно-технической документации:

- молоко коровье сырое - ГОСТ 31449, ТР ТС 033/2013;
- молоко сухое обезжиренное – ГОСТ 33629, ТР ТС 033/2013;
- закваска – ТР ТС 033/2013;
- порошок хлореллы – ТУ 9710-009-02487142, ТР ЕАЭС 040/2016;
- цукаты имбиря – ТР ТС 021/2011.

Показатели качества и микробиологической безопасности исследуемых образцов йогуртов определяли стандартными методами в соответствии с ГОСТ 26809.1, ГОСТ Р ИСО 22935-3, ГОСТ 23327, ГОСТ 31976, ГОСТ 5867, ГОСТ Р 54667, ГОСТ Р 54668, ГОСТ 33566, ГОСТ 30347, ГОСТ 33951, ГОСТ 31659, ГОСТ 32901. Влагодерживающую способность сгустка йогурта определяли методом центрифугирования по количеству выделившейся сыворотки в течение 30 минут на центрифуге марки *NOVA SAFETY* при установленной частоте вращения устройства 1100 мин<sup>-1</sup>, декантируя сыворотку в градуированную пробирку через каждые 5 минут на протяжении всего времени испытаний. Влагодерживающая способность полученного сгустка йогурта рассчитывалась по формуле [16]:

$$WRC = \frac{(1 - W_1)}{W_2}$$

где  $W_1$  – масса сыворотки после центрифугирования;

$W_2$  – масса навески продукта.

Реологические характеристики испытуемых образцов йогуртов определяли при помощи ротационного вискозиметра *Брукфильда DV-II + Pro* с использованием шпинделя *RV/HA/HB-3* [20].

Органолептический анализ исследуемых образцов йогурта проводился в соответствии с цифровой дискретной интервальной шкалой, отображающей оценочные баллы в соответствии с отклонением показателей продукта от установленных нормативных значений [17].

На первом этапе исследований с использованием метода нелинейных решений в компьютерной программе Excel была спроектирована и разработана рецептура обогащенных йогуртов (табл.1) [18].

Таблица 1 – Рецептура образцов йогуртов (без учета потерь по операциям)

Ингредиент	Исследуемые образцы		
	Контрольный	Йогурт с хлореллой	Йогурт с хлореллой и имбирем
Молоко нормализованное	99,8	98,3	90,0
Молоко сухое обезжиренное	0,2	0,2	0,2
Закваска прямого внесения	0,01	0,01	0,01
Хлорелла (порошок)	-	1,5	1,5
Имбирь (цукаты)	-	-	8,3
Итого, кг	100,0	100,0	100,0

Внешний вид всех испытуемых партий йогуртов соответствовал установленным требованиям и по данному показателю они были оценены на 5 баллов. Продукты обладали однородной консистенцией; зелёный цвет был обусловлен введением порошка хлореллы. В структуре образца йогурта с бинарным растительным наполнителем отмечались включения кусочков цукатов. При оценке вкуса образцов дегустаторами большую оценку получил йогурт, в рецептуре которого присутствовал бинарный наполнитель – имбирь и порошок зеленой водоросли хлореллы (4,9 балла) (рис. 1). Однако отмечено, что йогурт, в состав которого в качестве наполнителя включен только порошок хлореллы, будет также востребован потребителями, исключаящими из своего рациона сахар и ведущими здоровый образ жизни.

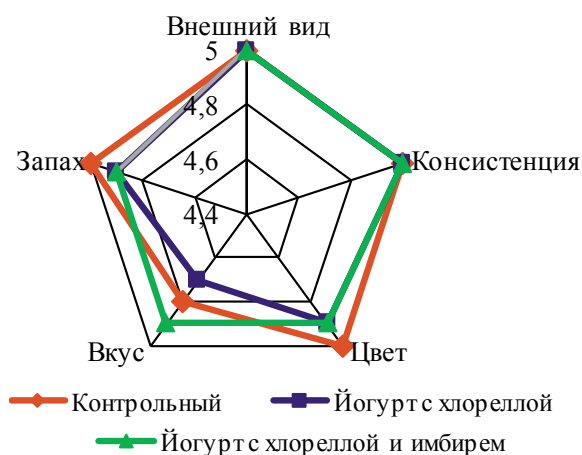


Рисунок 1 – Сводная таблица альтернатив

При исследовании физико-химических показателей образцов йогурта установлено, что все образцы по нормируемым показателям соответствуют требованиям ГОСТ 31981. В образцах с добавлением порошка зеленой микроводоросли отмечено большее содержание белка (4,03 %) в сравнении с контрольным образцом (3,59 %) (табл. 2).

Таблица 2 – Физико-химические показатели образцов йогурта

Исследуемые образцы	Содержание, %				Кислотность, °Т	ВУС, %
	жира	СОМО	сахарозы	белка		
Контрольный	2,3±0,4	11,1±0,3	-	3,59±0,07	92±3,3	57,5±0,4
Йогурт с хлореллой	2,3±0,4	12,4±0,3	-	4,03±0,07	106±3,3	57,5±0,4
Йогурт с хлореллой и имбирем	2,3±0,4	13,0±0,3	5,6±0,5	4,03±0,07	101±3,3	52,5±0,2

Влагоудерживающая способность (ВУС) полученного ствужа кисломолочного продукта зависит от концентрации в исходном сырье сухих веществ, состава используемых бактериальных заквасок, режимов тепловой обработки и гомогенизации сырья, способа коагуляции молока, состава и физико-химических свойств входящих в состав рецептуры йогурта ингредиентов.

В результате исследований было определено количество сыворотки, отделяемой от ствужков образцов в процессе центрифугирования, что в дальнейшем позволило расчетным путем установить значение показателя ВУС.

Установлено, что меньший объем сыворотки в процессе центрифугирования выделился в контрольном образце и образце йогурта с порошком хлореллы. Соответственно, для данных образцов отмечен лучший показатель влагоудерживающей способности по сравнению с образцом йогурта с бинарным наполнителем.

Данные различия в исследованных показателях образцов можно объяснить тем, что в свежеработанных образцах йогурта содержащиеся в цукатах пищевые волокна не начали проявлять свои гидроколлоидные свойства. Дальнейшие изменения ВУС необходимо рассматривать в течение холодильного хранения продуктов.

Одним из важнейших показателей качества йогурта является его консистенция, а также ее устойчивость в процессе хранения. По мнению исследователей, кисломолочные продукты относятся к аномально вязким (псевдопластичным) жидкостям. До скоростей

сдвига  $300 \text{ с}^{-1}$  они имеют ярко выраженную аномалию вязкости, однако при более высоких скоростях обла- дают свойствами ньютоновских жидкостей [19].

В ходе проведенных исследований были установ-

лены реологические характеристики исследуемых об- разцов йогурта, а именно – изменение эффективной вязкости исследуемых кисломолочных продуктов в зависимости от градиента скорости сдвига (рис. 2) [20].

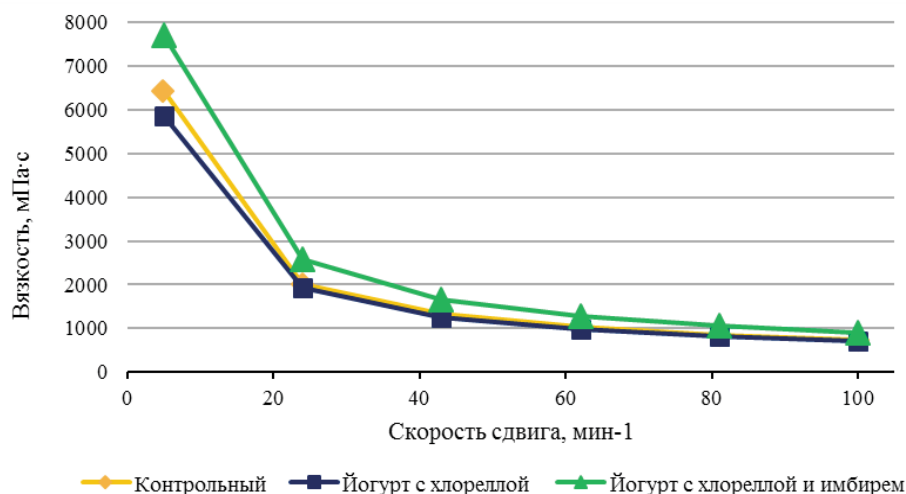


Рисунок 2 – Динамика изменения эффективной вязкости йогурта в зависимости от градиента скорости сдвига (температура продукта  $6 \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ )

Внесение бинарного обогатителя способствует повышению вязкости йогуртов в сравнение с контрольным. Таким образом, проведенные исследования характеризуют структурно-реологические свойства йогурта с рассматриваемым наполнителем, которые должны быть учтены в производственном процессе.

Микробиологические исследования не выявили различий между опытными и контрольными образцами, поскольку все произведенные партии йогуртов соответствовали требованиям ТР ТС 033/2013 и являлись благополучными по санитарно-эпидемиологическим показателям (табл. 3).

Таблица 3 – Микробиологические показатели образцов йогурта

Исследуемые образцы	Показатели и нормируемые уровни по [21]					
	Молнокислые микроорганизмы, КОЕ/см³ (г), не менее $1 \cdot 10^7$	БГКП (колиформы)	Патогенные, в т. ч. сальмонеллы и L. monocytogenes	S. aureus	Дрожжи, КОЕ/см³ (г), не более 50	Плесени, КОЕ/см³ (г), не более 50
Контрольный	$2,5 \cdot 10^8$	Отсутств.	Отсутств.	Отсутств.	<50	<50
Йогурт с хлореллой	$2,5 \cdot 10^7$	Отсутств.	Отсутств.	Отсутств.	<50	<50
Йогурт с хлореллой и имбирем	$2,5 \cdot 10^7$	Отсутств.	Отсутств.	Отсутств.	<50	<50

Поскольку в качестве одного из компонентов наполнителя для йогурта использовался порошок хлореллы, которая отличается высоким содержанием зеленого пигмента хлорофилла, то, с учетом опубликованных по ее химическому составу данных и исходя из рецептурного состава, был произведен расчет содержания хлорофилла в готовом кисломолочном продукте (табл. 4).

Таблица 4 – Микробиологические показатели образцов йогурта

Содержание хлорофилла, г в 100 г порошка хлореллы	Содержание хлорофилла, мг в 100г йогурта обогащенного	Доля от адекватного уровня потребления, % [22]	Доля от верхнего допустимого уровня потребления, % [22]
2,8	42	42	14

Оценка показала, что исследуемые образцы йогуртов с добавлением хлореллы отличаются высоким содержанием хлорофилла, исходя из данных адекватного и верхнего допустимого уровня потребления, и могут быть отнесены к функциональным продуктам.

**Закключение.** Таким образом, по результатам экспериментальных исследований установлено, что используемый бинарный наполнитель из зеленой микроводоросли хлореллы и имбиря позволяет получить безопасный кисломолочный продукт стандартного качества с оригинальным вкусом, отличающийся большим содержанием белка и хлорофилла и обладающий более вязкой консистенцией, что, несомненно, позволит расширить рынок производимых сбалансированных кисломолочных продуктов для различных категорий потребителей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. О стратегии повышения качества пищевой продукции

в РФ до 2030 г.: Распоряжение Правительства РФ от 29 июня 2016 № 1364-р. // Правительство РФ: [сайт]. – URL: <http://government.ru/docs/23604/> (дата обращения 13.04.2019).

2. Курнакова, О. Л. Разработка и оценка потребительских свойств обогащенных йогуртов с использованием растительных ингредиентов: дис. на соиск. учён. степ. канд. техн. наук: 05.18.04 / Курнакова Олеся Леонидовна; Гос. унив. – учебн.-научн.-произв. комплекс. – Орел, 2015. – 225 с.

3. Решетник, Е. И. Влияние функционально-технологических свойств зернового компонента на качественные показатели творожного продукта / Е. И. Решетник, В. А. Максимюк, Е. А. Уточкина // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 4. – С. 74 – 77.

4. Пасько, О. В. Разработка научно обоснованных технологий функциональных продуктов питания на основе молочного и растительного сырья / О. В. Пасько, Н. Б. Гаврилова // Фундаментальные исследования. – 2005, № 1. – С. 55 – 56.

5. Microbiological, functional and rheological properties of low fat yogurt supplemented with *Pleurotus ostreatus* aqueous extract / A. C. Pelaez Vital, P. A. Goto, L. N. Hanai, S. M. Gomes-da-Costa // LWT-Food Science and Technology. – 2015. – Vol. 64, No. 2. – P. 1028 – 1035.

6. Muniandy, P. Influence of green, white and black tea addition on the antioxidant activity of probiotic yogurt during refrigerated storage / P. Muniandy, A. B. Shorib, A. S. Baba // Food Packaging and Shelf Life. – 2016. – Vol. 8. – P. 1 – 8.

7. Improving characteristics of goat milk yogurt drink fortified by mangosteen rind (*Garcinia mangostana* Lin.) extract / J. M. W. Wibawanti, Rinawidiastuti, H. D. Arifin, Zulfanita // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2018. – Vol. 102. – P. 012018.

8. Ahmad, N. Evaluation of antioxidant activity and its association with plant development in *Silybum marianum* L. / N. Ahmad, B. Haider Abbasi, H. Fazal // Industrial Crops and Products. – 2013. – Vol. 49. – P. 164 – 168.

9. Albassam, A. A. Effect of milk thistle (*Silybum marianum*) and its main flavonolignans on CYP2C8 enzyme activity in human liver microsomes / A. A. Albassam, R. F. Frye, J. S. Markowitz // Chemico-Biological Interactions. – 2017. – Vol. 271. – P. 24 – 29.

10. Effect of *Spirulina platensis* fortification on physicochemical, textural, antioxidant and sensory properties of yogurt during fermentation and storage / M. Barkallah, M. Dammak, I. Louati, F. Hentati // LWT-Food Science and Technology. – 2017. – Vol. 84. – P. 323 – 330.

11. Макарова, Е. И. Прикладные аспекты применения микроводорослей / Е. И. Макарова, И. П. Отурина, А. И. Сидякин // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2009. – Вып. 20. – С. 120 – 133.

12. Ключникова, Д. В. Нетрадиционное сырьё в технологии кисломолочного напитка / Д. В. Ключникова, Л. Р. Замазанова // Системный анализ и моделирование процессов управления качеством в инновационном развитии агропромышленного комплекса: матер. Междунар. научн.-практ. конф. / Воронеж. гос. ун-т инж. технол. – Воронеж: Изд-во ВГУИТ, 2015. – С. 430 – 433.

13. Анистратова, О. В. Разработка рецептуры йогурта, обогащенного растительными компонентами / О. В. Анистратова, В. Г. Оникиенко, Н. М. Гаплева // VII Балтийский морской форум: Инновации в технологии продуктов здорового питания: междунар. научн. конф.: сб. науч. тр. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2018. – С. 8 – 13.

14. Использование кормового комплекса «Альгалат» при выращивании цыплят-бройлеров: отчёт о НИР (заключительный) / ФНЦ «ВНИТИП» РАН. – Сергиев Посад, 2016. – 15 с.

15. Туманова, А. Л. Применение пищевого концентрата «Живая хлорелла»: методические рекомендации / А. Л. Туманова. – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2016. – 32 с.

16. O'Sullivan, A. M. Seaweed extracts as potential functional ingredients in yogurt / A. M. O'Sullivan, M. N. O'Grady, Y. C. Callaghan, T. J. Smyth, N. M. O'Brien, J. P. Kerry // Innovative Food Science and Emerging Technologies. – 2016. – Vol. 37. – P. 293 – 299.

17. Белякова, Т. Н. Исследование влияния водного экстракта сульфурана на показатели качества ферментированного продукта / Т. Н. Белякова, Л. А. Забодалова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2019. – № 3. – С. 52 – 61.

18. Лисин, П. А. Матричный метод рецептурных расчетов молочных продуктов / П. А. Лисин, Г. Ф. Вальтер, М. С. Есипова // Молочная промышленность. – 2016. – № 11. – С. 48 – 49.

19. Косой, В. Д. Реология молочных продуктов / В. Д. Косой, Н. И. Дунченко, М. Ю. Меркулов. – М.: ДеЛи принт, 2010. – 826 с.

20. Крупенникова, В. Е. Определение динамической вязкости на ротационном вискозиметре Brookfield RVDVII+Pro / В. Е. Крупенникова, В. Д. Раднаева, Б. Б. Танганов. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2011. – 48 с.

21. О безопасности молока и молочной продукции: технический регламент Таможенного союза (ТР ТС 033/2013) // Техэксперт: [сайт]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/499050562> (дата обращения 13.04.2019).

22. МР 2.3.1.1915-04 Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 46 с.

*Статья поступила в редакцию 27.04.2020*

*Статья принята к публикации 10.06.2020*