

УДК 664.346

К. П. Колногоров, С. А. Ламоткин, А. О. Башарова, Г. Н. Ильина

Белорусский государственный технологический университет

**НОВЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПИЩЕВЫЕ МАСЛОЖИРОВЫЕ ПРОДУКТЫ
СО СБАЛАНСИРОВАННЫМ ЖИРНОКИСЛОТНЫМ СОСТАВОМ**

Разработаны новые функциональные майонезы со сбалансированным составом ω -3 и ω -6 жирных кислот.

На первом этапе были выбраны исходные растительные масла (подсолнечное, льняное, рапсовое и кукурузное) и исследованы их составы с применением газожидкостной хроматографии. Исследование жирнокислотного состава природных масел показало, что ни одно из них не может обеспечить поступление в организм человека необходимых жирных кислот в нужном количестве и правильном соотношении.

Поэтому на втором этапе были рассчитаны купажи растительных масел со сбалансированным составом полиненасыщенных жирных кислот. Определены основные физико-химические показатели полученных образцов купажей растительных масел.

На третьем этапе были разработаны рецептуры функциональных майонезов с использованием рассчитанных купажей растительных масел. В лабораторных условиях ОАО «Минский маргаринный завод» выпущены опытные образцы майонезов и определены их физико-химические и органолептические характеристики. Установлено, что по физико-химическим и органолептическим показателям качества полученные майонезы в полной степени соответствуют предъявляемым к ним требованиям.

На четвертом этапе был исследован жирнокислотный состав полученных майонезов. Установлено, что в процессе производства и хранения майонезы прекрасно сохранили свой жирнокислотный состав, а следовательно, и свои функциональные свойства.

Результаты проведенных исследований подтвердили возможность выпуска майонезов на всех предложенных купажах, поскольку они полностью соответствуют по физико-химическим показателям установленным требованиям по СТБ 2286 «Майонезы и соусы майонезные. Общие технические условия».

Ключевые слова: майонез, функциональный продукт, полиненасыщенные жирные кислоты, купажи растительных масел, жирнокислотный состав, газожидкостная хроматография.

K. P. Kalnahorau, S. A. Lamotkin, A. O. Basharova, G. N. Il'yina

Belarusian State Technological University

**NEW FUNCTIONAL FOOD FAT AND OIL PRODUCTS
WITH A BALANCED FATTY ACID COMPOSITION**

New functional mayonnaises with a balanced composition ω -3 and ω -6 fatty acids were developed.

Raw vegetable oils (sunflower, linseed, rape seed and corn) were selected and their compositions are investigated by using gas-liquid chromatography at the first stage. The investigation, fatty acid composition of natural oils showed that none of them can't to provide introduction of essential fatty acids into the human organism in the required quantity and right proportion.

The blends of vegetable oils with a balanced composition of polyunsaturated fatty acids was calculated in the second stage. Basic physico-chemical properties of the obtained samples of blends of vegetable oils were established.

In the third step, the functional mayonnaise recipes using obtained blends of vegetable oils have been developed. development types of mayonnaise were produced in the laboratory of JSC "Minsk Margarine Plant", it was defined their physico-chemical and organoleptic characteristics. It was found that the physico-chemical and organoleptic quality ratings, obtained mayonnaises meet requirements imposed on them in the fullest extent.

In the fourth stage, the fatty acid composition of the obtained mayonnaises was investigated. It is found that the mayonnaise retained their fatty acid composition during manufacture and storage, and consequently their functional properties.

The results of the research confirmed the possibility of the release of mayonnaise on the base of proposed blends, because they are fully meet by the physico-chemical and organoleptic quality ratings are established in the requirements of the standard STB 2286 "Mayonnaise and mayonnaise sauces. General specifications".

Key words: mayonnaise, functional food, polyunsaturated fatty acids, blends of vegetable oils, fatty acid compositions, gas-liquid chromatography.

Введение. Неблагоприятная экологическая обстановка, отсутствие свободного времени для отдыха, неправильное питание впоследствии приводит к снижению функциональной активности пищеварительной системы организма и его постепенному истощению, развитию ряда заболеваний с нарушением липидного обмена.

С целью поддержания организма в надлежащем состоянии рацион людей стал включать различные биологически активные добавки, которые в большинстве случаев относятся к классу естественных компонентов пищи и обладают выраженными физиологическими и фармакологическими влияниями на основные регуляторные и метаболические процессы человеческого организма [1].

По производственному признаку биологические активные добавки подразделяют на фармацевтические продукты и пищевые продукты питания (функциональные продукты питания), используемые для повседневного питания и дополнительно обогащенные в процессе производства активными веществами (компонентами), ранее не присутствующими в этих продуктах.

К биологически активным компонентам растительных масел, нормализующим липидный обмен, в первую очередь относятся полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) – линолевая (семейства ω -6) и линоленовая (семейства ω -3) [1, 2].

ПНЖК участвуют в работе организма в качестве структурных элементов биомембран клеток. Они содействуют регулированию обмена веществ в клетках, нормализации кровяного давления, агрегации тромбоцитов; влияют на обмен холестерина, стимулируя его окисление и выделение из организма; оказывают нормализующее действие на стенки кровеносных сосудов; участвуют в обмене витаминов группы В; стимулируют защитные механизмы организма, повышая устойчивость к инфекционным заболеваниям, действию радиации и других повреждающих факторов; из ПНЖК синтезируются клеточные гормоны простагландины.

Одним из основных продуктов масложировой промышленности, крепко закрепившимся в ежедневном рационе человека, является майонез.

Многокомпонентный состав майонезов предоставляет широкие возможности для конструирования продуктов, предотвращающих дефицитные состояния по эссенциальным жирным кислотам, витаминам и другим физиологически функциональным ингредиентам.

Целью данной работы является разработка нового вида майонеза, при производстве которого используются купажи растительных масел, имеющие жирнокислотный состав, сбалансированный по соотношению эссенциальных жирных кислот ω -3 и ω -6.

Основная часть. Одним из основных компонентов майонезных эмульсий является рафинированное дезодорированное масло. С целью создания майонезов функционального назначения исследовали ряд растительных масел как наиболее распространенных в Республике Беларусь, так и мало изученных, которые могут быть использованы в качестве добавок к купажам растительных масел, обеспечивая необходимый баланс ПНЖК с целью дальнейшего использования их в составе композиционной смеси, обладающей лечебно-профилактическими свойствами.

При выборе композиций растительных масел руководствовались следующим – соотношение ω -6 : ω -3 ЖК в триглицеридах должно быть близким к оптимальному, обеспечивающему лечебно-профилактические свойства продукта.

С учетом себестоимости и возможности импортозамещения дорогого сырья отечественным, для создания купажей были выбраны следующие масла:

- подсолнечное рафинированное дезодорированное;
- кукурузное рафинированное дезодорированное;
- рапсовое рафинированное дезодорированное;
- льняное пищевое.

На первом этапе был исследован жирнокислотный состав (ЖКС) исследуемых масел методом газожидкостной хроматографии (ГЖХ). Для проведения хроматографических исследований первоначально осуществлялось получение метиловых эфиров жирных кислот.

Приготовление метиловых эфиров жирных кислот осуществляли в соответствии с ГОСТ 31665 [3].

Условия проведения ГЖХ анализа: кварцевая капиллярная колонка: длина – 100 м, диаметр – 0,25 мм, нанесенная фаза – цианопротилфенилполисиллаксан. ПИД детектор, газ-носитель – азот, объем вводимой пробы – 1 мкл. Начальная температура термостата колонок – 140°C в течение 4 мин, затем программированный подъем температуры со скоростью 3 °C/мин до 180°C – изотермический режим в течение 40 мин. Программированный подъем температуры со скоростью 3 °C/мин до 240°C – изотермический режим в течение 25 мин.

Идентификацию отдельных компонентов проводили с использованием эталонных смесей метиловых эфиров жирных кислот Restek 35077 и Restek 35079, а также на основании известных литературных данных по индексам удерживания.

Количественное содержание жирных кислот в исследуемых образцах определяли методом внутренней нормализации с помощью пакета Unichrome®.

ЖКС растительных масел достаточно сложный, включает в себя основные кислоты, такие как олеиновая, пальмитиновая, миристиновая, стеариновая, лауриновая, эруковая, линолевая, γ -линоленовая, α -линоленовая, арахидоновая и др. Однако поскольку целью данной работы являлась оптимизация ЖКС по ω -3 (линолевая) и ω -6 (α -линоленовая), то основное внимание при изучении жирнокислотного состава было отведено содержанию именно этих кислот (табл. 1).

Таблица 1
Жирнокислотный состав растительных масел

Наименование образца (масла)	Линолевая, мас. %	α -Линоленовая, мас. %
Подсолнечное	60	1
Кукурузное	54	1
Рапсовое	29	6
Льняное	16	55

Исследование жирнокислотного состава природных масел показало, что ни одно из них не обладает сбалансированным составом полиненасыщенных жирных кислот, а следовательно, не может обеспечить поступление в организм человека необходимых жирных кислот в нужном количестве и правильном соотношении.

Установлено, что больше всего ПНЖК семейства ω -3 содержится в льняном и рапсовом масле, а семейства ω -6 – в подсолнечном и кукурузном.

Растительные масла с заданным сбалансированным составом жирных кислот можно получить методом смешения (купажирования).

В соответствии с рекомендациями Института питания соотношение ω -6 : ω -3 в рационе здорового человека должно быть 10 : 1, а для лечебного питания – от 3 : 1 до 5 : 1.

Для расчета составов многокомпонентных купажей масел специалистами МГУПП была предложена методика, учитывающая требуемое соотношение линолевой и линоленовой кислот, а также исходное содержание данных кислот в маслах. Расчет проводится по формулам (1) и (2):

$$\frac{m_a \cdot c_a^1 + m_b \cdot c_b^1}{m_a \cdot c_a^2 + m_b \cdot c_b^2} = 10; \quad (1)$$

$$m_a + m_b = 1, \quad (2)$$

где m_a , m_b – масса растительного масла, кг; c_a^1 , c_b^1 – концентрация линолевой кислоты в растительном масле, мас. %; c_a^2 , c_b^2 – концентрация линоленовой кислоты в растительном масле, мас. %.

На основании проведенных расчетов были предложены купажи масел, представленные в табл. 2.

Таблица 2
Составы купажей растительных масел

Купаж	Компоненты (масла)	Состав купажа, мас. %	ω -6 : ω -3
1	Рапсовое + подсолнечное	92 : 8	5,6 : 1
2	Рапсовое + кукурузное	92 : 8	5,5 : 1
3	Подсолнечное + льняное	91 : 9	9,6 : 1
4	Кукурузное + льняное	91 : 9	8,5 : 1
5	Подсолнечное + рапсовое + льняное	15 : 80 : 5	4,3 : 1

Далее определяли основные физико-химические показатели (кислотное (КЧ) и перекисное число (ПЧ)) полученных образцов купажей растительных масел (табл. 3) [4, 5].

Таблица 3
Физико-химические показатели купажей растительных масел

Купаж	Кислотное число, мг КОН/кг	Перекисное число, $\frac{1}{2}$ O ₂ моль/кг
1	0,2	2,3
2	0,2	3,0
3	0,4	2,3
4	0,4	2,5
5	0,4	2,9
Требования ТНПА, не более	0,6	10,0

Как видно из табл. 3, полученные результаты соответствуют требованиям, предъявляемым к смесям пищевых масел. Результаты проведенных исследований подтверждают возможность выпуска всех предложенных смесей растительных масел, поскольку они полностью соответствуют требованиям ТУ ВУ 190239501.136 «Масла растительные – смеси».

На основе полученных купажей в лабораторных условиях ОАО «Минский маргаринный завод» приготовлены майонезы 50%-ной жирности в количестве 200 г. Для этого была разработана рецептура, в которую входили купажи растительных масел (49%), яичный желток, молоко сухое, сахар (песок), соль поваренная пищевая, стабилизатор, уксусная кислота, ароматизатор натуральный «Масло эфирное горчичное», вода.

С целью изучения влияния изменения жировой фазы в разработанных майонезах, отличной от стандартной – масло подсолнечное рафинированное дезодорированное, на вкусовые качества проводилась органолептическая оценка качества майонезов. Для ее проведения использовался дескрипторно-профильный метод дегустационного анализа с учетом требований СТБ ИСО 6564 [6] и СТБ ИСО 11036 [7].

Объектами дегустации были 5 разработанных образцов, а в качестве контрольного образца – майонез из торговой сети, изготовленный на основе подсолнечного масла. В дегустации приняли участие 40 респондентов.

Дегустация проводилась в соответствии с нижеперечисленными этапами:

- составление панели дескрипторов для таких показателей качества майонеза, как внешний вид и консистенция, запах и вкус, цвет;
- построение «идеальных» профилей внешнего вида и консистенции, запаха и вкуса, цвета майонеза, приобретенного в торговой сети;
- оценка органолептических характеристик опытных образцов майонеза.

Чтобы составить панель дескрипторов для внешнего вида и консистенции, запаха и вкуса, цвета, была проведена идентификация характерных ощущаемых органолептических показателей качества на основании опыта ведущих специалистов ОАО «Минский маргариновый завод».

Из идентифицированных характерных ощущаемых органолептических показателей качества майонеза экспертным методом были выбраны наиболее значимые, которые вошли в панель дескрипторов (табл. 4).

Таблица 4

Панель дескрипторов для показателей качества майонеза

Показатели	Дескрипторы
Внешний вид и консистенция	Однородная
	Сметанообразная
	Плотная
	Жидкая
	Подвижная
Запах и вкус	Отсутствие вкраплений
	Острый
	Кислый
	Соленый
	Сладкий
	Пряный
	Горький
	Молочный
Посторонний привкус	
Цвет	Светло-желтый
	Желтый
	Кремовый
	Светло-кремовый
	Желтовато-кремовый
	Однородный

Органолептические показатели определяют в следующей последовательности: консистенция, внешний вид, цвет, запах, вкус.

При определении внешнего вида и цвета пробу майонеза массой не менее 30 г помеща-

ют в стеклянный стакан. Стакан устанавливают на листе белой бумаги и рассматривают при рассеянном дневном свете, определяя внешний вид, цвет и отмечая отсутствие или наличие посторонних включений.

При определении запаха и вкуса майонез в стеклянных банках предварительно перемешивают шпателем. Определение запаха майонеза проводят органолептически. При определении вкуса количество продукта должно быть достаточным для распределения по всей полости рта (3–10 г). Майонез держат во рту 5–10 с, не проглатывая, затем удаляют.

В соответствии с предпочтениями респондентов были созданы «идеальные» профили внешнего вида и консистенции, запаха и вкуса, цвета майонеза.

Интенсивность каждого дескриптора определяли с помощью 5-балльной шкалы, представленной в табл. 5.

Таблица 5

Балльная шкала определения интенсивности дескрипторов

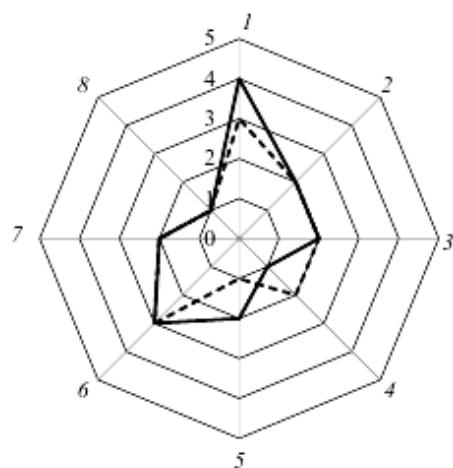
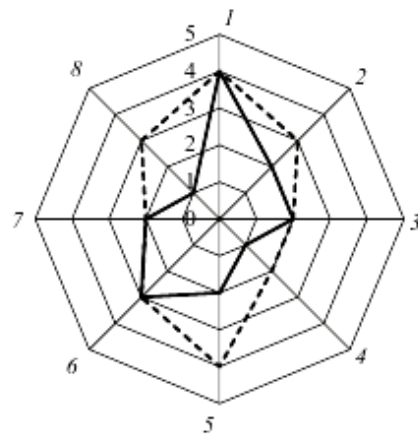
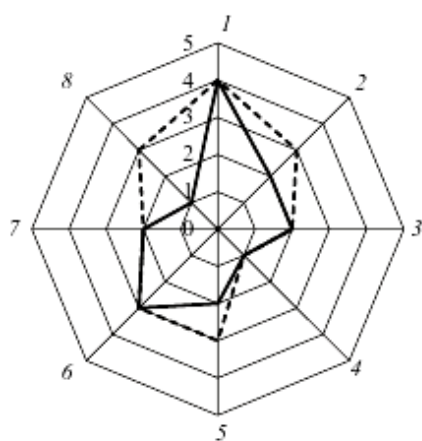
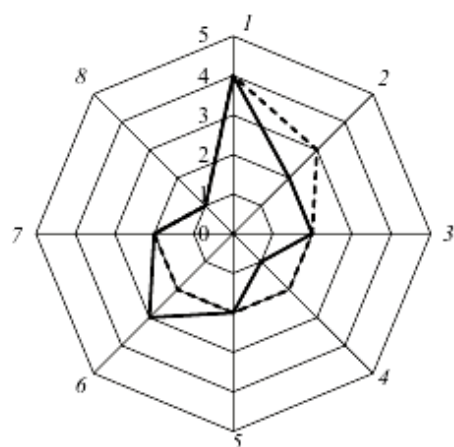
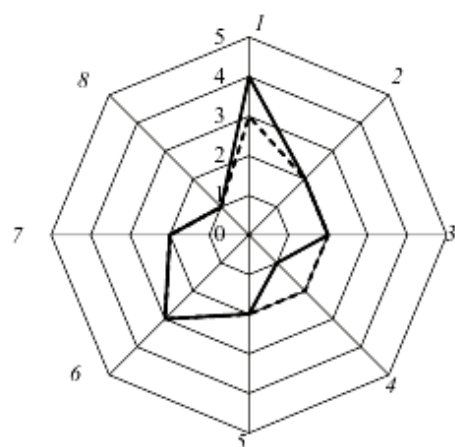
Балл	Описание
1	Признак отсутствует
2	Слабая интенсивность
3	Умеренная интенсивность
4	Сильная
5	Очень сильная интенсивность

Балльную оценку интенсивности дескрипторов рассчитывали как среднее значение из оценок дегустаторов.

На основании результатов определения интенсивности дескрипторов строили профили запаха и вкуса. Профили внешнего вида и консистенции и цвета не были построены, так как все образцы имели значения, близкие к «идеальному». Путем сравнения построенных профилей с «идеальными» выбирали наиболее оптимальные майонезы и на основании этого делали вывод о возможности применения разработанных купажей в качестве сырья для производства функциональных продуктов.

На рисунке представлены профилограммы запаха и вкуса «идеального» и опытных образцов майонеза.

Как видно из рисунка, представленные образцы получили достаточно высокие оценки, коррелируемые с контрольным образцом. Наиболее близкие результаты к профилю идеального образца получили майонезы 1 и 5. Следует отметить, что образцы 3 и 4, по мнению дегустаторов, имели более выраженную горечь, что обуславливается содержанием 9% льняного масла.



Профилограммы запаха и вкуса «идеального» (—) и опытных (---) майонезов:
 1 – кислый; 2 – острый; 3 – соленый; 4 – сладкий; 5 – горький; 6 – пряный;
 7 – молочный; 8 – посторонний привкус

Таблица 6

Физико-химические показатели майонезов

Номер образца майонеза	Массовая доля влаги, %, не более	Массовая доля жира, %, не менее	Кислотность в пересчете на уксусную кислоту, %, не более	Стойкость эмульсии, % неразрушенной эмульсии, не менее
1	36,86	50,1	0,27	99,5
2	37,38	50,2	0,27	99,0
3	37,13	50,2	0,30	98,5
4	35,21	50,2	0,27	99,0
5	36,54	50,1	0,27	99,0
Требования СТБ 2286	45,00	50,0	1,00	98,0

Таблица 7

Жирно-кислотный состав жировой фазы майонезов

Номер образца	Линолевая, мас. %	α -Линоленовая, мас. %	ω -6 : ω -3 фактическое	ω -6 : ω -3 ожидаемое
1	34	6	5,7 : 1	5,6 : 1
2	26	4,5	5,8 : 1	5,5 : 1
3	42	6,7	6,3 : 1	9,6 : 1
4	36	6	6 : 1	8,5 : 1
5	32	8	4 : 1	4,3 : 1

Значения физико-химических показателей майонезов представлены в табл. 6.

Полученные результаты соответствуют требованиям, предъявляемым к майонезам. Результаты проведенных исследований подтверждают возможность выпуска майонезов на всех предложенных купажах, поскольку они полностью соответствуют по физико-химическим показателям, установленным требованиям по СТБ 2286 [8].

Для определения ЖК состава майонезной продукции необходимо провести ее разделение на жировую и водную фазы. Для расслоения майонезной эмульсии использовали центрифугу с частотой вращения 7000 мин⁻¹.

Жирнокислотный состав жировой фазы майонезов определяли методом газожидкостной хроматографии (табл. 7).

Заключение. Таким образом, в результате работы разработаны новые функциональные майонезы со сбалансированным жирнокислотным составом. Полученные майонезы полностью соответствуют предъявляемым к ним физико-химическим показателям. Однако следует отметить некоторые органолептические особенности образцов майонезов 3 и 4 – горечь, обусловленная введением льняного масла, а также изменение их жирнокислотного состава. Майонезы 1 и 2 соответственно из рапсового-подсолнечного и рапсово-кукурузного масел, а также 5-й майонез на основе подсолнечного, рапсового и льняного масел имели органолептические показатели, схожие с контрольным образцом, а также прекрасно сохранили свой жирнокислотный состав, т. е. в процессе производства и хранения их функциональные свойства не утрачиваются.

Литература

1. Жировые продукты для здорового питания. Современный взгляд / Л. Г. Ипатова [и др.]. Москва, ДеЛи принт, 2009. 396 с.
2. Charpin R. S., McMurray D. N., Davidson L. A. Bioactive dietary long-chain fatty acids: Emerging mechanisms of action // *British Journal of Nutrition*. 2008. Vol. 100. P. 1152–1157.
3. Масла растительные и жиры животные. Получение метиловых эфиров жирных кислот: ГОСТ 31665–2012. Введ. 01.01.2014. М.: Стандартинформ, 2012. 12 с.
4. Масла растительные. Методы определения кислотного числа: ГОСТ Р 52110–2003. Введ. 01.06.2004. М.: Изд-во стандартов, 2003. 11 с.
5. Масла растительные. Методы измерения перекисного числа: ГОСТ 26593–85. Введ. 01.01.86. М.: Изд-во стандартов, 1986. 5 с.
6. Органолептический анализ. Методология. Методы профильного анализа флейвора: СТБ ИСО 6564–2007. Введ. 01.07.2007. Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь: БелГИСС, 2007. 12 с.

7. Органолептический анализ. Методология. Профиль текстуры: СТБ ИСО 11036–2007. Введ. 01.07.2007. Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь: БелГИСС, 2007. 24 с.

8. Майонезы и соусы майонезные. Общие технические условия: СТБ 2286–2012. Введ. 01.07.2013. Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь: БелГИСС, 2012. 20 с.

References

1. Ipatova L. G., Kochetkova A. A., Nechaev A. P., Tutel'yan V. A., Yegorova E. Yu., Zhukova E. E., Saratikov A. S. *Zhirovyye produkty dlya zdorovogo pitaniya. Sovremennyy vzglyad* [Fat products for a healthy diet. The modern view]. Moscow, DeLi print Publ., 2009. 396 p.

2. Chapkin R. S., McMurray D. N., Davidson L. A. Bioactive dietary long-chain fatty acids: Emerging mechanisms of action. *British Journal of Nutrition*, 2008, vol. 100, pp. 1152–1157.

3. GOST 31665–2012. Vegetable oils and animal fats. Preparation of methyl esters of fatty acids. Moscow, Standartinform Publ., 2012. 12 p. (In Russian).

4. GOST 26593–85. Vegetable oils. Method for determination of acid value. Moscow, Standartinform Publ., 2003. 11 p. (In Russian).

5. GOST 26593–85. Vegetable oils. Method for determination of peroxide value. Moscow, Standartinform Publ., 1986. 5 p. (In Russian).

6. STB ISO 6564–2007. Sensory analysis. Methodology. Methods of analysis of flavor profile. Minsk, The State Committee for Standardization of Belarus, BelGISS Publ., 2007. 12 p. (In Russian)

7. STB ISO 11036–2007. Sensory analysis. Methodology. Profile textures. Minsk, The State Committee for Standardization of Belarus, BelGISS Publ., 2007. 24 p. (In Russian).

8. STB 2286–2012. Mayonnaises and mayonnaise sauces. General specifications. Minsk, The State Committee for Standardization of Belarus, BelGISS Publ., 2012. 20 p. (In Russian).

Информация об авторах

Колногоров Кирилл Петрович – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры физико-химических методов сертификации продукции. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: kolnogorov@belstu.by

Ламоткин Сергей Александрович – кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры физико-химических методов сертификации продукции. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: jossby@rambler.ru

Башарова Александра Олеговна – студентка. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь).

Ильина Галина Николаевна – аспирант кафедры физико-химических методов сертификации продукции. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь).

Information about the authors

Kalnahorau Kirill Petrovich – PhD (Engineering), Senior Lecturer, Department of Physical-Chemical Methods of Products Certification. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: kolnogorov@belstu.by

Lamotkin Sergey Aleksandrovich – PhD (Chemistry), Assistant Professor, Assistant Professor, Department of Physical-Chemical Methods of Products Certification. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: jossby@rambler.ru

Basharova Aleksandra Olegovna – student. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus).

I'yina Galina Nikolaevna – PhD student, Department of Physical-Chemical Methods of Products Certification. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus).

Поступила 22.02.2016