

УДК 664.34:637.144

**А. Н. Никитенко, С. А. Ламоткин, М. И. Леснева,
А. В. Стрибуть, В. О. Мартинчик, Г. Н. Ильина**
Белорусский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕРМООБРАБОТКИ НА ОКИСЛИТЕЛЬНУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ КУПАЖЕЙ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

В статье приведены исследования купажей растительных масел со сбалансированным составом жирных кислот. Изучено влияние среды (азот, кислород воздуха) на окисление купажей при температуре 100°C. Установлено, что температурное воздействие на кукурузно-льняной, кукурузно-рыжиковый и подсолнечно-рыжиковый купажи в инертной среде и при доступе кислорода воздуха практически не влияет на органолептические показатели и соотношение ω -6 и ω -3 жирных кислот. Замедление процессов термоокисления в купажах растительных масел происходит при нагреве в инертной среде азота. Продолжительность термического воздействия на купажи растительных масел при доступе кислорода не должна превышать 6 ч. Составленные купажи растительных масел с оптимизированным составом полиненасыщенных жирных кислот могут быть использованы при разработке функциональных масложировых продуктов.

Ключевые слова: купаж, растительное масло, термоокисление, газожидкостная хроматография, полиненасыщенные жирные кислоты.

**A. N. Nikitenko, S. A. Lamotkin, M. I. Lesnyeva,
A. V. Stribut', V. O. Martinchik, G. N. Il'ina**
Belarusian State Technological University

RESEARCH OF THE INFLUENCE OF HEAT TREATMENT ON THE OXIDATIVE STABILITY OF LOSS OF VEGETABLE OILS IN VARIOUS ENVIRONMENTS

The article presents studies of blends of vegetable oils with a balanced composition of fatty acids. The effect of the medium (nitrogen, oxygen) on the oxidation of blends at a temperature of 100°C was studied. It has been established that temperature effects on corn-flaxseed, corn-no-rye and sunflower-and-rye blends in an inert environment and with the access of oxygen to air practically do not affect the organoleptic characteristics and the ratio of ω -6 and ω -3 fatty acids. The slowing down of thermo-oxidation processes in blends of vegetable oils occurs when heated in an inert atmosphere of nitrogen. The duration of thermal effects on blends of vegetable oils with access of oxygen should not exceed 6 hours. Composed blends of vegetable oils with an optimized composition of polyunsaturated fatty acids can be used in the development of functional oil and fat products.

Key words: blend, vegetable oil, thermooxidation, gas-liquid chromatography, polyunsaturated fatty acids.

Введение. Растительные масла представляют собой сложные многокомпонентные системы, которые в зависимости от вида различаются составом жирных кислот, фосфолипидов, каротиноидов, природных антиоксидантов и других физиологически активных соединений [1]. Одним из способов повышения биологической ценности жирового продукта является оптимизация его жирно-кислотного состава по содержанию и соотношению полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) [2].

Роль ПНЖК в жизнедеятельности организма определяется участием в качестве структурных элементов биологических мембран клеток в регулировании кровяного давления, обмена веществ, агрегации тромбоцитов. Также ПНЖК

влияют на обмен холестерина, стимулируя его окисление и выделение из организма; оказывают действие на стенки кровеносных сосудов; участвуют в обмене витаминов группы В; стимулируют защитные механизмы и устойчивость к инфекционным заболеваниям и другим повреждающим факторам. Особенно важной является роль ПНЖК в начале синтеза ряда высокоактивных соединений: простагландинов, тромбоксанов, лейкотриенов, липоксинов, протектинов [3–5].

Научно доказанным фактом считается отрицательное влияние избытка ПНЖК в рационе человека: жирные кислоты семейства арахидоновой кислоты ($C_{20:4}$, ω -6) подавляют синтез кислоты другого семейства – эйкоза-

пентаеновой ($C_{20:5}$, ω -3). Кроме того, повышенное содержание жирных кислот увеличивает риск возникновения воспалительных процессов в сосудах, сердечно-сосудистых заболеваний, бронхиальной астмы, аллергических ринитов [6].

Согласно «Требованиям к потреблению пищевых веществ и энергии для различных групп населения Республики Беларусь», содержание ПНЖК в рационе должно составлять 5–10% от калорийности суточного рациона [7]. ГУ НИИ питания РАМН оптимальным считает соотношение в суточном рационе ω -6 : ω -3 жирных кислот – 10 : 1. В случаях патологии липидного обмена рекомендуемое соотношение ω -6 : ω -3 ПНЖК может быть (3–5) : 1 [8].

Анализ статуса и особенностей питания современного человека позволяет сделать вывод о соотношении ω -6 к ω -3 жирных кислот в рационе от 10 : 1 до 30 : 1. Таким образом, существует вероятность постоянного дефицита ПНЖК семейства ω -3.

Результаты исследований жирно-кислотного состава природных масел на протяжении ряда лет указывают на отсутствие идеального масла, обеспечивающего поступление в организм человека необходимых жирных кислот в нужном количестве и правильном соотношении [9].

Одним из способов решения проблемы нехватки физиологических функциональных ингредиентов в питании человека является создание купажированных растительных масел с требуемым соотношением ω -6 и ω -3 жирных кислот [9].

Исследования ряда авторов указывают на то, что наиболее распространенными для составления купажей являются подсолнечное, рапсовое, кукурузное масла, в которых отмечено высокое содержание ω -6 кислот [9–11]. Несмотря на специфический вкус, широкое применение в качестве источника ω -3 кислот получили льняное и рыжиковое масла [12, 13].

Поскольку на безопасность пищевых продуктов воздействует ряд технологических параметров (температура, состав среды и др.), целью данной работы было изучение влияния температурного воздействия на окисление купажей растительных масел со сбалансированным жирно-кислотным составом в условиях инертной среды и в присутствии кислорода воздуха.

Основная часть. В качестве базовых для составления купажей были использованы масла, произведенные в Республике Беларусь: подсолнечное (рафинированное дезодорированное высшего сорта), кукурузное (рафинированное дезодорированное). Также для создания купа-

жей применяли льняное (нерафинированное высшего сорта), рыжиковое (нерафинированное пищевое) масла с высоким содержанием α -линоленовой кислоты [9].

В растительных маслах и их купажах исследовали:

– жирно-кислотный состав методом газожидкостной хроматографии на приборе «Хроматэк Кристалл 5000», оснащенный ПИД-детектором, кварцевой капиллярной колонкой длиной 100 м, диаметром 0,25 мм, с нанесенной фазой – цианопропилфенилполисилоксан, газ-носитель – азот, объем вводимой пробы – 1 мкл по ГОСТ 30418 [14]; приготовление метиловых эфиров жирных кислот – по ГОСТ 31665 [15]. Начальная температура термостата колонок – 140°C в течение 4 мин, затем программированный подъем температуры со скоростью 3°C/мин до 180°C – изотермический режим на протяжении 40 мин. Далее программированный подъем температуры со скоростью 3°C/мин до 240°C – изотермический режим в течение 25 мин. Идентификацию компонентов выполняли с помощью эталонных смесей жирных кислот, по индексам удерживания на основе литературных данных. Количественное определение жирных кислот в исследуемых образцах проводили методом внутренней нормализации с использованием программного обеспечения Unichrome®;

– органолептические показатели: цвет (в проходящем и отраженном свете на белом фоне), вкус (при 40°C), запах (при температуре не ниже 50°C) комиссией в составе четырех обученных дегустаторов по 5-балльной шкале, основываясь на принципах, изложенных в СТБ ИСО 6564, ГОСТ Р 5496 и ГОСТ ISO 11037 [16–18];

– физико-химические показатели: кислотное число – титриметрическим методом по ГОСТ 31933 [19], перекисное число – по СТБ ГОСТ Р 51487 [20].

Для оценки влияния среды на процессы, протекающие при нагревании купажей масел, образцы подвергали активному аэрированию в стеклянных пробирках азотом и кислородом со скоростью 100 см³/мин. Исследование термоокисления купажей проводили при температуре 100°C в течение 8 ч. Пробы для испытаний отбирали каждые 2 ч. Такой температурный режим был выбран как наиболее характерный для большинства технологических процессов [1, 2, 9].

Основываясь на существующих рекомендациях [9, 21], перед составлением купажей выполнены исследования жирно-кислотного состава растительных масел. Результаты исследований состава жирных кислот приведены в табл. 1.

Таблица 1

Жирно-кислотный состав растительных масел и их купажей

Наименование жирной кислоты	Содержание жирных кислот, мас. %					
	кукурузное масло	льняное масло	рыжиковое масло	кукурузно-льняной купаж	кукурузно-рыжиковый купаж	подсолнечно-рыжиковый купаж
Гексадекановая (пальмитиновая) C _{16:0}	3,6	5,8	5,6	7,2	5,3	6,0
Октадекановая (стеариновая) C _{18:0}	1,4	2,6	3,3	1,7	2,0	3,0
Октадеценная (олеиновая) C _{18:1}	34,0	20,0	18,0	30,0	30,4	25,2
Октадекадиеновая (линолевая) C _{18:2}	52,0	22,0	24,0	51,0	49,0	55,0
Октадекатриеновая (линоленовая) C _{18:3α}	3,0	47,0	37,7	5,6	6,9	5,5
Докозеновая кислота (эруковая) C _{22:1}	–	–	2,1	0,1	0,3	0,2
Неидентифицированные соединения	6,0	2,6	9,3	4,4	6,1	4,8
Соотношение ω -6 : ω -3	17 : 1	1 : 2,1	1 : 1,5	9,1 : 1	7,1 : 1	10 : 1

Как видно из представленных данных (табл. 1), жирно-кислотный состав масел в основном обусловлен наличием пальмитиновой, стеариновой, олеиновой и линолевой кислот. Результаты газохроматографических исследований показали, что наибольшее количество линолевой кислоты содержится в кукурузном, а линоленовой – в льняном и рыжиковых маслах. Полученные результаты о составе растительных масел коррелируют с известными литературными сведениями [2]. Однако ни одно из изученных масел не соответствовало рекомендациям [8] по соотношению ω -6 к ω -3 жирных кислот.

Поэтому далее был выполнен расчет состава двухкомпонентных купажей масел. Для этого использовалась методика, учитывающая требуемое соотношение ω -6 к ω -3 ПНЖК, исходя из их исходного содержания в маслах [9].

Расчет состава купажей показал, что для достижения оптимального соотношения ПНЖК необходимо обеспечить следующее количество масел в купажах: кукурузное и льняное – 95 : 5, кукурузное и рыжиковое – 81,4 : 18,6, подсолнечное и рыжиковое – 86 : 14. Сравнение количественного содержания растительных масел в купажах с данными А. Н. Скорюкина и О. В. Табакаевой [12, 13] показало, что соотношения близки.

При составлении купажей смешивание растительных масел выполняли поэтапно, добавляя каждое из них при скорости вращения мешалки не менее 100 об/мин, температуре 35–40°C в течение 15 мин.

Результаты исследования состава жирных кислот триглицеридов купажей растительных масел приведены в табл. 1.

Как видно из данных, представленных в табл. 1, купажирование растительных масел позволило получить образцы с содержанием линолевой и линоленовой кислот на уровне (53 ± 3) мас. % и (6 ± 1) мас. % соответственно, а также обеспечить соотношение ω -6 и ω -3 жирных кислот, удовлетворяющее рекомендуемому (5–10) : 1 для питания людей [8].

Органолептическая оценка составленных купажей показала, что их цвет, вкус, запах соответствовали требованиям, предъявляемым к растительным маслам. Образцы масел были прозрачными, светло-желтого цвета. Результаты оценки запаха и вкуса купажей растительных масел отражены на рис. 1, 2.

Как видно из профилограмм (рис. 1, 2), травянистый аромат был характерен для подсолнечно-рыжикового купажа, в то время как при оценке вкуса данный дескриптор практически не проявлялся. Горький и травянистый вкус в слабой степени присутствовали в кукурузно-рыжиковом купаже. Термоокисление купажей при температуре 100°C в различных средах в течение 8 ч практически не повлияло на изменение органолептических показателей.

Также изменение качества купажей растительных масел после нагревания в среде азота и в присутствии кислорода воздуха оценивали по показателям кислотного и перекисного чисел (рис. 3, 4) и содержанию жирных кислот (табл. 2).

При нагревании купажей растительных масел в инертной среде наиболее интенсивно увеличение перекисного (рис. 3, а) и кислотного (рис. 3, б) чисел происходило в подсолнечно-

рыжиковом купаже (на 74 и 108% соответственно), но не превысило нормируемых значений ТР ТС 024/2011 [22].

В большей степени образование первичных продуктов окисления липидов купажей растительных масел наблюдалось при нагревании в среде, содержащей кислород (рис. 4). Самая вы-

сокая скорость роста перекисного числа была характерна для подсолнечно-рыжикового купажа, поэтому предельное установленное значение было превышено на 30%. Тогда как кислотное число интенсивнее возрастало в кукурузно-льняном купаже и за период исследования достигло нормативного значения (0,6 мг КОН/кг).

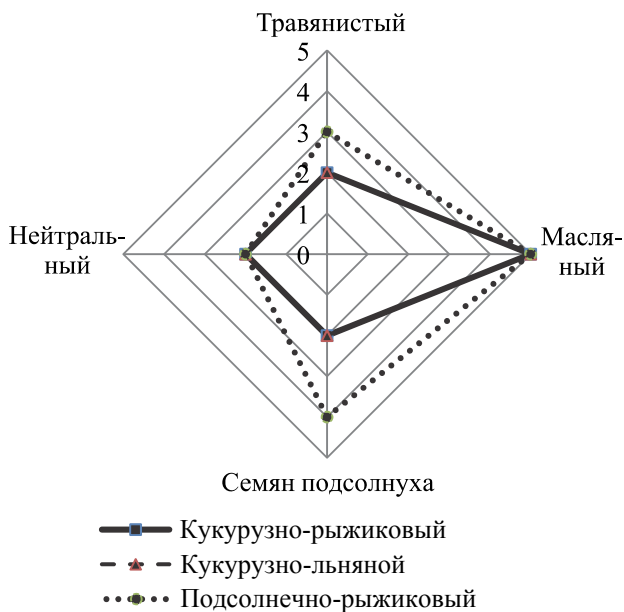


Рис. 1. Профилограмма органолептической оценки запаха купажей растительных масел

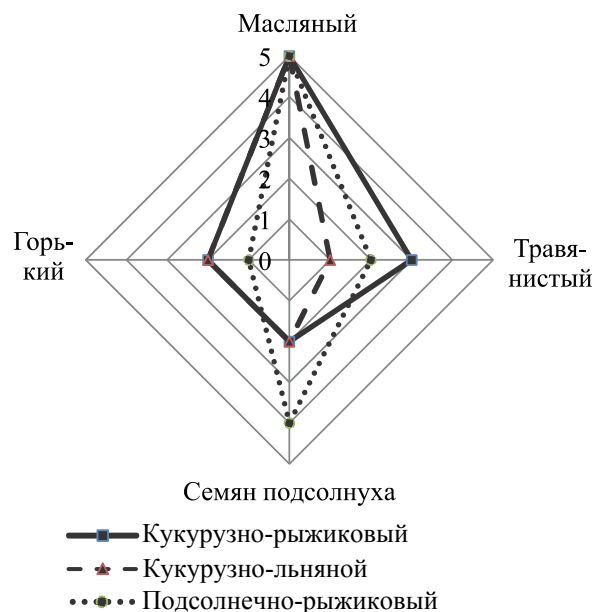
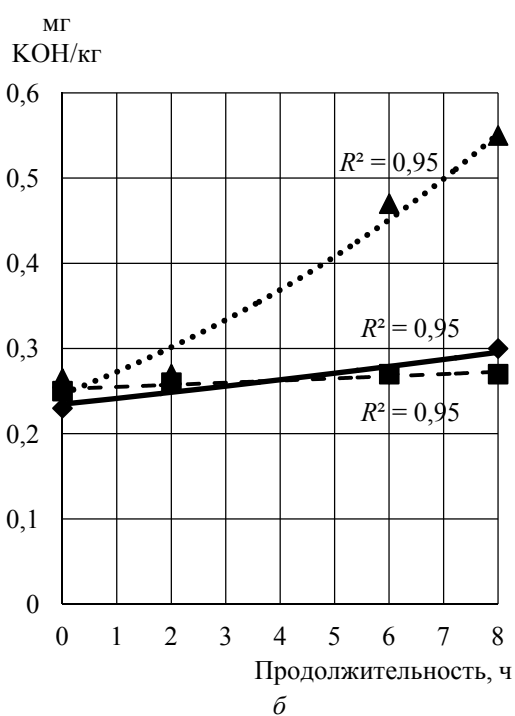
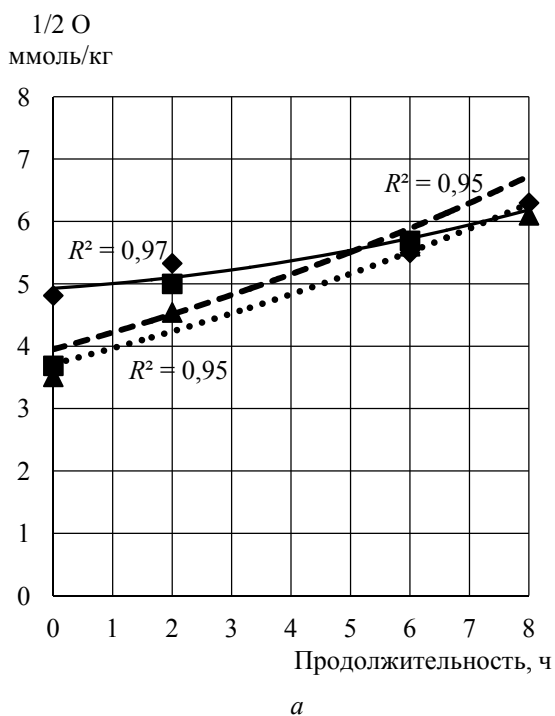


Рис. 2. Профилограмма органолептической оценки вкуса купажей растительных масел



◆ Кукурузно-льняной ■ Кукурузно-рыжиковый ▲ Подсолнечно-рыжиковый

Рис. 3. Изменение содержания перекисного (а) и кислотного (б) чисел при термическом окислении купажей растительных масел в инертной среде

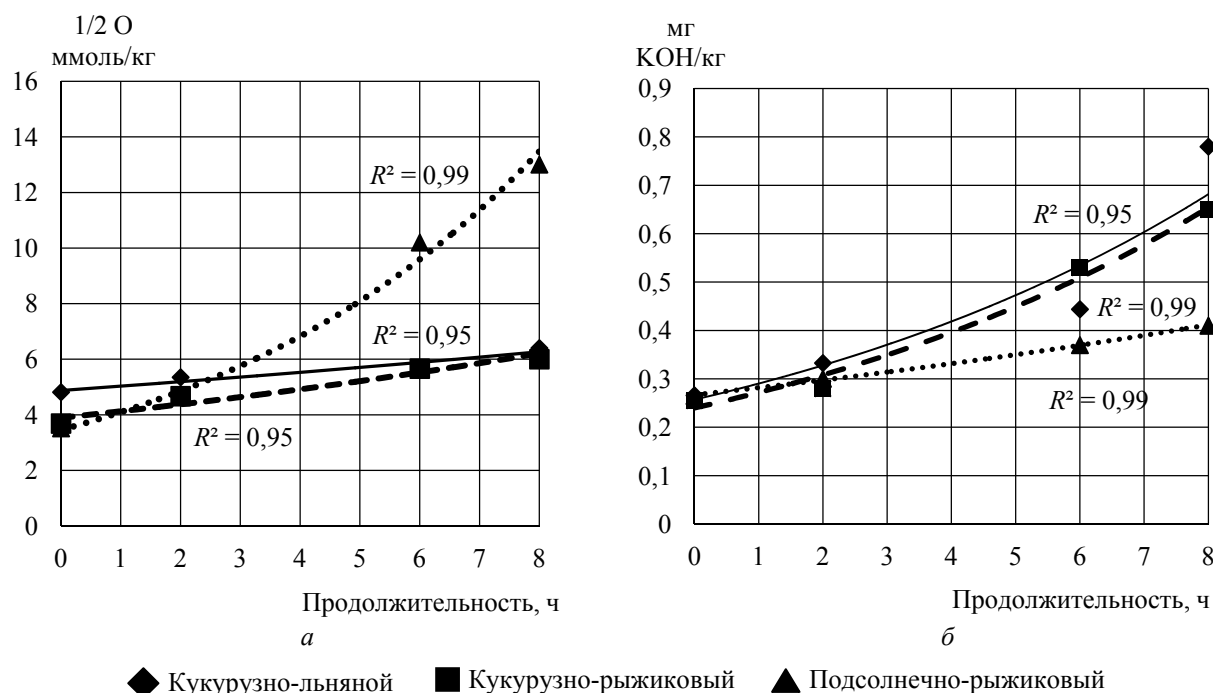


Рис. 4. Изменение содержания перекисного (а) и кислотного (б) чисел при термическом окислении купажей растительных масел в среде, содержащей кислород

Таблица 2

Жирно-кислотный состав купажей растительных масел после термического окисления (8 ч)

Наименование жирной кислоты	Содержание жирных кислот, мас. %		
	кукурузно-льняной купаж после обработки	кукурузно-рыжиковый купаж после обработки	подсолнечно-рыжиковый купаж после обработки
Гексадекановая (пальмитиновая) C _{16:0}	7,2	5,3	6,0
Октадекановая (стеариновая) C _{18:0}	1,7	2,0	3,0
Октадеценовая (олеиновая) C _{18:1}	30,0	30,0	25,0
Октадекадиеновая (линолевая) C _{18:2}	50,0	48,0	55,0
Октадекатриеновая (линоленовая) C _{18:3α}	5,0	6,0	5,0
Докозеновая кислота (эруковая) C _{22:1}	0,1	0,3	0,2
Неидентифицированные соединения	6,0	8,4	5,8
Соотношение ω-6 : ω-3	10 : 1	8 : 1	10 : 1

Исследования состава жирных кислот (табл. 2) после термического окисления показали, что в течение 8 ч обработки в инертной среде и в присутствии кислорода воздуха существенных изменений содержания жирных кислот не было. Это указывает на тот факт, что окисление ненасыщенных жирных кислот в условиях эксперимента не произошло. Соотношение ω-6 и ω-3 ПНЖК осталось на рекомендуемом для сбалансированного питания уровне.

Закключение. Проведенные экспериментальные исследования позволили сделать следующие выводы. Нагрев в инертной среде азота приводит к замедлению процессов термоокисления купажей растительных масел. Продолжительность нагревания купажей при доступе кислорода не

должна превышать 6 ч, так как после этого периода времени наблюдается резкий подъем содержания первичных и вторичных продуктов окисления, а значения показателей перекисного и кислотного чисел превышают предельно допустимые. Нагревание в инертной среде и при доступе кислорода воздуха практически не влияет на соотношение ω-6 и ω-3 жирных кислот.

Кукурузно-льняной, кукурузно-рыжиковый и подсолнечно-рыжиковый купажи растительных масел перспективно использовать для производства сбалансированных по составу ПНЖК эмульсионных, жировых и молочных продуктов, смесей растительных масел, маргаринов, спредов, майонезов, соусов на основе растительных масел и др.

Литература

1. Пищевая химия / А. П. Нечаев [и др.]. СПб.: ГИОРД, 2001. 592 с.
2. О'Брайен Р. Жиры и масла. Производство, состав и свойства, применение. СПб.: Профессия, 2007. 752 с.
3. Jequier E. Leptin signaling, adiposity, and energy balance // *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2002. Vol. 967, no. 6. P. 379–388.
4. Fetterman J. W., Zdanowicz M. M. Therapeutic potential of n-3 polyunsaturated fatty acids in disease // *American Journal of Health-System Pharmacy*. 2009. Vol. 66, no. 13. P. 1169–1179.
5. Myhrstad M. C. W., Retterstol K., Telle-Hansen V. H. Effect of marine n-3 fatty acids on circulating inflammatory markers in healthy subjects and subjects with cardiovascular risk factors // *Inflammation Research*. 2011. Vol. 60, no. 4. P. 309–319.
6. Смолянский Б. Л., Лифляндский В. Г. Диетология. Новейший справочник для врачей. СПб.: Сова; М.: Изд-во «Эксмо», 2003. 816 с.
7. Об утверждении санитарных норм, правил и гигиенических нормативов «Требования к потреблению пищевых веществ и энергии для различных групп населения Республики Беларусь»: постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 12.11.2012, № 180 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. 2012. № 8/25580.
8. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 36 с.
9. Жировые продукты для здорового питания. Современный взгляд / Л. Г. Ипатова [и др.]. М.: ДеЛи принт, 2009. 396 с.
10. Степычева Н. В., Фудько А. А. Купажированные растительные масла с оптимизированным жирно-кислотным составом // *Химия растительного сырья*. 2011. № 2. С. 27–33.
11. Нечаев А. П., Кочеткова А. А. Растительные масла функционального назначения // *Масло-жировая промышленность*. 2005. № 3. С. 20–21.
12. Скорюкин А. Н. Технология получения и применения купажированных жировых продуктов с оптимальным составом ПНЖК: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.06. М., 2004. 24 с.
13. Табакаева О. В., Каленик Т. К. Обогащенные растительные масла с оптимизированным жирнокислотным составом // *Масло-жировая промышленность*. 2007. № 2. С. 34–35.
14. Масла растительные. Метод определения жирнокислотного состава: ГОСТ 30418–96. Введ. 01.01.1998. Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1998. 5 с.
15. Масла растительные и жиры животные. Получение метиловых эфиров жирных кислот: ГОСТ 31665–2012. Введ. 01.02.2015. Минск: Гос. комитет по стандартизации Респ. Беларусь, 2015. 12 с.
16. Органолептический анализ. Методология. Методы профильного анализа флейвора: СТБ ИСО 6564-2007. Введ. 01.07.2007. Минск: Гос. комитет по стандартизации Респ. Беларусь, 2007. 12 с.
17. Органолептический анализ. Методология. Обучение испытателей обнаружению и распознаванию запахов: ГОСТ ISO 5496–2014. Введ. 01.06.2017. Минск: Гос. комитет по стандартизации Респ. Беларусь, 2014. 20 с.
18. Органолептический анализ. Руководство по оценке цвета пищевых продуктов: ГОСТ ISO 11037–2013. Введ. 01.03.2016. Минск: Гос. комитет по стандартизации Респ. Беларусь, 2014. 20 с.
19. Масла растительные. Методы определения кислотного числа: ГОСТ 31933–2012. Введ. 01.02.2012. Минск: Гос. комитет по стандартизации Респ. Беларусь, 2012. 12 с.
20. Масла растительные и жиры животные. Метод определения перекисного числа: СТБ ГОСТ Р 51487–2001. Введ. 01.11.2002. Минск: Гос. комитет по стандартизации Респ. Беларусь, 2002. 12 с.
21. Бондаренко Ж. В., Эмелло Г. Г., Хованская О. И. Влияние термообработки на устойчивость к окислению и жирнокислотный состав смеси растительных масел // *Труды БГТУ*. 2016. № 4: Химия, технология орган. в-в и биотехнология. С. 162–166.
22. Технический регламент на масложировую продукцию: ТР ТС 024/2011. Введ. 01.07.2013. М.: Комиссия Таможенного союза, 2011. 28 с.

References

1. Nechaev A. P., Traubenberg S. E., Kochetkova A. A., Kolpakova V. V., Vitol I. S., Kobeleva I. B. *Pishchевaya khimiya* [Food chemistry]. St. Petersburg, GIORД Publ., 2001. 592 p.
2. O'Brayen R. *Zhiry i masla. Proizvodstvo, sostav i svoystva, primeneniye* [Fats and oils. Production, composition and properties, application]. St. Petersburg, Professiya Publ., 2007. 752 p.

3. Jequier E. *Leptin signaling, adiposity, and energy balance. Annals of the New York Academy of Sciences*, 2002, vol. 967, no. 6, pp. 379–388.
4. Fetterman J. W., Zdanowicz M. M. Therapeutic potential of n-3 polyunsaturated fatty acids in disease. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 2009, vol. 66, no. 13, pp. 1169–1179.
5. Myhrstad M. C. W., Retterstol K., Telle-Hansen V. H. Effect of marine n-3 fatty acids on circulating inflammatory markers in healthy subjects and subjects with cardiovascular risk factors. *Inflammation Research*, 2011, vol. 60, no. 4, pp. 309–319.
6. Smolyanskiy B. L., Lifyanskiy V. G. *Dietologiya. Noveyshiy spravochnik dlya vrachey* [Dietology. The newest reference for doctors]. St. Petersburg, Sova Publ.; Moscow, Eksmo Publ., 2003. 816 p.
7. On the Approval of Sanitary Norms, Regulations and Hygienic Norms „Requirements for the consumption of nutrients and energy for different groups of the population of the Republic of Belarus”. *Natsional'nyy reestr pravovykh aktov Respubliki Belarus'* [National register of legal acts of the Republic of Belarus], 2012, no. 8/25580.
8. *Normy fiziologicheskikh potrebnostey v energii i pishchevykh veshchestvakh dlya razlichnykh grupp naseleniya Rossiyskoy Federatsii. Metodicheskiye rekomendatsii* [Norms of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation. Guidelines]. Moscow, Federal'nyy tsentr gigieny i epidemiologii Rospotrebnadzora Publ., 2009. 36 p.
9. Ipatova L. G., Kochetkova A. A., Tutel'yan V. A., Nechaev A. P. *Zhirovyye produkty dlya zdorovogo pitaniya. Sovremennyy vzglyad* [Fat products for a healthy diet. Modern look]. Moscow, DeLi print Publ., 2009. 396 p.
10. Stepycheva N. V., Fud'ko A. A. Blended vegetable oils with an optimized fatty acid composition. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of plant materials], 2011, no. 2, pp. 27–33 (In Russian).
11. Nechaev A. P., Kochetkova A. A. Functional vegetable oils. *Maslozhirovaya promyshlennost'* [Fat-and-oil industry], 2005, no. 3, pp. 20–21 (In Russian).
12. Skoryukin A. N. *Tekhnologiya polucheniya i primeneniya kupazhirovannykh zhirovyykh produktov s optimal'nyim sostavom PNZhK. Avtoref. dis. kand. tekhn. nauk* [The technology of production and application of blended fatty products with the optimal composition of PUFA. Abstract of thesis cand. of tech. sci.]. Moscow, 2004. 24 p.
13. Tabakaeva O. V., Kalenik T. K. Enriched vegetable oils with an optimized fatty acid composition. *Maslozhirovaya promyshlennost'* [Fat-and-oil industry], 2007, no. 2, pp. 34–35 (In Russian).
14. GOST 30418–96. Vegetable oils. Method for determination of fatty acid composition. Minsk, Mezhsudarstvennyy sovet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii Publ., 1998. 5 p. (In Russian).
15. GOST 31665–2012. Vegetable oils and animal fats. Preparation of fatty acid methyl esters. Minsk, Gosudarstvennyy komitet po standartizatsii Respubliki Belarus' Publ., 2015. 12 p. (In Russian).
16. STB ISO 6564–2007. Organoleptic analysis. Methodology. Flavor profile analysis methods. Minsk, Gosudarstvennyy komitet po standartizatsii Respubliki Belarus' Publ., 2007. 12 p. (In Russian).
17. GOST ISO 5496–2014. Organoleptic analysis. Methodology. Tester training in odor detection and recognition. Minsk, Gosudarstvennyy komitet po standartizatsii Respubliki Belarus' Publ., 2014. 20 p. (In Russian).
18. GOST ISO 11037–2013. Organoleptic analysis. Food color assessment guide. Minsk, Gosudarstvennyy komitet po standartizatsii Respubliki Belarus' Publ., 2014. 20 p. (In Russian).
19. GOST 31933–2012. Vegetable oils. Methods for determining the acid number. Minsk, Gosudarstvennyy komitet po standartizatsii Respubliki Belarus' Publ., 2012. 12 p. (In Russian).
20. STB GOST R 51487–2001. Vegetable oils and animal fats. Method for determining the peroxide value. Minsk, Gosudarstvennyy komitet po standartizatsii Respubliki Belarus' Publ., 2002. 12 p. (In Russian).
21. Bondarenko Zh. V., Emello G. G., Khovanskaya O. I. Effect of heat treatment on oxidation stability and fatty acid composition of vegetable oil mixture. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2016, no. 4: Chemistry, Organic Substances Technology and Biotechnology, pp. 162–166 (In Russian).
22. TR TS 024/2011. Technical regulations for oil and fat products. Moscow, Komissiya Tamozhenno-go soyuza Publ., 2011. 28 p. (In Russian).

Информация об авторах

Никитенко Анастасия Николаевна – кандидат технических наук, доцент кафедры физико-химических методов сертификации продукции. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: dennast9@mail.ru

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

Леснева Марина Игоревна – студентка. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: margesha@tut.by

Стрибуть Александр Викторович – студент. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: brigantina666@mail.ru

Мартинчик Вероника Олеговна – студентка. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: veronika_martinchik@mail.ru

Ильина Галина Николаевна – аспирант. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: jossby@rambler.ru

Information about the authors

Nikitenko Anastasiya Nikolaevna – PhD (Engineering), Assistant Professor, the Department of Physical and Chemical Methods for Products Certification. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: dennast9@mail.ru

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

Lesnyeva Marina Igorevna – student. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: margesha@tut.by

Stribut' Aleksandr Viktorovich – student. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: brigantina666@mail.ru

Martinchik Veronika Olegovna – student. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: veronika_martinchik@mail.ru

I'ina Galina Nikolaevna – PhD student. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: jossby@rambler.ru

Поступила 05.11.2018