

УДК 664.2:665.3

[https://doi.org/10.47612/2073-4794-2022-15-3\(57\)-13-22](https://doi.org/10.47612/2073-4794-2022-15-3(57)-13-22)

Поступила в редакцию 24.06.2022

Received 24.06.2022

**Е. М. Моргунова, А. В. Пчельникова, В. Н. Бабодей***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь***РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ МАСЛА РАСТИТЕЛЬНОГО - СМЕСИ, ОПТИМИЗИРОВАННОГО ПО ЖИРНОКИСЛОТНОМУ СОСТАВУ**

**Аннотация:** В статье представлены результаты исследований по разработке рецептурных композиций масла растительного - смеси с оптимизированным соотношением жирных кислот для здоровых людей и для питания людей с избыточной массой тела, отвечающих современным требованиям рационального питания.

**Ключевые слова:** масла растительные - смеси, рапсовое масло, подсолнечное масло, льняное масло, жирнокислотный состав, купажирование.

**A. M. Marhunova, A. V. Pchelnikova, V. N. Babodey***RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus», Minsk, Republic of Belarus***DEVELOPMENT OF THE RECIPE COMPOSITION OF VEGETABLE OIL - MIXTURE, OPTIMIZED BY FATTY ACID CONTENT**

**Abstract.** The article presents the results of research on the development of prescription compositions of vegetable oil-a mixture with an optimized ratio of fatty acids for healthy people and for the nutrition of people with overweight, meeting modern requirements of rational nutrition.

**Key words:** vegetable oils-mixtures, rapeseed oil, sunflower oil, linseed oil, fatty acid composition, blending.

**Введение.** Одной из основных задач в сфере производства жировых продуктов функционального назначения является обеспечение необходимого соотношения эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), в первую очередь  $\alpha$ -линоленовой и линолевой, которые являются предшественниками в синтезе целого ряда регуляторных соединений в организме человека [1-4]. По данным диетологов, рекомендуемое соотношение в рационе  $\omega$ -6 к  $\omega$ -3 составляет для здорового человека 10:1, для лечебного питания — от 3:1 до 5:1 [5-7]. При этом соотношение мононенасыщенных жирных кислот к полиненасыщенным (МНЖК:ПНЖК) должно составлять 1:1 [5].

Так как индивидуальные растительные масла не обеспечивают рекомендованное специалистами соотношение жирных кислот, то для получения растительных масел, соответствующих требованиям здорового питания, необходимо разрабатывать продукты, сбалансированные по жирно-кислотному составу.

Одним из методов оптимизации жирнокислотного состава растительных масел является их смешивание (купажирование) в различных соотношениях. При этом в составе масел-смесей используют как рафинированные, так и нерафинированные растительные масла, как источники биологически активных соединений [8, 9].

**Цель работы** — разработка рецептурных композиций растительных масел-смесей, оптимизированных по жирнокислотному составу с учетом современных представлений о рациональном питании.

**Материалы и методы исследований.** Объектами исследования являлись изготавливаемые в Республике Беларусь растительные масла: масло рапсовое рафинированное дезодориро-

ванное марки П по СТБ 1486 [10] (ОАО «Минский маргаринный завод»), масло подсолнечное рафинированное дезодорированное вымороженное марки П по ГОСТ 1129 [11] (ОАО «Минский маргаринный завод»), масло льняное нерафинированное «Элитное» (ООО «Клуб «Фарм-Эко») по ТУ ВУ 290340416.007.

Подсолнечное масло — наиболее востребованное растительное масло в нашей стране. Его используют для большинства кулинарных нужд. В подсолнечном масле содержится до 74% линолевой кислоты [12].

Рапсовое масло наряду с подсолнечным является одним из наиболее потребляемых в мире. Благодаря современной селекции масло рапса давно применяется в пищевых целях. Оно характеризуется наиболее сбалансированным из отечественных растительных масел соотношением полиненасыщенных и мононенасыщенных жирных кислот.

Льняное масло богато линоленовой кислотой. Содержание ее может достигать 68% [12]. Льняное масло «Элитное» ООО «Клуб «Фарм-Эко» вырабатывается из семян масличного льна особой селекции — «белого» льна. «Белый» лен содержит больше лигнанов и полифенолов, обладающих повышенной антиоксидантной активностью. На этом свойстве основано использование семян данного льна в лечении атеросклероза и коронарной сердечной недостаточности. Лигнаны также обладают антивирусными, антибактериальными и противогрибковыми свойствами [13].

Методы исследования применяли общепринятые согласно требованиям теххимического контроля: органолептические показатели растительного масла определяли по ГОСТ 5472 [14]; перекисное число растительного масла — по СТБ ГОСТ Р 51487 [15]; кислотное число — по ГОСТ 31933 [16]; установление жирнокислотного состава растительных масел осуществляли методом газовой хроматографии по ГОСТ 31663 [17]; устойчивость к окислению растительных масел — методом ускоренного окисления по ГОСТ 31758 [18].

**Результаты и их обсуждение.** На первом этапе исследований изучен фактический жирнокислотный состав исходных растительных масел. Как видно из данных, представленных в табл. 1, наибольшее количество линолевой кислоты содержится в подсолнечном масле (54,3%),  $\alpha$ -линоленовой жирной кислоты — в льняном масле (35,7%). Исходя из рекомендованного диетологами соотношения жирных кислот, наиболее сбалансированным по жирнокислотному составу является рапсовое масло.

**Таблица 1. Жирнокислотный состав растительных масел**  
**Table 1. Fatty acid composition of vegetable oils**

Наименование жирной кислоты	Содержание жирных кислот, %		
	Масло рапсовое рафинированное дезодорированное (РМ)	Масло подсолнечное рафинированное дезодорированное вымороженное (ПМ)	Масло льняное нерафинированное «Элитное» (ЛМ)
Пальмитиновая (C <sub>16:0</sub> )	4,7	5,6	5,4
Пальмитолеиновая (C <sub>16:1</sub> )	0,2	0,1	0,1
Стеариновая (C <sub>18:0</sub> )	1,6	2,2	3,9
Олеиновая (C <sub>18:1</sub> )	62,1	36,5	17,9
<b>Линолевая (<math>\omega</math>-6) (C<sub>18:2</sub>)</b>	<b>23,2</b>	<b>54,3</b>	<b>36,9</b>
<b><math>\alpha</math>-Линоленовая (<math>\omega</math>-3) (C<sub>18:3</sub>)</b>	<b>7,1</b>	<b>0,3</b>	<b>35,7</b>
Арахидиновая (C <sub>20:0</sub> )	0,4	0,2	0,1
Гондоиновая (C <sub>20:1</sub> )	0,6	0,3	-
Бегеновая (C <sub>22:0</sub> )	-	0,4	-
Эруковая (C <sub>22:1</sub> )	-	-	-
<b>Соотношение <math>\omega</math>-6:<math>\omega</math>-3</b>	<b>3:1</b>	<b>181:1</b>	<b>1:1</b>
<b>Соотношение МНЖК: ПНЖК</b>	<b>2:1</b>	<b>0,7:1</b>	<b>0,2:1</b>

Следует отметить, что содержание линолевой и  $\alpha$ -линоленовой кислоты в исследуемом образце льняного масла «Элитное» отличается от общепринятых показателей, указанных в ГОСТ 30623 [12] (табл. 2). Содержание линолевой кислоты в исследуемом образце масла практически в 2,5 раза превышает среднестатистические значения характерные для масла, полученного из семян обычного льна, содержание линоленовой — в 1,6 раза ниже. Данная особенность является характерным признаком некоторых сортов «белого» льна, селекция

которого направлена на увеличение продолжительности хранения продуктов его переработки [13, 19].

**Т а б л и ц а 2. Жирнокислотный состав льняного масла по ГОСТ 30623**  
**Table 2. Fatty acid composition of linseed oil according to GOST 30623**

Наименование жирной кислоты	Содержание жирных кислот, %
C <sub>16:0</sub> Гексадекановая (пальмитиновая)	3,6-7,2
C <sub>16:1</sub> Гексадеценовая (пальмитолеиновая)	До 0,2
C <sub>18:0</sub> Октадекановая (стеариновая)	2,5-5,5
C <sub>18:1</sub> Октадеценовая (олеиновая)	11,3-24,0
C <sub>18:2</sub> Октадекадиеновая (линолевая)	10,4-18,7
C <sub>18:3</sub> Октадекатриеновая (линоленовая)	48,5-68,5
C <sub>20:0</sub> Эйкозановая (арахиновая)	До 0,2
C <sub>20:1</sub> Эйкозеновая (гондоиновая)	До 0,2
C <sub>22:0</sub> Докозановая (бегеновая)	До 0,2

Исходной величиной, на которую следует ориентироваться при создании новых видов пищевой продукции, сбалансированных по основным пищевым веществам, являются нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения [5, 20, 21], а также значения рекомендуемого суточного потребления основных пищевых веществ и энергии [22], представленные в табл. 3.

**Т а б л и ц а 3. Рекомендуемое суточное потребление основных пищевых веществ и энергии для взрослых в целях нанесения маркировки пищевой продукции (Референсные значения)**

**Table 3. Recommended daily intake of essential nutrients and energy for adults for the purpose of labeling food products (Reference values)**

Основные пищевые вещества	Референсное значение
Энергетическая ценность, кДж/ккал	8370/2000
Жиры, в. т.ч.:	66
полиненасыщенные жирные кислоты, г	8,8
насыщенные жирные кислоты, не более, г	20,0

В соответствии с [20] рекомендуемое содержание жиров растительного происхождения в рационе питания взрослого человека составляет 25–30 % от общего количества жиров (около 20 г в сутки).

На основании данных о жирнокислотном составе исходных растительных масел, полученных в ходе хроматографических исследований (табл. 1) расчетным путем составлены рецептурные композиции растительных масел с рекомендуемым соотношением ω-6 и ω-3 жирных кислот для здоровых людей и для питания людей с сердечно-сосудистыми заболеваниями и избыточной массой тела [5–7].

В качестве расчетного метода использован метод линейного программирования [23, 24] с применением уравнения:

$$\delta = \frac{Ax + By + Cz}{x + y + z}, \quad (1)$$

где A, B, C — содержание ω-3 и ω-6 жирных кислот в растительном масле, %; x — содержание подсолнечного масла в купаже, %; y — содержание рапсового масла в купаже, %; z — содержание льняного масла в купаже, %; Δ — содержание жирной кислоты в купаже, %.

С учетом содержания ПНЖК в исследуемых маслах (таблица 1) соотношение (ξ) ω-6:ω-3 жирных кислот равно:

$$\xi = \frac{54,3x + 23,2y + 36,9z}{0,3x + 7,1y + 35,7z} \quad (2)$$

Исходя из требуемого соотношения  $\omega$ -6: $\omega$ -3 жирных кислот, решая уравнение (2), содержание подсолнечного масла ( $x$ ) в купаже можно рассчитать по уравнению (3) или (4) (для соотношения  $\omega$ -6: $\omega$ -3 жирных кислот равного 10:1 и 5:1 соответственно) при условии, что сумма ( $x, y, z$ )  $\approx$  100%.

$$x \approx 0,93y + 6,24z \quad (3)$$

$$x \approx 0,23y + 2,7z \quad (4)$$

Предварительные исследования показали, что при смешивании рафинированных масел с нерафинированным льняным маслом с увеличением содержания льняного масла смесь приобретает все более выраженный вкусовой специфический профиль, характерный для льняного масла. Поэтому рецептурные композиции экспериментальных смесей для здоровых людей отбирались с учетом данной особенности и не содержали более 5 % льняного масла. Рецептурные составы экспериментальных смесей представлены в табл. 4.

**Таблица 4. Рецептурные составы экспериментальных смесей**  
**Table 4. Recipe compositions of experimental mixtures**

№ образца	Содержание масла в экспериментальной смеси, %			Соотношение кислот $\omega$ -6: $\omega$ -3
	Масло подсолнечное рафинированное дезодорированное вымороженное	Масло рапсовое рафинированное дезодорированное	Масло льняное нерафинированное «Элитное»	
1	24,0	73,0	3,0	5:1
2	26,0	70,0	4,0	5:1
3	29,0	66,0	5,0	5:1
4	30,0	64,0	6,0	5:1
5	32,0	61,0	7,0	5:1
6	35,0	57,0	8,0	5:1
7	36,0	55,0	9,0	5:1
8	39,0	51	10,0	5:1
9	40,0	49	11,0	5:1
<b>10</b>	<b>42,0</b>	<b>46</b>	<b>12,0</b>	<b>5:1</b>
<b>11</b>	<b>56,0</b>	<b>41,0</b>	<b>3,0</b>	<b>10:1</b>
12	59,0	37,0	4,0	10:1
13	62,0	33,0	5,0	10:1

Дополнительным критерием выбора являлось обеспечение оптимального соотношения мононенасыщенных жирных кислот к полиненасыщенным (МНЖК:ПНЖК), которое должно составлять 1:1 [5].

Рецептурная композиция № 11 имеет оптимальный жирнокислотный профиль для питания здоровых людей: соотношение  $\omega$ -6: $\omega$ -3 составляет 10:1; соотношение МНЖК:ПНЖК составляет 1:1,02.

Для питания людей с сердечно-сосудистыми заболеваниями и избыточной массой тела оптимальный жирнокислотный профиль имеет рецептурная композиция № 10: соотношение  $\omega$ -6: $\omega$ -3 составляет 5:1; соотношение МНЖК:ПНЖК составляет 1:1,01.

Изготовление масла-смеси осуществляли на лабораторной установке с перемешивающим устройством. Органолептические показатели экспериментальных образцов представлены в табл. 5.

**Таблица 5. Органолептические показатели экспериментальных образцов**  
**Table 5. Organoleptic characteristics of experimental samples**

Наименование показателя	Характеристика	
	Образец №10	Образец №11
Прозрачность	Прозрачное	
Цвет	Желтый	Светло-желтый
Запах и вкус	Слабоспецифичный вкус и запах свойственный льняному маслу	Обезличенный, без постороннего запаха и привкуса

Фактический жирнокислотный состав экспериментальных образцов представлен в табл. 6.

**Таблица 6. Жирнокислотный состав экспериментальных образцов**  
**Table 6. Fatty acid composition of experimental samples**

Основные жирные кислоты	Содержание жирных кислот, %	
	Образец №10	Образец №11
Пальмитиновая (C <sub>16/0</sub> )	5,2	5,4
Пальмитолеиновая (C <sub>16/1</sub> )	0,1	0,1
Стеариновая (C <sub>18/0</sub> )	2,3	2,4
Олеиновая (C <sub>18/1</sub> )	46,4	46,5
<b>Линолевая (ω-6) (C<sub>18/2</sub>)</b>	<b>36,7</b>	<b>39,0</b>
<b>α-Линоленовая (ω-3) (C<sub>18/3</sub>)</b>	<b>7,5</b>	<b>4,0</b>
Арахидиновая (C <sub>20/0</sub> )	0,3	0,4
Гондоиновая (C <sub>20/1</sub> )	0,7	0,7
Бегеновая (C <sub>22/0</sub> )	0,2	0,3
<b>Соотношение ω-6:ω-3</b>	<b>4,89:1</b>	<b>9,75:1</b>
<b>Соотношение МНЖК:ПНЖК</b>	<b>1,05:1</b>	<b>1,08:1</b>

Таким образом, соотношения ω-6:ω-3 жирных кислот, а также МНЖК:ПНЖК, полученные расчетным путем, подтверждены результатами фактических исследований.

Жирнокислотную сбалансированность экспериментальных образцов масла-смеси оценивали по общему критерию алиментарной адекватности, предложенному академиком Н.Н. Липатовым и А.Б. Лисициным [25–27]. Критерий характеризует определяемые исследователями набор и массовые доли жирных кислот в составе жирового компонента сырья и готового продукта в сравнении с заданным эталоном жирнокислотного состава липидов, которые оцениваются по коэффициенту жирнокислотного соответствия:

$$R_L = \left( \prod_{i=1}^n d_{L_i} \right)^{\frac{1}{m}}, \quad (5)$$

где  $d_{L_i} = \frac{L_i}{L_{эi}}$ , если  $L_i \leq L_{эi}$  и  $d_{L_i} = \left( \frac{L_i}{L_{эi}} \right)^{-1}$ , если  $L_i > L_{эi}$ ;  $R_L$  — коэффициент жирнокислотного соответствия, дол. ед.;  $L_i$  — массовая доля  $i$ -ой жирной кислоты в сырье, г/100 г. жира;  $L_{эi}$  — массовая доля  $i$ -ой жирной кислоты, соответствующая физиологически необходимой норме (эталону), г/100 г. жира;  $i = 1$  соответствует сумме насыщенных жирных кислот (НЖК);  $i = 2$  — сумме мононенасыщенных жирных кислот (МНЖК);  $i = 3$  — сумме полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК);  $i = 4$  — линолевой,  $i = 5$  — линоленовой,  $i = 6$  — арахидиновой.

Коэффициент жирнокислотного соответствия может принимать числовые значения от 0 (полная неадекватность, т.е. отсутствие связи между эталоном и моделируемым объектом) до 1 (полная адекватность).

В качестве эталона использовали значения рекомендуемого суточного потребления полиненасыщенных жирных кислот [22], представленные в табл. 4. В соответствии с данными рекомендуемое суточное потребление ПНЖК взрослым населением составляет 8,8 г. Рекомендуемая суточная норма потребления растительных масел — 20 г [20]. Тогда в 100г эталонного растительного масла должно содержаться 44 г ПНЖК. При этом должны соблюдаться другие обязательные критерии: рекомендуемое соотношение моно- и полиненасыщенных жирных кислот.

В табл. 7 представлены данные по жирнокислотной сбалансированности разработанных образцов масла-смеси относительно эталонного растительного масла.

Таким образом, степень адекватности жирнокислотного соответствия разработанных образцов эталонному маслу очень высокая — 0,96-0,97 дол.ед. по соотношению МНЖК:ПНЖК; 0,93-0,98 дол.ед. по соотношению ω-6:ω-3 жирных кислот.

Обязательным этапом при изготовлении любого вида пищевой продукции является контроль его качества. Для комплексной экспертизы качества растительного масла, как и любого другого продукта, следует определить его соответствие органолептическим, физико-химическим показателям, установленным действующими ТНПА. При этом неизменным



условием производства качественного продукта является оценка его безопасности и стабильности при хранении.

**Т а б л и ц а 7. Жирнокислотная сбалансированность экспериментального образца масла-смеси, разработанного для питания здоровых людей**

**Table 7. Fatty acid balance of an experimental sample of an oil-blend designed for the nutrition of healthy people**

Ингредиенты	Жирные кислоты, г/100 г. жира				R, доли ед.	
	МНЖК	ПНЖК	Линолевая	α-Линоленовая	i=2–3	i=4–5
Эталон (для питания здоровых людей)	44,0	44,0	40	4,0	0,96	0,98
Образец №10	46,5	43,0	39,0	4,0		
Эталон (для людей с сердечно-сосудистыми заболеваниями и избыточной массой тела)	44,0	44,0	40	8,0	0,97	0,93
Образец №11	46,4	44,2	36,7	7,5		

Под безопасностью продуктов питания следует понимать отсутствие опасности для здоровья человека при их употреблении, как с точки зрения острого негативного воздействия, так и с точки зрения опасности отдаленных последствий.

Для растительных масел в первую очередь определяют следующие показатели безопасности [27]: кислотное число, отражающее количественное содержание в масле свободных жирных кислот, образующихся в результате гидролитического расщепления триглицеридов жирных кислот (не более 4,0 мг КОН/г); перекисное число, отражающее степень окисленности масла (не более 10 ммоль [1/2 O]/ кг); содержание бенз(а)пирена – канцерогена, представителя семейства полициклических углеводородов ( не более 0,002 мг /кг); содержание эруковой кислоты — мононенасыщенной ω-9 жирной кислоты, обладающей токсическим действием на организм (не более 3%). Полученные результаты исследований представлены в табл. 8.

**Т а б л и ц а 8. Показатели безопасности композиций растительного масла-смеси**  
**Table 8. Safety indicators of vegetable oil blend compositions**

Наименование показателя	Значения показателя	
	Образец №10 «Масло Особое»	Образец №11 «Масло Салатное»
Кислотное число, мг КОН/г	0,28	0,15
Перекисное число, ммоль [1/2 O]/кг	1,8	1,6
Содержание бенз(а)пирена, мг/кг	Не обнаружено (менее 0,0005)	
Массовая доля эруковой кислоты, %	0,1	0,1

Установлено, что по данным показателям изготовленные масла соответствуют требованиям ТР ТС 024/2011.

Следует отметить, что показатели окислительной порчи (кислотное и перекисное число) являются основными контролируемыми показателями качества растительных масел в процессе их хранения. Увеличение кислотного и перекисного чисел приводит к снижению срока годности масел и негативно отражается на их органолептических показателях (вкус, запах) [29].

С целью исследования динамики протекания окислительных и гидролитических процессов в разработанных образцах масел в процессе хранения, исследуемые масла хранили при температуре 20±2 °С в темном месте. Показатели перекисного и кислотного числа определяли 1 раз в месяц по стандартным методикам.

Данные по динамике показателей окислительной и гидролитической порчи приведены в табл. 9, 10.

В ходе проведения исследований установлено, что в процессе хранения при температуре 20±2 °С в маслах наблюдается постепенное накопление продуктов гидролиза и окисления, что выражается в увеличении кислотного и перекисного числа. Однако ни в одном из раз-

работанных образцов к концу исследуемого периода хранения данные показатели не превысили регламентируемого значения.

**Таблица 9. Изменение кислотного числа в процессе хранения**  
**Table 9. Change in acid number during storage**

Наименование образца	Кислотное число, мг КОН/г						
	Срок хранения, мес.						
	0	1	2	3	4	5	6
Масло «Особое»	0,28	0,31	0,32	0,33	0,35	0,35	0,37
Масло «Салатное»	0,15	0,17	0,18	0,18	0,2	0,2	0,23

**Таблица 10. Изменение перекисного числа в процессе хранения**  
**Table 10. Change in peroxide value during storage**

Наименование образца	Перекисное число, ммоль [ $1/2$ O]/кг						
	Срок хранения, мес.						
	0	1	2	3	4	5	6
масло «Особое»	1,8	1,99	2,33	2,53	2,75	3,25	3,80
масло «Салатное»	1,6	1,90	2,10	2,34	2,51	3,11	3,62

Для определения сроков годности новых видов пищевой продукции необходимо располагать информацией о поведении разрабатываемого продукта в предполагаемых условиях хранения. Такая информация может быть получена в ходе традиционных испытаний, а также ускоренным способом, позволяющим значительно сэкономить время.

В целях прогнозирования срока годности исследуемых масел в лаборатории отдела технологии кондитерской и масложировой продукции проведены исследования их окислительной устойчивости на приборе «Рансимат 743» по ГОСТ 31758 «Жиры и масла животные и растительные. Определение устойчивости к окислению (ускоренное испытание на окисление)» [16].

Испытания проводились при температуре 100 °С и скорости потока воздуха — 20 л/ч. По результатам проведенных исследований для представленных образцов растительных масел установлены следующие индукционные периоды:

- ♦ масло рапсовое рафинированное дезодорированное — 21,8 ч;
- ♦ масло подсолнечное рафинированное дезодорированное — 11,84 ч;
- ♦ масло льняное «Элитное» — 5,67 ч;
- ♦ масло «Салатное» — 16,09 ч;
- ♦ масло «Особое» — 13,14 ч.

Установлено, что продолжительность индукционных периодов разработанных образцов масла растительного-смеси, несмотря на наличие в них льняного масла, превышает индукционный период масла подсолнечного на 35,9 и 22,5% соответственно. Это объясняется повышенным содержанием в их жирнокислотном составе олеиновой кислоты (на 27% больше, чем в подсолнечном масле).

Предполагаемый срок годности разработанных образцов растительных масел  $\tau_x$  (сут) при заданной температуре вычисляли по формуле [28]:

$$\tau_x = \frac{\tau_0 \cdot 2,2^n}{24}, \quad (6)$$

где  $\tau_0$  — время окисления жира ускоренным кинетическим методом (индукционный период), ч;  $n$  — показатель степени, устанавливающий зависимость времени окисления от температуры, который вычисляют по формуле:

$$n = \frac{t_{он} - t_{xp}}{10}, \quad (7)$$

где  $t_{он}$  — температура опыта, °С;  $t_{xp}$  — температура хранения, °С.

Прогнозируемые сроки годности исследуемых масел, полученные исходя из данных индукционных периодов, определенных методом «ускоренного старения» на приборе «Рансимат 743» представлены на рис. 1.

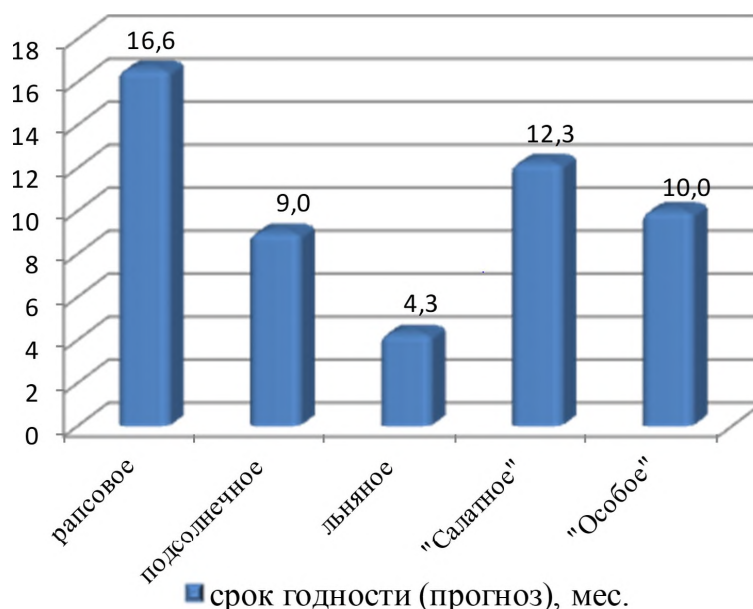


Рис. 1. Прогнозируемые сроки годности растительных масел, полученные исходя из данных индукционных периодов

Fig. 1. Predicted shelf life of vegetable oils obtained from the data of induction periods

Результаты расчетов показали, что при хранении масла «Салатное» в защищенном от света месте при температуре  $20 \pm 2$  °С его прогнозируемый срок годности составляет 12,3 мес. (368 сут); масла «Особое» — 10,0 мес. (300 сут).

**Заключение.** Таким образом, на основании данных о жирнокислотном составе исходных растительных масел, полученных в ходе хроматографических исследований с использованием метода линейного программирования, составлены рецептурные композиции растительных масел с рекомендуемым соотношением  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3 жирных кислот 10:1 — для здоровых людей и 5:1 — для питания людей с избыточной массой тела.

Проведена оценка жирнокислотной сбалансированности экспериментальных образцов масла-смеси по общему критерию алиментарной адекватности, оценена его безопасность и стабильность при хранении.

На основании проведенных исследований разработаны, согласованы и утверждены технологические документы (рецептуры и технологическая инструкция) на данный вид продукции.

#### Список использованных источников

- Ипатова, Л. Г. Жировые продукты для здорового питания. Современный взгляд / Л.Г. Ипатова, А.А. Кочеткова [и др.]; под общ. ред. Л.Г. Ипатовой. — М.: ДеЛи принт, 2009. — 396 с.
- Северин, Е. С. Биохимия : учебник / под ред. Северина Е. С. — 5-е изд., испр. и доп. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2012. — 768 с.
- Calder, P.C. Fatty acids metabolism and eicosanoid synthesis / P.C. Calder // *Clinical Nutrition*. — 2001. — vol. 20, №4.— pp. 1–5.
- Зайцева, Л. В. Роль жирных кислот в питании человека и при производстве пищевых продуктов / Л.В. Зайцева // *Масложировая промышленность*. — 2010. — №5. — С. 11–15.
- Методические рекомендации «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» МР 2.3.1.2432-08. — М: ГУ НИИ питания РАМН. — 2008. — 24 с.
- Колногоров, К. П. Новые функциональные пищевые масложировые продукты со сбалансированным жирнокислотным составом / К.П. Колногоров [и др.] // *Труды БГТУ. Серия, 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология*. 2016. — №4 (186). — С. 188-194.
- Паронян, В. Х. Алгоритм создания эмульсионных продуктов питания/ В.Х. Паронян, Н.М. Скрыбина, А.А. Попов // *Масложировая промышленность*. — 2006. — №3. — С. 46.



8. *Табакаева, О. В.* Растительные масла с оптимизированным жирнокислотным составом / О. В. Табакаева, Т. К. Каленик // Масложировая промышленность. — 2007. - №1. — С. 21-22.
9. *Григорьева, В. Н.* Смеси растительных масел - биологически полноценные продукты / В. Н. Григорьева, А. Н. Лисицын // Масложировая промышленность. — 2005. — №1. — С. 9-10.
10. СТБ 1486-2004 Масло рапсовое и смеси растительных масел на его основе. Общие технические условия. — Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. — 2004. — 26 с.
11. ГОСТ 1129-93 Масло подсолнечное. Технические условия. — Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 1994. — 16 с.
12. ГОСТ 30623-2018 Масла растительные и продукты со смешанным составом жировой фазы. Метод обнаружения фальсификации. — Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2019. — 22 с.
13. *Колотов, А. П.* Качество основной продукции льна масличного в условиях Среднего Урала/ А.П. Колотов // Пермский аграрный вестник. — 2017. — №2 (18). — С.23-28.
14. ГОСТ 5472-50 Масла растительные. Определение запаха, цвета и прозрачности. — Минск: Госстандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2010. — 8 с.
15. СТБ ГОСТ Р 51487-2001 Масла растительные и жиры животные. Метод определения перекисного числа. — Минск: Госстандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2002. — 6 с.
16. ГОСТ 31933-2012 Масла растительные. Методы определения кислотного числа. — Минск: Госстандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2015. — 12 с.
17. ГОСТ 31663-2012 Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров жирных кислот. — Минск: Госстандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2015. — 12 с.
18. ГОСТ 31758-2012 (ISO 6886:2006) Жиры и масла животные и растительные. Определение устойчивости к окислению (ускоренное испытание на окисление). — Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2015. — 16 с.
19. *Пороховинова, Е. А.* Полиморфизм генов, контролирующих низкое содержание линоленовой кислоты, у линий генетической коллекции льна ВИР / Е.А. Пороховинова, Т.В. Шеленга, Т.В. Матвеева, А.В. Павлов, Е.А. Григорьева, Н.Б. Брач // Экологическая генетика. — 2019. — Т.17 (2). — С.5-22.
20. Санитарные нормы и правила «Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь», утв. Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20.11.2012 №180.
21. Инструкция 2.3.7.10-15-55-2005 Нормы физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии для различных групп взрослого населения Республики Беларусь, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 21.11.2005 №184.
22. ТР ТС 022/2011 Пищевая продукция в части ее маркировки. — Минск: Госстандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2013. — 48 с.
23. *Скорюкин, А. Н.* Купажированные растительные масла со сбалансированным жирнокислотным составом для здорового питания /А. Н. Скорюкин [и др.] // Масложировая промышленность. — 2002. — №2. — С. 26-27.
24. *Николаева, С. В.* Применение метода линейного программирования для оптимизации смесей растительных масел / С. В. Николаева [и др.] // Масложировая промышленность. — 2007. — №1.— С. 23-24.
25. *Липатов Н. Н.* Методология проектирования продуктов питания с требуемым комплексом показателей пищевой ценности / Н.Н. Липатов, И.А. Рогов // Известия вузов. Пищевая технология. — 1987. — №2. — С. 5–9.
26. *Липатов Н.Н.* Предпосылки компьютерного проектирования продуктов и рационов питания с задаваемой пищевой ценностью // Хранение и переработка сельхозсырья. — 1995,- №3.- С. 4-9.
27. *Липатов Н. Н.* Совершенствование методики проектирования биологической ценности пищевых продуктов / Н.Н. Липатов, А.Б. Лисицын, С.Б. Юдина // Хранение и переработка сельхозсырья. — 1996. — №2. — С. 24– 25.
28. ТР ТС 024/2011 Технический регламент на масложировую продукцию. — Минск: Госстандарт, Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2012. — 23 с.

29. *Степанова, Е. Н.* Динамика показателей качества и безопасности новых видов растительных масложировых продуктов при хранении / Е.Н. Степанова, О.А. Рабина, С.В. Морозов // Техника и технология пищевых производств. — 2011. — №3. — С. 37-41.
30. *Вершинина, А. Г.* Возможность использования новых растительных добавок из дикоросов уссурийской тайги как антиоксидантов для эмульсионной пищевой продукции длительного хранения / А. Г. Вершинина [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. — 2004. — №1. — С. 62–64.

#### Информация об авторах

*Моргунова Елена Михайловна* — кандидат технических наук, доцент, заместитель генерального директора по стандартизации и качеству продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: info@belproduct.com

*Пчельникова Анна Владимировна* — научный сотрудник отдела технологий кондитерской и масложировой продукции, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037 г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: info@belproduct.com

*Бабодей Валентина Николаевна* — начальник отдела технологий кондитерской и масложировой продукции, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037 г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: info@belproduct.com

#### Information about authors

*Morgunova Elena Mikhailovna* — PhD (Engineering), Associate Professor, Deputy Director General for Standardization and Quality of Food Products of RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: info@belproduct.com

*Pchelnikova Anna Vladimirovna* — research Fellow of the Department of Confectionery and Fat-and-Oil Products of the RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: info@belproduct.com

*Babodey Valentina Nikolaevna* — head of the Department of Confectionery and Fat-and-Oil products of the RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: info@belproduct.com