ISSN 2074-9414 (Print)
ISSN 2313-1748 (Online)

https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-674-689

Оригинальная статья
http://fptt.ru

Влияние жировых продуктов на качественные характеристики, пищевую ценность и хранимоспособность печенья

Е. А. Демченко, Т. В. Савенкова, И. И. Мизинчикова*

Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова, Москва, Россия

Поступила в редакцию: 28.07.2021

Принята после рецензирования: 21.09.2021
Принята в печать: 01.12.2021

**e-mail: Mizinchikova.II@rea.ru*
© Е. А. Демченко, Т. В. Савенкова, И. И. Мизинчикова, 2021

Аннотация.
Введение. Влияние на качество и пищевую ценность печенья оказывают виды сырья. Цель работы – установление влияния жировых продуктов на качественные характеристики и хранимоспособность печенья.
Объекты и методы исследования. Маргарин, кондитерский жир, заменитель молочного жира, пальмовое масло, масло подсолнечное, масло подсолнечное высокоолеиновое и экспериментальные образцы печенья, приготовленные с их применением. Общепринятые и стандартные методы исследований органолептических, физико-химических и структурно-реологических показателей сырья, полуфабрикатов и готовой продукции.
Результаты и их обсуждение. Разработаны рецептуры печенья со сбалансированным макрокомпонентным составом. Пищевая ценность 100 г печенья, приготовленного с использованием твердых жировых продуктов: белок – 7,5 г, жир – 17,8 г (в том числе насыщенные жирные кислоты – 9 г), углеводы – 65 г (в том числе добавленные сахара – 18 г), калорийность – 445 ккал. В рецептурах с жидкими растительными маслами увеличено количество сухого молока и добавленных сахаров, вносимых в виде сиропа и патоки. Пищевая ценность 100 г печенья, приготовленного с использованием жидких растительных масел: белок – 7,0 г, жир – 18,0 г (в том числе насыщенные жирные кислоты – 3 г), углеводы – 64,5 г (в том числе добавленные сахара – 20 г), калорийность – 450 ккал. Замена твердых жировых продуктов на жидкие растительные масла позволяет снизить содержание насыщенных жирных кислот с 8–9 до 2–3 г/100 г печенья. При этом возрастает риск окислительной порчи печенья в процессе хранения. Отмечено, что в процессе хранения в течение 207 суток изменение органолептических показателей более выражено в печенье, приготовленном с использованием пальмового масла и кондитерского жира, в сравнении с печеньем, приготовленным с использованием маргарина и заменителя молочного жира.
Выводы. Установленный срок годности печенья с использованием масла подсолнечного и подсолнечного высокоолеинового – 2 месяца; печенья с заменителем молочного жира, маргарином, пальмовым маслом и кондитерским жиром – 6 месяцев. С целью повышения стойкости жидких растительных масел к окислению перспективны исследования по введению различных эмульгаторов и антиоксидантов, способных образовывать связи с белками и крахмальными фракциями муки в процессе приготовления печенья.

Ключевые слова. Печенье, жировые продукты, растительное масло, срок годности, органолептические характеристики, хранение

Для цитирования: Демченко Е. А., Савенкова Т. В., Мизинчикова И. И. Влияние жировых продуктов на качественные характеристики, пищевую ценность и хранимоспособность печенья // Техника и технология пищевых производств. 2021. Т. 51. № 4. С. 674–689. https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-674-689.

Original article

Available online at http://fptt.ru/eng

Effects of Oils and Fats on the Quality Characteristics, Nutritional Value, and Storage Capacity of Cookies

Elena A. Demchenko, Tatiana V. Savenkova, Inessa I. Mizinchikova*

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Received: July 28, 2021

Accepted in revised form: September 21, 2021
Accepted for publication: December 01, 2021

*e-mail: Mizinchikova.II@rea.ru
© E.A. Demchenko, T.V. Savenkova, I.I. Mizinchikova, 2021

Abstract.
Introduction. The quality profile and nutritional values of cookies depend on the raw material. The research objective was to study the effect of oils and fats on the quality characteristics and storage capacity of cookies.
Study objects and methods. The study involved such types of oils and fats as margarine, confectionery fat, milk fat substitute, palm oil, sunflower oil, and high oleic sunflower oil. It was based on standard methods of sensory, physicochemical, structural, and rheological analyses.
Results and discussion. The experimental formulations relied on contemporary dilatory recommendations, consumer acceptability, and traditionality of sensory indicators. The mass fraction of fat was limited to ≤ 18%; added sugars – to ≤ 22%; salt – to ≤ 0.3%. For each type of oil and fat, as set of experiments was performed to define the optimal technological emulsion and dough parameters. Other aspects involved the patterns of moisture transfer, indicators of oxidative spoilage, fatty acid composition, sensory properties, physicochemical and microbiological indicators, storage capacity, etc. The samples with vegetable oils instead of fat had a lower content of saturated fatty acids, which fell from 8–9 to 2–3 g/100 g. However, the risk of oxidative spoilage increased significantly. On storage day 104, the content of linoleic acid in the samples with sunflower oil decreased from 62.0 to 60.4%, while the samples with high oleic sunflower oil maintained the same level of linoleic acid. The samples with confectionery fat and palm oil demonstrated the lowest rate of oxidative processes, while those with margarine and milk fat substitute had the best sensory profile after storage.
Conclusion. The cookies with sunflower oil and high oleic sunflower oil appeared to have a shelf life of two months, while for those with milk fat substitute, margarine, palm oil, and confectionery fat it was six months. Further research should focus on various emulsifiers and antioxidants capable of forming bonds with proteins and starch fractions of flour, which could increase the resistance of liquid vegetable oils to oxidation.

Keywords. Biscuits, fatty products, vegetable oil, shelf life, organoleptic characteristics, storage

For citation: Demchenko EA, Savenkova TV, Mizinchikova II. Effects of Oils and Fats on the Quality Characteristics, Nutritional Value, and Storage Capacity of Cookies. Food Processing: Techniques and Technology. 2021;51(4):674–689. (In Russ.). https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-674-689.

Введение

Современные медицинские данные указывают на взаимосвязь питания с распространением социально-значимых неинфекционных заболеваний. К ним относятся избыточная масса тела, ожирение, сахарный диабета II типа, подагра и сердечно-сосудистые заболевания. Рост заболеваемости коррелируется с чрезмерным потреблением калорий за счет жиров, простых углеводов, поваренной соли и меню с уменьшенным количеством витаминов и пищевых волокон [1–4].

Важным сегментом российского рынка пищевой продукции являются кондитерские изделия. Душевое потребление кондитерских изделий россиянами составляет 25 кг/в год (рис. 1). Наиболее востребованной категорией являются мучные кондитерские изделия. В структуре их производства лидером является печенье [5–8]. Популярность печенья объясняется его привлекательными вкусовыми качествами, ценовой доступностью и широким ассортиментом. Физиологическая ценность традиционных сортов сахарного печенья невелика: большое количество добавленных сахаров (до 30 %), жиров (до 30 %), соли, высокая энергоемкость (430–500 ккал), незначительное количество белков (5–10 %), пищевых волокон, витаминов и микроэлементов (рис. 2) [9–13].

Современная государственная политика Российской Федерации ориентирована на человека и его здоровье [14–16]. Вопросы качества и безопасности продуктов питания находятся под постоянным и пристальным вниманием. Основная задача, стоящая в плане решения правительственных программ развития пищевой промышленности, – организация выпуска продуктов здорового питания. В Стратегии повышения качества пищевой продукции Российской Федерации до 2030 года с

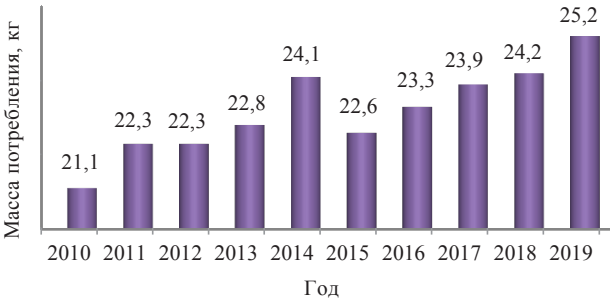


Рисунок 1. Динамика потребления кондитерских изделий россиянами, кг в год/чел.

Figure 1. Dynamics of confectionery consumption by Russians, 1 kg/year/person

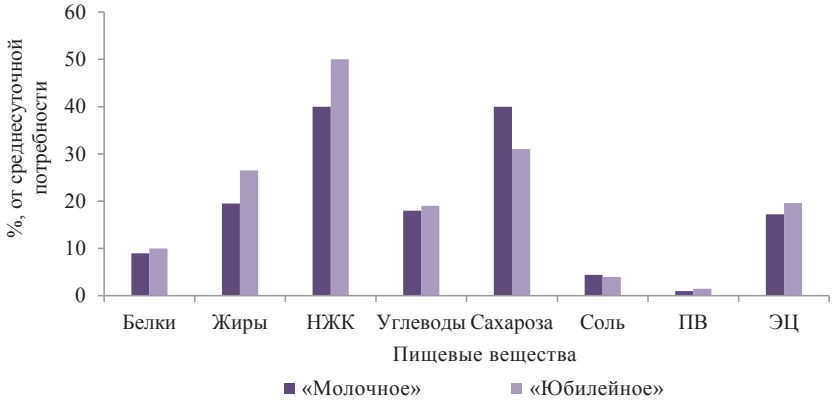


Рисунок 2. Удовлетворение среднесуточной потребности взрослого человека в пищевых веществах при потреблении 100 г сахарного печенья*

Figure 2. 100 g of sugar cookies* vs. average daily diet (adults)

* на примере типичных представителей данной группы изделий: сахарное печенье «Молочное» и «Юбилейное» (рецептуры № 78 и 103) [9]

*sugar cookies “Molochnoye” and “Yubileinoye” (formulations No. 78 and 103) [9]

целью пропаганды здорового питания разработаны и утверждены МР 2.2.0122-18.2.3. «Гигиена питания. Цветовая индикация на маркировке пищевой продукции в целях информирования потребителей. Методические рекомендации». В соответствии с ними на упаковку продукции наносится цветовая индикация: зеленая, желтая и красная. Выбор цвета зависит от уровня содержания в продукте критически значимых пищевых веществ: соли, сахара, жира (в том числе насыщенных жирных кислот (НЖК)). Документ поддерживается ВОЗ, активно обсуждается в технических комитетах по стандартизации Комиссии Кодекс Алиментариус с целью внедрения на территории стран, входящих в ВТО [17–19]. С учетом установленных диапазонов по критически значимым пищевым веществам проанализирован существующий ассортимент печенья, представленный в действующем сборнике рецептур [9]. Установлено, что из 44 рецептур сахарного печенья:

Рисунок 3. Современные требования к жировым продуктам

Figure 3. Current requirements for oilsand fats

– в 26 рецептурах количество добавленного сахара ≥ 22 % (высокий уровень – красная индикация);
– в 16 рецептурах количество жира ≥ 18 % (высокий уровень – красная индикация);
– в 44 рецептурах количество НЖК > 5 % (высокий уровень – красная индикация);
– в 41 рецептуре количество поваренной соли > 0,3 % (средний уровень – желтая индикация).

В качестве жирового компонента при производстве сахарного печенья используют:
– сливочное масло (5 рецептур);
– кондитерский жир (9 рецептур);
– маргарин (28 рецептур);
– смесь сливочного масла и маргарина (2 рецептуры).

Рецептуры с использованием жидких растительных масел в сборнике отсутствуют.

Жировые продукты – важный компонент рациона. При правильном выборе они играют значимую роль в обеспечении здорового питания (табл. 1, рис. 3) [20, 21]. При производстве печенья жиры оказывают доминирующее значение на формирование качества продукции и ее хранимоспособность (табл. 2) [22, 23].

Представленные данные свидетельствуют об обоснованности моделирования рецептурного состава печенья с учетом последних исследований и разработок в области здорового питания.

Таблица 1. Рекомендации ВОЗ по потреблению жировых продуктов

Table 1. WHO recommendations on oils and fats consumption

Наименование	% от калорийности
Общий жир	15–30
Насыщенные жирные кислоты	менее 10
Полиненасыщенные жирные кислоты	6–10
ПНЖК семейства омега 6	5–8
ПНЖК семейства омега 3	1–2
Трансизомеры жирных кислот	менее 1
Мононенасыщенные жирные кислоты	10

Таблица 2. Функционально-технологические свойства жировых продуктов и их влияние на качественные характеристики теста и печенья

Table 2. Functional and technological properties of oils and fats and their effect on the quality characteristics of dough and cookies

– аэрирование и эмульгирование; – образование водонепроницаемого слоя; – влияние на пластичность, адгезию, растекание при выпечке	влияние на тесто
– повышение рассыпчатости; – формирование внешнего вида, вкуса и аромата; – стабильность в хранении; – пищевые характеристики	влияние на готовую продукцию

Таблица 3. Характеристика жировых продуктов

Table 3. Characteristics of oils and fats

Жировые продукты	Состав	Метод изготовления
ПМ	Масло пальмовое рафинированное дезодорированное отбеленное	
ЗМЖ	Рафинированные дезодорированные растительные масла в натуральном и модифицированном виде (пальмовое и его фракции, подсолнечное, соевое и/или пальмоядровое и его фракции); Антиокислитель: концентрат смеси токоферолов	Переэтерификация
КЖ	Рафинированные дезодорированные растительные масла в натуральном и модифицированном виде, эмульгатор: соевый лецитин; Антиокислитель: концентрат смеси токоферолов	Купажирование фракционированных и натуральных растительных масел
Маргарин	Рафинированные дезодорированные растительные масла в натуральном и модифицированном виде (в том числе соевое), вода, эмульгатор: моно- и триглицериды жирных кислот; Антиокислитель: концентрат смеси токоферолов	Купажирование фракционированных и натуральных растительных масел
Масло подсолнечное	Масло подсолнечное рафинированное дезодорированное	
ВОМ	Масло подсолнечное высокоолеиновое рафинированное дезодорированное	

Объекты и методы исследования

В исследованиях использовались жировые продукты: маргарин, кондитерский жир (КЖ), заменитель молочного жира (ЗМЖ) и пальмовое масло (ПМ), а также жидкие растительные масла: подсолнечное и подсолнечное высокоолеиновое (ВОМ), применение которых ограничено (табл. 3). Органолептические показатели готовой продукции определяли по ГОСТ 24901-2014 и ГОСТ 5897-90. Массовую долю влаги – методом высушивания навески в сушильном шкафу по ГОСТ 5900-2014. Намокаемость печенья – по увеличению массы изделия при погружении в воду при температуре 20 °С на определенное время (2 мин) по ГОСТ 10114-80. Определение перекисного числа по МИ 2586-2000, индукционный период жировой фракции печенья – по ГОСТ 31758-2012 (ISO 6886:2006). Жирнокислотный состав жировой фракции печенья – по ГОСТ 30418-96. Вязкость эмульсии – на ротационном вискозиметре (Haake Roto Visco), плотность эмульсии определяли по отношению массы пробы к ее объему. Активность воды определяли на анализаторе AquaLab 4TE (Decagon Devices, США) методом зеркально охлаждаемого датчика точки росы. Исследования проводились в трех-четырехкратной повторности и статистически обрабатывались. В экспериментальной части приведены средние значения показателей.

Результаты и их обсуждение

Начальным этапом оптимизации нутриентного состава продукции является разработка базовых

Таблица 4. Базовые модули сахарного печенья сбалансированные по макрокомпонентному составу

Table 4. Basic modules of sugar cookies balanced by macrocomponent composition

Наименование сырья и полуфабрикатов	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья, кг			
		Печенье на твердых жирах		Печенье на растительном масле	
		В натуре	В сухих веществах	В натуре	В сухих веществах
Мука пшеничная в.с.	85,50	676,33	578,26	638,38	545,81
ПМ, ЗМЖ, КЖ/ Маргарин	99,90 (82,00)	170,00 (209,66)	169,83 (171,92)	–	–
Масло подсолнечное	99,85	–	–	172,00	172,00
Сахар-песок	99,85	143,66	143,44	118,05	117,87
Инвертный сироп	80,00	25,40	20,32	58,41	46,73
Патока	78,00	–	–	39,83	31,07
Солодовый экстракт	75,00	43,20	32,40	29,12	21,84
Яичный порошок	94,00	14,46	13,59	–	–
Молоко сухое цельное	96,00	2,96	2,84	25,97	24,93
Лецитин соевый	99,90	3,59 (1,5)	3,59 (1,5)	3,80	3,80
Соль	96,50	2,88	2,78	2,59	2,50
Сода питьевая	50,00	4,00	2,00	4,00	2,00
Аммоний	0	3,27	0,00	3,30	0,00
Кислота лимонная	91,20	–	–	0,55	0,50
Итого	–	1089,75 (1127,32)	969,05	1096,00	969,05
Выход	95,00	1000,00	950,00	1000,00	950,00
Характеристика печенья по содержанию критически значимых пищевых веществ					
			Цветовая индексация		Цветовая индексация
Добавленный сахар		18,0		20,0	
Жир		18,0		18,0	
в т. ч. НЖК		8–9		2–3	
трансизомеры		менее 0,36		менее 0,2	
Соль		менее 0,3		менее 0,3	
Пищевая и энергетическая ценность 100 г печенья					
Белки, г		7,5		7,0	
Жиры, г		17,8		18,0	
Углеводы, г		65,0		64,5	
Энергетическая ценность, ккал/кДж		445/1863		450/1884	

модулей, сбалансированных по макрокомпонентному составу [24–26]. С учетом современных рекомендаций по питанию, потребительской приемлемости и традиционности органолептических показателей формализованы требования к печенью. Они заключаются в ограничении массовой доли жира – не более 18 %, добавленных сахаров – не более 22 %, соли – не более 0,3 % [16–18].

С учетом установленных диапазонов по критически значимым пищевым веществам разработаны базовые модули сахарного печенья. В том числе на жидких растительных маслах, применение которых позволит снизить содержание НЖК в печенье (табл. 4).

В работе исследованы жировые продукты как традиционно используемые в производстве сахарного печенья, так и жидкие растительные масла. Характеристика жировых продуктов приведена в таблицах 1, 5 и 6.

Показатели окислительной стабильности (перекисное число, индукционный период) позволяют прогнозировать сохранность готовых изделий в процессе хранения [27, 28]. Более низкие значения индукционного периода подсолнечных масел свидетельствуют о риске окислительной порчи печенья в процессе хранения. Полученные данные учтены при составлении программы испытаний по обоснованию сроков годности печенья.

Замена твердых жировых продуктов на жидкие растительные масла позволит увеличить содержание полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), в том числе α-линоленовой жирной кислоты семейства ω-3.

Важным аспектом работы являются исследования, направленные на разработку и оптимизацию технологии. Твердые жировые продукты применяют в пластицированном виде, что повышает равномерность их распределения между частицами муки в виде тончайших пленок. Применение жидких растительных масел сопряжено со сложностями: они плохо удерживаются тестом и готовым изделием [29, 30]. Для минимизации этого в базовом модуле увеличено количество сухого молока и сахаров, вносимых в виде сиропа и патоки, исключен яичный порошок и добавлена лимонная кислота. Отработаны приемы, позволяющие оптимизировать технологию приготовления эмульсии (рис. 4 и 5).

Жиры, вводимые в тесто в виде эмульсии, более стойки к окислительным процессам [31, 32]. Исследования структурно-реологических характе-

Таблица 5. Показатели жировых продуктов

Table 5. Indicators Characteristics of oils and fats

Показатели	ПМ	ЗМЖ	КЖ	Маргарин	Масло подсолнечное	ВОМ
Содержание трансизомеров жирный кислот, % не более	1,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0
Температура плавления, °С	33–39	33–36	30–34	27–34	от –19 до –16	4–7
Перекисное число, ммоль акт. кисл /кг	0,1	1,0	1,0	1,3	2,0	2,0
Индукционный период, ч	10,4	6,8	12,0	8,8	2,0	4,4

Таблица 6. Жирнокислотный состав жировых продуктов

Table 6. Fatty acid composition of oils and fats

Жирная кислота	Обозначение	Жирнокислотный состав, %					
		ПМ	ЗМЖ	КЖ	Маргарин	Масло подсолнечное	ВОМ
Каприловая	8:0	0,02	0,03		0,02		
Каприновая	10:0	0,02	0,03		0,02		
Лауриновая	12:0	0,26	0,33	0,29	0,22		
Миристиновая	14:0	1,04	0,90	1,04	0,94		
Пальмитиновая	16:0	43,10	35,70	42,43	39,03	9,0	6,6
Пальмитолеиновая	16:1	0,20	0,17	0,18	0,18		
Стеариновая	18:0	4,39	4,59	4,45	4,40	5,6	5,7
Олеиновая	18:1	39,95	36,78	40,29	38,93	22,7	74,7
Линолевая	18:2	10,11	19,64	10,44	14,48	62,5	13,0
Линоленовая	18:3	0,22	0,88	0,20	0,95		
Арахиновая	20:0	0,38	0,38	0,38	0,39		
Гондоиновая	20:1	0,17	0,26	0,18	0,23		
Бегеновая	22:0	0,07	0,21	0,07	0,11		
Лигноцериновая	24:0	0,08	0,12	0,07	0,08		
НЖК		49,3	42,3	48,7	44,0	14,5	12,3
МНЖК		40,3	37,2	40,6	39,5	22,7	74,7
ПНЖК		10,3	20,5	10,8	15,5	62,5	13,0

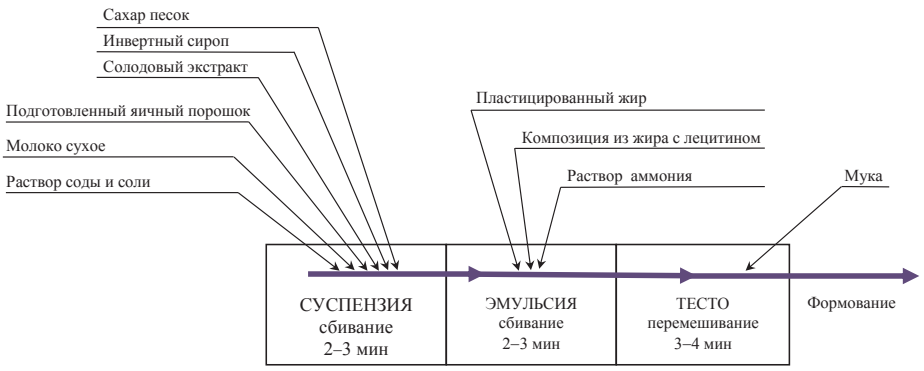


Рисунок 4. Технологическая схема приготовления теста для печенья на твердых жирах

Figure 4. Process scheme for dough with solid fats

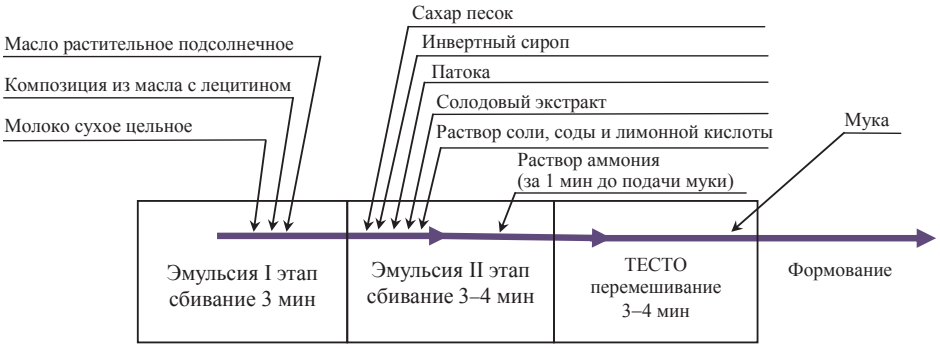
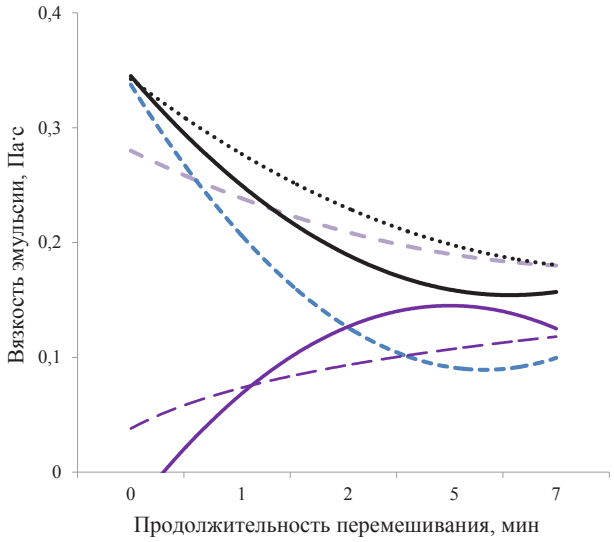
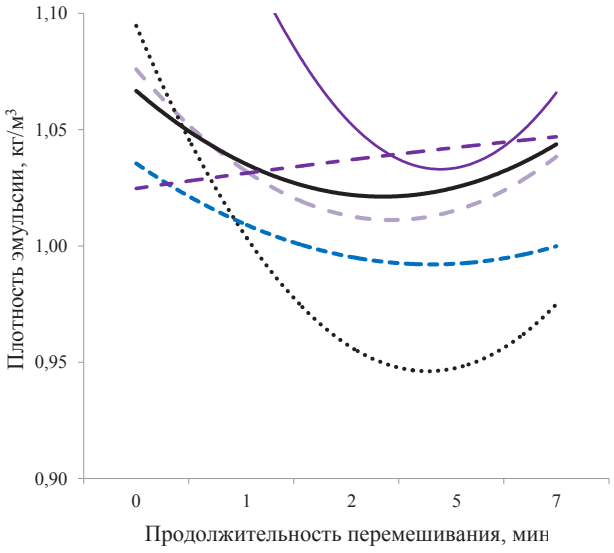


Рисунок 5. Технологическая схема приготовления теста для печенья на жидких растительных маслах

Figure 5. Process scheme for dough with vegetable oils





ЗМЖ — ПМ — Маргарин — КЖ — ВОМ — Подсолнечное масло

Рисунок 6. Динамика изменения вязкости эмульсии

Figure 6. Emulsion: viscosity pattern

Рисунок 7. Динамика изменения плотности эмульсии

Figure 7. Emulsion: density pattern

ристик эмульсии позволяет оценить функционально-технологические свойства жировых продуктов и оптимизировать технологические параметры (рис. 6 и 7).

На основании полученных результатов сделаны следующие выводы:

– с увеличением времени сбивания вязкость эмульсии с использованием твердых жировых продуктов уменьшается. Наиболее выраженное уменьшение вязкости происходит при использовании КЖ. При использовании жидких растительных масел вязкость эмульсии незначительно возрастает;

– динамика изменения плотности свидетельствует о том, что сначала эмульсия насыщается воздухом, а затем оседает. Насыщение воздухом при использовании КЖ и маргарина происходит в меньшем объеме. При этом масса остается стабильной больший промежуток времени. Меньшая чувствительность маргарина к колебаниям технологических параметров объясняется наличием в его составе эмульгатора: моно- и триглицериды жирных кислот, которые обеспечивают получение более тонкой дисперсии частиц жира и их большую стабильность. Быстрый переход эмульсии от сбитого состояния к уплотнению при использовании ЗМЖ свидетельствует о необходимости строгого соблюдения технологических режимов. Вязкость и плотность эмульсии на ПМ меняется в узком диапазоне, а ее структура характеризуется включением большого числа крупных пузырьков воздуха. Установленные закономерности могут быть использованы при оптимизации технологических параметров применительно к конкретным производственным условиям.

Готовое тесто характеризуется однородной, пластичной и несколько крошащейся структурой. При использовании жидких растительных масел пластичность теста повышается. После вылежки в течение 5 мин тесто с помощью тестораскаточной машины раскатывалось в пласт толщиной 4 мм. Из него вырубались тестовые заготовки и укладывались на противни. Выпечку печенья осуществляли при температуре 180 °С в течение 8–9 мин. Печенье охлаждали при комнатной температуре в течение 30 мин. Упаковывали в термосвариваемые пакеты из непрозрачной полипропиленовой пленки.

Физико-химические показатели печенья, приготовленного с использованием различных жировых продуктов, представлены в таблице 7.

При использовании жидких растительных масел плотность печенья с ВОМ выше, структура изделий несколько жестче, пористость менее равномерная. При использовании твердых жировых продуктов максимальная плотность отмечена в печенье с КЖ, минимальная – в печенье с ЗМЖ. Структура печенья с КЖ – мелкопористая, несколько жесткая, с незначительной салистостью, а с использованием ЗМЖ – очень мелкопористая, несколько мягкая. При использовании ПМ структура печенья менее однородная и с крупными порами, при использовании маргарина – рассыпчатая, однородная и мелкопористая (рис. 8).

Упакованная продукция закладывалась на хранение для проведения исследований в течение предполагаемого срока годности. Хранение изделий осуществлялось при температуре 18 ± 5 °С и относительной влажности не более 75 %.

В данной работе хранимоспособность рассматривается как способность печенья оставаться неизменным по значениям исходных показателей состава и свойств в течение срока годности.

Предполагаемый срок годности печенья с использованием жидких растительных масел – 3 месяца. Периодичность исследования рассчитывалась с учетом предполагаемого срока годности продукции и коэффициента резерва (1,15) по 5-ти контрольным точкам (рис. 9).

В результате исследования сохранности печенья на жидких растительных маслах установлено, что микробиологические показатели продукции на всех этапах хранения (точки 1–5) соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011. Ни в одном из исследуемых образцов не были обнаружены патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы (в 25 г продукта) и бактерии группы кишечных палочек (в 1,0 г продукта). Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов и

Таблица 7. Физико-химические показатели печенья, приготовленного с использованием различных жировых продуктов

Table 7. Physical and chemical parameters of cookies with various oils and fats

Показатели		Влажность, %	Плотность, кг/м^3	Намокаемость, %	Активность воды, ед
Вид жирового продукта	Масло подсолнечное	7,7	0,532	131	0,492
	ВОМ	7,5	0,670	125	0,490
	ЗМЖ	6,2	0,598	118	0,486
	КЖ	7,0	0,673	118	0,471
	ПМ	7,5	0,631	120	0,427
	Маргарин	5,7	0,628	121	0,420

Рисунок 8. Внешний вид печенья, приготовленного с использованием различных жировых продуктов

Figure 8. Appearance of cookies with various oils and fats

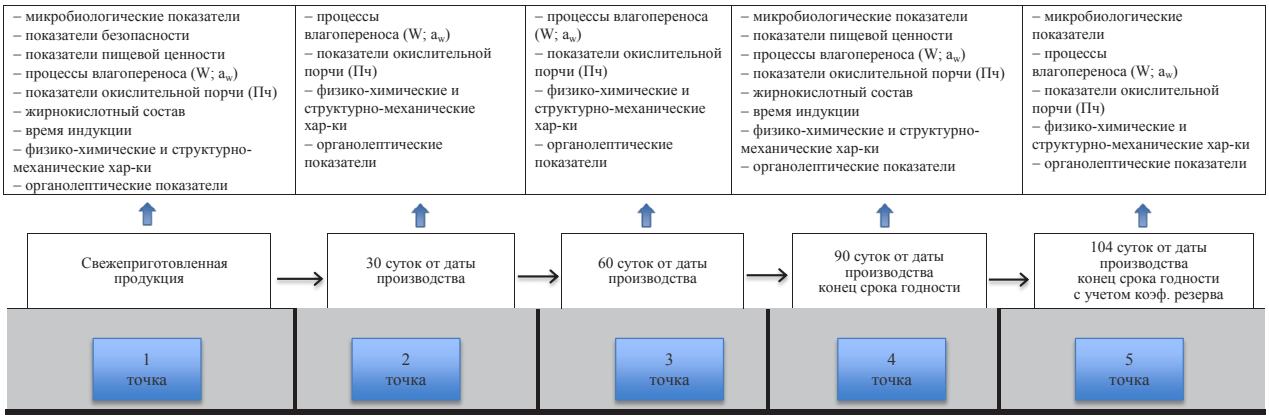


Рисунок 9. Структурная схема исследований печенья со сроком годности 3 месяца

Figure 9. Block diagram of the research: cookies after three months of storage

плесеней соответствует установленным нормам в течение всего периода исследований.

Исследования процессов влагопереноса свидетельствуют о том, что показатели массовой доли влаги и активности воды изменяются в направлении уменьшения в допустимых пределах (табл. 8).

В результате исследований жирнокислотного состава установлено, что содержание линолевой кислоты в жировой фракции печенья с подсолнечным маслом уменьшилось с 62,0 до 60,4 %. В то время как в печенье, приготовленном с использованием ВОМ, осталось практически неизменным (табл. 9).

Высокое содержание олеиновой (≈ 75 %) и низкое содержание линолевой (< 15 %) кислот обуславливают низкую скорость окислительных процессов в печенье с ВОМ. Это подтверждается динамикой изменения показателей окислительной порчи жировой фракции печенья (табл. 10).

Низкие значения индукционного периода в точке 5 свидетельствуют о необходимости корреляции предполагаемого срока годности в сторону уменьшения.

В результате исследований органолептических показателей в динамике хранения установлено их соответствие требованиям национальных стандартов РФ для аналогичной продукции. При этом отмечено, что изменение дескрипторов «вкус» и «запах» в точке 5 близко к критическому (рис. 10) [33].

Установлено, что хранение печенья в течение 90 суток оказывает регрессивное влияние на органолептические показатели и показатели окислительной стабильности. В связи с этим рекомендуемый срок годности печенья на растительных маслах – 2 месяца.

Предполагаемый срок годности печенья с использованием твердых жировых продуктов – 6 месяцев. Периодичность исследования рассчитывалась с учетом предполагаемого срока годности продукции и коэффициента резерва (1,15) по 8-ми контрольным точкам: точка 1 – свежевыработанное печенье; точка 2 – 30 суток хранения; точка 3 – 60 суток хранения; точка 4 – 90 суток хранения; точка 5 – 120 суток хранения;

Таблица 8. Результаты исследований процессов влагопереноса в динамике хранения

Table 8. Moisture transfer processes during storage

Показатель	Масло подсолнечное	ВОМ	Масло подсолнечное	ВОМ	Масло подсолнечное	ВОМ	Масло подсолнечное	ВОМ	Масло подсолнечное	ВОМ
	Срок хранения, сутки									
	Свежевыработанное		30		60		90		104	
Влажность, %	7,7	7,5	7,5	7,2	7,0	7,1	6,9	7,1	6,8	6,9
Активность воды, ед.	0,492	0,490	0,487	0,493	0,490	0,480	0,489	0,483	0,478	0,480

Таблица 9. Изменение жирнокислотного состава жировой фракции печенья в процессе хранения

Table 9. Fatty acid composition during storage

Жирная кислота	Обозначение	Жировая фракция печенья, %			
		Свежевыработанное		90 суток хранения	
		Масло подсолнечное	ВОМ	Масло подсолнечное	ВОМ
Пальмитиновая	16:0	9,3	6,8	9,5	7,4
Стеариновая	18:0	6,6	5,1	6,7	4,9
Олеиновая	18:1	22,7	74,5	23,3	74,3
Линолевая	18:2	62,0	13,1	60,4	13,2
НЖК		15,9	11,9	16,2	12,3
МНЖК		22,7	74,5	23,3	74,3
ПНЖК		62,0	13,1	60,4	13,4

Таблица 10. Показатели окислительной порчи жировой фракции печенья в процессе хранения

Table 10. Oxidative spoilage during storage

Показатели	Жировая фракция печенья, %									
	Масло подсолнечное	ВОМ	Масло подсолнечное	ВОМ	Масло подсолнечное	ВОМ	Масло подсолнечное	ВОМ	Масло подсолнечное	ВОМ
	Срок хранения, сутки									
	Свежевыработанное		30		60		90		104	
Перекисное число, ммоль акт. кисл/кг	2,0	1,3	1,8	1,5	2,6	1,8	3,4	2,0	2,5	1,6
Индукционный период, ч	2,3	4,8	–	–	–	–	–	–	0,3	0,8

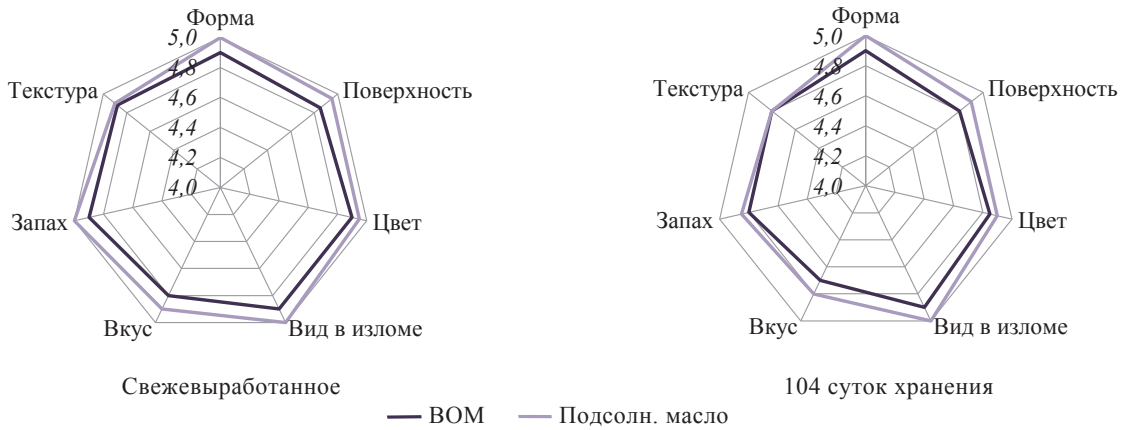


Рисунок 10. Профилограмма органолептической оценки образцов печенья свежевыработонного и в конце срока годности

Figure 10. Sensory evaluation of fresh and expiring samples

Таблица 11. Результаты исследований процессов влагопереноса в динамике хранения

Table 11. Moisture transfer during storage

Срок хранения, сутки	Показатели	ПМ	ЗМЖ	КЖ	Маргарин
Свежевыработанное	Влажность, %	7,5	6,2	7,0	5,7
	Активность воды, ед.	0,427	0,486	0,471	0,420
30	Влажность, %	7,0	6,3	7,1	5,8
	Активность воды, ед.	0,410	0,490	0,475	0,425
60	Влажность, %	7,2	6,1	7,0	5,8
	Активность воды, ед.	0,415	0,480	0,468	0,423
90	Влажность, %	7,3	6,0	7,2	5,6
	Активность воды, ед.	0,409	0,483	0,465	0,415
120	Влажность, %	7,1	6,1	6,8	5,6
	Активность воды, ед.	0,415	0,478	0,460	0,413
150	Влажность, %	7,0	6,0	6,7	5,5
	Активность воды, ед.	0,408	0,477	0,462	0,410
180	Влажность, %	6,9	5,8	6,7	5,5
	Активность воды, ед.	0,400	0,470	0,465	0,412
207	Влажность, %	7,0	5,8	6,6	5,3
	Активность воды, ед.	0,408	0,465	0,463	0,410

Таблица 12. Изменение жирнокислотного состава жировой фракции печенья в процессе хранения

Table 12. Fatty acid composition during storage

Жирная кислота	Обозначение	Жировая фракция печенья, %							
		Срок хранения, сутки							
		Свежевыработанное		180		Свежевыработанное		180	
		ЗМЖ	Маргарин	ЗМЖ	Маргарин	ПМ	КЖ	МП	КЖ
Масляная	4:0	0,2	0,1	–	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
Капроновая	6:0	0,03	–	–	–	–	0,04	–	–
Каприловая	8:0	0,1	–	–	–	–	0,3	–	0,1
Каприновая	10:0	1,0	–	0,5	–	–	1,2	–	–
Лауриновая	12:0	0,5	–	–	–	0,1	0,2	–	–
Миристиновая	14:0	1,1	0,9	0,5	1,0	1,0	1,1	0,8	1,1
Пальмитиновая	16:0	36,5	41,1	34,5	41,0	43,2	43,2	44,8	43,7
Пальмитолеиновая	16:1	0,3	–	–	–	–	0,2	–	0,4
Маргариновая	17:0	0,1	–	–	–	–	0,1	–	–
Стеариновая	18:0	5,1	8,4	7,5	5,4	8,0	4,6	4,8	5,0
Элаидиновая	18:1 trans	0,5	0,2	0,7	–	0,1	–	–	–
Олеиновая	18:1	32,8	34,7	36,6	38,1	36,5	36,6	38,1	37,3
Линоэлаидиновая	18:2 trans	0,1	0,1	–	–	10,7	11,5	11,4	12,0
Линолевая	18:2	19,9	13,9	19,4	14,2	0,1	0,2	–	–
Линоленовая	18:3	–	–	–	–	–	–	–	–
Арахиновая	20:0	0,3	–	0,3	–	0,3	0,3	–	0,3
Гондоиновая	20:1	0,8	0,5	–	0,2	–	0,2	–	
НЖК		44,93	50,5	43,3	47,5	52,7	51,14	50,5	50,2
МНЖК		33,9	35,2	36,6	38,3	36,5	37,0	38,1	37,7
ПНЖК		19,9	13,9	19,4	14,2	10,7	11,5	11,4	12,0

точка 6 – 150 сток хранения; точка 7 – 180 суток хранения (конец срока годности); точка 8 – 207 суток хранения (конец срока годности с учетом коэффициента резерва).

В результате исследования сохранности печенья, приготовленного с использованием твердых жировых продуктов, установлено, что микробиологические показатели продукции на всех этапах хранения (точки 1–8) соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011. Ни в одном из исследуемых образцов не были обнаружены патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы (в 25 г продукта) и бактерии группы кишечных палочек

Таблица 13. Показатели окислительной порчи жировой фракции печенья в процессе хранения

Table 13. Oxidative spoilage during storage

Срок хранения, сутки	Показатели	ПМ	ЗМЖ	КЖ	Маргарин
Свежевыработанное	Перекисное число, ммоль акт. кисл/кг	0,7	1,0	0,8	1,4
	Индукционный период, ч	51,0	34,0	53,6	26,8
30	Перекисное число, ммоль акт. кисл/кг	1,3	1,5	1,5	1,8
60	Перекисное число, ммоль акт. кисл/кг	1,3	1,8	1,3	1,4
90	Перекисное число, ммоль акт. кисл/кг	1,4	1,6	1,3	1,3
120	Перекисное число, ммоль акт. кисл/кг	1,2	1,3	1,2	1,6
150	Перекисное число, ммоль акт. кисл/кг	1,3	1,5	1,3	1,8
180	Перекисное число, ммоль акт. кисл/кг	1,5	1,8	1,4	2,0
	Индукционный период, ч	41,0	24,0	46,0	23,0
207	Перекисное число, ммоль акт. кисл/кг	0,7	1,2	1,0	0,7

(в 1,0 г продукта). Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов и плесеней соответствуют установленным нормам в течение всего периода исследований.

Исследования процессов влагопереноса свидетельствуют о том, что показатели массовой доли влаги и активности воды изменяются в направлении уменьшения в допустимых пределах (табл. 11).

В результате исследований жирнокислотного состава установлено, что за шесть месяцев хранения существенных изменений в составе НЖК жировой фракции печенья не отмечено. Изменения произошли в количественном составе насыщенных и мононенасыщенных жирных кислот (табл. 12).

Низкая скорость окислительных процессов отмечена в печенье, приготовленном с использованием КЖ > ПМ > ЗМЖ и маргарин. Это подтверждается динамикой изменений показателей окислительной порчи жировой фракции печенья в процессе хранения (табл. 13).

На протяжении всего периода исследований в изделиях с КЖ и ПМ подъемы показателя перекисного числа жировой фракции происходили несколько позже и на меньшем уровне. Окислительные реакции протекали с меньшими скоростями, по сравнению с изделиями, приготовленными с использованием ЗМЖ и маргарина.

В результате исследований органолептических показателей в динамике хранения установлено их соответствие требованиям национальных стандартов РФ для аналогичной продукции: ухудшение органолептических показателей не превышает 0,5 балла по каждому дескриптору (ГОСТ 24901-2014) (рис. 11).

Изменение органолептических характеристик печенья с ПМ и КЖ более выражено и затрагивает

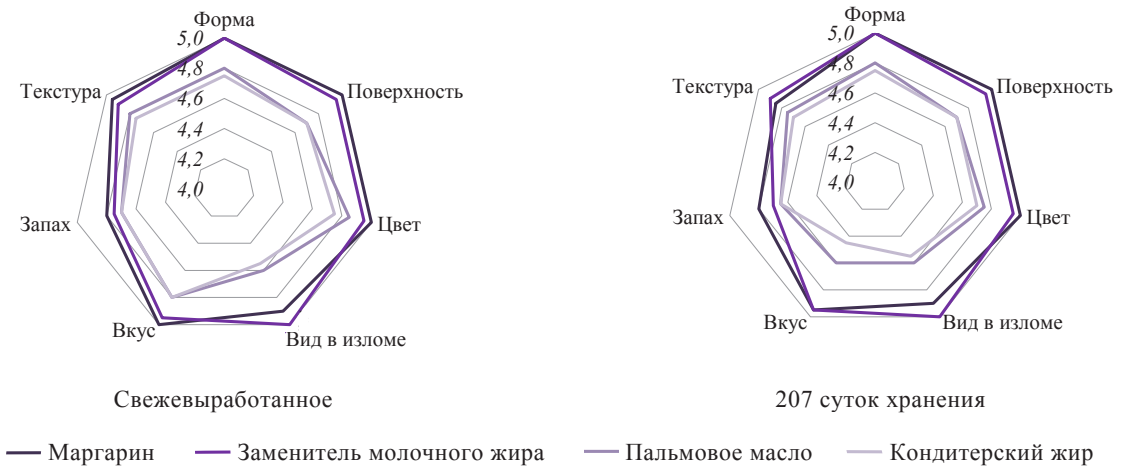


Рисунок 11. Профилограмма органолептической оценки образцов печенья свежевыработонного и в конце срока годности

Figure 11. Sensory evaluation of fresh and expired samples

степень рассыпчатости и восприятие вкуса. В то время как при использовании маргарина полнота вкуса и аромата печенья хорошо выражена. Текстура печенья с использованием ЗМЖ в процессе хранения становится более хрупкой и рассыпчатой, вкус и аромат выраженный.

Выводы

Разработаны базовые модули сахарного печенья, сбалансированные по макрокомпонентному составу, в том числе с использованием жидких растительных масел. С учетом установленных диапазонов по критически значимым пищевым веществам приготовленное печенье на жидких растительных маслах характеризуется средним уровнем содержания добавленных сахаров и жира, низким уровнем содержания соли и трансизомеров, а также низким уровнем содержания насыщенных жирных кислот. Для повышения эффективности использования жидких растительных масел необходимы исследования по введению различных эмульгаторов и антиоксидантов, применение которых позволит повысить стойкость масел к окислению и способность образовывать связи с белками и крахмальными фракциями муки. На основании комплекса исследований установлен срок годности сахарного печенья и его зависимость от вида используемого жирового компонента. Срок годности печенья с использованием жидких растительных масел – 2 месяца. Срок годности печенья с использованием твердых жировых продуктов – 6 месяцев.

Используемые сокращения

КЖ – кондитерский жир
ЗМЖ – заменитель молочного жира
ПМ – пальмовое масло
ВОМ – высокоолеиновое масло
НЖК – ненасыщенные жирные кислоты
МНЖК – мононенасыщенные жирные кислоты
ПНЖК – полиненасыщенные жирные кислоты

Критерии авторства

Е. А. Демченко – руководство исследованием, описание полученных экспериментальных данных и написание рукописи. Т. В. Савенкова – разработка концепции и консультация в ходе эксперимента, редактирование рукописи. И. И. Мизинчикова – обработка и анализ полученных данных, литературный обзор, подготовка и оформление статьи.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

E.A. Demchenko supervised the research, described the experimental data, and wrote the manuscript. T.V. Savenkova developed the research, provided consultation, and proofread the manuscript. I.I. Mizinchikova processed and analyzed the data obtained, reviewed available publications, and formatted the article.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Список литературы

1. Review of nutrition and human health research. Medical Research Council, 2017. 80 p.

2. Генеральная Ассамблея провозгласила период до 2025 года Десятилетием действий ООН по проблемам питания. URL: https://news.un.org/ru/story/2016/04/1282941/ (дата обращения: 20.06.2021).

3. Глобальный план действий по профилактике неинфекционных заболеваний и борьбе с ними на 2013–2020 гг. Женева: Всемирная организация здравоохранения, 2014. 107 с.

4. Мартинчик А. Н., Батурин А. К., Камбаров А. О. Анализ ассоциации структуры энергии рациона по макронутриентам и распространения избыточной массы тела и ожирения среди населения России // Вопросы питания. 2020. Т. 89. № 3. С. 40–53. https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10028.

5. Анализ рынка кондитерских изделий в России в 2015–2019 гг., оценка влияния коронавируса и прогноз на 2020–2024 гг. Tebiz Group, 2021. 283 с.

6. Довыденко В. А. Пищевая промышленность в России: анализ и перспективы развития // Скиф. Вопросы студенческой науки. 2019. Т. 40. № 12–1. С. 176–181.

7. Пищевая промышленность. Аналитическая справка. ВНИИ Труда, 2019. 95 с.

8. Сальникова О. В. Рожкова Л. В. Основные направления развития экспорта кондитерской продукции в России // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Экономические науки. 2018. Т. 7. № 1. С. 56–64. https://doi.org/10.21685/2309-2874-2018-1-7.

9. Рецептуры на печенье. М.: Хлебпродинформ, 1987. 247 с.

10. Тутельян В. А. Химический состав и калорийность российских продуктов питания. М.: ДеЛи плюс, 2012. 284 с.

11. Новые решения на рынке мучных кондитерских изделий. URL: https://ssnab.ru/news/vse-novosti-i-stati/muchnye-konditerskie-izdeliya/novye-resheniya-na-rynke-muchnykh-konditerskikh-izdeliy/ (дата обращения: 20.06.2021).

12.Актуальность создания специализированных кондитерских изделий для питания детей старше трех лет / С. Ю. Мистенева [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2020. Т. 50. № 2. С. 282–295. https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-2-282-295.

13.Резниченко И. Ю., Щеглов М. С. Сахарозаменители и подсластители в технологии кондитерских изделий // Техника и технология пищевых производств. 2020. Т. 50. № 4. С. 576–587. https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-4-576-587.

14.Приказ Министерства здравоохранения РФ от 15.01.2020 № 8 «Об утверждении Стратегии формирования здорового образа жизни населения, профилактики и контроля неинфекционных заболеваний на период до 2025 года». URL: http://docs.cntd.ru/document/564215449 (дата обращения: 10.03.2021).

15.Бурляева Е. А., Камбаров А. О., Никитюк Д. Б. Изменение структуры питания населения России за 100 лет // Клиническое питание и метаболизм. 2020. Т. 1. № 1. С. 17–26. https://doi.org/10.17816/clinutr21188.

16.Попова А. Ю., Тутельян В. А., Никитюк Д. Б. О новых (2021) Нормах физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации // Вопросы питания. 2021. Т. 90. № 4. С. 6–19. https://doi.org/10.33029/0042-8833-2021-90-4-6-19.

17.Роспотребнадзор расширяет применение цветовой маркировки «Светофор» для пищевых продуктов и безалкогольных напитков. URL: https://rospotrebnadzor.ru/about/info/news/news_details.php?ELEMENT_ID=12028 (дата обращения: 20.06.2021).

18.Корнен Н. Н., Викторова Е. П., Евдокимова О. В. Методологические подходы к созданию продуктов здорового питания // Вопросы питания. 2015. Т. 84. № 1. С. 95–99.

19.McClements D. J. Future foods: How modern science is transforming the way we eat. Springer, 2019. 395 p. https://doi.org/10.1007/978-3-030-12995-8.

20.Briggs M. A., Petersen K. S., Kris-Etherton P. M. Saturated fatty acids and cardiovascular disease: replacements for saturated fat to reduce cardiovascular risk // Healthcare. 2017. Vol. 5. № 2. https://doi.org/10.3390/healthcare5020029.

21.Современные тенденции развития производства жировых продуктов: наука, технологии, бизнес / А. П. Нечаев [и др.]. М.: Авторская книга, 2016. 382 с.

22.Кондратьев Н. Б. Оценка качества кондитерских изделий. Повышение сохранности кондитерских изделий. М.: Перо, 2015. 250 с.

23.Солдатова Е. А., Мистенева С. Ю., Савенкова Т. В. Условия и критерии обеспечения хранимоспособности кондитерских изделий // Пищевая промышленность. 2019. № 5. С. 82–85. https://doi.org/10.24411/0235-2486-2019-10078.

24.Оптимизация рецептуры бисквитного полуфабриката / Е. А. Маринина [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2020. Т. 50. № 1. С. 44–51. https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-1-44-51.

25.Optimisation of functional sausage formulation with konjac and inulin: Using D-Optimal mixture design / F. Safaei [et al.] // Foods and Raw Materials. 2019. Vol. 7. № 2. P. 177–184. https://doi.org/10.21603/2308-4057-2019-1-177-184.

26.Ibrahim G. E., Bahgaat W. K., Hussein A. M. S. Egyptian kishk as a fortificant: Impact on the quality of biscuit // Foods and Raw Materials. 2021. Vol. 9. № 1. P. 164–173. https://doi.org/10.21603/2308-4057-2021-1-164-173.

27.Канеш К. Раджа. Жиры в пищевой промышленности. СПб.: Профессия, 2016. 646 с.

28.Новикова Е. В., Черевко А. И. Энциклопедия питания. Том 6. Процессы, происходящие в продуктах при обработке. М.: КноРус, 2021. 536 с.

29.Мэнли Д. Мучные кондитерские изделия с рецептурами. СПб.: Профессия, 2012. 720 с.

30.Влияние функционально-технологических свойств растительных жировых продуктов на качественные характеристики печенья / С. Ю. Мистенева [и др.] // Вестник МГТУ. 2020. Т. 23. № 3. С. 268–279. https://doi.org/10.21443/1560-9278-2020-23-3-268-279.

31.Влияние антиоксидантов в нативной и мицеллированной формах на сроки годности эмульсионного жирового продукта / А. П. Нечаев [и др.] // Вопросы питания. 2020. Т. 89. № 5. С. 101–109. https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10070.

32.Основные критерии качества молочно-жировых эмульсионных продуктов / А. С. Мамонтов [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2016. Т. 43. № 4. С. 36–42.

References

1. Review of nutrition and human health research. Medical Research Council; 2017. 80 p.

2. General′naya Assambleya provozglasila period do 2025 goda Desyatiletiem deystviy OON po problemam pitaniya [UN Decade of Action on Nutrition 2016–2025]. [cited 2021 Jun 20]. Available from: https://news.un.org/ru/story/2016/04/1282941/.

3. Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases 2013–2020. Geneva: World Health Organization; 2014. 107 p. (In Russ.).

4. Martinchik AN, Baturin AK, Kambarov AO. Analysis of the association of diet energy from macronutrients and prevalence of overweight and obesity among the Russian population. Problems of Nutrition. 2020;89(3):40–53. (In Russ.). https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10028.

5. Analiz rynka konditerskikh izdeliy v Rossii v 2015–2019 gg., otsenka vliyaniya koronavirusa i prognoz na 2020–2024 gg. [Analysis of the confectionery market in Russia in 2015–2019, assessment of the impact of coronavirus and forecast for 2020–2024]. Tebiz Group; 2021. 283 p. (In Russ.).

6. Dovydenko VA. Food industry in Russia: Analysis and development prospects. Sciff. Questions of Students Science. 2019;40(12–1):176–181. (In Russ.).

7. Pishchevaya promyshlennost′. Analiticheskaya spravka [Food industry. Analytical reference]. All-Russian Research Institute of Labor; 2019. 95 p. (In Russ.).

8. Sal'nikova OV, Rozhkova LV. Main directions of development of confectionary products export in Russia. University Proceedings. Volga Region. Economic Sciences. 2018;7(1):56–64. (In Russ.). https://doi.org/10.21685/2309-2874-2018-1-7.

9. Retseptury na pechen′e [Cookies formulations]. Moscow: Khlebprodinform; 1987. 247 p. (In Russ.).

10. Tutel′yan VA. Khimicheskiy sostav i kaloriynost′ rossiyskikh produktov pitaniya [Chemical composition and caloric content of Russian food]. Moscow: DeLi plus; 2012. 284 p. (In Russ.).

11. Novy`e resheniya na ry`nke muchny`x konditerskix izdelij [New solutions in the pastry market]. [cited 2021 Jun 20]. Available from: https://ssnab.ru/news/vse-novosti-i-stati/muchnye-konditerskie-izdeliya/novye-resheniya-na-rynke-muchnykh-konditerskikh-izdeliy/.

12. Misteneva SYu, Savenkova TV, Demchenko EA, Shcherbakova NA, Gerasimov TV. Rationale for targeted confectionery products for children over three years old. Food Processing: Techniques and Technology. 2020;50(2):282–295. (In Russ.). https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-2-282-295.

13. Reznichenko IYu, Shcheglov MS. Sugar substitutes and sweeteners in confectionery technology. Food Processing: Techniques and Technology. 2020;50(4):576–587. (In Russ.). https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-4-576-587.

14. Prikaz Ministerstva zdravooxraneniya RF ot 15.01.2020 № 8 "Ob utverzhdenii Strategii formirovaniya zdorovogo obraza zhizni naseleniya, profilaktiki i kontrolya neinfekcionny`x zabolevanij na period do 2025 goda" [Order of the Ministry of Health of the Russian Federation of January 15, 2020, No. 8 "On approval of the Strategy for the formation of a healthy lifestyle for the population, prevention, and control of non-communicable diseases through 2025"]. [cited 2021 Jun 20]. Available from: http://docs.cntd.ru/document/564215449.

15. Burlyaeva EA, Kambarov AO, Nikityuk DB. Changes in the nutritional structure of the population of Russia for 100 years. Clinical nutrition and metabolism. 2020;1(1):17–26. (In Russ.). https://doi.org/10.17816/clinutr21188.

16. Popova AYu, Tutelyan VA, Nikityuk DB. On the new (2021) norms of physiological requirements in energy and nutrients of various groups of the population of the Russian Federation. Problems of Nutrition. 2021;90(4):6–19. (In Russ.). https://doi.org/10.33029/0042-8833-2021-90-4-6-19.

17. Rospotrebnadzor rasshiryaet primenenie czvetovoj markirovki «Svetofor» dlya pishhevy`x produktov i bezalkogol`ny`x napitkov [Rospotrebnadzor is expanding the use of color coding for food and non-alcoholic beverages]. [cited 2021 Jun 20]. Available from: https://rospotrebnadzor.ru/about/info/news/news_details.php?ELEMENT_ID=12028.

18. Kornen NN, Viktorova EP, Evdokimova OV. Methodological approaches to the creation of healthy food. Problems of Nutrition. 2015;84(1):95–99. (In Russ.).

19. McClements DJ. Future foods: How modern science is transforming the way we eat. Springer; 2019. 395 p. https://doi.org/10.1007/978-3-030-12995-8.

20. Briggs MA, Petersen KS, Kris-Etherton PM. Saturated fatty acids and cardiovascular disease: replacements for saturated fat to reduce cardiovascular risk. Healthcare. 2017;5(2). https://doi.org/10.3390/healthcare5020029.

21. Nechaev AP, Semenova PA, Lavrova AV, Gorshunova KD, Zajceva LV, Tutel`Yan VA. Sovremenny`e tendencii razvitiya proizvodstva zhirovy`x produktov: nauka, texnologii, biznes [Modern trends in the development of the production of fatty products: science, technology, and business]. Moscow: Avtorskaya kniga; 2016. 382 p. (In Russ.).

22. Kondrat`ev NB. Ocenka kachestva konditerskix izdelij. Povy`shenie soxrannosti konditerskix izdelij [Assessment of the quality of confectionery. Improving the preservation of confectionery]. Moscow: Pero; 2015. 250 p. (In Russ.).

23. Soldatova EA, Misteneva SYu, Savenkova TV. Conditions and criteria for ensuring the storage ability of confectionery. Food Industry. 2019;(5):82–85. (In Russ.). https://doi.org/10.24411/0235-2486-2019-10078.

24. Marinina EA, Sadygova MK, Kirillova TV, Kanevskaya IYu. Optimization formulation of semi-finished sponge cake. Food Processing: Techniques and Technology. 2020;50(1):44–51. (In Russ.). https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-1-44-51.

25. Safaei F, Abhari K, Khosroshahi NK, Hosseini H, Jafari M. Optimisation of functional sausage formulation with konjac and inulin: Using D-Optimal mixture design. Foods and Raw Materials. 2019;7(2):177–184. https://doi.org/10.21603/2308-4057-2019-1-177-184.

26. Ibrahim GE, Bahgaat WK, Hussein AMS. Egyptian kishk as a fortificant: Impact on the quality of biscuit. Foods and Raw Materials. 2021;9(1):164–173. https://doi.org/10.21603/2308-4057-2021-1-164-173.

27. Kanesh K. Radzha. Zhiry` v pishhevoj promy`shlennosti [Fats in food industry]. St. Petersburg: Professiya; 2016. 646 p. (In Russ.).

28. Novikova EV, Cherevko AI. E`nciklopediya pitaniya. Tom 6. Processy`, proisxodyashhie v produktax pri obrabotke [Encyclopedia of Nutrition. Volume 6. Processes in products during processing]. Moscow: KnoRus; 2021. 536 p. (In Russ.).

29. Me`nli D. Muchny`e konditerskie izdeliya s recepturami [Flour confectionery and their formulations]. St. Petersburg: Professiya; 2012. 720 p. (In Russ.).

30. Misteneva SYu, Savenkova TV, Demchenko EA, Shcherbakova NA, Gerasimov TV. Effect of functional and technological properties of vegetable shortenings on qualitative characteristics of biscuit. Vestnik of MSTU. 2020;23(3):268–279. (In Russ.). https://doi.org/10.21443/1560-9278-2020-23-3-268-279.

31. Nechaev AP, Samoylov AV, Bessonov VV, Nikolaeva YuV, Tarasova VV, Pilipenko OV. Influence of antioxidants in native and micelled forms on the shelf life of the emulsion fat product. Problems of Nutrition. 2020;89(5):101–109. (In Russ.). https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10070.

32. Mamontov AS, Starovoytova KV, Tereshchuk LV, Tarlyun MA. Main quality criteria for milk-and-fat emulsion products. Food Processing: Techniques and Technology. 2016;43(4):36–42. (In Russ.).