

Исследование процесса производства кондитерского жира со сбалансированным жирнокислотным составом на основе растительных культур

Екатерина Ю. Желтоухова	¹	katsturova@gmail.com	 0000-0002-7463-9013
Анастасия В. Терехина	¹	gorbatova.nastia@yandex.ru	 0000-0003-4433-9615
Лариса А. Лобосова	¹	lobosova63@mail.ru	 0000-0001-7147-1297
Максим А. Барбашин	¹		
Юлия С. Щедрина	¹		

¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. Кондитерские жиры содержат большое количество насыщенных жирных кислот, придающие продуктам заданную плотность и увеличивают температуру плавления. Приведена разработка технологии и расчет рецептуры кондитерского жира на основе растительных культур и совершенствовать известные способы по переработке растительных масел. В работе при производстве жиров использовались очищенные растительные масла: пальмовое, ши, подсолнечное, оливковое, соевое, рапсовое, льняное и другие, их фракции, а также модифицированные масла и жиры. В ходе эксперимента были сделаны три различных смеси жиров объемом 200 мл по предполагаемым рецептурам. Далее проходил процесс переэтерификации на пилотных установках, образцами по 10 кг. Переэтерифицированные образцы получили названия Баланс-1, Баланс-2, Баланс-3 и Баланс-4 и направлены на дезодорацию. После изучения физико-химических свойств разработанных жиров, было принято решение выработать из двух производственных жиров «Эконат 2004» и «Эконат 3004-32» и очищенных пилотных образцов Баланс-2, Баланс-3, Баланс-4 шоколадно-ореховую пасту по классической рецептуре. При выработке смотрели на технологические свойства. В результате было выработано по две баночки шоколадно-ореховой пасты из каждого образца.

Ключевые слова: кондитерский жир, рецептура, растительные культуры, шоколадно-ореховая паста, технологические свойства.

Research into the production process of confectionery fat with a balanced fatty acid composition based on plant crops

Ekaterina Yu. Zheltoukhova	¹	katsturova@gmail.com	 0000-0002-7463-9013
Anastasia V. Terekhina	¹	gorbatova.nastia@yandex.ru	 0000-0003-4433-9615
Larisa A. Lobosova	¹	lobosova63@mail.ru	 0000-0001-7147-1297
Maxim A. Barbashin	¹		
Yulia S. Shchedrina	¹		

¹ Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. Confectionery fats contain a large amount of saturated fatty acids, which give products a given density and increase the melting point. The development of technology and calculation of the formulation of confectionery fat based on vegetable crops and the improvement of known methods for processing vegetable oils are presented. In the production of fats, purified vegetable oils were used: palm, shea, sunflower, olive, soybean, rapeseed, flaxseed and others, their fractions, as well as modified oils and fats. During the experiment, three different mixtures of fats with a volume of 200 ml were made according to the proposed recipes. Next, the trans-esterification process took place in pilot plants, with samples of 10 kg each. The transesterified samples were named Balance-1, Balance-2, Balance-3 and Balance-4 and were used for deodorization. After studying the physicochemical properties of the developed fats, it was decided to develop chocolate-nut paste from two production fats "Econat 2004" and "Econat 3004-32" and purified pilot samples Balance-2, Balance-3, Balance-4 according to classic recipe. During production, we looked at the technological properties. As a result, two jars of chocolate-nut butter were produced from each sample.

Keywords: confectionery fat, recipe, plant crops, chocolate-nut paste, technological properties..

Введение

В современном мире население начинает больше задумываться и заботиться о здоровье в результате увеличивается потребность в продуктах питания специального назначения со сбалансированным жирнокислотным составом на основе растительных культур. Происходит увеличение выбора кондитерских изделий, за счет оптимизации и модернизации способов

их производства. Поэтому необходимо фиксировать и регламентировать нормы к составляющим компонентам, в том числе к кондитерским жирам. Жир является составляющей большей части кондитерских изделий. С учетом дозирования жир осуществляет функцию соответствующего структурообразователя. Преобразование зависимости подобранных жиров помогает получить большой выбор жиров для кондитерской

Для цитирования

Желтоухова Е.Ю., Терехина А.В., Лобосова Л.А., Барбашин М.А., Щедрина Ю.С. Исследование процесса производства кондитерского жира со сбалансированным жирнокислотным составом на основе растительных культур // Вестник ВГУИТ. 2024. Т. 86. № 3. С. 139–145. doi:10.20914/2310-1202-2024-3-139-145

For citation

Zheltoukhova E.Yu., Terekhina A.V., Lobosova L.A., Barbashin M.A., Shchedrina Yu.S. Research into the production process of confectionery fat with a balanced fatty acid composition based on plant crops. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2024. vol. 86. no. 3. pp. 139–145. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2024-3-139-145

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

промышленности: выпечка, заменитель какао-масла, для вафель и начинок конфет и так далее. У существующих жиры есть ряд различий: температура плавления, количественный состав твёрдых триглицеридов, необходимость темперирования, содержание добавок.

Таже они имеют существенный недостаток – содержание значительного количества насыщенных жирных кислот, которые создают у изделия заданную плотность и увеличивают температуру плавления. При использовании этих жиров в промышленности в превышающих фиксированное значение стандартом оказывается отрицательное влияние на организм человека. Они превращают продукты кондитерской отрасли в более калорийные образцы, которые наносят отрицательное воздействие на организм человека. Цель данной работы заключается в разработке технологии и расчет рецептуры кондитерского жира со сбалансированным жирнокислотным составом за счет внедрения новых ингредиентов на основе растительных культур. Исходя из этого, ставится задача в разработке новых рецептов за счет внедрения новых ингредиентов и совершенствование существующих технологий по переработке растительных масел и получения жировых продуктов с определённым жирнокислотным составом и структурированных липидов отвечающим заданным требованиям. Для решения поставленной задачи необходимо сделать его более близким по составу с жирнокислотным и отойти от способа гидрогенизации масел. Так как при этом возникают трансизомеры жирных кислот, нахождение которых в продуктах нужно приближать к минимальному значению или отсутствию.

Материалы и методы

Объектами исследования являлась линия производства кондитерских жиров. Предмет исследования – технология и рецептура кондитерского жира на основе растительных культур. При выработке кондитерских жиров основным сырьем является очищенные растительные масла, такие как пальмовое, ши, подсолнечное, оливковое, соевое, рапсовое, льняное и другие) и их фракции (олеин, стеарин), а также модифицированные масла и жиры (после гидрогенизации, переэтерификации). Пальмовое масло относят к маслам тропического происхождения, также как и пальмоядровое, кокосовое, которые производят в Малайзии, Индонезии, Колумбии. Оно является одним из самых распространенных видов пищевого растительного масла в мире, так же как подсолнечное, соевое, оливковое, кукурузное. После отжима мясистой части плодов

пальмы масличной получают свежее масло темного или темно-красного оттенка, которое после дистилляции при пониженной температуре можно использовать как отдельный продукт – красное пальмовое масло. Для его дальнейшего использования в промышленности необходима многоступенчатая очистка, результатом которой становится рафинированное отбеленное масло.

Масло ши (карите) – масло растительного происхождения, добываемое из семян тропического дерева ши методом холодного отжима. В последнее время оно набирает все большую популярность в пищевой отрасли, так как по некоторым своим свойствам и внешнему виду похоже на какао-масло. Масло ши содержит в себе следующие жирные кислоты: олеиновая (40–55%), стеариновая (35–45%), пальмитиновая (3–7%), линолевая (3–8%) и леволеновая (1%). В масле ши содержится больше неомыляемых веществ (до 17%), чем в какао-масле; в среднем в масле карите содержится 8% неомыляемых веществ. Они представляют собой обезжиренную фракцию, состоящую из фенолов, токоферолов, тритерпенов (альфа-амирина, лупеол, бутироспермол, паркеол), стероидов и углеводов (2–3%). Масло также содержит терпеновые спирты. Масло карите имеет твёрдую структуру, похожую на топленое сливочное масло. Температура плавления 36–46 °С. Цвет масла ши белый, с кремово-розовым оттенком, запах нежно-ореховый. Калорийность масла ши (карите) составляет 884 ккал на 100 граммов продукта. Компоненты входящие в состав подсолнечного масла в основном зависят от сорта подсолнечника, географического места произрастания, технологии извлечения масла и его очистки. Такое масло представляет собой смесь триглицеридов жирных кислот состава: ненасыщенные кислоты: 46–62% линолевой, 24–40% олеиновой, меньше 1% линоленовой; насыщенные кислоты: 3,5–9,0% пальмитиновой, 1,6–4,6% стеариновой, 0,7–0,9% арахидиновой, меньше 1% миристиновой. Содержит также 0,3–0,7% неомыляемых веществ (токоферолы, фосфолипиды, стерины, сквален, воски и воскообразные продукты) и около 1–1,5% свободных жирных кислот. Выработка кондитерских жиров начинается с детальной и многоступенчатой очистки его жировых составляющих. Масла растительного происхождения и жиры проходят полную рафинацию (нейтрализации, дезодорации, отбелке, вымораживанию (при необходимости), потому что надо полностью очистить сырьё от примесей (пестицидов, свободных жирных кислот, ароматических, красящих веществ и др.). После очистки растительные масла могут подвергнуть различным модификациям (фракционирование, гидрогенизация, переэтерификация), если это

предусмотрено рецептурой. Жиры поступают в плавители, оснащенные с трубными решетками, по которым поступает горячая вода. Заданные показатели температура горячей воды автоматически поддерживается в требуемых пределах для создания стабильного нагрева жиров до температуры 50–55 °С с целью предотвращения окисления продукта. Растопленные масла по трубопроводам из плавителей дозируются в определенном количестве в вертикальный смеситель с механической мешалкой, где идет смешивание жировой смеси и достигается равномерное распределение всех компонентов. Потом смесь жиров перемещают на этап дезодорации, для исключения появления реверсии органолептических показателей. Она представляет собой дистилляционный процесс, проводимый паром в условиях глубокого вакуума и высокой температуры. Извлечение одорирующих компонентов и свободных жирных кислот в этих условиях происходит за счет того, что общая масса имеет упругость паров большую, чем триглицериды. Эти вещества обладают большей летучестью. Смесь жиров поступает в дезодоратор периодического действия, где его температура увеличивается до 170–210 °С, продолжительность процесса дезодорации длится около 1 часа при давлении пара около 3 – 4МПа. После этапа дезодорации у смеси жиров понижается температура за счет охлаждения до 38–40 °С и вводят дополнительные ингредиенты – антиокислители, эмульгаторы и другие. Далее кондитерский жир отправляют на этап кристаллизации в специальные кристаллизаторы, где необходимо следить за скоростью понижения температуры и процессом смешивания. При постепенном понижении и охлаждении появляются крупные кристаллы, характерные для наиболее высокоплавкой, стабильной кристаллической β-формы, которая обуславливает гетерогенность структуры, придающей продукту грубость вкуса, «мучнистость», «мраморность» и так далее.

При хранении такой кондитерский жир приобретает крошистую структуру. Для получения гомогенной структуры жиры кондитерского назначения после глубокого охлаждения подвергаются активному перемешиванию и продолжительной механической обработке. Затем жиры кондитерского назначения доводятся до температуры розлива в короба, упаковываются и транспортируют в холодильник для окончательного охлаждения и стабилизации. Получение всех видов кондитерских жиров – твердых (фасованных и в монолите), мягких и жидких – проводятся на автоматизированных непрерывно работающих линиях, которые предусматривают последовательное проведение всех заданных технологических этапов производства.

Результаты и обсуждение

В ходе эксперимента были сделаны три различных смеси жира объемом 200 мл по предполагаемым рецептурам. Полученные смеси были отправлены на анализ, который подтвердил, что полученные смеси имеют сбалансированный жирнокислотный состав на основе растительных культур. Чтобы избежать отсечения жидких растительных масел в образцах из-за неравномерного распределения насыщенных жирных кислот между триглицеридами, а также для придания кондитерскому жиру определенных свойств (температура плавления, пластичность, твердость), было принято решение отправить их на переэтерификацию. Процесс переэтерификации производился на пилотных установках, образцами по 10 кг, после процесса образцы каждого жира были направлены в лабораторию. Переэтерифицированные образцы получили названия Баланс-1, Баланс-2, Баланс-3 и Баланс-4. По показаниям видно, что переэтерификации в образце Баланс-1 не прошла (малые различия анализов до/после), поэтому было принято решение не использовать этот образец для дальнейшей работы. В таблице 2 представлено соответствие жирнокислотного состава пилотных образцов к рассчитанному.

Таблица 1.

Физико-химические свойства пилотных образцов

Table 1.

Physico-chemical properties of pilot samples

Образец Sample	Температура плавления, °С Melting point, °C	Йодное число, г I ₂ /100 г. Iodine number, g I ₂ /100 g	Содержание ТГГ, % TTG content, %				
			10 °C	20 °C	30 °C	35 °C	
1	2	3	4	5	6	7	
Баланс 1 Пальмовое масло – 56%, подсолнечное масло – 44%. Balance 1 Palm oil – 56%, sunflower oil – 44%.	Д В	29	87,75	17,4	6,0	2,1	1,2
	П А	37,9	87,75	18,6	6,0	1,6	0,1
Баланс 2 Подсолнечное масло – 45%, масло ши – 55%. Balance 2 Sunflower oil – 45%, shea butter – 55%	Д В	47,2	79,24	50,8	41,9	20,2	2,0
	П А	48,4	75,74	25,4	13,7	8,6	6,3

Продолжение таблицы 1 | Continuation of table 1

1	2	3	4	5	6	7	
Баланс 3 Пальмовое масло – 50%, подсолнечное масло – 40%, масло ши – 10%. Balance 3 Palm oil – 50%, sunflower oil – 40%, shea butter – 10%	Д В	37,8	60,21	19,3	9,1	4,6	3,1
	П А	37,0	86,55	16,0	7,0	2,5	0,3
Баланс 4 Подсолнечный олеин – 30%, подсолнечное масло – 40%, масло ши -30%. Balance 4 Sunflower olein – 30%, sunflower oil – 40%, shea butter -30%	Д В	35,3	85,12	17,4	1,4	0,1	0,1
	П А	40,5	85,58	13,0	5,9	2,3	0,3

Таблица 2.

Жирынокислотный состав пилотных образцов (постановка смесей)

Table 2.

Fatty acid composition of pilot samples (formulation of mixtures)

Показатель Index	Баланс-3 Balance-3		Баланс-4 Balance-4		Баланс-2 Balance-2	
	расчет est.	анализ analysis	расчет est.	анализ analysis	расчет est.	анализ analysis
Лауриновая C12:0 Lauric C12:0	0,39	0,2	0,43	0,12	0,6	0,36
Миристиновая C14:0 Myristic C14:0	0,7	0,52	0,59	0,35	0,48	0,18
Пальмитиновая C16:0 Palmitic C16:0	24,23	23,81	16,22	15,96	6,09	4,89
Пальмитолеиновая C16:1 Palmitoleic C16:1	0,4	0,12	0,36	0,1	0,3	0,05
Стеариновая C18:0 Stearic C18:0	7,76	7,76	13,48	15,57	21,41	34,35
Олеиновая C18:1 Oleic C18:1	34,6	33,21	36,75	36,44	36,4	28,58
Линолевая C18:2 Linoleic C18:2	29,41	33,15	28,59	31,0	29,48	29,47
Линоленовая C18:3 Linolenic C18:3	0,7	0,12	1,5	0,12	2,47	0
Арахидиновая C20:0 Arachidic C20:0	0,97	0,42	1,32	0,62	2,06	1,41
Гондоиновая C20:1 Gondoinovaya S20:1	0,32	0,15	0,24	0,18	0,14	0,09
Бегеновая C22:0 Begenovaya S22:0	0,4	0,38	0,4	0,37	0,45	0,42
Лигноцеридовая C24:0 Lignoceric C24:0	0,12	0,16	0,12	0,17	0,13	0,2
Итого Total						
НЖК SFA	34,57	33,25	32,56	33,15	31,21	41,81
ПНЖК PSFA	35,32	33,48	37,35	36,72	36,84	28,72
ННЖК UFA	30,11	33,27	30,09	31,0	31,95	29,47

Таблица 3.

Жирынокислотный состав пилотных образцов (постановка смесей)

Table 3.

Fatty acid composition of pilot samples (formulation of mixtures)

Показатель Index	Баланс-2 Balance-2		Баланс-3 Balance-3		Баланс-4 Balance-4	
	до before	после пере и дезо after pere and deso	до before	после пере и дезо after pere and deso	до before	после пере и дезо after pere and deso
Т плавления, °C Melting temperature, °C	47,2	37,0	37,8	32,8	35,3	34,5
Йодное ч., г J ₂ /100г Iodine part, g J ₂ /100g	79,24	75,26	60,21	85,75	85,12	84,77
Перекисное ч., мэкв/кг Peroxide part, meq/kg	-	0,1	-	4,5	-	0,9
Кислотное ч., мгКОН/г Acid content, mgKOH/g	-	1,04	-	0,18	-	0,2
ТТГ, % 10 °C TSH, % 10 °C	50,8	25,8	19,3	17,0	17,4	14,4
ТТГ, % 20 °C TSH, % 20 °C	41,9	13,2	9,1	7,8	1,4	6,6
ТТГ, % 30 °C TSH, % 30 °C	20,2	9,0	4,6	3,0	0,1	2,5
ТТГ, % 35 °C TSH, % 35 °C	2,0	6,7	3,1	0,5	0,1	0,9

Чтобы полученные образцы жира можно было безопасно использовать в приготовлении кондитерских изделий, они были направлены на дезодорацию, которая проводилась на пилотных установках периодического действия. После дезодорации еще раз была проведена лабораторная экспертиза полученных образцов на показатели: Тпл, ЙЧ, ПЧ, КЧ, содержание ТТГ.

После изучения физико-химических свойств разработанных жиров, было принято решение выработать из двух производственных жиров «Эконат 2004» и «Эконат 3004–32» и очищенных пилотных образцов Баланс-2, Баланс-3,

Баланс-4 шоколадно-ореховую пасту по классической рецептуре. При выработке смотрели на технологические свойства жиров – текучесть, вязкость продукта, время застывания:

– «Эконат 3004–32» – самое быстрое время застывания, твердый при +18 °C, средняя вязкость готовой пасты при 50 °C;

– «Эконат 2004» – самое долгое время застывания, очень мягкий при +18 °C, средняя вязкость готовой пасты при 50 °C;

– Баланс-2 – быстрое время застывания, средней мягкости при +18 °C, самая высокая вязкость готовой пасты при 50 °C;

– Баланс-3 – среднее время застывания, мягкий при +18 °С, средняя вязкость готовой пасты при 50 °С;

– Баланс-4 – долгое время застывания, средней мягкости при +18 °С, низкая вязкость готовой пасты при 50 °С;

Было выработано по две баночки шоколадно-ореховой пасты из каждого образца, одна отправилась на окончательную кристаллизацию при +18 °С, другая при +3 °С, после 24 часов образцы были продегустированы комиссией и

определены основные органолептические показатели продукта. Образец КЖ Баланс-2 не пригоден для изготовления паст из-за своей высокой твердости, может подойти для конфет типа пралине, батончиков. Образцы КЖ Баланс-3 и Баланс-4 по своим свойствам расположены между производственными КЖ «Эконат 3004–32 и «Эконат 2004» и могут быть использованы в качестве жировой основы для получения паст, мягких начинок для конфет «Ассорти», полых вафель.

Таблица 4.

Органолептическая оценка образцов паст

able 4.

Organoleptic evaluation of paste samples

Название образца КЖ Name of QOL sample	Вкус и запах Taste and smell	Твердость Hardness		Интенсивность плавления/Салистость Melting intensity/Solidity
		при +3 °С at + 3 °С	при +18 °С at + 18 °С	
Эконат 3004–32 Econat 3004–32	7,0	4,5	3,6	4,5
Эконат 2004 Econat 2004	6,9	4,0	2,6	4,8
Баланс-2 Balance-2	5,2	6,2	5,3	3,4
Баланс-3 Balance-3	6,4	4,1	3,1	4,4
Баланс-4 Balance-4	6,3	4,1	2,9	4,3

Заключение

В работе предложена технология производства и рецептура кондитерского жира с заданным и сбалансированным жирнокислотным составом на основе растительных культур. В ходе обзора литературы было определено, что сбалансированным является жир, содержащий в себе по 33% насыщенных, мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот, а так же имеющий соотношение омега-3(линоленовая) к омега-6(линолевая) в пределах от 1:4 до 1:10. Изучены существующие технологии производства специализированных жиров и маргаринов, выявлены преимущества и недостатки для каждой. На основе полученных знаний была составлена собственная технология производства кондитерских жиров путем смешивания с этапом внесения дополнительных ингредиентов, а также было выбрано оптимальное сырьё для производства кондитерских жиров со сбалансированным жирнокислотным составом. В экспериментальной части были получены три смеси жиров,

по предполагаемым рецептурам, которые были изучены в лаборатории. По полученным лабораторным показателям были откорректированы рецептуры кондитерских жиров и по итогам работы были выпущены пилотные образцы по 10 кг. Анализ пилотных образцов показал, что их жирнокислотный состав практически точно соответствует сбалансированному жирнокислотному составу (по 33% НЖК, МНЖК, ПНЖК). Так же анализ показал, существенные различия жиров по температуре плавления, содержанию твердых триглицеридов. После дезодорации из пилотных образцов были выработаны орехово-шоколадные пасты, проведена дегустация полученных образцов, сравнение с пастой на производственных кондитерских жирах марки «Эконат». По итогам дегустации и анализов, было определено две лучших рецептуры кондитерского жира со сбалансированным составом – рецептура 1 (Баланс-3) и рецептура 2 (Баланс-4). Кондитерский жир Баланс-2 (рецептура 3) не пригоден для использования в производстве паст и мягких начинок из-за своей высокой твердости.

Литература

- 1 Желтоухова Е.Ю., Тронза П.А., Терёхина А.В. Оптимизация технологии высоковязких жидких сред с использованием отходов масложировой промышленности // Вестник ВГУИТ. 2022. Т. 84. № 2 (92). С. 152–161.
- 2 Шленская Т.В., Паронян В.Х., Восканян О.С. Перспективные способы производства жировых продуктов питания на основе традиционного и нетрадиционного сырья. М.: Пищепромиздат, 2003. 284 с.
- 3 Арутюнян Н.С., Корнена Е.П., Янова Л.Н. и др. Технология переработки жиров. М.: Пищепромиздат, 1998. 452 с.
- 4 Паронян В.Х., Шленская Т.В., Восканян О.С. Научные основы процессов жиропереработки. М.: Пищепромиздат, 2004. 192 с.
- 5 Zheltoukhova E.Y. et al. Development of technology and formulation of high-viscosity liquid media using by-products of the oil and fat industry // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2022. V. 1052. №. 1. P. 012088.

- 6 Желтоухова Е.Ю., Тронза П.А. Рецептуры кондитерского жира со сбалансированным жирнокислотным составом // X Международная научная конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Кемерово, 2022. С. 28–29.
- 7 Тронза П.А., Желтоухова Е.Ю. Разработка рецептуры кондитерского жира со сбалансированным жирнокислотным составом // Материалы студенческой научной конференции за 2022 год. 2022. С. 217–218.
- 8 Венникова Н.А., Скобельская З.Г., Бессараб А.В. Отечественный жир Эколад-11-заменитель какаомасла // Кондитерское производство. 2005. № 5. С. 25.
- 9 Григорьева В.Н., Лисицын А.Н. Смеси растительных масел – биологически ценные продукты // Масложировая промышленность. 2005. 210 с.
- 10 Padley F. B. Chocolate and confectionery fats // Lipid technologies and applications. Routledge, 2018. P. 391-432.
- 11 Talbot G. Fats for chocolate and sugar confectionery // Fats in Food Technology 2e. 2014. P. 169-211.
- 12 Haque Akanda M.J. et al. Hard fats improve the physicochemical and thermal properties of seed fats for applications in confectionery products // Food Reviews International. 2020. V. 36. №. 6. P. 601-625. doi: 10.1080/87559129.2019.1657443
- 13 Kalic M., Krstonosic V., Hadnadev M., Gregersen S.B. et al. Impact of different sugar and cocoa powder particle sizes on crystallization of fat used for the production of confectionery products: Particle size distribution influences fat crystallization // Journal of Food Processing and Preservation. 2018. V. 42. №. 12. P. e13848. doi: 10.1111/jfpp.13848
- 14 West R., Rousseau D. The role of nonfat ingredients on confectionery fat crystallization // Critical reviews in food science and nutrition. 2018. V. 58. №. 11. P. 1917-1936. doi: 10.1080/10408398.2017.1286293
- 15 Caggia C., Palmeri R., Russo N., Timpone R. et al. Employ of citrus by-product as fat replacer ingredient for bakery confectionery products // Frontiers in nutrition. 2020. V. 7. P. 46. doi:10.3389/fnut.2020.00046
- 16 Tsakona S., Papadaki A., Kopsahelis N., Kachrimanidou V. et al. Development of a circular oriented bioprocess for microbial oil production using diversified mixed confectionery side-streams // Foods. 2019. V. 8. №. 8. P. 300. doi: 10.3390/foods8080300
- 17 Pilarska A.A. Wolna-Maruwka A., Boniecki P. et al. Use of confectionery waste in biogas production by the anaerobic digestion process // Molecules. 2018. V 24. №. 1. P. 37.
- 18 Talbot G. Specialty oils and fats in confectionery // Specialty oils and fats in food and nutrition. Woodhead Publishing, 2015. p. 221-239. doi: 10.1016/B978-1-78242-376-8.00009-0
- 19 Żbikowska A., Rutkowska J., Kowalska M. Consumption safety of pastries, confectioneries, and potato products as related to fat content // Journal of the American College of Nutrition. 2015. V. 34. №. 6. P. 507-514.
- 20 Edwards W.P. The science of sugar confectionery. Royal Society of Chemistry, 2018.

References

- 1 Zheltohouva E.Yu., Tronza P.A., Terekhova A.V. Optimization of the technology of high-viscosity liquid media using waste from the oil and fat industry. Proceedings of VSUET. 2022. vol. 84. no. 2 (92). pp. 152–161. (in Russian).
- 2 Shlenskaya T.V., Paronyan V.Kh., Voskanyan O.S. Promising methods for the production of fatty food products based on traditional and non-traditional raw materials. Moscow, Pishchepromizdat, 2003. 284 p. (in Russian).
- 3 Arutyunyan N.S., Kornena E.P., Yanova L.N. et al. Fat processing technology. Moscow, Pishchepromizdat, 1998. 452 p. (in Russian).
- 4 Paronyan V.Kh., Shlenskaya T.V., Voskanyan O.S. Scientific bases of fat processing processes. Moscow, Pishchepromizdat, 2004. 192 p. (in Russian).
- 5 Zheltohouva E.Y. et al. Development of technology and formulation of high-viscosity liquid media using by-products of the oil and fat industry. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2022. vol. 1052. no. 1. pp. 012088.
- 6 Zheltohouva E.Yu., Tronza P.A. Formulations of confectionery fat with a balanced fatty acid composition. X International scientific conference of students, postgraduates and young scientists. Kemerovo, 2022. pp. 28–29. (in Russian).
- 7 Tronza P.A., Zheltohouva E.Yu. Development of a formulation of confectionery fat with a balanced fatty acid composition. Proceedings of the student scientific conference for 2022. 2022. pp. 217–218. (in Russian).
- 8 Vennikova N.A., Skobelskaya Z.G., Bessarab A.V. Domestic fat Ecolad 11 cocoa butter substitute. Confectionery production. 2005. no. 5. pp. 25. (in Russian).
- 9 Grigorieva V.N., Lisitsyn A.N. Mixtures of vegetable oils – biologically valuable products. Oil and fat industry. 2005. 210 p. (in Russian).
- 10 Padley F. B. Chocolate and confectionery fats. Lipid technologies and applications. Routledge, 2018. pp. 391-432.
- 11 Talbot G. Fats for chocolate and sugar confectionery. Fats in Food Technology 2e. 2014. pp. 169-211.
- 12 Haque Akanda M.J. et al. Hard fats improve the physicochemical and thermal properties of seed fats for applications in confectionery products. Food Reviews International. 2020. vol. 36. no. 6. pp. 601-625. doi: 10.1080/87559129.2019.1657443
- 13 Kalic M., Krstonosic V., Hadnadev M., Gregersen S.B. et al. Impact of different sugar and cocoa powder particle sizes on crystallization of fat used for the production of confectionery products: Particle size distribution influences fat crystallization. Journal of Food Processing and Preservation. 2018. vol. 42. no. 12. pp. e13848. doi: 10.1111/jfpp.13848
- 14 West R., Rousseau D. The role of nonfat ingredients on confectionery fat crystallization. Critical reviews in food science and nutrition. 2018. vol. 58. no. 11. pp. 1917-1936. doi: 10.1080/10408398.2017.1286293
- 15 Caggia C., Palmeri R., Russo N., Timpone R. et al. Employ of citrus by-product as fat replacer ingredient for bakery confectionery products. Frontiers in nutrition. 2020. vol. 7. pp. 46. doi:10.3389/fnut.2020.00046
- 16 Tsakona S., Papadaki A., Kopsahelis N., Kachrimanidou V. et al. Development of a circular oriented bioprocess for microbial oil production using diversified mixed confectionery side-streams. Foods. 2019. vol. 8. no. 8. pp. 300. doi: 10.3390/foods8080300
- 17 Pilarska A.A. Wolna-Maruwka A., Boniecki P. et al. Use of confectionery waste in biogas production by the anaerobic digestion process. Molecules. 2018. vol. 24. no. 1. pp. 37.

18 Talbot G. Specialty oils and fats in confectionery. Specialty oils and fats in food and nutrition. Woodhead Publishing, 2015. pp. 221-239. doi: 10.1016/B978-1-78242-376-8.00009-0

19 Żbikowska A., Rutkowska J., Kowalska M. Consumption safety of pastries, confectioneries, and potato products as related to fat content. Journal of the American College of Nutrition. 2015. vol. 34. no. 6. pp. 507-514.

20 Edwards W.P. The science of sugar confectionery. Royal Society of Chemistry, 2018.

Сведения об авторах

Екатерина Ю. Желтоухова к.т.н, доцент, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, katsturova@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-7463-9013>

Анастасия В. Терехина к.т.н, доцент, кафедра жиров, процессов и аппаратов химической и пищевой промышленности, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, gorbatova.nastia@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-4433-9615>

Лариса А. Лобосова к.т.н, доцент, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, lobosova63@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7147-1297>

Максим А. Барбашин студент, кафедра жиров, процессов и аппаратов химической и пищевой промышленности, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Юлия С. Щедрина студент, кафедра жиров, процессов и аппаратов химической и пищевой промышленности, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Ekaterina Yu. Zheltoukhova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, food processing machines and apparatuses department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, katsturova@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-7463-9013>

Anastasia V. Terekhina Cand. Sci. (Engin.), associate professor, fat, processes and devices of chemical and food industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, gorbatova.nastia@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-4433-9615>

Larisa A. Lobosova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, lobosova63@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7147-1297>

Maxim A. Barbashin student, fat, processes and devices of chemical and food industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

Yulia S. Shchedrina student, fat, processes and devices of chemical and food industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 01/07/2024	После редакции 17/07/2024	Принята в печать 17/08/2024
Received 01/07/2024	Accepted in revised 17/07/2024	Accepted 17/08/2024