



Научная статья
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)
УДК 663.674

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.03.002



ВЛИЯНИЕ ЦЕДРЫ ЛИМОНА НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА МОРОЖЕНОГО

Александр Иванович Яшкин

Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия
yashkin@asau.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9244-6613>

Аннотация. Производство мороженого с заданной структурой продукта достигается использованием комплексных пищевых добавок, объединяющих в себе эмульгаторы и стабилизаторы консистенции. Актуальность проводимых исследований обусловлена поиском природных источников стабилизаторов, способных наряду с обеспечением требуемых органолептических показателей продукта повысить его пищевую и биологическую ценность. К числу нативных источников стабилизатора пектин (E440) следует отнести цедру (флаведо) плодов цитрусовых – вторичного пищевого сырья от производства соковой продукции. Целью работы являлось исследование технологических и органолептических показателей качества мороженого при использовании в его составе сухой измельченной цедры лимона. Объект исследования – мороженое с массовой долей жира 10 % с дополнительно введенной подготовленной цедрой лимона в количестве 1 % и 2 % от массы сырья. Использование цедры в изучаемых дозировках приводит к статистически значимому повышению уровня титруемой кислотности мороженого (в 1,4–1,5 раза, $p < 0.05$). Установлена более высокая степень насыщения замороженной смеси воздухом: взбитость мороженого с цедрой превысила контрольное значение на 24,4–31,3 % ($p < 0.01$). Отмечено положительное влияние лимонной цедры (2 % от массы) на стабильность структуры продукта за счет сокращения скорости таяния образцов мороженого на 9,5–11,0 % ($p < 0.05$). Анализ сенсорного профиля мороженого показал существенное снижение интенсивности восприятия дегустиаторами сладкого и сливочного вкусов в образцах с цитрусовым компонентом ($p < 0.01$) на фоне усиления лимонного вкуса в сочетании с горечью ($p < 0.01$). Обоснованной дозировкой введения цедры лимона в состав смеси мороженого с массовой долей жира 10 % является 1 % от массы сырья, что подтверждается совокупностью органолептических и технологических показателей продукта. Полученные результаты могут быть востребованы при разработке промышленной технологии мороженого с нативными пищевыми источниками пектиновых веществ.

Ключевые слова: мороженое, цитрусовые, цедра лимона, флаведо, пищевые волокна, стабилизаторы, пектин, взбитость мороженого, термоустойчивость мороженого, органолептические показатели, профиль флейвора.

Для цитирования: Яшкин А. И. Влияние цедры лимона на органолептические и технологические показатели качества мороженого // Ползуновский вестник. 2023. № 3. С. 13–20. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.03.002. EDN: <https://elibrary.ru/RBLNHX>.

Original article

EFFECT OF LEMON PEEL ON ORGANOLEPTIC AND TECHNOLOGICAL INDICATORS OF ICE CREAM QUALITY

Alexander I. Yashkin

Altai state agricultural university, Barnaul, Russia
yashkin@asau.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9244-6613>

© Яшкин А. И., 2023

Abstract. The production of ice cream with a required product structure is achieved by using complex food additives that combine emulsifiers and consistency stabilizers. The relevance of the research is due to the search for natural sources of stabilizers that can, along with providing the required organoleptic characteristics of the product, increase its nutritional and biological value. Among the native sources of the pectin stabilizer (E440) should be attributed the peel (flavedo) of citrus fruits – secondary food raw materials from the production of juice. The aim of the work was to study the technological and organoleptic indicators of the quality of ice cream when using dry powdered lemon peel in its composition. The object of the study is ice cream with a mass fraction of fat of 10% with additionally introduced prepared lemon peel in the amount of 1% and 2% by weight of raw materials. The use of peel leads to a statistically significant increase in the level of titrated acidity of ice cream (by 1.4-1.5 times, $p < 0.05$). A higher degree of saturation of the frozen mixture with air was established: the whipping of ice cream with peel exceeded the control value by 24.4-31.3% ($p < 0.01$). The positive effect of lemon peel (2% by weight) was noted the stability of the product structure by reducing the melting rate of ice cream samples by 9.5-11.0% ($p < 0.05$). The analysis of the sensory profile of ice cream demonstrated a significant decrease in the intensity of perception of sweetness and creamy taste in samples with a citrus component ($p < 0.01$) against the background of an increase in lemon flavor combined with bitterness ($p < 0.01$) depending on the dosage of lemon flavedo in the product. A justified dosage for the introduction of lemon peel into the composition of an ice cream mixture with a mass fraction of fat of 10% is 1% of the mass of raw materials, which is confirmed by the totality of organoleptic and technological indicators of the product. The obtained results may be in demand in the development of industrial technology of ice cream with native food-flavored sources of pectin substances.

Keywords: ice cream, citrus fruits, lemon peel, flavedo, dietary fiber, stabilizers, pectin, ice cream whipping, ice cream heat resistance, organoleptic parameters, flavor profile.

For citation: Yashkin, A. I. (2023). Effect of lemon peel on organoleptic and technological indicators of ice cream quality. *Polzunovskiy vestnik*, (3), 13-20. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.03.002. EDN: <https://elibrary.ru/RBLNHX>.

ВВЕДЕНИЕ

Обогащение мороженого эссенциальными нутриентами обычно достигается использованием в составе смесей различных фруктов, ягод и других пищевых наполнителей из растительного сырья [1]. При этом формирование органолептических свойств мороженого, в том числе консистенции продукта, обеспечивается целенаправленным применением стабилизационных систем, объединяющих эмульгаторы и стабилизаторы. Механизм формирования стабильной консистенции продукта основан на изменении некоторых технологических свойств в процессе замораживания многокомпонентной смеси, главным образом за счет повышения дисперсности воздушной фазы и замедления роста кристаллов льда [2].

Интерес к использованию нативных источников стабилизаторов в рецептурах мороженого продиктован активным запросом потребителей на натуральный продукт с «чистой этикеткой». Однако такой подход нашел отклик у малого числа производителей мороженого ввиду технологической сложности при работе с подобными ингредиентами и высокой частоты появления пороков вкуса и запаха [3]. Ценным источником стабилизатора пектина, а также

витаминов, клетчатки и ряда других биологически активных соединений [4] является цедра плодов цитрусовых, представляющая собой наружный окрашенный слой (флаведо) околоплодника плода [5]. Будучи вторичным сырьем от переработки плодов цитрусовых культур, цедра не получила широкого распространения в пищевой промышленности и ограничено направляется на корм животным и другие цели [6].

Флаведо плодов цитрусовых как пищевой ингредиент используется в производстве кондитерских изделий, джемов, молочных продуктов и напитков [7–10]. Основу современных представлений о применении цедры в производстве мороженого составляют немногочисленные зарубежные исследования, доказавшие функциональные свойства обогащенного мороженого [11]. Сообщается о позитивном влиянии эфирных масел цедры на снижение количества дрожжей и общего микробного числа продуктов [12]. Показана возможность имитации сенсорного ощущения сливочности за счет внесенной цедры в мороженое с пониженной массовой долей жира [13]. Однако доступные сведения о механизмах взаимодействия компонентов флаведо плодов цитрусовых с молочным сырьем, особенно при низкотемпературной обработке, не позволяют с до-

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 3 2023

ВЛИЯНИЕ ЦЕДРЫ ЛИМОНА НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА МОРОЖЕНОГО

статочной полнотой судить о характере формирования отдельных свойств мороженого, что требует проведения дальнейших исследований в данной области.

В настоящей работе показано изменение ряда показателей качества мороженого при использовании в составе продукта высушенной цедры лимона (*Citruslimon (L.) Burm. f.*) в количестве 1 % и 2 % от массы. Выявлено существенное повышение уровня титруемой кислотности смеси мороженого за счет вносимого ингредиента в изучаемых дозировках. На фоне использования цедры отмечено улучшение показателя взбитости и термостойкости готового продукта. Построен органолептический профиль мороженого, отражающий интенсивность восприятия дегустаторами ключевых дескрипторов продукта. Цель работы – исследовать некоторые технологические и органолептические показатели, характеризующие качество мороженого, при использовании в его составе сухой измельченной цедры лимона.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Для производства мороженого использовано молоко коровье по ГОСТ 31449 (массовая доля жира 3,9 %), сливки-сырье по ГОСТ 34355 (массовая доля жира 35 %), молоко сгущенное с сахаром по ГОСТ 31688, молоко сухое цельное по ГОСТ 33629 (массовая доля жира 26 %), сахар белый по ГОСТ 33222. Для целей исследований использована коммерческая цедра лимона («Kotanyi GmbH», Австрия). До внесения в молочную смесь цедру подвергали дополнительному измельчению до частиц размером 0,3–0,9 мм с целью повышения степени дисперсности пищевкусового компонента в составе мороженого. Подготовленная цедра представляла собой тонко измельченное флаведо околоплодника лимона от кремового до коричневого цвета с характерным лимонным ароматом и выраженным горьким вкусом (рис. 1).

Образцы мороженого всех вариантов вырабатывали следующим образом: проводили подготовку смеси, включая смешивание ингредиентов согласно рецептурному варианту, подогрев до 40–45 °С и фильтрование смеси, далее вносили расчетное количество подготовленной цедры и полученную смесь направляли на пастеризацию при 82 °С с выдержкой 50 сек., гомогенизацию при 74 °С с давлением 14 МПа. Далее смесь всех вариантов охлаждали до 2–4 °С, подвергали созреванию при той же температуре в течение 18 ч и фризерованию до минус 5–6 °С. Мороженое фасовали в полимерные стаканчики,

подвергали закаливанию при минус 30 °С в течение 48 ч. До момента исследований продукт хранили в камере при минус 18 °С.



Рисунок 1 – Внешний вид применяемой цедры лимона

Figure 1 – Appearance of the applied lemon peel

Органолептические показатели мороженого определяли методом дегустации с применением профильно-дескрипторного анализа флейвора продукта по 10-балльной шкале. Мету согласованности оценок дегустаторов определяли по коэффициенту конкордации (согласия) по формуле (1):

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12}m^2(n^3-n) - m \sum T_i^2} \quad (1)$$

где S – сумма квадратов отклонений суммы рангов каждого показателя качества от среднего арифметического ранга; T_i – число связей в оценках i-го эксперта; n – количество экспертов; m – количество показателей.

Общее содержание сухих веществ в мороженом определено по ГОСТ 3626 методом высушивания образцов продукта при 100–105 °С до постоянной массы, расчет сделан по формуле (2):

$$C = \frac{(m_1 - m_0) \cdot 100}{m - m_0} \quad (2)$$

где m_0 – масса пустой бюксы, г; m – масса бюксы с мороженым до высушивания, г; m_1 – масса бюксы с мороженым после высушивания, г.

Уровень титруемой кислотности определен по ГОСТ 3624 потенциметрическим методом путем нейтрализации кислот продукта раствором гидроксида натрия до pH = 8,9. Активная кислотность определена с помощью pH-метра по ГОСТ 32892. Массовую долю жира определяли по ГОСТ 5867 кислотным методом с последующим центрифугированием. Взбитость мороженого определена согласно приложению «Г» ГОСТ 31457 путем

взвешивания массы смеси фиксированного объема до фризирования и при выходе из фризера, расчет сделан по формуле (3):

$$B = \frac{(M_2 - M_3) \cdot 100}{M_3 - M_1}, \quad (3)$$

где M_2 – масса стакана со смесью, г; M_3 – масса стакана с мороженым, г; M_1 – масса пустого стакана, г.

Термоустойчивость мороженого определена по количеству плава (%), полученного в результате экспозиции образцов продукта в термостате при $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$., расчет сделан по формуле (4):

$$T = \frac{(m_1 - m_0) \cdot 100}{m}, \quad (4)$$

где m_0 – масса пустой чашки, г; m – масса мороженого, г; m_1 – масса плава мороженого, г.

Статистическую и графическую обработку полученных данных вели с использованием программы Microsoft Excel. Достоверность результатов исследований подтверждается не менее чем трехкратной повторностью их проведения ($n = 3$); различия результатов между показателями считались статистически значимыми при $p < 0.05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Объектом исследования являлось мороженое с массовой долей жира 10 %, сахара 12 % и сухого обезжиренного остатка 10 % (далее – вариант «Control») с дополнительно введенной цедрой лимона в количестве 1 % и 2 % (обозначение вариантов как «1 % Lemon Peel» и «2 % Lemon Peel» соответственно). Основным ограничением для внесения цедры в большем количестве выступил рост горечи во вкусе и снижение дисперсности частиц цедры в структуре продукта, отмеченные в ходе предварительного эксперимента. Полученные опытные образцы мороженого сопоставляли с контрольным рецептурным вариантом, не содержащим цитрусового компонента (табл. 1). Согласно проведенных расчетов, различия по пищевой ценности смесей для мороженого были минимальными: массовая доля жира по вариан-

там находилась в диапазоне 10,2–10,5 %, массовая доля СОМО – 9,9–11,1 %.

Таблица 1 – Рецептуры мороженого

Table 1 – Ice cream recipes

Ингредиент смеси	Количество, кг/т		
	Рецептурный вариант		
	Control	1 % Lemon Peel	2 % Lemon Peel
Молоко	502	493	489
Сливки	198	197	195
Молоко сгущенное	51	50	50
Молоко сухое цельное	64	64	65
Сахар-песок	100	100	97
Цедра лимона сухая	x	10	20
Вода	до 1000		

В работе изучены следующие показатели качества продукта: содержание сухих веществ, уровень активной и титруемой кислотности, показатели взбитости (насыщенности воздухом) и устойчивости к таянию, органолептические свойства мороженого. Изучение титруемой кислотности позволило установить статистически значимое влияние ($p < 0.05$) внесения цедры лимона в смесь на изменение данного показателя мороженого. Использование цедры в изучаемых дозировках повысило кислотность продукта в 1,4–1,5 раза до 26–28°Т, что, однако, не превышало норматив стандарта для мороженого с пищевкусными продуктами (табл. 2). Сообразно росту титруемой кислотности рН смеси закономерно снижался с 7,0 до 6,7–6,9 единиц в экспериментальных образцах с цедрой ввиду содержания в ней органических кислот, прежде всего, лимонной, аскорбиновой и яблочной [6]. Работы других авторов [12] демонстрируют более выраженное (до 6,4 ед.) снижение уровня рН мороженого с цедрой цитрусовых.

Таблица 2 – Химический состав и кислотность образцов мороженого ($n = 3$)*

Table 2 – Chemical composition and acidity of ice cream samples ($n=3$) *

Рецептурный вариант	Массовая доля сухого вещества, %	Массовая доля жира, %	Титруемая кислотность, °Т	Активная кислотность, рН
Control	32,5±1,35 ^A	10,4±0,12 ^A	18±1,4 ^B	7,0±0,06 ^A
1 % Lemon Peel	32,9±1,58 ^A	10,3±0,19 ^A	26±1,2 ^A	6,9±0,07 ^A
2 % Lemon Peel	33,3±0,22 ^A	10,2±0,15 ^A	28±1,2 ^A	6,7±0,09 ^A
P-value	0.59	0.37	0.02 ^{A-B}	0.07

* различия в значениях показателей с разными надстрочными буквами (^{A-B}) в пределах одного столбца считались статистически значимыми при $p < 0.05$

ВЛИЯНИЕ ЦЕДРЫ ЛИМОНА НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА МОРОЖЕНОГО

В обеспечении формирования стабильной структуры и консистенции мороженого важная роль принадлежит дисперсности воздушной фазы, которая напрямую зависит от концентрации сухих веществ в продукте [14]. В присутствии кислот и сахаров высокоэтерифицированный цитрусовый пектин сохраняет способность формирования стабильных гелей в водной среде и комплексообразования с ионами металлов [15]. Результаты определения взбитости мороженого, полученного без принудительной подачи воздуха во фризера, подтвердили возможность эффективного насыщения замороженной смеси воздухом и стабилизации пены опытных образцов продукта. Различия по взбитости образцов с цедрой к уровню контрольного варианта достигли 24,4–31,3 % ($p < 0.01$), при этом двукратный рост концентрации флаведа в смеси не обеспечил статистически значимого роста указанного показателя ($p > 0.05$) (рис. 2).

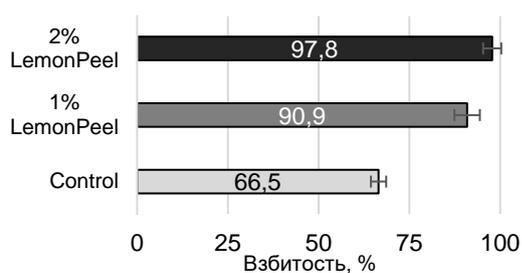


Рисунок 2 – Взбитость мороженого (n = 3)

Figure 2 – Ice cream whipping (n=3)

Более низкая взбитость обычно выражается в повышении твердости мороженого в результате формирования более крупных кристаллов льда, что не было подтверждено нами в ходе органолептических исследова-

ний. Использование эмульгаторов и стабилизаторов, в том числе пектина и продуктов, его содержащих, повышает дисперсность кристаллов льда и замедляет их рост в процессе низкотемпературного хранения [16], несмотря на снижение концентрации пектиновых веществ в сырье при замораживании [17].

Продемонстрирована тенденция к повышению сопротивляемости опытных образцов мороженого процессу таяния. Способность к сохранению стабильной структуры мороженого при положительных колебаниях температуры, как правило, ассоциируют с количеством влаги и концентрацией веществ-стабилизаторов в нем [18]. Повышение концентрации углеводов, особенно моносахаров, в составе мороженого приводит к ускорению процесса таяния продукта и накопления плава [19]. По нашим данным, увеличение термоустойчивости опытных образцов с 2 % цедры на 9,5–11,0% ($p < 0.05$) было обусловлено внесением в смесь лимонного компонента. Об этом свидетельствуют данные динамики накопления плава мороженого, при этом достоверные различия в показателе термоустойчивости в пользу обогащенного мороженого прослеживались главным образом до 40 мин. термостатирования, далее с течением времени объем накопленного плава по вариантам не имел закономерных отличий (рис. 3). Опытные образцы отличались от контрольных по скорости таяния: за период экспозиции мороженого в термостате усредненное значение показателя в продукте с 1 % цедры составило 1,27 %/мин., с 2 % цедры – 1,14 против 1,30 %/мин. – в контроле. Использование цедры лимона оказало влияние на органолептические свойства мороженого, показанного на рис. 4.

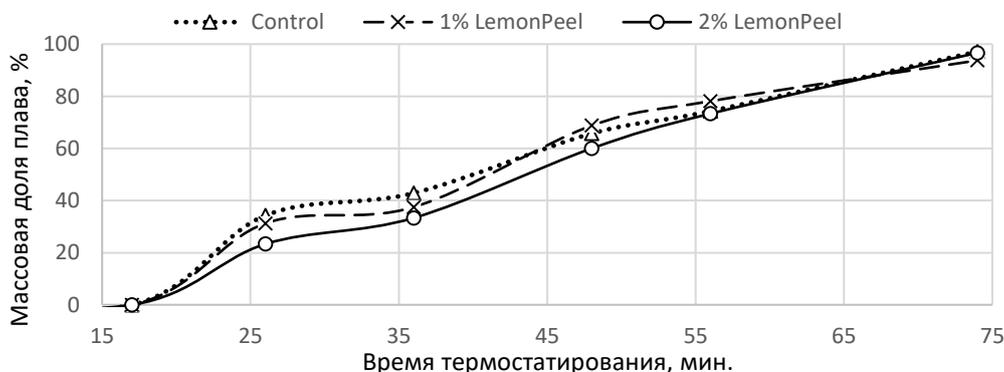


Рисунок 3 – Зависимость массовой доли плава мороженого от времени термостатирования

Figure 3 – Dependence of the mass fraction of the ice cream melt on the temperature control time



Рисунок 4 – Внешний вид образцов мороженого по вариантам

Figure 4 – Appearance of ice cream samples

Профиль флейвора мороженого демонстрировал заметное снижение интенсивности восприятия сладкого ($p < 0.01$) и сливочного вкусов ($p < 0.01$) в образцах с цитрусовым компонентом по отношению к контрольным значениям. Различия в полученных нами данных от исследований других авторов, где возрастающее сенсорное ощущение жирности связывали с внесением цедры апельсина, мы объясняем использованием смеси с большей массовой долей жира (10,2 % против 5,3 % в работе [13]). Восходящую динамику восприятия горечи ($p < 0.01$), лимонного вкуса ($p < 0.01$) и частиц цедры ($p < 0.01$) фиксировали сообразно доли флаведо лимона в рецептуре (рис. 5). Для снижения горечи во вкусе обогащенного мороженого рекомендуется предварительная подготовка цедры, а также ее внесение в количестве, не превышающем 1 % от массы компонентов смеси [20]. Контрольное мороженое, согласно данным профилограммы, имело более выра-

женную тенденцию к формированию порока льдистой структуры ($p > 0.05$), что, по-видимому, было связано с дефицитом компонентов рецептуры, связывающих свободную влагу [21].

ВЫВОДЫ

Проведен комплекс исследований по обоснованию возможности внесения измельченной цедры (флаведо) лимона при производстве мороженого с учетом ее влияния на органолептические и технологические показатели качества продукта. Использование цедры в дозировках 1 % и 2 % от массы компонентов смеси мороженого сопровождалось:

- повышением титруемой кислотности мороженого в 1,4–1,5 раза ($p < 0.05$);
- увеличением взбитости мороженого на 24,4–31,3% ($p < 0.01$);
- увеличением термоустойчивости мороженого (с 2 % цедры) при выдержке в течение 40 мин. (на 9,5–11,0 %, $p < 0.05$);
- усилением восприятия в продукте лимонного вкуса, горечи и частиц цедры на фоне снижения интенсивности сладкого и сливочного вкусов ($p < 0.01$, $W = 0.80$).

Обоснованной долей измельченной высушенной цедры лимона в составе смеси мороженого с массовой долей жира 10 % следует считать 1 % от массы компонентов. Увеличение доли растительного ингредиента ведет к усилению интенсивности негативного дескриптора горечи во вкусе продукта.

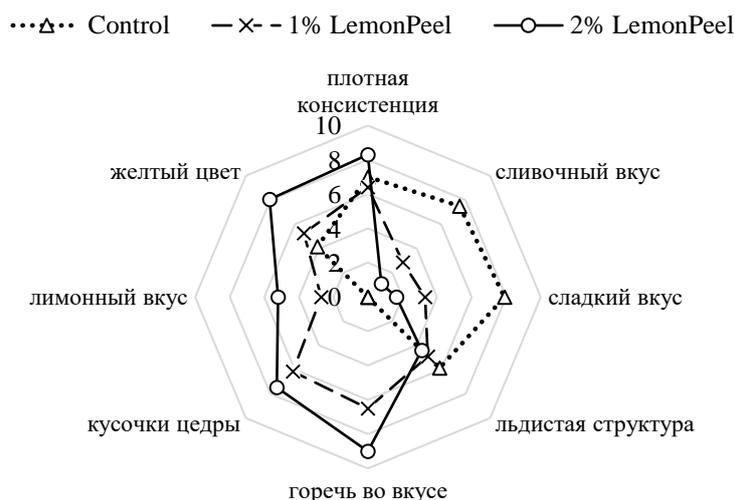


Рисунок 5 – Профиль флейвора мороженого, балл ($W = 0,80$, $n = 10$)

Figure 5 – Ice cream flavor profile, score ($W=0.80$, $n=10$)

ВЛИЯНИЕ ЦЕДРЫ ЛИМОНА НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА МОРОЖЕНОГО

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Совершенствование рецептуры производства мороженого / М.И. Сложенкина [и др.] // *Аграрно-пищевые инновации*. 2019. № 1 (5). С. 97–103. DOI: 10.31208/2618-7353-2019-5-97-103.
2. Влияние моно- и комплексных стабилизаторов на консистенцию и структуру мороженого / А.А. Творогова [и др.] // *Молочная промышленность*. 2022. № 4. С. 46–48.
3. Ульянова О.В., Илларионова В.В., Серов О.В. Поиск новых структурообразователей для мороженого и замороженных десертов // *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2017. № 4 (358). С. 6–10.
4. Ademosun A.O. Citruspeelsodyesey: From the wastebin to the labbench to the diningtable // *Applied food research*. 2022. Vol. 2. № 1. P. 100083. DOI: 10.1016/j.afres.2022.100083.
5. Citrus peel as a source of functional ingredient: A review / S. Rafiq [et al.] // *Journal of Saudi society of agricultural sciences*. 2018. Vol. 17. P. 351–358. DOI: 10.1016/j.jssas.2016.07.006.
6. Соколова А.В., Иванченко О.Б., Хабибуллин Р.Э. Использование натуральных антиоксидантов как микронутриентов в продуктах питания // *Вестник Технологического университета*. 2016. Т. 19. № 24. С. 157–159.
7. Чугунова О.В., Лейберова Н.В. Разработка ассортимента мучных кондитерских изделий функционального назначения // *Известия УрГЭУ*. 2011. № 3 (35). С. 152–157.
8. Arioui F., Saada D.A., Cheriguene A. Physicochemical and sensory quality of yogurt incorporated with pectin from peel of Citrus sinensis // *Food science and nutrition*. 2016. Vol. 5. № 2. P. 358–364. DOI: 10.1002/fsn3.400.
9. Addition of orange peel in orange jam: Evaluation of sensory, physicochemical, and nutritional characteristics / F. Teixeira [et al.] // *Molecules*. 2020. Vol. 25. P. 1670. DOI: 10.3390/molecules25071670.
10. Sunarharum W.B., Yudawati A.N., Asih N.E. Effect of different brewing techniques and addition of lemon peel (Citrus limon) on physico-chemical characteristics and organoleptic of Cascara tea // *IOP Conference series: Earth and environmental sciences*. 2021. Vol. 733. P. 012086. DOI: 10.1088/1755-1315/733/1/012086.
11. Ademosun A.O., Oboh G., Ajeigbe O.F. Glycemic indices of ice creams enriched with orange (Citrus sinensis) and shaddock (Citrus maxima) peels and effects on rats' lipid profiles // *Journal of food biochemistry*. 2021. Vol. 45. № 7. DOI: 10.1111/jfbc.13813.
12. Tomar O., Akarca G. Effects of ice cream produced with lemon, mandarin, and orange peel essential oils on some physicochemical, microbiological and sensorial properties // *Kocatepe veterinary journal*. 2019. Vol. 12. № 1. P. 62–70. DOI: 10.30607/kvj.499415.
13. Development of chocolate ice cream using orange peel fiber as fat replacer / C.C. Boff [et al.] // *Ciência Rural*. Santa Maria. 2013. Vol. 43. № 10.

P. 1892–1897. DOI: 10.1590/S0103-84782013001000026.

14. Творогова А.А., Казакова Н.В., Ландиховская А.В. Применение продуктов переработки крахмала для восполнения сухих веществ в мороженом с низким содержанием жира // *Достижения науки и техники АПК*. 2020. Т. 34. № 5. С. 77–81. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10516.

15. Тужилкин В.И., Кочеткова А.А., Колеснов А.Ю. Теория и практика применения пектинов // *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 1995. № 1–2 (224–225). С. 78–83.

16. Совершенствование композиционного состава и структуры молочного мороженого / А.А. Творогова [и др.] // *Техника и технология пищевых производств*. 2018. Т. 48. № 2. С. 109–116. DOI: 10.21603/2074-9414-2018-2-109-116.

17. Кварацхелия В.Н., Родионова Л.Я. Сравнительный анализ влияния низких температур на изменение аналитических характеристик пектиновых веществ, извлеченных из альbedo цитрусовых плодов // *Научный журнал КубГАУ*. 2014. № 104 (10). С. 1832–1842.

18. Борисова А.В., Макарова Н.В. Влияние массовой доли плодовоовощных пюре на качество мороженого // *Пищевая промышленность*. 2014. № 5. С. 74–77.

19. Шобанова Т.В., Творогова А.А. Влияние замены сахарозы глюкозно-фруктозным сиропом на показатели качества мороженого пломбир // *Техника и технология пищевых производств*. 2021. Т. 51. № 3. С. 604–614. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-3-604-614.

20. Orange fiber as a novel fat replacer in lemon ice cream / T.M. Crizel [et al.] // *Food science and technology*. 2014. 34 (2). P. 332–340. DOI: 10.1590/fst.2014.0057.

21. Зайцев К.А., Новокшанова А.Л. Изучение влияния углеводного компонента на потребительские свойства мороженого // *Ползуновский вестник*. 2021. № 4. С. 47–51. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.04.007.

Информация об авторе

А. И. Яшкин – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства Алтайского государственного аграрного университета.

REFERENCES

1. Slozhenkina, M.I., Mosolova, N.I., Tutarashvili, K.G. & Serova, O.P. (2019). Improvement of recipe frozen production. *Agrarian-and-foodinnovations*, 1 (5), 97-103. (In Russ.). DOI: 10.31208/2618-7353-2019-5-97-103.
2. Tvorogova, A.A., Gurskiy, I.A., Landikhovskaya, A.V. & Kochneva, S.E. (2022). The effect of mono- and complex stabilizers on the consistency and structure of ice cream. *Dairy industry*, 4, 46-48. (In Russ.).

3. Ulyanova, O.V., Illarionova, V.V. & Serov, O.V. (2017). Search new structure-forming agents for ice cream and frozen desserts. *Izvestiya vuzov. Food technology*, 4 (358), 6-10. (In Russ.).
4. Ademosun, A.O. (2022). Citrus peels odyssey: From the waste bin to the lab bench to the dining table. *Applied food research*, 2 (1), 100083. DOI: 10.1016/j.afres.2022.100083.
5. Rafiq, S., Kaul, R., Sofi, S.A., Bashir, N., Nazir, F. & Nayik, G.A. (2018). Citrus peel as a source of functional ingredient: A review. *Journal of Saudi society of agricultural sciences*, 17, 351-358. DOI: 10.1016/j.jssas.2016.07.006.
6. Sokolova, A., Ivanchenko, O. & Khabibullin, R. (2016). The use of natural antioxidants as micronutrients in food. *Herald of technological university*, 19 (24), 157-159. (In Russ.).
7. Chugunova, O.V. & Leyberova, N.V. (2011). Development of an assortment of flour confectionery products for functional purposes. *Journal of the Ural state university of economics*, 3 (35), 152-157. (In Russ.).
8. Arioui, F., Saada, D.A. & Cheriguene, A. (2016). Physicochemical and sensory quality of yogurt incorporated with pectin from peel of Citrus sinensis. *Food science and nutrition*, 5 (2), 358-364. DOI: 10.1002/fsn3.400.
9. Teixeira, F., dos Santos, B.A., Nunes, G., Soares, J.M., Amaral, L.A. & Souza, G. [et al.]. (2020). Addition of orange peel in orange jam: Evaluation of sensory, physicochemical, and nutritional characteristics. *Molecule*, 25, 1670. DOI: 10.3390/molecules25071670.
10. Sunarharum, W.B., Yudawati, A.N. & Asih, N.E. (2021). Effect of different brewing techniques and addition of lemon peel (Citrus limon) on physicochemical characteristics and organoleptic of Cascara tea. *IOP Conference series: Earth and environmental sciences*, 733, 012086. DOI: 10.1088/1755-1315/733/1/012086.
11. Ademosun, A.O., Oboh, G. & Ajeigbe, O.F. (2021). Glycemic indices of ice creams enriched with orange (Citrus sinensis) and shaddock (Citrus maxima) peels and effects on rats' lipid profiles. *Journal of food biochemistry*, 45, 7. DOI: 10.1111/jfbc.13813.
12. Tomar, O. & Akarca, G. (2019). Effects of ice cream produced with lemon, mandarin, and orange peel essential oils on some physicochemical, microbiological and sensorial properties. *Kocatepe veterinary journal*, 12 (1), 62-70. DOI: 10.30607/kvj.499415.
13. Boff, C., Crizel, T., Araujo, R., Rios, A. & Flores, S. (2013). Development of chocolate ice cream using orange peel fiber as fat replacer. *Ciência Rural. Santa Maria*, 43 (10), 1892-1897. DOI: 10.1590/S0103-84782013001000026.
14. Tvorogova, A.A., Kazakova, N.V. & Landikhovskaya, A.V. (2020). Use of starch processing products to replenish solids in low-fat ice cream. *Achievements of science and technology in agro-industrial complex*, 34 (5), 77-81. (In Russ.). DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10516.
15. Tuzhilkin, V.I., Kochetkova, A.A. & Kolesnov, A.Yu. Theory and practice of pectin application. *Izvestiya vuzov. Food technology*, 1-2 (224-225), 78-83. (In Russ.).
16. Tvorogova, A.A., Shobanova, T.B., Landikhovskaya, A.V. & Zakirova, R.R. (2018). Milk ice cream composition and structure improvement. *Food processing: Techniques and technology*, 48 (2), 109-116. (In Russ.). DOI: 10.21603/2074-9414-2018-2-109-116.
17. Kvaratskheliya, V.N. & Rodionova, L.Ya. (2014). The influence of low temperatures on the quality of pectinaceous substances fruits and berries. *Polythematic online scientific journal of Kuban state agrarian university*, 104 (10), 1832-1842. (In Russ.).
18. Borisova, A.V. & Makarova, N.V. (2014). Influence of mass fraction of fruit puree on the quality of ice cream. *Food industry*, 5, 74-77. (In Russ.).
19. Shobanova, T.V. & Tvorogova, A.A. (2021). The effect of replacing sucrose with glucose-fruit syrup on the quality indicators of plombièresice-cream. *Food processing: Techniques and technology*, 51 (3), 604-614. (In Russ.). DOI: 10.21603/2074-9414-2021-3-604-614.
20. Crizel, T.M., Araujo, R.R., Rios, A.O., Rech, R. & Flores, S.H. (2014). Orange fiber as a novel fat replacer in lemon ice cream. *Food science and technology*, 34 (2), 332-340. DOI: 10.1590/fst.2014.0057.
21. Zaytsev, K.A. & Novokshanova, A.L. (2021). Study of the effect of the carbohydrate component on the consumer properties of ice cream. *Polzunovskiy vestnik*, 4, 47-51. (In Russ.). DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.04.007.

Information about the author

A. I. Yashkin - candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of technology of production and processing of livestock products of Altai state agricultural university. Ph.: +7-961-999-7000.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 28.03.2023; одобрена после рецензирования 13.08.2023; принята к публикации 11.09.2023.

The article was received by the editorial board on 28 Mar 2023; approved after editing on 13 Aug 2023; accepted for publication on 11 Sep 2023.