



Научная статья
05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств (технические науки)
УДК 663.674
doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.04.007

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛЕВОДНОГО КОМПОНЕНТА НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА МОРОЖЕНОГО

Кирилл Алексеевич Зайцев¹, Алла Львовна Новокшанова²

¹ ФГБОУ ВО «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина», Вологда, Россия

² ФГБУН Федеральный исследовательский центр питания и биотехнологии, Москва, Россия

¹ kiril16091996@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2141-2026>

² novokshanova@ion.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5049-1472>

Аннотация. Исследования нацелены на разработку мороженого с повышенной пищевой и биологической ценностью. Основное сырье – молоко и сливки с массовыми долями жира 2,5 и 18,0 % соответственно. Увеличение протеиновой составляющей достигали, используя концентрат сывороточных белков молока с массовой долей белка 35 % (КСБ ТМ-35). Для повышения пищевой плотности и коррекции углеводного профиля продукта использовали высокоочищенный мальтодекстрин Multydex® с декстрозным эквивалентом 20 (МД20), а также с технологической целью как структурообразователь смеси для мороженого. Оба ингредиента производятся в России. Выполнены экспериментальные выработки мороженого по двум рецептурам. Массовые доли белка, жира, углеводов и сухих веществ сырья определяли инструментальным экспресс-методом с применением инфракрасного анализатора Milk Scan FT 120. Органолептическую оценку образцов проводили методом слепой дегустации. Исследования микроструктуры образцов выполнены с использованием интерференционно-поляризационного микроскопа BIOLAR с микрофотоустановкой. Образцы, выработанные по опытным рецептурам 1 и 2, по показателю массовой доли белка значительно превосходят классические виды мороженого, такие как молочное, сливочное, пломбир, в которых массовая доля белка не превышает 4 %. Оба варианта образцов, 1-й и 2-й рецептур обладали чистым вкусом и запахом, имели белый цвет, равномерный по всей массе. Значительные отличия выявлены в структуре образцов по размеру и распределению воздушных пузырьков, что следует иметь в виду при оптимизации рецептуры мороженого с повышенной пищевой и биологической ценностью.

Ключевые слова: молоко, сливки, мороженое, концентрат сывороточных белков, мальтодекстрин, сахар, пищевая ценность, спортивное питание.

Для цитирования: 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.

Original article

STUDY OF THE EFFECT OF THE CARBOHYDRATE COMPONENT ON THE CONSUMER PROPERTIES OF ICE CREAM

Kirill A. Zaytsev¹, Alla L. Novokshanova²

¹ FSBEI HE Vologda State Dairy Farming Academy by N.V. Vereshchagin, Vologda, Russia

² Federal State Budgetary Institution of Science Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology, Moscow, Russia

¹ kiril16091996@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2141-2026>

² novokshanova@ion.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5049-1472>

Abstract. *The research is aimed at developing ice cream with increased nutritional and biological value. The main raw materials are milk and cream with mass fractions of fat, respectively, 2.5 and 18,0 %. The increase in the protein component was achieved using a concentrate of milk whey proteins with a mass fraction of 35 % protein (CSB TM-35). To increase the nutritional density and correct the carbohydrate profile of the product, highly purified maltodextrin Multydex[®], with a dextrose equivalent of 20 (MD20), was used, as well as for technological purposes, as a structurizer of the ice cream mixture. Both ingredients are produced in Russia. Experimental developments of ice cream according to two recipes have been carried out. The mass fractions of protein, fat, carbohydrates and dry matter of raw materials were determined by the instrumental express method using the Milko Scan FT 120 infrared analyzer. Organoleptic evaluation of the samples was carried out by blind tasting. The microstructure of the samples was studied using a BIOLAR interference-polarization microscope with a microphotometer. The samples developed according to experimental recipes 1 and 2, in terms of the mass fraction of protein, significantly exceed the classic types of ice cream, such as milk, cream, ice cream, in which the mass fraction of protein does not exceed 4 %. Both versions of the samples, the 1st and 2nd formulations had a pure taste and smell, had a white color, uniform throughout the mass. Significant differences were found in the structure of the samples in terms of the size and distribution of air bubbles, which should be borne in mind when optimizing the formulation of ice cream with increased nutritional and biological value.*

Keywords: *milk, cream, ice cream, whey protein concentrate, maltodextrin, sugar, nutritional value, sports nutrition.*

For citation: 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.

Рост российского и мирового рынка здорового и спортивного питания – прямое следствие изменений в моделях потребительского поведения [1]. Мороженое является одним из наиболее популярных молочных десертов, однако в ассортименте этого вида продукции недостаточно примеров, соответствующих трендам «правильное питание» и «здоровый образ жизни». Активирование и популяризация этих тенденций среди населения открывают новые направления развития всех пищевых технологий, в том числе и на рынке мороженого.

В рамках научно-исследовательской работы поставлена задача: разработать рецептуру мороженого с повышенной пищевой и биологической ценностью.

Для увеличения пищевой и биологической ценности готового продукта использовали концентрат сывороточных белков молока, имеющий массовую долю белка 35 % (КСБ ТМ-35)¹. Аминокислотный состав сывороточных белков наиболее близок к аминокислотному составу мышечной ткани человека. Также в сывороточных белках молока содержится чрезвычайно важная для организма серо-содержащая аминокислота – метионин, являющаяся источником образования холина и фосфатидов, имеющих большое значение в обмене веществ [2, 3].

¹ Производства ООО «Тагрис»

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛЕВОДНОГО КОМПОНЕНТА НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА МОРОЖЕНОГО

Для повышения пищевой плотности, коррекции углеводного профиля продукта, а также улучшения технологических свойств смеси для мороженого использовали высокоочищенный мальтодекстрин Multydex®. Данный мальтодекстрин, имеющий декстрозный эквивалент, равный 20 (МД20), получен управляемым ферментативным гидролизом специально подготовленного крахмала². МД20 представляет собой порошок белого цвета, нейтрального вкуса, без запаха.

Оба ингредиента отличаются хорошей растворимостью в молочных средах [4, 5]. Основу смеси для мороженого составляли из молока и сливок. Сладкий вкус продукту придавали, используя сахар-песок.

Органолептическая оценка образцов проводилась методом слепой дегустации. В состав дегустационной комиссии входило семь квалифицированных экспертов-дегустаторов. Оценку образцов проводили по пятибалльной шкале.

Массовые доли белка, жира, углеводов, сухих веществ определяли инструментальным экспресс-методом с применением инфракрасного анализатора Milko Scan FT 120.

Структуру мороженого исследовали на интерференционно-поляризационном микроскопе BIOLAR с микрофотоустановкой. Образцы просматривали при увеличении 240х.

Пищевая ценность ингредиентов, используемых для составления смеси мороженого, представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Макронутриентный состав сырья

Table 1 - Macronutrient composition of raw materials

Вид сырья	Массовая доля, не менее %			
	жир	белок	углеводы	сухие вещества
Молоко	2,5	3,0	4,7	10,7
Сливки	18,0	2,6	4,0	25,5
КСБ ТМ-35	1,0	35,0	54,0	90,0
МД20	–	–	96,5	96,5
Сахар-песок	–	–	99,7	99,8

В исследовании рассмотрены две рецептуры, отличающиеся количеством вносимых ингредиентов, главным образом сахара-песка, и представленные в таблице 2.

Ингредиенты растворяли в молочном

сырье. Полученные смеси подвергали фризерованию. Готовое мороженое отправляли для дальнейшего закаливания, после чего исследовали органолептические показатели и микроструктуры образцов.

Таблица 2 – Рецептуры на мороженое

Table 2 - Ice cream recipes

Ингредиент	Количество ингредиентов (кг на 1 т смеси)	
	Рецептура 1	Рецептура 2
Молоко	283	267
Сливки	448	423
КСБ ТМ-35	160	150
МД 20	64	60
Сахар-песок	45	100

Расчет пищевой ценности показал, что образцы, выработанные по опытным рецептурам 1 и 2, имели близкие показатели массовых долей белка и жира. Но в образцах, выработанных по рецептуре 2, выше содержание углеводов и, как следствие, выше содержание сухих веществ. Показатели пищевой и энергетической ценности смесей массой 100 г представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Пищевая, энергетическая ценность и содержание сухих веществ смесей

Table 3 - Food, energy value and dry matter content of mixtures

Показатели	Варианты рецептур	
	1	2
Массовая доля жира, %	8,9	8,5
Массовая доля белка, %	7,5	7,2
Массовая доля углеводов, %	22,0	26,5
Массовая доля сухих веществ, %	39,0	42,5
Энергетическая ценность, ккал/кДж	198/ 828	211/ 884

Из таблицы 3 видно, что разработанные рецептуры по показателю массовой доли белка значительно превышают классические виды мороженого, такие как молочное, сливочное, пломбир, в которых массовая доля белка не превышает 4 %. При этом образцы имеют сниженное содержание жира по сравнению со сливочным мороженым и пломбиром.

Органолептическая оценка показала, что оба образца имели белый цвет, равномерный

² Производства ООО «Крахмальный завод Гулькевичский»

по всей массе. Консистенция образцов была плотной.

Образцы, выработанные и по 1-й, и по 2-й рецептуре, имели чистый вкус и запах, без посторонних привкусов и запахов, но дегустаторы отметили привкус сухого молока, обусловленный, вероятно, КСБ ТМ-35. Разницы в сладости образцов не отмечено. Однако наблюдались сильные отличия по структуре, описание которой представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристика структуры образцов

Table 4 - Characteristics of the structure of samples

Варианты	Описание структуры
Рецептура № 1	Грубая, с ощутимыми кристаллами льда
Рецептура № 2	Однородная, без ощутимых кристаллов льда, комочков жира, частичек белка

Как видно из таблицы 4, образцы, выработанные по рецептуре 1, имели выраженные пороки: грубую, льдистую структуру, вызванную образованием крупных кристаллов льда. Образование крупных кристаллов льда непосредственно связано с составом смеси, а также с количеством и размером воздушных пузырьков.

В процессе работы образцы рецептуры 2 проявили более высокую способность противостоять таянию, что подтверждено исследованием микроструктуры. На полученных снимках (рисунок 1) видно, что образцы ощутимо отличаются размерами воздушных пузырьков.

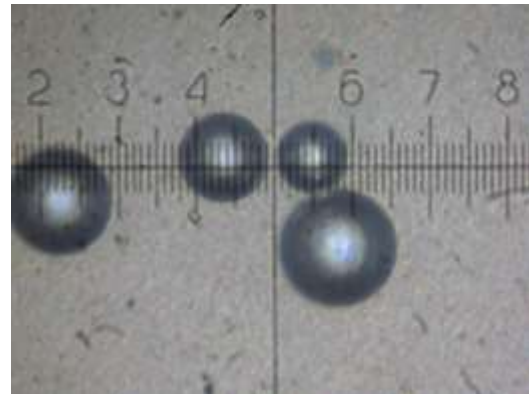
Диаметр пузырьков воздуха в образцах рецептуры 1 находился в интервале от 35 до 60 мкм, а средний их размер составлял 47 мкм. В образцах рецептуры 2, как видно на рисунке 1, диаметр воздушных пузырьков заметно больше, в среднем 58 мкм в интервале от 50 до 75 мкм.

Эти данные в некоторой степени согласуются с другими исследованиями, в которых установлено, что лучшие потребительские показатели мороженого достигаются при среднем размере пузырьков дисперсной фазы не более 60 мкм [6].

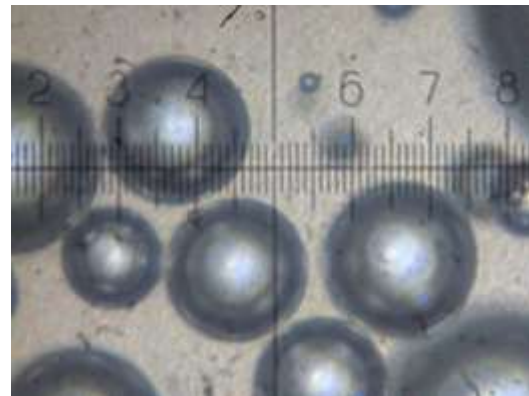
Однако не только размер, но и распределение воздушных пузырьков в значительной мере влияют на структуру и консистенцию мороженого, а также на его способность противостоять таянию. Как видно на снимках, количество пузырьков в поле зрения микроскопа в образцах рецептуры 1 значительно меньше, чем в образцах рецептуры 2. Следовательно, степень насыщения воздухом в

образцах рецептуры 1 меньше, чем в образцах рецептуры 2.

Воздух в мороженом препятствует быстрому таянию продукта во время его употребления, предохраняет полость рта от излишнего охлаждения, способствует формированию мелкокристаллической структуры мороженого и улучшает его консистенцию [7].



а



б

Рисунок 1 – Снимки образцов мороженого (а – рецептура 1; б – рецептура 2)

Figure 1 - snapshots of ice cream samples (a - recipe 1; b - recipe 2)

В нашем случае такой эффект обусловлен, по крайней мере, двумя факторами. Во-первых, увеличением содержания сухих веществ в образцах, изготовленных по рецептуре 2. Видимо, при массовой доле сухих веществ 39,0 % в образцах рецептуры 1 было недостаточно ингредиентов для связывания свободной влаги, что привело к таким порокам консистенции, как грубая, льдистая структура. Во-вторых, внесением в рецептуры разного количества сахара-песка и, тем самым, изменением соотношения между низкомолекулярными и высокомолекулярными соединениями, как белковой, так и углеводной природы.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛЕВОДНОГО КОМПОНЕНТА НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА МОРОЖЕНОГО

Несмотря на то, что в условиях эксперимента разработаны рецептуры с повышенной пищевой и биологической ценностью и массовой долей белка, превышающей данный показатель для классических видов мороженого, исследования в этом направлении необходимо продолжить. Это обусловлено тем, что улучшение структуры образца, выработанного по рецептуре 2, обусловлено увеличенным количеством сахара-песка в составе продукта, что нельзя признать оптимальным решением.

Полученные результаты исследований будут учтены при дальнейшей корректировке рецептуры мороженого с повышенной пищевой и биологической ценностью. По-видимому, соотношение ингредиентов следует вести в сторону увеличения массовой доли белка, снижения массовой доли жира и изменения соотношения между низкомолекулярными и высокомолекулярными углеводами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новокшанова А.Л. Разработка научных принципов создания продуктов спортивного питания на основе молочного сырья: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.15 / Новокшанова Алла Львовна. Москва, 2019. 487 с.
2. Применение сывороточных белков в производстве мороженого / Н.С. Богданова, И.Г. Катушонок, Л.Н. Азолкина // Ползуновский Альманах. № 4/2. 2011. С. 170–172.
3. Разработка состава высокобелкового замороженного десерта для спортивного питания на козьем молоке / Т.П. Арсеньева, М.В. Лугова, Н.В. Яковченко // Ползуновский вестник. 2019. № 2. С. 26–31.
4. Изучение растворимости мальтодекстрина и концентрата сывороточных белков в молочном сырье / А.Л. Новокшанова, Н.О. Матвеева, К.А. Зайцев // Современная биотехнология : актуальные вопросы, инновации и достижения : сборник тезисов Всероссийской с международным участием онлайн конференции / под общ. ред. А.Ю. Просекова; ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет». Кемерово, 2020. 117 с.
5. Взаимосвязь углеводного состава мальтодекстрина и органолептических показателей концентрата творожной сыворотки, полученного нанофильтрацией / А.Л. Новокшанова, Н.О. Матвеева, А.А. Невский // Ползуновский вестник. 2020. № 3. С. 39–43.
6. Арсеньева Т.П. Фризерование смесей : Справочник технолога молочного производства. Том 4. Мороженое ; под редакцией проф. К. К. Горбатовой. Санкт Петербург : ГИОРД, 2002. 68 с.
7. Воздух в мороженом / Ю.А. Оленев, А.А. Творогова, Н.В. Казакова, Л.Н. Соловьева // Справочник по производству мороженого ; под общей редакцией доктора техн. наук, По-

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 01.11.2021; одобрена после рецензирования 25.11.2021; принята к публикации 10.12.2021.

The article was received by the editorial board on 1 Nov 21; approved after reviewing on 25 Nov 21; accepted for publication on 10 Dec 21.

четного академика Международной академии холода
Ю.А. Оленева. Москва : Дели принт, 2004. 53 с.

Информация об авторах

К. А. Зайцев – аспирант ФГБОУ ВО «Вологодская ГМХА».

А. Л. Новокшанова – доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «ФИЦ питания и биотехнологии».

REFERENCES

1. Novokshanova, A.L. (2019). *Development of scientific principles for the creation of sports nutrition products based on dairy raw materials*. Doctoral Dissertation Moscow. (In Russ.).
2. Bogdanova, N.S., Katushonok, I.G. & Azolkina, L.N. (2011). The use of whey proteins in the production of ice cream. *Polzunovskiy Almanac*. 4(2), 170-172. (In Russ.).
3. Arsenyeva, T.P., Lugova, M.V. & Yakovchenko, N.V. (2019). Development of the composition of a high-protein frozen dessert for sports nutrition on goat's milk. *Polzunovskiy vestnik*. (2). 26-31.
4. Novokshanova, A.L., Matveeva, N.O. & Zaitsev, K.A. (2020). Studying the solubility of maltodextrin and whey protein concentrate in dairy raw materials. *Modern biotechnology: current issues, innovations and achievements: A collection of abstracts of the All-Russian online conference with international participation*. Kemerovo: Kemerovo State University. (In Russ.).
5. Novokshanova, A.L., Matveeva, N.O. & Nevsky, A.A. (2020). The relationship between the carbohydrate composition of maltodextrin and the organoleptic parameters of the curd whey concentrate obtained by nanofiltration. *Polzunovskiy vestnik*. (3), 39-43. (In Russ.).
6. Arsenyeva, T.P. (2002). *Freezing mixtures. Handbook of dairy production technologist*. Volume 4. Ice cream: edited by Prof. K.K. Gorbatova. St. Petersburg: GIORД. (In Russ.).
7. Olenev, Yu.A., Tvorogova, A.A., Kazakova, N.V. & Solovyova, L.N. (2004). Air in ice cream: Handbook of ice cream production; under the general editorship of Doctor of Technology. Sciences, Honorary Academician of the International Academy of Cold. Yu.A. Olenev. Moscow : Delhi Print. (In Russ.).

Information about the authors

K. A. Zaitsev - post-graduate student of the Volgodsk State Academy of Arts.

A. L. Novokshanova - Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, Federal State Budgetary Institution of Science "Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology".