

Научная статья/Research Article

УДК 664.143

DOI: 10.36718/1819-4036-2024-10-172-179

Анастасия Сергеевна Андреева¹, Юлия Олеговна Манжуренко²,

^{1,2}Национальный исследовательский университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

¹aandreeva@itmo.ru

²manzhurenko01@mail.ru

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПАСТИЛЬНОГО ИЗДЕЛИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТИТЕЛЬНОГО БЕЛКА

Цель исследования – разработка рецептуры и технологии пастильного изделия с использованием растительного белка, без применения белка животного происхождения. В качестве растительного белка выступала аквафаба. Задачи: разработать рецептуру и технологию приготовления пастильного изделия на аквафабе; изучить воздействия аквафабы на реологические свойства готового продукта; провести оценку органолептических и физико-химических показателей качества; определить оптимальную дозировку внесения аквафабы; определить влияние аквафабы на срок хранения готового продукта. Объекты исследования – аквафаба, полуфабрикат в виде пастильной массы, готовое пастильное изделие. Изготавливались образцы пастилы сбивной бесклеевой с различной дозировкой внесения аквафабы как пенообразователя и сравнивались с контрольным образцом на яичном белке. Объем пастильной массы определяли путем взбивания всех ингредиентов на миксере KENWOOD КМС 500 при 600 об/мин в градуированной чаше в течение 7 мин. После взбивания отмечали объем массы по мениску на чаше. Для определения плотности пастильной массы взвешивали бюксы с пастильной массой и дистиллированной водой и производили расчеты. Массовую долю влаги готовых изделий определяли высушиванием по ГОСТ 5900-2014. Для исследования реологических характеристик использовали анализатор текстуры структурометр СТ-2. Для исследования срока хранения продукта применялся метод «ускоренное старение». Органолептическая оценка показателей качества производилась по ГОСТ 6441-2014. Результаты исследования показали, что оптимальным образцом стал образец с дозой внесения аквафабы 56 г. Выбор основывался на результатах органолептической оценки, физико-химических показателей и реологических свойствах изделия. Технология приготовления пастилы на растительном белке практически не отличалась от унифицированной на яичном белке. При анализе структурно-механических свойств готовых изделий выявлено, что пастила на аквафабе обладает большей упругостью и твердостью, чем контрольный образец.

Ключевые слова: альтернативные изделия, пастила, аквафаба, растительный белок, вегетарианство, аллергия

Для цитирования: Андреева А.С., Манжуренко Ю.О. Разработка рецептуры и технологии пастильного изделия с использованием растительного белка // Вестник КрасГАУ. 2024. № 10. С. 172–179. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-10-172-179.

Anastasia Sergeevna Andreeva¹, Yulia Olegovna Manzhurenko²,

^{1,2}National Research University ITMO, Saint Petersburg, Russia

¹aandreeva@itmo.ru

²manzhurenko01@mail.ru

FORMULATION AND TECHNOLOGY FOR A MARSHMALLOWS PRODUCT USING VEGETABLE PROTEIN

The objective of the study is to develop a recipe and technology for producing a marshmallows product using vegetable protein without animal protein. Aquafaba was used as the vegetable protein. Objectives: to develop a recipe and technology for producing a marshmallows product using aquafaba; to study the effects of aquafaba on the rheological properties of the finished product; to evaluate the organoleptic and physicochemical quality indicators; to determine the optimal dosage of aquafaba; to determine the effect of aquafaba on the shelf life of the finished product. The objects of the study were aquafaba, a semi-finished product in the form of a marshmallows mass, and a finished marshmallows product. Samples of glue-free whipped marshmallows were made with different dosages of aquafaba as a foaming agent and compared with a control sample using egg white. The volume of the marshmallows mass was determined by whipping all the ingredients in a KENWOOD KMC 500 mixer at 600 rpm in a graduated bowl for 7 minutes. After whipping, the volume of the mass was noted along the meniscus on the bowl. To determine the density of the marshmallows mass, weighing bottles with the pastille mass and distilled water were weighed and calculations were made. The mass fraction of moisture in finished products was determined by drying according to GOST 5900-2014. The texture analyzer structurometer ST-2 was used to study the rheological characteristics. The “accelerated aging” method was used to study the shelf life of the product. Organoleptic assessment of quality indicators was carried out according to GOST 6441-2014. The results of the study showed that the optimal sample was the one with an aquafaba addition dose of 56 g. The choice was based on the results of the organoleptic assessment, physicochemical indicators and rheological properties of the product. The technology for preparing marshmallows on vegetable protein was practically no different from the unified technology on egg white. When analyzing the structural and mechanical properties of finished products, it was revealed that marshmallows on aquafaba has greater elasticity and hardness than the control sample.

Keywords: alternative products, marshmallows, aquafaba, vegetable protein, vegetarianism, allergy

For citation: Andreeva A.S., Manzhurenko Yu.O. Formulation and technology for a marshmallows product using vegetable protein // Bulliten KrasSAU. 2024;(10): 172–179 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-10-172-179.

Введение. В современном мире модель питания человека зависит от личных убеждений, приверженности к культурным и религиозным традициям, а также от условий места проживания [1]. Также немаловажное влияние на формирование пищевого поведения оказывают пищевые аллергены. Распространенность пищевой аллергии в европейских странах значительно выросла за последние два десятилетия. По имеющимся данным, более 220 миллионов человек во всем мире страдают от пищевой аллергии [2]. Большинство аллергических реакций связано с употреблением молока, яиц и орехов [3, 4]. На сегодняшний день сегмент кондитерской продукции на продуктовом рынке остается востребованным сектором потребителя. Все больше потребителей отдают предпочтение растительным источникам белка. Более того, спрос на ингредиенты с высоким содержанием белка и клетчатки из семян бобовых, особенно

нута, чечевицы и сои, постоянно растет [5, 6]. В качестве замены яичного белка все чаще стал применяться такой продукт, как аквафаба.

Аквафаба – это отвар из бобовых культур, таких как нут, фасоль, горох. В переводе с латинского «aqua» означает вода, а «faba» – бобы. Аквафаба обладает пенообразующими, эмульгирующими, желеобразующими и загущающими свойствами благодаря наличию альбумина, полисахаридов и сапонинов [7]. Она является побочным продуктом, образующимся в процессе консервирования или отваривания бобовых [8]. Пастильные изделия остаются популярными среди населения благодаря своему натуральному составу, который состоит только из нескольких ингредиентов [9]. Основное сырье для производства: фрукты, ягоды, сахар. Также при производстве пастильных изделий используется яичный белок в роли пенообразователя.

Разработка продукта с заменой белка животного происхождения на растительный является актуальной темой. Данный продукт позволит расширить рынок альтернативных и специализированных кондитерских изделий.

Цель исследования – разработка рецептуры и технологии пастильного изделия с использованием растительного белка.

Задачи: разработать рецептуру и технологию производства пастильного изделия, используя растительный белок; провести органолептические и физико-химические исследования готовой продукции; изучить оказываемое воздействие растительного белка на структурно-механические свойства продукта; определить оптимальную концентрацию внесения растительного белка, влияние аквафабы на срок хранения готового продукта.

Объекты и методы. В качестве объектов исследования выступали аквафаба в виде сублимированного порошка из нута, полуфабрикат в виде пастильной массы, образцы готовых изделий на аквафабе и на яичном белке.

Объем пастильной массы определяли путем взбивания всех ингредиентов на миксере KEN-

WOOD KMC 500 при 600 об/мин в градуированной чаше в течение 7 мин. После взбивания отмечали объем массы по мениску на чаше. Для определения плотности пастильной массы взвешивали бюксы с пастильной массой и дистиллированной водой и производили расчеты [10]. Массовую долю влаги готовых изделий определяли высушиванием по ГОСТ 5900-2014 «Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ». Для исследования реологических характеристик использовали анализатор текстуры структурометр СТ-2. Для исследования срока хранения продукта применялся метод «ускоренное старение» [11, 12]. Также производилась органолептическая оценка показателей качества по ГОСТ 6441-2014 «Изделия кондитерские пастильные. Общие технические условия».

Результаты и их обсуждение. В качестве базовой рецептуры выступала рецептура из современных цифровых источников. Соотношение компонентов было скорректировано расчетным способом от начальных показателей в зависимости от свойств сырья (табл. 1).

Таблица 1

Рецептура пастилы на яичном белке, г

Сырье	Контрольный образец	Аквафаба
Яблочное пюре	370,0	370,0
Пектин	11,1	11,1
Сахар	148,0	148,0
Яичный белок	37,0	56,0
Лимонная кислота	0,3	0,3

Для составления альтернативной рецептуры с аквафабой по рекомендациям производителя было рассчитано ее внесение с учетом подбора гидромодуля. Для подбора оптимальной концентрации и дозировки аквафабы были проанализированы образцы с количеством внесения растительного белка с шагом 50 % в большую и меньшую сторону от получившейся рецептуры на аквафабе. При выполнении исследований были отобраны следующие образцы: контрольный образец – пастила, приготовленная с использованием яичного белка; образец № 1 – пастила, приготовленная с аквафабой массой 56,0 г; образец № 2 – пастила, приготовленная с аквафабой массой 28,0 г; образец № 3 – пастила, приготовленная с аквафабой массой 84,0 г.

При разработке технологии производства пастилы на аквафабе была взята классическая унифицированная технология, которая детально отработывалась с новым сырьем поэтапно, выявляя основные отклонения от нормы. Было определено, что в случае приготовления пастилы на растительном белке в технологию производства необходимо включить дополнительный этап – смешивание сублимированного порошка из аквафабы с водой. На рисунках 1–4 представлены поверхности и разрезы контрольного образца, образцов № 1–3 соответственно.

Органолептическая оценка проводилась среди учащихся и преподавателей разных возрастных групп. Результаты представлены в таблице 2 и в виде профилограммы (рис. 5).



Рис. 1. Контрольный образец

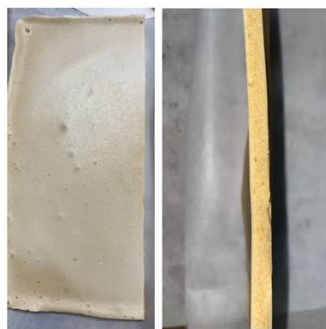


Рис. 2. Образец № 1



Рис. 3. Образец № 2



Рис. 4. Образец № 3

Таблица 2

Органолептическая оценка готовых пастильных изделий

Показатель	Средний балл			
	Контрольный образец	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3
Вкус и запах	4,4	4,5	4,1	3,9
Цвет	4,8	4,7	4,2	4,3
Консистенция	5,0	4,9	3,9	2,1
Структура	4,8	4,9	4,4	3,3
Форма	5,0	4,8	4,1	2,4
Поверхность	4,2	4,6	4,1	2,2
Сумма	28,2	28,4	24,8	18,2

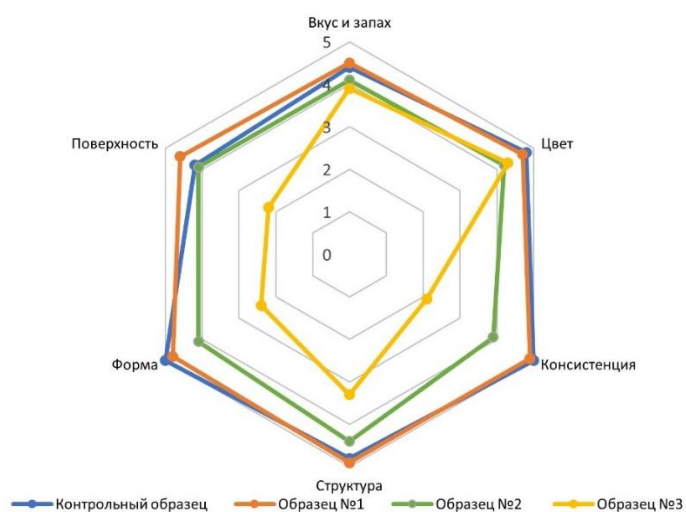


Рис. 5. Профилограмма органолептической оценки готовых пастильных изделий

Исходя из полученных данных, наибольшую сумму баллов набрал образец № 1, в котором масса аквафабы составляет 56,0 г.

При оценке физико-химических показателей качества рассматривались как основные показатели согласно ГОСТ 6441-2014, так и нерегламентированные – объем пастильной массы, высота готового образца. Физико-химические показатели приведены в таблице 3.

Из таблицы 3 видно, что пастильная масса на аквафабе у всех образцов более плотная, чем у контрольного образца. В случае с внесением аквафабы в рецептуру в наименьшем ко-

личестве (образец № 2) плотность пастильной массы является максимальной, а объем – минимальным. Также о снижении качества готового изделия свидетельствует низкая влажность образца. По полученным данным отмечено, что показатели образца № 1 являются наиболее приближенными к контрольным. Образец № 3 с максимальной концентрацией внесения аквафабы имеет незначительные отклонения от образца № 1. Исходя из органолептической оценки и физико-химических показателей, наилучшей концентрацией внесения растительного белка является образец № 1.

Таблица 3

Физико-химические показатели качества экспериментальных образцов

Показатель	Норма по ГОСТ 6441-2014	Характеристика показателей сбивной бесклеевой пастилы			
		Образец			
		Контрольный	№ 1	№ 2	№ 3
Плотность пастильной массы, г/см ³	Не более 0,9	0,60	0,70	0,90	0,69
Массовая доля влаги готового образца, %	Не более 25	18,0	18,8	13,0	19,5
Показатели, не регламентированные ГОСТ					
Объем пастильной массы, мл	–	1000	810	500	830
Высота готового образца, мм	–	12	9	8	7

При изучении реологических свойств выступали такие показатели, как пластическая деформация, которая характеризуется необратимыми деформациями после снятия нагрузки; упругая деформация, которая характеризуется исчезающими деформациями после снятия на-

рузки; твердость, которая характеризуется необходимым усилием, чтобы деформировать образец и внедрить индентор. Результаты исследования представлены в таблице 4.

Отношения деформации к твердости приведены на графике на рисунке 6.

Таблица 4

Структурно-механические свойства экспериментальных образцов

Образец	Пластическая деформация, мм	Упругая деформация, мм	Твердость, г
Контрольный	1,526	1,474	127,9
№ 1	1,435	1,565	2837,5
№ 2	1,412	1,588	760,0
№ 3	1,818	1,182	399,6

При анализе данных можно отметить, что пастильные изделия, приготовленные с использованием растительного белка, обладают большей упругостью, чем контрольный образец на яичном белке. Такая характеристика будет положительно влиять на внешний вид продукта и делать его выгодным для потребителя. Образец № 3 показал наихудший показатель упругости, о чем свидетельствует органолептическая оценка, при которой было отмечено нарушение

структуры и залипание готового изделия. Пастильные изделия на растительном белке оказались более твердыми в сравнении с контрольным образцом. Аквафаба придает менее пористую структуру готовому изделию. Также на основании полученных реологических свойств образец № 1 приняли наилучшим по качеству. Для выявления влияния аквафабы на срок хранения был произведен контрольный тест в сравнении с контрольным образцом.

В процессе хранения (28 сут) проводился контроль органолептических показателей. Периодичность контроля и оценка наблюдений представлена ниже в таблице 5.

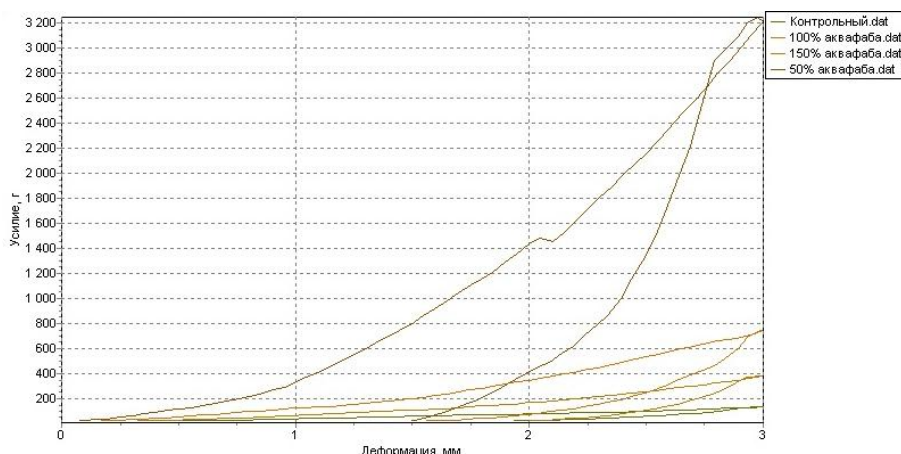


Рис. 6. Структурно-механические свойства экспериментальных образцов

Таблица 5

Исследование срока хранения пастильных изделий

Сутки	Контрольный образец	Образец № 1
2	Визуальных изменений не наблюдалось	
7	Визуальных изменений не наблюдалось	
10	Изменение в цвете не наблюдалось, затвердевание поверхности	Изменение в цвете не наблюдалось, структура более плотная
15	Слабовыраженный аромат. Появление хруста при разжевывании	Слабовыраженный аромат. Структура плотная, недостаточно нежная
20	Без выраженного запаха и вкуса. Полная потеря упругости, сухая плотная консистенция	
28	Микробиологической порчи не обнаружено	

Заключение. На основе полученных данных по физико-химическим и структурно-механическим аспектам доказано, что аквафаба может быть использована в качестве замены яичного белка в изделиях типа «пастила белевская». Благодаря своим свойствам образовывать стабильную пену, имеет перспективу применения в качестве пенообразующего компонента в рецептурах альтернативного питания. Эти предположения подтверждает то, что изделия на аквафабе обладают большей твердостью, которая свидетельствует о наличии плотной структуры. При этом значение упругости увеличивается. Благодаря данной закономерности продукт на аквафабе обладает большей потребительской привлекательностью, чем традиционный образец. Замена яичного белка на аквафабу никак не сказывается на процессе хранения и микробиологической порче готовых изделий.

Список источников

1. World Health Organization et al. Healthy diet. World Health Organization. Regional Office for the Eastern Mediterranean, 2019. № WHO-EM/NUT/282/E.
2. New perspectives in food allergy / M. De Martinis [et al.] // International journal of molecular sciences. 2020. Т. 21, № 4. С. 1474.
3. Современные возможности коррекции пищевой аллергии и пищевой непереносимости / И.А. Ланук [и др.] // Вопросы диетологии. 2020. Т. 10, № 1. С. 53–58.
4. Immunoglobulin E (IgE)-mediated food allergy in children: epidemiology, pathogenesis, diagnosis, prevention, and management / S. Barni [et al.] // Medicina. 2020. Т. 56, № 3. С. 111.
5. Ганус С.С. Анализ перспектив расширения экспорта бобовых культур из России в Ин-

- дию // Российская наука, инновации, образование (РОСНИО-II-2023): сб. науч. ст. по мат-лам II Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием. Красноярск, 2023. С. 396–400.
6. *Joshi P.K., Rao P.P.* Global and Regional Pulse Economies: Current Trends and Outlook (IFPRI Discussion Paper 01544) // International Food Policy Research Institute (IFPRI): New Delhi, India. 2016.
 7. *Восканян О.С., Шипилова П.А.* Разработка нового вида мороженого с крымскими специями на основе аквафабы // Вестник МГУТУ. Серия прикладных научных дисциплин. Раздел 1. Пищевые системы и биотехнологии. 2023. Вып. 1. С. 23–31.
 8. *Buhl T.F., Christensen C.H., Hammershoj M.* Aquafaba as an egg white substitute in food foams and emulsions: Protein composition and functional behavior // Food Hydrocolloids. 2019. Vol. 96. P. 354–364.
 9. Оценка химического состава фруктового сырья по содержанию органических кислот и макроэлементов / *О.С. Руденко* [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2020. Т. 82, № 2 (84). С. 146–153.
 10. *Олейникова А.Я., Магомедов Г.О., Мирошникова Т.Н.* Практикум по технологии кондитерских изделий. СПб.: ГИОРД, 2005. 480 с.
 11. *Фролова А.Е.* Исследование микробиологических показателей и показателей безопасности кондитерских изделий в процессе хранения // Ползуновский вестник. 2016. № 1. С. 40–42.
 12. Прогнозирование срока годности кондитерских изделий в условиях ускоренного хранения: обзор предметного поля / *Н.Б. Кондратьев* [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. 2022. № 4. С. 22–39.
 3. *Sovremennye vozmozhnosti korrekcii pischevoj allergii i pischevoj neperenosimosti / I.A. Lapik* [i dr.] // Voprosy dietologii. 2020. T. 10, № 1. S. 53–58.
 4. Immunoglobulin E (IgE)-mediated food allergy in children: epidemiology, pathogenesis, diagnosis, prevention, and management / *S. Barni* [et al.] // Medicina. 2020. T. 56, № 3. S. 111.
 5. *Ganus S.S.* Analiz perspektiv rasshireniya `eksporta bobovyh kul'tur iz Rossii v Indiyu // Rossijskaya nauka, innovacii, obrazovanie (ROSNIO-II-2023): sb. nauch. st. po mat-lam II Vseros. (nac.) nauch. konf. s mezhdunar. uchastiem. Krasnoyarsk, 2023. S. 396–400.
 6. *Joshi P.K., Rao P.P.* Global and Regional Pulse Economies: Current Trends and Outlook (IFPRI Discussion Paper 01544) // International Food Policy Research Institute (IFPRI): New Delhi, India. 2016.
 7. *Voskanyan O.S., Shipilova P.A.* Razrabotka novogo vida morozhenogo s krymskimi spetsiyami na osnove akvafaby // Vestnik MGUTU. Seriya prikladnyh nauchnyh disciplin. Razdel 1. Pischevye sistemy i biotekhnologii. 2023. Vyp. 1. S. 23–31.
 8. *Buhl T.F., Christensen C.H., Hammershoj M.* Aquafaba as an egg white substitute in food foams and emulsions: Protein composition and functional behavior // Food Hydrocolloids. 2019. Vol. 96. P. 354–364.
 9. Ocenka himicheskogo sostava fruktovogo syr'ya po sodержaniyu organicheskikh kislot i makro`elementov / *O.S. Rudenko* [i dr.] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernyh tehnologij. 2020. T. 82, № 2 (84). S. 146–153.
 10. *Olejnikova A.Ya., Magomedov G.O., Miroshnikova T.N.* Praktikum po tehnologii konditerskih izdelij. SPb.: GIORD, 2005. 480 s.
 11. *Frolova A.E.* Issledovanie mikrobiologicheskikh pokazatelej i pokazatelej bezopasnosti konditerskih izdelij v processe hraneniya // Polzunovskij vestnik. 2016. № 1. S. 40–42.
 12. Prognozirovanie sroka godnosti konditerskih izdelij v usloviyah uskorenno go hraneniya: obzor predmetnogo polya / *N.B. Kondrat'ev* [i dr.] // Hranenie i pererabotka sel'hozsyrya. 2022. № 4. S. 22–39.

References

1. World Health Organization et al. Healthy diet. World Health Organization. Regional Office for the Eastern Mediterranean, 2019. № WHO-EM/NUT/282/E.
2. New perspectives in food allergy / *M. De Martinis* [et al.] // International journal of molecular sciences. 2020. T. 21, № 4. S. 1474.
12. Prognozirovanie sroka godnosti konditerskih izdelij v usloviyah uskorenno go hraneniya: obzor predmetnogo polya / *N.B. Kondrat'ev* [i dr.] // Hranenie i pererabotka sel'hozsyrya. 2022. № 4. S. 22–39.

Статья принята к публикации 22.03.2024 / The article accepted for publication 22.03.2024.

Информация об авторах:

Анастасия Сергеевна Андреева¹, заведующая лабораторией факультета биотехнологий, доцент практики

Юлия Олеговна Манжуренко², бакалавр факультета биотехнологий

Information about the authors:

Anastasia Sergeevna Andreeva¹, Head of the Laboratory of the Faculty of Biotechnology, Associate Professor of Practice

Yulia Olegovna Manzhurenko², Bachelor's Degree in Biotechnology

