

УДК 664.1/.2(045)

DOI: 10.46548/21vek-2022-1157-0011

ОБОСНОВАНИЕ СОСТАВА КОНДИТЕРСКОЙ ГЛАЗУРИ С МЕЛАНИНОМ ИЗ ГРЕЧНЕВОЙ ЛУЗГИ

© 2022

Кадрицкая Елена Александровна, аспирант кафедры Технологии питания

Школьников Марина Николаевна, доктор технических наук, профессор кафедры Технологии питания

Кокорева Лариса Анатольевна, кандидат технических наук, доцент кафедры Технологии питания

Ялунина Екатерина Николаевна, доктор экономических наук,

профессор кафедры Конкурентного права и антимонопольного регулирования

Уральский государственный экономический университет

(620144, Россия, Екатеринбург, улица 8 Марта/Народной Воли, 62/45, e-mail: shkolnikova.m.n@mail.ru)

Рожнов Евгений Дмитриевич, кандидат технических наук, доцент кафедры Биотехнология

Бийский технологический институт (филиал)

Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова

(659305, Россия, Бийск, улица им. Героя Советского союза Трофимова, 27)

Аннотация. На сегодняшний день природные меланины находят все большее применение в технологии продуктов питания, благодаря широкому перечню функциональных свойств и очень низкой острой пероральной токсичности, в том числе, как альтернатива какао-порошку – натуральному и алкализированному. Однако, имеются сведения, что при подщелачивании происходит частичное снижение усвояемости и пищевой ценности с изменением ароматических свойств какао-порошка. Кроме того, современные реалии рынка какао-порошка свидетельствуют о нестабильности производства и колебаниях цен на данный ингредиент кондитерского производства. Таким образом исследования, направленные на поиск новых видов сырья и изучение комплекса его свойств, позволяющего частично сократить расход какао-порошка в рецептурах, являются актуальными и значимыми. В статье приведены данные по исследованию интенсивности и оттенка цвета этанольных растворов какаосодержащих глазурей порошка, в том числе с частичной заменой неалкализированного какао-порошка порошком меланина из лузги гречихи и определении цветовых различий между образцами по методике $CIE L^*a^*b^*$ в соответствии с рекомендациями Международной комиссии по освещению 1950 г. Показано, что опытный образец глазури, содержащий 15% неалкализированного какао-порошка и 10% порошка меланина, практически не имеет различий в цвете поверхности глазури с образцом, содержащим 25% алкализированного какао-порошка. Технологическая схема производства кондитерской глазури с частичной заменой неалкализированного какао-порошка порошком меланином не требует изменения, и потому новые виды глазури можно производить на любом кондитерском производстве, в том числе, – на предприятиях общественного питания.

Ключевые слова: меланин, какао-порошок, алкализация, кондитерская глазурь, рецептура, безопасность, интенсивность цвета.

SUBSTANTIATION OF THE COMPOSITION OF CONFECTIONERY GLAZE WITH MELANIN FROM BUCKWHEAT HUSK

© 2022

Kadritskaya Elena Alexandrovna, postgraduate student of the department of Nutrition Technology

Shkolnikova Marina Nikolaevna, doctor of technical sciences, professor of the Department of Nutrition Technology

Kokoreva Larisa Anatolievna, candidate of technical sciences,

associate professor of the Department of Food Technology

Yalunina Ekaterina Nikolaevna, doctor of economic sciences,

professor of the Department of Competition Law and Antimonopoly Regulation

Ural State University of Economics

(620144, Russia, Yekaterinburg, 8 Marta street/Narodnaya Volya, 62/45, e-mail: shkolnikova.m.n@mail.ru)

Rozhnov Evgeny Dmitrievich, candidate of technical sciences,

associate professor of the department of Biotechnology

Biysk Institute of Technology (branch)

Altai State Technical University named after I.I. Polzunov

(659305, Russia, Biysk, Hero of the Soviet Union Trofimov Street, 27)

Abstract. Today, natural melanins are increasingly being used in food technology, due to a wide range of functional properties and very low acute oral toxicity, including as an alternative to cocoa powder - natural and alkalized. However, there is evidence that during alkalization, a partial decrease in digestibility and nutritional value occurs with a change in the aromatic properties of cocoa powder. In addition, the current realities of the cocoa powder market indicate the instability of production and price fluctuations for this ingredient of confectionery production. Thus, research aimed at finding new types of raw materials and studying the complex of its properties, which partially reduces the consumption of cocoa powder in formulations, is relevant and significant. The article presents data on the study of the intensity and color shade of ethanol solutions of cocoa-containing powder glazes, including partial replacement of non-alkalized

cocoa powder with melanin powder from buckwheat husks and determination of color differences between samples according to the *CIE L*a*b** method in accordance with the recommendations of the International Commission on Illumination 1950. It is shown that a prototype glaze containing 15% non-alkalized cocoa powder and 10% melanin powder has practically no differences in the color of the glaze surface with a sample containing 25% alkalized cocoa powder. The technological scheme of the production of confectionery azure with partial replacement of non-alkalized cocoa powder with melanin powder does not require changes, and therefore new types of glaze can be produced at any confectionery production, including at catering establishments.

Keywords: melanin, cocoa powder, alkalization, confectionery glaze, formulation, safety, color intensity.

Введение. Меланины имеют высокую физиологическую активность и функциональные свойства, что обуславливает их применение во многих областях – фармакология, растениеводство, косметическая промышленность [1-6]. В последнее время рядом исследований доказано, что меланин из различных источников имеет определенные перспективы в технологии продуктов питания, в том числе кондитерских изделий, – антиоксидант / консервант, пищевой краситель, энтеросорбент и т.д. [7-15], а также их первичной упаковке с улучшенными механическими и разнообразными барьерными свойствами, в частности светостойкостью [16-19].

Основными видами сырья кондитерских глазурей являются какао-продукты – натуральный и/или алкализированный какао-порошок и какао-масло. Стоит отметить, что широкий рынок эквивалентов, заменителей и улучшителей ингредиента многих кондитерских изделий и полуфабрикатов – масла какао сформировался к настоящему времени [20], в то время как исследования по поиску альтернатив какао-порошку активно проводятся лишь в последние несколько лет в виду постоянно растущей стоимости какао-бобов и спроса на них при практически неизменном объеме производства какао-продуктов [21]. Именно поэтому поиск альтернативных заменителей какао-продуктов,

в том числе местных и полученных из вторичных сырьевых ресурсов для снижения содержания какао в кондитерских полуфабрикатах и изделиях имеет важное значение.

Наиболее близкой альтернативой порошку, полученному из какао-бобов, являются порошок из их оболочки – какаовеллы [22, 23] и кэроб [24-27]. Также известно использование фруктово-овощных порошков [28], порошка из виноградных косточек [29] и меланина [10, 12].

Многочисленными исследованиями доказано, что алкализированный какао-порошок содержит намного меньше летучих соединений, чем обжаренный натуральный какао-порошок.

Подщелачивание во время обжарки является одним из нескольких способов, которые используются в промышленных масштабах для изменения цвета какао-порошка с различной восприимчивостью к образованию орто-хинонов и реакции Майяра, особенно к образованию коричневых соединений неферментативным путем. Ощелачивание или алкализация играет важную роль в улучшение таких характеристик порошка, как: интенсивность цвета, а также смачиваемость и диспергируемость [30]. Однако, доказано, что изменяется и ароматический профиль какао-порошка (рис. 1).

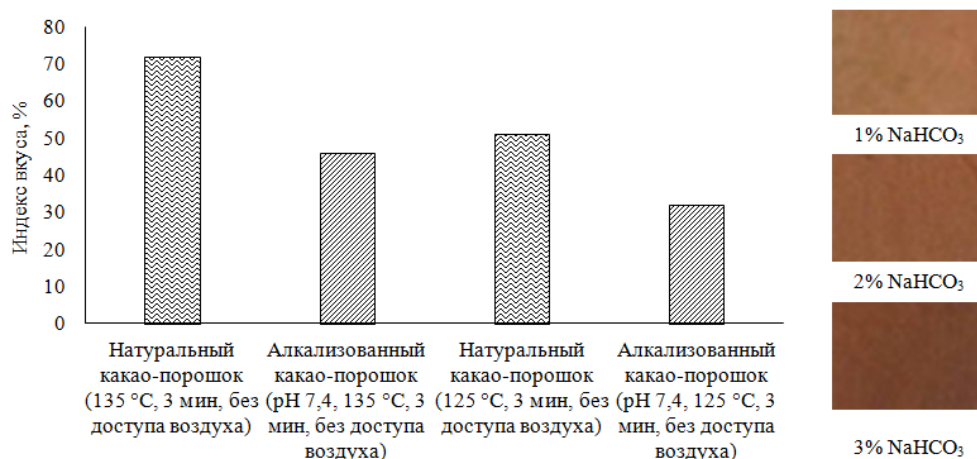


Рисунок 1 – Влияние концентрации щелочи на интенсивность цвета и индекс вкуса какао-порошка [31]

По данным [33] бобы, подщелаченные в мягких условиях, имели во вкусовом профиле больше тонов какао, шоколада и терпкости, меньше оттенков щелочности, чем те, которые подщелачивались в более жестких условиях.

Также имеются сведения, что при подщелачивании происходит частичное снижение усвояемости и

пищевой ценности – потенциальной антимуtagenной, иммуномодулирующей и антиоксидантной активности за счет разрушения/деградации полифенольных соединений, незаменимых свободных аминокислот, пирона, фуранеола и других соединений, что является важным фактором в сохранении качества какао [32-34]. Известно влияние подщелачивания на ухудше-

ние реологических характеристик теста, в частности упругости заготовок [32].

Вышеизложенное обусловило **цель** работы – оценка возможности использования порошка меланина в качестве альтернативы алкализованному какао-порошку в составе какаосодержащей кондитерской глазури с исследованием влияния меланина на ее цветные характеристики.

Материалы и результаты исследования. Объектами исследования являлись:

– образец меланина в виде мелкодисперсного порошка с содержанием влаги 4,5%, полученный в условиях лаборатории из лузги гречихи по описанному в [9] способу. Ранее исследованы свойства опытных образцов меланина и показана принципиальная возможность их использования в составе кондитерских полуфабрикатов и изделий [9, 10, 35]. Необходимо отметить, что меланины, обладая высокой фармакологической и физиологической активностью, имеют очень низкую острую пероральную токсичность, так, средняя летальная доза ЛД₅₀ > 2500 мг/кг. Объяснением, по мнению [36] служит то, что в организме человека они существуют в виде «депо» связанных меланинов, высвобождаясь по мере необходимости при определенных физиологических ситуациях. Суточная доза меланина для мышей массой 21–22 г составила 25–30 мг/кг при разовой дозе 0,5 мг/мл растворенного в воде меланина из гречневой лузги, выделенного по описанному в [8]. Для испытуемых мышей такая дозировка обусловлена тем, что близка к используемой по разным показаниям человеком в качестве пищевой добавки. При этом, в эксперименте *in vivo* показано, что при такой суточной дозе и приеме в течение 15-ти сут. в опытной группе животных отмечены замедление роста массы тела, снижение спонтанной двигательной активности и мышечной силы, нарушение иммунологического статуса. С уменьшением суточной дозы меланина в 4 раза (до 6,25–7,25 мг/кг) при наблюдении в течение 15-ти сут. негативные эффекты у животных не отмечены, что обусловило использование меланина в составе рецептур [36]. Таким образом, безопасной является суточная доза – 0,47–0,54 г на массу человека 75 кг (0,00625–0,00725 г/кг);

– какао-порошок производственный (ГОСТ 108-2014) – коммерческие образцы, представляющие собой кондитерский полуфабрикат, получаемый путем измельчения какао-жмыха, содержащий от 9% до 12% масла какао и не более 5,5% (алкализованный) и 7,5% (не алкализованный) влаги, со степенью измельчения не более 2% (изготовитель: ООО «АБ-МАРКЕТ», г. Москва). Область применения включает производство кондитерских глазури;

– образцы какаосодержащей кондитерской глазури: традиционным способом было приготовлено 6 образцов кондитерской глазури: № 1 на основе алкализованного какао-порошка, № 2 на основе неалкализованного какао-порошка, а также содержащие 3, 5, 7 и 10% порошка меланина как замена какао-порошку – образцы № 3–6 соответственно.

Определение интенсивности и оттенка цвета образцов какао-порошка, контрольного и опытного меланина проводили в этанольных экстрактах. Этанольные экстракты получали экстракцией по следующей схеме: 1 г образца суспендировали в 100 см³ 50%-ного водного раствора этанола в конических колбах и перемешивали на орбитальном шейкере (название) (150 об/мин) в течение 30 мин при T=50°C. Полученные экстракты отфильтровывали через фильтровальную бумагу, полученные фильтраты доводили до объема 500 см³ в мерных колбах тем же раствором, что был использован для экстракции окрашенных соединений. Оптическую плотность полученных экстрактов измеряли при 420, 520 и 620 нм с использованием сканирующего UV/VIS спектрофотометра Shimadzu UV1800 относительно экстрагента. Результаты выражали в единицах оптической плотности (е.о.п.). Интенсивность (I) цвета образцов определяли путем сложения полученных значений оптических плотностей, оттенок цвета (T) определяли путем отношения значений оптической плотности при 420 и 520 нм [37].

Вклады желтого (420 нм), красного (520 нм) и синего (620 нм) пигмента определяли согласно методики, предложенной [37, 38] и позволяющей определять хроматическую структуру цвета с использованием следующих соотношений:

$$D_{420}(\%) = 100 \cdot D_{420} / I; \quad D_{520}(\%) = 100 \cdot D_{520} / I;$$

$$D_{620}(\%) = 100 \cdot D_{620} / I.$$

Исследование трихроматических характеристик проводили в системе CIE 1931 XYZ, вмещающей в себя все воспринимаемые человеком цвета и позволяющую получить необходимый цвет путем смешивания трех основных цветов проводили по методикам, изложенным в [39] с последующим определением координат цветности (x и y) по следующим формулам:

$$x = \frac{X}{X + Y + Z}; \quad y = \frac{Y}{X + Y + Z}, \quad (1)$$

где X, Y и Z – относительные цветовые координаты, определяемые как:

$$X = 0.42 \cdot T_{625} + 0.35 \cdot T_{550} + 0.21 \cdot T_{445};$$

$$Y = 0.20 \cdot T_{625} + 0.63 \cdot T_{450} + 0.17 \cdot T_{495};$$

$$Z = 0.24 \cdot T_{495} + 0.94 \cdot T_{445}.$$

Цветовые различия (цветовую разницу ΔE) между образцами какао-порошка и меланином оценивали с использованием системы CIE L*a*b* [40] по формуле:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}, \quad (2)$$

где ΔL* – разница между светлотой образцов;

Δa* – разница между значениями координат цвета двух образцов по зелено-красной хроматической оси;

Δb* – разница между значениями координат цвета двух образцов по желто-синей хроматической оси.

Координаты цветности для расчета значений L*, a* и b* рассчитывали оптимизированным способом [41]:

$$X = 19,717 \cdot \tau_{450} + 1,884 \cdot \tau_{520} + 42,539 \cdot \tau_{570} + 32,474 \cdot \tau_{630} - 1,841,$$

$$Y = 7,950 \cdot \tau_{450} + 34,764 \cdot \tau_{520} + 42,736 \cdot \tau_{570} + 15,759 \cdot \tau_{630} - 1,180,$$

$$Z = 103,518 \cdot \tau_{450} + 4,190 \cdot \tau_{520} + 0,251 \cdot \tau_{570} - 1,831 \cdot \tau_{630} + 0,818,$$

где τ_{450} , τ_{520} , τ_{570} и τ_{630} – величина коэффициента про-

пускания при соответствующей длине волны.

Определение расчетных координат L^* , a^* и b^* осуществляется согласно рекомендаций, приведенных в [42].

Для исследования цветовых характеристик полученных глазурей, образцами глазури покрывали белые пластины, давали застыть, а затем с использованием цифровой фотокамеры в белом боксе делали снимки поверхности глазури. Далее снимки обрабатывались с использованием интернет-ресурса *ImageColorPicker.online* [43], позволяющего с использованием классического для фоторедакторов инструмента «пипетка» определить координаты цвета любой точки загруженного изображения в координатах цвета RGB. Затем, используя цветовой конвертер, определя-

ли координаты цвета в трихроматических координатах XYZ. В качестве образца сравнения использована кондитерская глазурь на основе алкализованного какао-порошка. Внешний вид кондитерских глазури представлен на рисунке 2.

В таблице 1 представлены результаты анализа полученных изображений поверхности кондитерских глазури без и с добавлением порошка меланина.

Как показали результаты исследований, опытный образец глазури № 6 содержащий 15% неалкализованного какао-порошка и 5% порошка меланина практически не имеет различий в цвете поверхности глазури с образцом № 1 с алкализованным какао-порошком в количестве 25%. В таблице 2 приведена рецептура данных образцов.

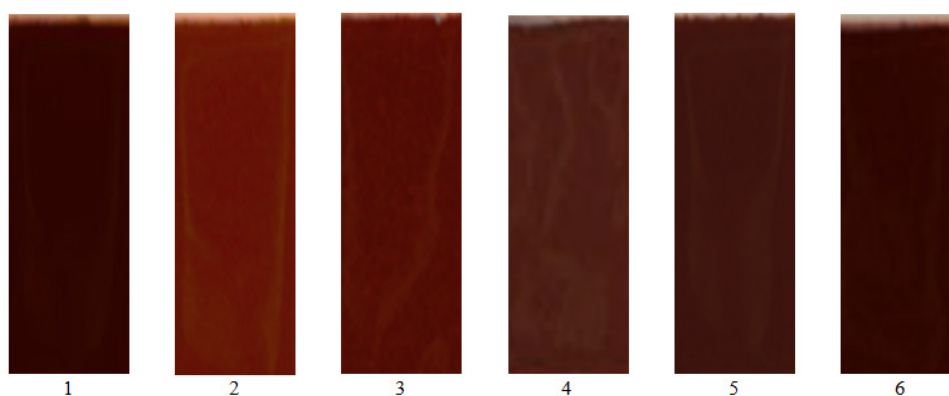


Рисунок 2 – Фотографии поверхности кондитерских глазури

1 – глазурь на основе алкализованного какао-порошка; 2 – глазурь на основе не алкализованного какао-порошка;
3–6 – глазури, содержащие 1,5 %, 2,5 %, 3,5 % и 5 % порошка меланина

Таблица 1 – Результаты исследования цветовых характеристик поверхности кондитерских глазури

Образец глазури	Координаты цвета в системе RGB			Относительные цветовые координаты			Визуальная интерпретация цветовых координат
	R	G	B	X	Y	Z	
1 (к)	45,0	4,0	0,0	1,191	0,671	0,048	
2	101,0	18,0	7,0	5,938	3,342	0,392	
3	85,0	14,0	5,0	4,152	2,345	0,278	
4	75,0	28,0	19,0	3,609	2,437	0,676	
5	63,0	21,0	15,0	2,525	1,673	0,483	
6	49,0	7,0	1,0	1,425	0,838	0,085	

Таблица 2 – Рецептура образцов кондитерской глазури на загрузку сырья 1000 г

Ингредиент	Содержание сухих веществ, %	Расход ингредиентов, г			
		Образец № 1		Образец № 6	
		В натуре	В СВ	В натуре	В СВ
Вода	–	220,0	0,0	220,0	0,0
Сахар кристаллический белый	99,9	320,0	319,5	320,0	319,5
Заменители масла какао лауринового типа ЗМК «СолПро» 33935	86,0	100,0	86,0	100,0	86,0
Ароматизатор ванилин	93,6	10,0	9,4	10,0	9,4
Эмульгатор (соевый лецитин E322)*	99,3	100,0	99,3	100,0	99,3
Какао-порошок неалкализованный	94,8	250,0	237,0	150,0	142,2
Меланин	95,7	–	–	50,0	42,8
Итого		1000,0	751,2	1000,0	752,1
Выход		870,0	653,5	870,2	654,5
Массовая доля влаги глазури, %		13,0±0,8		12,8±0,8	

На следующем этапе исследований была проведена математическая оптимизация рецептуры глазури, содержащей какао-порошок и меланин с целью расчета минимальной себестоимости путем поиска решения линейной задачи симплекс-методом. В качестве ограничений при решении задачи было принято содержание меланина в глазури равное 10%, какао-порошка неалкализированного – 15%, эмульгатора (соевого лецитина Е322) – 10%, ароматизатора ванилина – 1%.

Целевое содержание углеводов в продукте задавали на уровне 32%, содержание жиров – 8,6%. Расчет проводили на 1000 г готового продукта. Исходные данные для расчета приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Данные для оптимизации рецептуры кондитерской глазури

Ингредиенты	Массовая доля, %				Цена, руб./кг
	Жиры	Углеводы	Вода	СВ	
Вода	0,0	0,0	100,0	0,0	0,03
Сахар	0,0	99,9	0,0	99,9	43,2
Масло	86,0	0,0	14,0	86	320,0
Ванилин	0,0	0,0	6,4	93,6	210,0
Лецитин	0,0	0,0	0,7	99,3	920,0
Какао	15,0	10,2	5,3	94,8	410,0
Меланин	0,0	0,0	4,3	95,7	350,0

Результаты решения линейной задачи оптимизации себестоимости кондитерской глазури представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Оптимизированная рецептура кондитерской глазури на загрузку сырья 1000 г

Ингредиент	Содержание сухих веществ, %	Расход ингредиентов	
		в натуре, г	в СВ, %
Вода	–	261,2	0
Сахар кристаллический белый *	99,9	305,0	304,7
Заменители масла какао лауринового типа ЗМК «СолПро» 33935*	86,0	73,8	63,5
Ароматизатор ванилин	93,6	10,0	9,36
Эмульгатор (соевый лецитин Е322)*	99,3	100,0	99,3
Какао-порошок неалкализированный	94,8	150,0	142,2
Меланин	95,7	50,0	42,8
Итого		1000,0	714,8

Расчетная себестоимость глазури на основе какао-порошка составляет 242,43 руб./кг, глазури с добавлением порошка меланина до оптимизации составляет – 240,93 руб./кг, себестоимость глазури с порошком меланина после оптимизации – 234,93 руб./кг. Таким образом экономический эффект от внедрения оптимизированной рецептуры составит 4,52 руб./кг кондитерской глазури, а общий экономический эффект от замены части какао-порошка в рецептуре кондитерской глазури на порошок меланина составит 7,52 руб./кг.

Заключение. Таким образом, показана возможность использования порошка меланина в качестве частичной замены алкализированного какао-порошка в составе какаосодержащей кондитерской глазури. Установлено, что опытный образец глазури, содержащий 15% неалкализированного какао-порошка и 5%

порошка меланина, практически не имеет различий в цвете поверхности глазури с образцом, содержащим 25% алкализированного какао-порошка. Технологическая схема производства кондитерской глазури с частичной заменой неалкализированного какао-порошка порошком меланином не требует изменения, и потому новые виды глазури можно производить на любом кондитерском производстве, в том числе, – на предприятиях общественного питания. Снижение себестоимости кондитерской глазури позволит снизить и себестоимость глазированных изделий, что позволит позиционировать их в сегменте продукции класса «эконом».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- Kunwar, A. Melanin, a promising radioprotector: Mechanisms of actions in a mice model / A. Kunwar, B. Adhikary, S. Jayakumar [et al.] // Toxicology and Applied Pharmacology. 2012. V. 264, №2. P. 202–211.
- Schweitzer, A.D. Melanin-covered nanoparticles for protection of bone marrow during radiation therapy of cancer / A.D. Schweitzer, E. Revskaya, P. Chu [et al.] // International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics. 2010. V.78, № 5. P. 1494–1502.
- Бушманов, А.Ю. Противолучевые свойства меланина / А. Ю. Бушманов, А. А. Иванов, И. Е. Андрианова, Н. М. Ставракова, Т. М. Булынина, О. В. Дорожкина // Саратовский научно-медицинский журнал. 2014. Т. 10, № 4. С. 828–832.
- Chu, M. Melanin nanoparticles derived from a homology of medicine and food for sentinel lymph node mapping and photothermal in vivo cancer therapy / M. Chu, W. Hai, Z. Zhang [et al.] // Biomaterials. 2016. V. 91. P. 182–199. doi:10.1016/j.biomaterials.2016.03.018
- Скорбина, Е.А. Разработка технологии получения и исследование биологической активности меланиносодержащих препаратов: автореферат на соискание ученой степени кандидата биологических наук по спец. 03.00.23 – Биотехнология. – Ставрополь, 2005. – 23 с
- Тоноян, Л. Е. Влияние бактериального меланина (Btm) на культуру огура в условиях in vitro и in vivo / Л. Е. Тоноян, М. Т. Петросян, К. Г. Азарян, Ю. Г. Попов // Ученые записки Ереванского государственного университета. – 2010. – № 1. – С. 50–55
- Kurian, N.K., Food, cosmetic and biological applications of characterized DOPA-melanin from *Vibrio alginolyticus* strain BTKKS3 / N.K. Kurian, S.G. Bhat // Applied Biological Chemistry. 2018. V. 61. P. 163–171. doi: 10.1007/s13765-018-0343-y
- Пат. 2215761 Российская Федерация, МПК C09B 61/00 (2006.01) Способ получения пигмента-красителя из растительного сырья: заявл. № 2000116048/13; заявл. 19.06.2000: опубл. 10.06.2002 / Огарков Б.Н., Самусенок Л.В. (Россия).
- Школьников, М.Н. Обоснование использования лузги гречихи для получения функциональных пищевых красителей / М.Н. Школьников, Е.А. Кадрицкая // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2020. № 4. С. 22–28. DOI: 10.17586/2310-1164-2020-10-4-22-28.
- Чугунова О.В. Использование сухого экстракта меланина в производстве мучных кондитерских изделий / О.В. Чугунова, Е.А. Кадрицкая // e-FORUM. 2020. № 4 (13). – URL: <http://eforum.usue.ru/ru/vypuski-2020?id=289> (дата обращения: 14.01.2022).
- Пат. 2747688 РФ МПК C09B 61/00 (2006.01), C09B 67/04 (2006.01) Пищевой пигмент-краситель из лузги гречихи и способ его получения: заявл. № 2020124806: 27.07.2020: опубл. 12.05.2021, Бюл. № 14 / Абрамов С. Ю., Ломовский И.О., Ломовский О.И. (Россия).
- Пат. 2545349 РФ МПК A23J 1/12, 3/14, 3/32, 3/24 (2006.01) Способ получения гидролизата из шелухи гречихи в качестве замены какао-порошка для пряничных и кондитерских изделий: заявл. 10.12.2013 № 2013154812/10; опубл. 27.03.2015, Бюл. № 9 / Кушнарченко Л.В., Левочкина Л.В. (Россия);

13. Пат. 2210952 РФ, МПК А23L2/00, А23L2/38, А23L2/52, А23L2/58 Безалкогольный напиток «Мелиссовый» заявл.: № 2000122469/13: 25.08.2000: опубл. 27.08.2003, Бюл. № 24 / Огарков Б.Н., Огаркова Г.Р., Самусенко Л.В., Алексеева Т.Н., Орещенко А.В. (Россия);
14. Гордеева, Л.Н. Использование меланинового красителя из гречихи в (для производства безалкогольных напитков протекторного действия / Л.Н. Гордеева // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. – 2002. – № 2. – С. 662.
15. Алексеева, Т.Н. Исследование растительного меланина как пищевого красителя для безалкогольных напитков / Т.Н. Алексеева, Л.А. Оганесянц, Е.В. Красникова, Н.В. Рудометова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 7. – С. 40–43.
16. Swarup, R. Melanin-mediated synthesis of silver nanoparticle and its use for the preparation of carrageenan-based antibacterial films / R. Swarup, S. Shiv, R. Jong-Whan // Food Hydrocolloids. 2019. V. 88. March 2019. P. 237–246. doi: 10.1016/j.foodhyd.2018.10.013.
17. Kiran, G. Melanin-templated rapid synthesis of silver nanostructures / G. Kiran, A. Dhasayan, A. Lipton, J. Selvin, M. Arasu, Al-Dhabi, N. Naif // Journal of Nanobiotechnology. 2014. V. 12(1). P. 18–30. doi:10.1186/1477-3155-12-18.
18. Whey Protein Concentrate/Isolate Biofunctional Films Modified with Melanin from Watermelon (Citrullus lanatus) Seeds // Materials 2020, 13(17), 3876; <https://doi.org/10.3390/ma13173876>.
19. Yang, M. High performance of alginate/polyvinyl alcohol composite film based on natural original melanin nanoparticles used as food thermal insulating and UV-vis block / M. Yang, L. Li, Y. Shuguang, L. Jiawei, S. Jinsheng // Carbohydrate Polymers. 2020. V. 233, 1 April 2020, 115884. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.115884>.
20. Саранов, И.А. Дифференциальная сканирующая калориметрия какао масла и шоколадной глазури / И.А. Саранов, О.Б. Рудаков, К.К. Полянский // Вестник ВГУИТ. – 2020. – Т. 18, № 2. – С. 154–160; doi: 10.20914/2310-1202-2020-2-154-160.
21. Обзор российского рынка шоколадных изделий: товарный и рекламный аспекты: электронный ресурс: официальный сайт электронного журнала AdIndex Market: URL: <https://adindex.ru/adindex-market/3/chocolate/153755.phtml>. Дата обращения 18.07.2021 г.
22. Магомедов, Г.О. Методика повышения качества порошка из какао-бобов / Магомедов Г.О., Черемухина И.В., Плотнокова И.В. // Гигиена и санитария. 2015. Т. 94(9). С. 90–92.
23. Магомедов, Г.О. Микробиологическая безопасность порошка из какао-бобов для использования в кондитерских изделиях повышенной пищевой ценности / Г.О. Магомедов, И.В. Плотнокова, Н.П. Зацепилина, А.В. Кривошеина // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. 2016. № 3. С. 100–107.
24. Сычёва, О.В. Мучное кондитерское изделие с заменителем какао / О.В. Сычёва, Е.А. Скорбина, Э.Д. Алтуня // Пищевая индустрия. 2019. № 4. С. 38–40.
25. Лукина, С. И. Применение нетрадиционного сырья в производстве бисквитно-сбивного печенья / С. И. Лукина, Е. И. Пономарева, И. П. Пешкина, Х. Ю. Боташева // Хранение и переработка сельхозсырья. 2018. № 1. С. 56–59;
26. Stankov, S. Rheological and sensory properties of glazes prepared with carob and cocoa powders / S. Stankov, M. Dzhevoderova-Zarcheva, E. Dimitrova [et al.] // Journal of Food Processing and Preservation. 2020;00:e14580. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14580>.
27. Tkeshelashvili, M.E. Quality improvement and shelf life of sweets of the Assorty type Повышение качества и срока годности конфет типа Ассорти / M.E. Tkeshelashvili, G.A. Bobozhonova, A.B. Sorokina, G.O. Magomedov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 640, International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials 26-29 February 2020, Voronezh, Russian Federation.
28. Линовская, Н. В. Изучение технологической адекватности сырьевых компонентов, используемых в производстве шоколадного полуфабриката / Н.В. Линовская, Э.В. Мазукабзова, Н.Б. Кондратьев, Э.Н. Крылова // Вестник МГТУ. 2019. Т. 22, № 3. С. 404–412. doi: 10.21443/1560-9278-2019-22-3-404-412.
29. Gorodyska, O. Investigation of the safety grape seed powder as an alternative to cocoa powder in a confectionery glaze / O. Gorodyska, N. Grevtseva, O. Samokhvalova, O. Savchenko, A. Grygorenko // Харчова наука і технологія | Food science and technology. 2018. V. 12. I. 3. – P. 64–72.
30. Bonvehí, J.S. Investigation of aromatic compounds in roasted cocoa powder // European Food Research and Technology. 2005. V. 221. P. 19–29. doi:10.1007/s00217-005-1147-y.
31. Bonvehí, J.S. Factors Affecting the Formation of Alkylpyrazines during Roasting Treatment in Natural and Alkalized Cocoa Powder / J. Serra Bonvehí, F. Ventura Coll // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2002. V. 50 (13). P. 3743–3750.
32. Puchol-Miquel, M. Effect of the type and degree of alkalization of cocoa powder on the physico-chemical and sensory properties of sponge cakes / M. Puchol-Miquel, C. Palomares, I. Fernández-Segovia, J.M. Barat, É. Perez-Estève // LWT – Food Science and Technology. 2021. V. 152. 112241. doi:10.1016/j.lwt.2021.112241.
33. Wollgast J., Anklam E. Polyphenols in chocolate: Is there a contribution to human health // Food Research International. 2000. V. 33. P. 449–459;
34. Roura, E., Andrés-Lacueva, C., Estruch, R., et al. The effects of milk as a food matrix for polyphenols on the excretion profile of cocoa (–)-epicatechin metabolites in healthy human subjects. British Journal of Nutrition. 2008. V. 100. P. 846–851.
35. Школьников, М.Н. Показатели безопасности меланина как ингредиента кондитерских полуфабрикатов / М.Н. Школьников, Е.А. Кадрицкая // Современная наука и инновации. 2021. № 4 (36). С. 94–101.
36. Иванов, А.А. Фармакологические свойства фитомеланина / А.А. Иванов, И.Е. Андрианова, В.Н. Мальцев, А.Н. Абросимова [и др.] // Медицина экстремальных ситуаций. 2014. № 4 (50). С. 66–72.
37. Sudraud, P. Interprétation des courbes d'absorption des vins rouges // Ann. Technol. Agric. 1958. V. 7. P. 203–208.
38. Glories, Y. La couleur des vins rouges // Connaissance Vigne Vin. 1984. V. 4, № 18. P. 253–271.
39. Kasajima, I. Plotting Colors on Color Circle: Interconversion between XYZ Values and RGB Color System // Current Trends in Analytical and Bioanalytical Chemistry. 2017. V. 1, № 1. P. 1–8.
40. Горбунова, Е.В. Типовые расчеты по колориметрии источников излучения / Е.В. Горбунова, А.Н. Чертов: Учебное пособие. – СПб: Университет ИТМО, 2014. – 90 с.
41. Jensen J.S. Prediction of wine color from phenolic profiles of red grapes: Industrial PhD Thesis. FOSS and DTU Chemical and Biochemical Engineering. Denmark, 2008. 71 p.
42. ISO/CIE 11664-4:2019(F) Colorimétrie – Partie 4: Espace chromatique L*a*b* CIE 1976. – 9 p.
43. Онлайн-сервис ImageColorPicker: режим доступа: <https://imagecolorpicker.online/ru/>. Дата обращения 15.11.2021 г.

Статья поступила в редакцию 26.01.2022

Статья принята к публикации 10.03.2022