

УДК 664.1/.2(045)

DOI: 10.46548/21vek-2021-1056-0031

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕЛАНИНА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СОСТАВЕ КАКАОСОДЕРЖАЩИХ КОНДИТЕРСКИХ ГЛАЗУРЕЙ

© 2021

Кадрицкая Елена Александровна, аспирант кафедры Технологии питания
Школьникова Марина Николаевна, доктор технических наук, профессор кафедры Технологии питания
Уральский государственный экономический университет
(620144, Россия, Екатеринбург, улица 8 Марта/Народной Воли, 62/45, e-mail: shkolnikova.m.n@mail.ru)

Аннотация. Изделия в шоколадной глазури занимают особое место среди кондитерских товаров благодаря ее высоким вкусовым достоинствам и способности сохранять свежесть изделий более длительное время. В последнее время интерес производителей кондитерских изделий направлен на повышение пищевой ценности как готовых изделий, так и полуфабрикатов – кондитерских масс, глазурей и т.д., за счет обогащения растительными белками, пищевыми волокнами, использования продуктов переработки плодов и овощей. В связи с этим, в качестве альтернативных заменителей какао-продуктов необходимо исследование нетрадиционных ингредиентов, в том числе местных и полученных из вторичных сырьевых ресурсов, в частности меланина, выделенного из лузги гречихи посевной. В статье приведены данные по исследованию качества и технологических свойств меланина. Показано, что образец меланина в виде порошка по внешнему виду и дисперсности похож на какао-порошок и может частично заменить его в составе кондитерской глазури, обладая приемлемыми значениями активной кислотности, влаго- и жиродерживающей способностью.

Ключевые слова: меланин, растворимость, влаго-жиродерживающая способность, какаосодержащая глазурь.

INVESTIGATION OF THE TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF MELANIN FOR USE IN THE COMPOSITION OF COCOA-CONTAINING CONFECTIONERY GLAZES

© 2021

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

Abstract. Products in chocolate glaze occupy a special place among confectionery products due to its high taste advantages and the ability to preserve the freshness of products for a longer time. Recently, the interest of confectionery manufacturers has been directed at increasing the nutritional value of both finished products and semi-finished products – confectionery masses, glazes, etc., due to enrichment with vegetable proteins, dietary fibers, the use of fruit and vegetable processing products. In this regard, as alternative substitutes for cocoa products, it is necessary to study non-traditional ingredients, including local and obtained from secondary raw materials, in particular melanin isolated from the husk of buckwheat. The article presents data on the study of the quality and technological properties of melanin. It is shown that a sample of melanin in the form of a powder is similar in appearance and dispersion to cocoa powder and can partially replace it in the composition of confectionery glaze, having.

Keywords: melanin, solubility, moisture-fat-retaining ability, cocoa-containing glaze.

Введение. На сегодняшний день природные меланины находят все большее применение в пищевой промышленности, благодаря таким свойствам, как: защита от света, хелатирование ионов металлов, антибактериальная и антиоксидантная активность (АОА).

В работе [1] приведены экспериментальные данные по выделению и изучению меланина из грамотрицательной морской бактерии *Vibrio alginolyticus*. Доказано отсутствие цитотоксичности у образца меланина. Приведены результаты, убедительно доказывающие фотозащитную способность меланина. В эксперименте установлено, что образец меланина менее цитотоксичен, чем образцы продуцируемые *Escherichia coli* или выделенные из растительного сырья. По мнению авторов, это может быть связано с его цитопротекторными свойствами, например, очистка от радикалов и хелатный потенциал. Также выделенный пигмент обладает высокой биоактивностью в отношении пище-

вых патогенов и может быть использован в пищевой промышленности.

В патенте 2215761 описан способ получения пигмента-красителя меланина из лузги гречихи с получением красителя в количестве 10,0–10,6%. Авторы доказали, что выход пигмента меланина значительно выше при проведении предварительной обработки лузги. По мнению авторов, пигмент можно использовать как пищевой краситель, а также как лекарственный препарат в медицине, фармакологии и других отраслях [2].

Ранее авторы в проведенных исследованиях показали возможность получения пищевого красителя меланина из лузги гречихи с экспериментальным подтверждением сорбционной и АОА, что хорошо согласуется с литературными данными. Так в работе Грачевой Н. В. И Желтобрюхова В.Ф. приведены данные по высокой АОА меланина из лузги подсолнечника [3, 4].

Известно использование меланина в кондитерских изделиях. Так, пищевой пигмент-краситель был использован в креме из ягод жимолости в количестве 1,5 г на порцию готового десерта, что обеспечивает функциональность продукта и высокие органолептические характеристики. Также крем с испытуемым пищевым пигментом-красителем по сравнению с контрольным образцом (кремом без добавления пищевого пигмента-красителя) имел повышенную АОА ($0,15 \pm 0,01$ против $0,13 \pm 0,01$ мг кверцетина/г образца) и большее содержание клетчатки ($0,565 \pm 0,01$ против $0,025 \pm 0,01$ мг %). По утверждению авторов, добавление пищевого пигмента-красителя не только повышает АОА в десерте, но и обогащает его состав клетчаткой [5].

В патенте РФ 2545349 раскрыт способ получения из шелухи гречихи природного красителя на основе пигмента меланина в качестве альтернативы какао-порошку при производстве кондитерских изделий. По мнению авторов, полученный пигмент может быть использован в качестве замены порошка какао в кондитерских отделочных полуфабрикатах при изготовлении мучных кондитерских изделий [6].

Изделиям в какаосодержащей глазури присущи высокие вкусовые достоинства, что обуславливает их популярность в сегменте глазированных продуктов питания. В свете актуальных трендов здорового питания изготовители кондитерских изделий стараются, с одной стороны, снизить содержание сахара в рецептурах, а с другой – повысить пищевую ценность как готовых изделий, так и полуфабрикатов для их производства – кондитерских масс, глазурей и т.д. за счет использования продуктов переработки плодов и овощей [7, 8].

Надо сказать, что исследования по поиску альтернатив / эквивалентов / заменителей какао-порошку активно проводятся лишь в последние несколько лет. Исследования по использованию нетрадиционных сырьевых ингредиентов в рецептурах кондитерской глазури обусловлены рядом причин, основная из которых постоянно растущие стоимость какао-бобов и спрос на них при практически неизменном объеме производства какао-продуктов, нестабильная ситуация на рынке, которая, по мнению экспертов, может выйти из-под контроля. Как сообщило агентство *Bloomberg*, по оценке крупнейших производителей шоколада – компаний *Mars* и *Barry Callebaut* – к 2030 г спрос на какао будет превышать его производство до 2 млн. т. В связи с чем, в качестве альтернативных заменителей какао-продуктов возможно и необходимо использование нетрадиционных ингредиентов, в том числе местных и полученных из вторичных сырьевых ресурсов, опыт использования которых показан в работах [9–11], для снижения содержания какао в кондитерских полуфабрикатах и изделиях.

Наиболее близкой альтернативой порошку, полученному из какао-бобов, является порошок из их оболочек – какаоеллы, которая долгое время являлась отходом переработки какао-бобов в виду ее твердости, микробиологической загрязненности и содержания ряда токсичных элементов, в частности афлатоксинов,

пестицидов, солей тяжелых металлов и др.). В работе Магомедова Г.О. и соавторов показана принципиальную возможность использования какаоеллы в технологии кондитерских полуфабрикатов при повышении микробиологической чистоты порошков какаоеллы методом обеззараживания энергией электромагнитного поля сверхвысокой частоты [12].

В технологии кондитерских изделий находит применение кэроб, представляющий собой порошкообразный продукт, полученный из высушенных бобов рожкового дерева. Авторами показано, что кэроб может быть использован в качестве потенциального заменителя какао-порошка, благодаря его высокой пищевой ценности и высоким сенсорным свойствам, в том числе в процессе хранения [13–15].

В работе Линовской Н.В. и соавторов показана возможность использования фруктово-овощных порошков в составе шоколадных глазурей, так как ГОСТ Р 53897-2010 Глазурь. Общие технические условия, предоставляет возможность производства шоколадной глазури с фруктовыми и овощными компонентами [8].

В исследованиях О. Gorodyska и соавторов показана возможность использования в качестве альтернативы какао-порошку порошок виноградных косточек [16].

Таким образом, альтернативам полученного из бобов какао порошка в составе кондитерских глазурей могут быть порошки, полученные из оболочек бобов – какаоеллы, из плодов рожкового дерева – кэроб, и плодовоовощные. Полученные данные показывают принципиальную возможность использования меланина из лузги гречихи посевной в рецептурах кондитерских глазурей, что обусловило актуальность и **цель** настоящего исследования – оценка качества и технологических свойств меланина, выделенного из лузги гречихи посевной.

Материалы и результаты исследований. Объектами исследования являлись образцы меланина: экспериментальный, полученный по описанному в [3] методу (опытный), коммерческий торговой марки «Русские корни» (контроль) и какао-порошка производственного (контроль).

Идентификацию пигмента меланина проводили известными качественными реакциями: по изменению цвета водных растворов меланина и выпадению характерных осадков при добавлении пероксида водорода (H_2O_2), окислителя перманганата калия ($KMnO_4$) и хлорида железа ($FeCl_3$) и методом тонкослойной хроматографии по [17].

Органолептические показатели образцов определены стандартными методами по ГОСТ 5897-90. Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей при температуре $(18 \pm 3)^\circ C$. Для определения вкуса получали водный настой с соотношением 1:20.

Физико-химические показатели определены стандартными методами: содержание влаги – по ГОСТ 5900-2014 Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ; содержание золы общей и

не растворимой в растворе соляной кислоты, наличие металломагнитной примеси – по ГОСТ 5901-2014. Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли золы и металломагнитной примеси; активной кислотности (pH) – по ГОСТ 5898-87 Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности; растворимость образцов меланина в воде / подсолнечном масле проверяли путем добавления 10 мл воды / масла к 0,05 г меланина при перемешивании при 25°C в течение 1 ч, затем фильтровали и регистрировали поглощение растворов спектрофотометрически при 220 нм на спектрофотометре Shimadzu UV1800 по [18]; влагоудерживающую способность (ВУС) и жиродерживающую способность (ЖУС) образцов меланина – общепринятыми методами по [19].

После проведения экстракции, получили кристаллическое вещество темно-коричневого цвета с общим количеством выхода 30%. Идентификация выделенного меланина качественными реакциями показала, что его водные растворы обесцвечивались перекисью водорода H_2O_2 , а в присутствии перманганата калия $KMnO_4$ изменяли окраску с коричневой на зеленую с последующим выпадением осадка. Добавление хлорида железа III $FeCl_3$ приводило к выпадению осадка, который растворялся в присутствии избытка реактива. Согласно проведенным ранее исследованиям, такое поведение пигментов характерно для меланинов и свидетельствует о присутствии в их структуре хиноидных и фенольных компонентов [20].

Методом тонкослойной хроматографии определено количество компонентов в кристаллическом осадке, а также в маточном растворе. На рисунке 1 представлена полученная хроматограмма для системы хлороформ:метанол:триэтиламин (8:1:1).

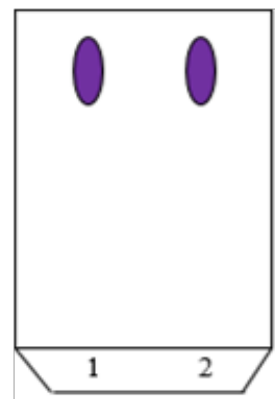


Рисунок 1 – Хроматограмма опытного образца меланина в сравнении с контрольным образцом в системе хлороформ:метанол:триэтиламин (8:1:1):

1 – опытный образец меланина; 2 – контрольный образец меланина

Образец меланина в виде порошка по внешнему виду и дисперсности / текстуре очень похож на какао-порошок и может частично заменить его в составе кондитерской глазури. В связи с этим определены значения показателей качества образцов меланина и какао-порошка (табл. 1 и табл. 2).

Таблица 1 – Органолептические показатели образцов

Таблица 1. Органолептические показатели образцов			
Показатель	Какао-порошок	Меланин (контрольный)	Меланин (опытный)
Внешний вид	Мелкодисперсные частицы, без крупинок	Однородные всесторонне свободные мелкие твёрдые частицы различной формы.	Однородные всесторонне свободные мелкие твёрдые частицы различной формы.
Цвет	Однородный насыщенный коричневый	Однородный темно-коричневый с блеском	Однородный коричнево-черный с блеском
Вкус и аромат	Свойственные какао-порошку	Без запаха, вкус – пресный слегка вязущий	
Консистенция	порошкообразная		

Таблица 2 – Физико-химические показатели образцов ($n=3$, $M \pm m$)

Показатель / Требования ГОСТ 108-2014 Какао-порошок. ТУ (значения показателей для производственного какао-порошка)	Какао-порошок	Меланин (контрольный)	Меланин (опытный)
Массовая доля влаги, % / не более 7,5	5,2±0,1	4,8±0,3	4,3±0,3
Массовая доля жира (масла какао), % / от 9,0 до 12,0	9,4±0,7	–	–
Степень измельчения – остаток после просева, % / не более 2,0	1,0±0,1	1,6±0,1	1,8±0,1
Показатель активной кислотности, ед. pH / не более 7,1	6,3	6,0	5,9
Массовая доля общей золы, % / не более 6,0	4,9±0,6	5,2±0,6	5,4±0,6
Массовая доля золы, не растворимой в растворе соляной кислоты массовой долей 10%, % / не более 0,2	0,12±0,02	0,15±0,02	0,18±0,02
Массовая доля металломагнитной примеси (частицы не более 0,3 мм в наибольшем линейном измерении), % / не более 0,0003	Отсутствуют		

Из данных таблицы 1 видно, что образцы обладают однородной порошкообразной консистенцией, при растирании между пальцами нет ощущения крупинок, запах и вкус – присущие исходному сырью, без затхлости и плесени, посторонние запахи и привкусы не обнаружены. Образцы меланина по внешнему виду текстуре похожи на какао-порошок, однако цвет их более выражен, у опытного образца меланина наиболее интенсивный, коричнево-черный. Данные органолептической оценки позволяют рассматривать меланин как ингредиент, который может частично

заменить какао-порошок в составе кондитерской какао-содержащей глазури.

В эксперименте установили, что по влажности порошки меланина соответствуют образцу какао-порошка, показатель pH образцов меланина находится в интервале 5,9–6,0 ед. pH , т. е. ниже активной кислотности образца какао-порошка, что, с точки зрения технологии глазурей, не повлечет изменение технологических параметров отдельных стадий, в частности – гомогенизации, с меланином в составе глазурей, для формирования стандартных свойств готовой какао-со-

державшей глазури.

Далее определены технологические свойства образцов. При исследовании растворимости образцов меланина установлено, что в воде они растворяются не полностью – растворимость контрольного образца составила 26,8 %, опытного – 26,6%. Жирорастворимость образцов меланина определить не удалось, поскольку при размешивании образца меланина в масле образуются устойчивые эмульсии, что не дает возможности определить степень жирорастворимости.

Высокая способность удерживать воду в пищевых продуктах (хлебобулочных, кондитерских и т.д.) позволяет повышать выход готовой продукции, улучшает текстуру, удлиняет сроки хранения, предотвращая их от черствости, что очень важно для кондитерской глазури.

ВУС выражали в процентах к общему объему внешней воды. Анализ полученных данных показал, что набухание частиц мелкодисперсного меланина происходит медленно и постепенно. Пик ВУС отмечался через 60 мин набухания и составил 149,7%. Это связывали с постепенным проникновением воды в частицы меланина, а также более крупными и неоднородными частицами, получаемыми при простом измельчении. Влагосвязывающая способность меланина составляет 99,79% что определяется, главным образом, разветвленной структурой с большим количеством гидроксильных групп, удерживающих воду за счет электростатических взаимодействий. Также, в составе образца меланина присутствует остаточное количество целлюлозы и гемицеллюлоз, имеющих развитую систему субмикроскопических капилляров, что определяет способность поглощать и удерживать воду. Максимальная жиродерживающая способность меланина составила 90 %, что является достаточно высокой и отвечает за сохранность количества массы продукта.

Данные характеристики способствуют сохранению в продукте предусмотренное рецептурой количество влаги и жира в процессе его производства. Термическая обработка влечет физико-химические изменения состава ингредиентов: так, некоторая часть влаги и жира отделяется в виде бульонно-жировых оттоков, что влечет потерю массы. В составе продукта остаются удержанные жир и вода, содержание которых и обуславливает влаго- и жиродерживающую способность сырьевого ингредиента.

Полученные значения ВУС и ЖУС опытного образца меланина доказывают его технологическую адекватность и делают возможным его использование в технологии различных кондитерских полуфабрикатов, в частности, какаосодержащей глазури.

Ранее определены функциональные свойства меланина, выделенного из лузги гречихи посевной: экспериментально установлена способность образца меланина связывать ионы меди: один грамм 0,5%-го раствора экстракта меланина гречневой лузги связал 966,6 мг/мл меди, а АОА одного грамма экстракта меланина соответствует АОА 0,056 г рутин. Показано,

что, меланин может быть использован как антиоксидант и биосорбент [3].

Получены экспериментальные образцы какаосодержащей глазури по классической рецептуре традиционным способом с заменой какао-порошка мелкодисперсным порошком меланина в количестве 3, 6, 9, 12 и 15%. Дегустационная оценка внешнего вида, цвета, аромата, вкуса, консистенции, сладости, послевкусия и общего восприятия опытных образцов глазури показала, что порошок меланина может быть использован в качестве потенциального заменителя какао-порошка благодаря его высокой биологической ценности и хорошим сенсорным свойствам.

Заключение. Таким образом, контроль качества входящих в рецептуру ингредиентов необходим для получения кондитерского полуфабриката, отвечающего требованиям государственных стандартов и потребителей. Опытный образец меланина по внешнему виду и дисперсности похож на какао-порошок и может частично заменить его в составе кондитерской глазури. В эксперименте установили, что по влажности образец соответствует какао-порошка, показатель *pH* образцов меланина находится в интервале 5,9–6,0 ед. *pH*, что ниже активной кислотности образца какао-порошка. Полученные значения ВУС и ЖУС опытного образца меланина свидетельствует о его более высоких технологических свойствах и делают возможным его применение в различных технологиях кондитерских полуфабрикатов, в частности, какаосодержащей глазури.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Kurian, N.K. Food, cosmetic and biological applications of characterized DOPA-melanin from *Vibrio alginolyticus* strain BTKKS3 / N.K. Kurian, S.G. Bhat. – Direct text. // *Applied Biological Chemistry*. – 2018. – V. 61. – P. 163-171. DOI:10.1007/s13765-018-0343-y
2. Пат. 2215761 Российская Федерация, МПК C09B 61/00 (2000.01). Способ получения пигмента-красителя из растительного сырья: №: 2000116048/13; заявл. 19.06.2000; опубл. 10.06.2002 / Огарков Б.Н., Самусенок Л.В.; патентообладатели Огарков Б.Н., Самусенок Л.В.
3. 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.
4. Грачева, Н. В. Способ получения меланина из лузги подсолнечника и исследование его антиоксидантной активности / Н. В. Грачева, В. Ф. Желтобрюхов // *Вестник технологического университета*. – 2016. – Т.19. – № 15. – С. 154-157.
5. Пат. 2747688 Российская Федерация, МПК C09B 61/00 (2006.01) / C09B 67/04 (2006.01). Пищевой пигмент-краситель из лузги гречихи и способ его получения: № 2020124806; заявл. 27.07.2020; опубл. 12.05.2021 / Абрамов С.Ю., Ломовский И.О., Ломовский О.И.; патентообладатель ФГБОУ науки «Институт химии твердого и механохимии СО РАН».
6. Пат. 2545349 Российская Федерация, МПК A23J 1/12 (2006.01)/A23J 3/14 (2006.01)/A23J 3/32 (2006.01)/A23J 3/34 (2006.01). Способ получения гидролизата из шелухи гречихи в качестве замены какао-порошка для пряничных и кондитерских изделий: № 2013154812/10; заявл. 10.12.2013; опубл. 27.03.2015 / Кушнаренко Л.В., Лёвочкина Л.В.; патентообладатель ФГБАУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет».
7. Надточий, Л.А. А Влияние температурного режима на вязкостные свойства глазури / Л.А. Надточий, А.И. Лепешкин, Е.Д. Дудник, А.В. Проскура, М.Б. Мурадова, Р.М. Мельчаков // *Вестник КамчатГТУ*. – 2018. – № 45. – С. 43-49. – DOI: 10.17217/2079-0333-2018-45-43-49.

8. Линовская, Н.В. Изучение технологической адекватности сырьевых компонентов, используемых в производстве шоколадного полуфабриката / Н.В. Линовская, Э.В. Мазукова, Н.Б. Кондратьев, Э.Н. Крылова // Вестник Мурманского государственного технического университета. – 2019. – Т. 22. – № 3. – С. 404-412. DOI: 10.21443/1560-9278-2019-22-3-404-412.
9. Фединишина, Е.Ю. Обоснование технологии мучных кондитерских изделий с использованием вторичных пищевых ресурсов / Е.Ю. Фединишина, С.А. Елисеева, Е.В. Москвичева, А.Ю. Насрединова // Индустрия питания|Food Industry. – 2020. – Т. 5. – № 2. – С. 13-20. DOI: 10.29141/2500-1922-2020-5-2-2.
10. Кузнецова, Е.А. Использование экстракта микродоросли *Dunaliella salina* в технологии желеино-фруктового мармелада / Е.А. Кузнецова, Я. Бриндза, Е.В. Климова, А.Б. Боровков, И.Н. Гудвилович, Я.Д. Жондарева, Е.Ал. Кузнецова // Индустрия питания|Food Industry. – 2019. – Т. 4. – № 2. – С. 14-19. DOI: 10.29141/2500-1922-2019-4-2-2.
11. М.Н. Школьников. К возможности использования пектина из выжимок дикорастущих ягод в рецептуре мармелада // Индустрия питания|Food Industry. – 2019. – Т. 4. – № 1. – С. 81–86. DOI: 10.29141/2500-1922-2019-4-1-9.
12. Магомедов, Г.О. Микробиологическая безопасность порошка из какаоеллы для использования в кондитерских изделиях повышенной пищевой ценности / Г.О. Магомедов, И.В. Плотнокова, Н.П. Зацепилина, А.В. Кривошеева // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. – 2016. – № 3. – С. 100-107.
13. 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.
14. Stankov, S. Rheological and sensory properties of glazes prepared with carob and cocoa powders / S. Stankov, M. Dzhivoderova-Zarcheva, E. Dimitrova, M.а Damyanova-Bakardzhieva, H. Fidan // Journal of Food Processing and Preservation. 2020; 44:e14580. DOI: 10.1111/jfpp.14580.
15. Tkeshelashvili, M.E. Quality improvement and shelf life of sweets of the Assort type / 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, 2021 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 640 052015.
16. 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. – С. 64-72.
17. Сушинская, Н.В. Меланины трутовых грибов / Н.В. Сушинская, В.П. Курченко // Труды Белорусского государственного университета. Серия: физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем. – 2006. – Т. 1. – №1. – С. 147-157.
18. Wan, X. Isolation of a novel strain of *Aeromonas media* producing high levels of dopa-melanin and assessment of the photoprotective role of the melanin in bio-insecticide applications / X. Wan, H.M. Liu, Y. Liao, Y.Su, J. Geng, M.Y. Yang, X.D. Chen, P. Shen // Journal of Applied Microbiology. – 2007. – V. 103. – P. 2533-2541. DOI: 10.1111/j.1365-2672.2007.03502.x.
19. Гуров, Н.В. Методы определения функциональных свойств соевых белковых препаратов / Н.В. Гуров, И.А. Попелло, В.В. Сучков // Мясная индустрия. – 2001. – № 9. – С. 30-32
20. Каргушина, Ю.Н. Получение меланина на основе отходов маслоэкстракционного производства Ю.Н. Каргушина, М. А. Кириченко, Г. А. Севрюкова // Вестник технологического университета. – 2016. – Т.19. – № 16. – С. 124-26.

Статья поступила в редакцию 02.11.2021

Статья принята к публикации 07.12.2021