

УДК 667.272:665.584

Поступила в редакцию 12.07.2023
Received 12.07.2023**Т. М. Шачек, Л. Н. Протасеня, Е. Н. Зеленкова***Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь***ПРИМЕНЕНИЕ НАТУРАЛЬНОГО КРАСИТЕЛЯ БЕТАНИНА
В ПРОИЗВОДСТВЕ КОСМЕТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ**

Аннотация. В статье представлены результаты определения уровней содержания беталаинов в корнеплодах свеклы различных сортов и гибридов, районированных на территории Республики Беларусь (бетацианины в интервале от 50,3 до 607,9 мг/100 г СВ, а бетаксантины — от 12,58 до 251,21 мг/100 г СВ), а также выполнена экспериментальная оценка возможности применения концентрированного свекольного сока в качестве натурального красителя для косметической продукции. При подготовке лабораторных исследований проанализированы данные о применении синтетических и натуральных красителей при производстве косметических средств, а также требования законодательных и технических нормативных правовых актов в части регулирования данного вопроса.

Приведенные в статье результаты исследований органолептических (внешний вид, запах, кроющая способность и текстура) и физико-химических (рН, устойчивость пены и термостабильность) характеристик косметической продукции с добавлением натурального красителя бетанина подтвердили соответствие опытных образцов установленным требованиям.

Ключевые слова: корнеплоды свеклы, бетанин, натуральный краситель, косметические средства, опытные образцы, органолептические и физико-химические показатели.

**T. M. Shachek, L. N. Protasenya,
E. N. Zelenkova***Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus***APPLICATIONS OF PLANT-DERIVED COLORANT BETANIN
IN THE COLORATION OF COSMETICS**

Annotation. The results of determining the levels of betalains in the beetroot cultivars and hybrids grown in Belarus (betacyanins ranging from 50.3 to 607.9 mg/100 g DW, and betaxanthins from 12.58 to 251.21 mg/100 g DW) are given in the article, and experimentally established the possibility of using concentrated beetroot juice as a natural colorant for cosmetic products. When preparing laboratory studies, data on the use of synthetic and natural colorants in the production of cosmetics were analyzed, as well as the requirements of legislative and technical regulations in this area.

The results of organoleptic (external odour, covering power and texture) and physicochemical (pH, foam effect and thermal stability) analysis of cosmetic products with the addition of natural colorant betanin confirmed the compliance of the test samples with the established requirements.

Keywords: beetroot, betanin, plant-derived colorant, cosmetics, test samples, organoleptic and physicochemical parameters.

Введение. Республика Беларусь как страна-участница ООН имеет ряд целей устойчивого развития. Двенадцатой из них является обеспечение перехода к рациональным моделям потребления и производства [1]. Применительно к косметической продукции данная цель может быть достигнута выполнением требований, содержащихся в Решении Европейского Парламента и Совета Европейского союза 1223/2009 «Косметическая продукция» [2], ТР ТС 009/2011 «О безопасности парфюмерно-косметической продукции», международных стандартах серии ISO 14000, ГОСТ ISO 22716–2013, COSMOS 3.1 [3], которые способствуют:

- ♦ защите жизни, здоровья и наследственности человека, имущества и охране окружающей среды;

- ♦ распространению полезных, пригодных к использованию, экономически-выгодных, систематизированных, гибких и приспособляемых под деятельность различных организаций инструментов;
- ♦ предоставлению руководящих указаний для производства, контроля, хранения и отправки косметических продуктов;
- ♦ использованию продуктов органического сельского хозяйства и уважению биоразнообразия;
- ♦ ответственному использованию природных ресурсов и уважению к окружающей среде;
- ♦ использованию обработки и производства, которые являются чистыми и уважительными для здоровья человека и окружающей среды;
- ♦ интеграции и развитию концепции «зеленой химии» и др.

В сегментах парфюмерно-косметического производства существует высокая конкуренция, что вынуждает производителей разрабатывать новые виды продукции, совершенствовать характеристики выпускаемых средств, дизайн упаковки для увеличения объема продаж. Усилению конкуренции при этом способствует увеличение потребительского спроса на новые виды продукции, рост компетентности потребителей. В связи с этим важными понятиями становятся «натуральная» и «органическая» косметика. Данные термины содержит стандарт COSMOS 3.1 [3], их различия состоят в том, что органическими продуктами считаются те, которые содержат от 95 % ингредиентов растительного происхождения, натуральными — содержащие только натуральные ингредиенты, часть из которых органического происхождения.

Анализ информации об отечественных и зарубежных производителях парфюмерно-косметической продукции [4–12] показывает, что существует стремление к применению натурального сырья растительного происхождения, применения методов контроля качества косметической продукции, не предусматривающих жестокое обращение с животными, организации безопасного для окружающей среды производства. В рамках поддержания данной тенденции, а также для содействия использованию продуктов органического сельского хозяйства, целесообразным является рассмотрение возможности применения натуральных красителей в производстве косметической продукции.

В ходе своего развития человек, наблюдая за природой, окружающим цветным миром, учился отбирать сырье, содержащее красящие вещества, извлекать их и использовать для бытовых, культовых, защитных, эстетических нужд. Постепенно, потребность в красящих веществах росла. Вместе с этим увеличивался масштаб, совершенствовались способы их получения. Со второй половины XVIII века было совершено множество открытий в области органической химии, таких как получение Вульфом пикриновой кислоты из азотной кислоты и индиго, окрашивание ей шелка в ярко-желтые тона (1771 г.), а также получение пикриновой кислоты из фенола Лораном 1842 г. В 1856 г. Перкин открыл мовеин, первый синтетический краситель, использованный для практического крашения [13, 14].

Постепенно к началу XX в. природные красящие вещества были почти полностью вытеснены синтетическими [15]. В 1924 г. Color Index — международная организация, область деятельности которой включает сбор информации о производимых красителях, разработку их номенклатуры и распространение данной информации, опубликовала информацию о порядке 1200 наименований синтезированных красителей, в 1952 — порядка 1500. В настоящее время в номенклатуру Color Index входит порядка 34 тысяч названий красителей.

Несмотря на широкое применение синтетических красителей и их достоинства:

- ♦ синтез нацелен на получение продукции с заранее заданными свойствами;
- ♦ широкий спектр цветов, отличающихся яркостью и высокой устойчивостью;
- ♦ возможность окрашивания всех видов природных и синтетических материалов, следует отметить и их недостатки, все более актуальные в последние годы:
- ♦ токсичность производства (условия труда, выбросы в атмосферу и стоки);
- ♦ токсичность некоторых классов красителей, не позволяющих их использовать для колорирования материалов, контактирующих с кожей человека;
- ♦ неспособность биологически разлагаться, что осложняет очистку сточных вод и утилизацию готовой окрашенной продукции [13, 16].

Все вышесказанное существенно влияет на выбор в пользу натуральных красителей, особенно в таких областях, как пищевая промышленность и производство косметической продукции. Из перечня достоинств натуральных красителей можно выделить:

- ♦ разнообразие сырьевой базы: минералы, растения, животные, бактерии;
- ♦ простота извлечения из природного сырья;
- ♦ биологическая активность и разлагаемость, наличие некоторых лечебных свойств.

Исходя из растительных ресурсов Республики Беларусь наибольший интерес среди различных групп натуральных красителей — каротиноиды, нафтохиноны, антрахиноны, антоцианы, танины, — следует выделить индигоиды, включающие беталаины.

Беталаины — красители, которые преимущественно содержатся в организмах растительного происхождения. Их название произошло от латинского названия свеклы обыкновенной — *Beta vulgaris* L., где они были обнаружены впервые. Долгое время столовая свекла считалась уникальным их источником. Наиболее известными источниками беталаинов являются корни красной свеклы (*Beta vulgaris* L.), зернистый или листовой амарант, плоды кактусов опунции, евляхнии, гилоцериуса. Менее распространенными источниками являются клубни улюко и ягоды ривины. В семействе портулаковых беталаины были зарегистрированы в обыкновенной портулайне и талинуме треугольном. Грибы родов мухоморы такие, как мухомор красный, гигроциба и гигрофор также содержат беталаины [17].

Красная свекла (*Beta vulgaris* L.) содержит два основных беталаиновых красителя: бетацианин — красный краситель — бетанин и бетаксантин — желтый краситель — вульгаксантин I. Химическое строение бетанина представлено на рис. 1.

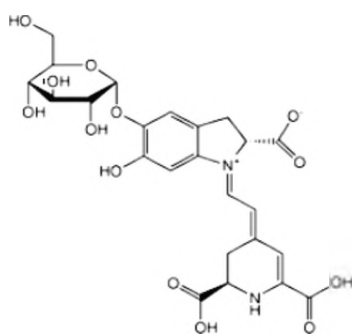


Рис. 1. Химическое строение бетанина, $C_{24}H_{27}N_2O_{13}$
Fig. 1. Chemical structure of betanin, $C_{24}H_{27}N_2O_{13}$

Кроме бетанина — наиболее распространенного из бетацианинов — красная свекла содержит и другие их представители: изобетанин, беталамовую кислоту, необетанин, 2-декарбоксо-необетанин, 2,17-бидекарбони-бетанин-изобетанин, 17-декарбоксо-необетанин, 6'-0-ферулоилбетанин-6'-0-ферулоилизобетанин. Представителями бетаксантинов являются вульгаксантин I и мираксантин V. Концентрация беталаинов в столовой свекле составляет 20–210 мг/100 г, бетацианины составляют примерно 75–95 % пигментов свеклы, остальные 5–25 % — бетаксантины [17].

Бетанин — пищевая добавка E 162, обладает антиоксидантными, противораковыми и антимикробными свойствами, гипогликемическими, гиполипидемическими свойствами, усиливает дыхательные процессы, улучшает работу печени. При употреблении в пищу быстро всасывается в желудочно-кишечном тракте [17, 18].

Согласно ТР ТС 009/2011 «О безопасности парфюмерно-косметической продукции» использование добавки E 162 разрешено без ограничений. Учитывая вышесказанное, актуальным является оценка характеристик косметической продукции с добавлением натурального красителя из свеклы — бетанина, что и было целью данной работы. Для достижения поставленной цели выполнены следующие задачи:

- ♦ определены уровни содержания красителя в сортах и гибридах столовой свеклы, районированных на территории Республики Беларусь;
- ♦ изготовлены опытные образцы (в лабораторных условиях) косметических средств с добавлением натурального красителя;
- ♦ оценены органолептические и физико-химические характеристики качества опытных образцов косметических средств с добавлением натурального красителя.

Результаты исследований и их обсуждение. Объектами исследования при оценке уровней содержания беталаинов в сырье были корнеплоды столовой свеклы сортов Веста, Гаспадня, Прыгажуня, Слава, гибридов № 33/5 и 15/3 РС урожая 2022 г. Содержание беталаинов определяли в октябре и декабре 2022 г.

Сущность метода количественного определения беталаинов состоит в фотометрическом определении оптической плотности раствора, содержащего беталаины, предварительно экс-

трагированных 2 % раствором муравьиной кислоты, при 535 нм и 469 нм для бетацианинов и бетаксантинов соответственно. Порядок исследования указан в табл. 1.

Таблица 1. Алгоритм определения содержания беталаинов в пробах свеклы
Table 1. Algorithm for determining the content of betalains in beet samples

Этап исследования	Перечень операций
1 Пробоподготовка	1.1 Измельчение свеклы до состояния мезги на мелкой терке
	1.2 Отбор пробы массой 1,000 г
	1.3 Перенос взвешенной пробы в фарфоровую ступку
2 Приготовление раствора экстрагента	2.1 Отбор аликвоты НСООН, 99 % – 20,2 см ³ в мерную колбу на 1000 см ³
	2.2 Доведение до метки (1000 см ³) дистиллированной водой
3 Экстракция беталаинов	3.1 Измельчение пробы под слоем экстрагента пестиком
	3.2 Слив экстракта через фильтр
	3.3 Повторение пп. 3.1–3.2 до обесцвечивания мезги
4 Приготовление раствора беталаинов	4.1 Измерение общего объема полученного экстракта, пошедшего на обесцвечивание мезги
	4.2 Перенос общего объема полученного экстракта в мерную колбу на 50 см ³
	4.3 Доведение до метки раствором НСООН
5 Измерение оптической плотности раствора беталаинов	5.1 Наполнение кювет раствором экстракта
	5.2 Измерение оптической плотности при 469 нм и 535 нм
	5.3 Выполнение трех параллельных измерений
6 Определение массовой доли сухих веществ	6.1 Взвешивание пустых бюкс
	6.2 Взвешивание бюкс с мезгой (m~5,00 г)
	6.3 Высушивание открытых бюкс в сушильном шкафу до постоянной массы при t= (105 ± 2) °С

Исследование содержания беталаинов выполняли согласно [19]. Суммарное содержание бетацианинов, α_1 (мг/г), определяли (в пересчете на бетанин), используя коэффициент молярного погашения $\epsilon=60000$ при $\lambda_{max}=535$ нм по формуле

$$\alpha_1 = \frac{A(535 \text{ нм})}{\epsilon_1(535 \text{ нм}) \cdot l} \cdot \frac{V \cdot M \cdot 1000}{1000 \cdot m},$$

где $A(535 \text{ нм})$ – оптическая плотность раствора в максимуме абсорбции бетацианинов; $\epsilon_1(535 \text{ нм})$ – коэффициент молярного погашения бетацианинов при 535 нм; l – длина оптического пути, см; V – объем экстракта, мл; M – молярная масса бетанина, 550 г/моль; m – масса навески, г.

Для количественного определения бетаксантинов, α_2 (мг/г), в пересчете на вульгаксантин I с коэффициентом молярного погашения $=48000$, использовали абсорбцию экстракта на двух длинах волн по формуле, учитывающей остаточное поглощение бетаксантинов при $\lambda_{max}=469$ нм

$$\alpha_2 = \frac{A(469 \text{ нм}) - k \cdot A(535 \text{ нм})}{\epsilon_2(469 \text{ нм}) \cdot l} \cdot \frac{V \cdot M \cdot 1000}{1000 \cdot m},$$

где $A(469 \text{ нм})$ – оптическая плотность раствора в максимуме абсорбции бетаксантинов; k – коэффициент пересчета; $\epsilon_2(469 \text{ нм})$ – коэффициент молярного погашения бетацианинов при 469 нм; M – молярная масса вульгаксантина I, 339 г/моль.

Коэффициент пересчета k определяли из соотношения

$$k = \frac{\epsilon_1(535 \text{ нм})}{\epsilon_2(469 \text{ нм})}.$$

Определение количества сухих веществ выполняли методом высушивания до постоянной массы в соответствии с ГОСТ 28561–90. Данные о массовой доле сухих веществ использовали для пересчета содержания беталаинов α_1, α_2 на абсолютно сухое вещество (в мг/100 г):

$$\alpha_i^{CB} = \frac{\alpha_i \cdot 100 \cdot 100}{X_1},$$

где α_i^{CB} — концентрация бетаинов (бетацонинов или бетаксантинов), мг/100 г СВ; α_i — концентрация бетаинов (бетацонинов или бетаксантинов), мг/г; X_1 — массовая доля сухих веществ, %; 100 — коэффициент пересчета на 100 г; 100 — коэффициент перехода от процентов к абсолютным значениям.

Полученные экспериментальные данные были проверены на выбросы по критерию Диксона [20].

Результаты исследований и их обсуждение. Концентрация бетаинов (на абсолютно сухое вещество) в исследуемых пробах корнеплодов столовой свеклы представлена на рис. 2 и 3.

Согласно рис. 2 в образцах корнеплодов, отобранных сразу после сбора урожая (октябрь), бетацонины были обнаружены в интервале от 124,9 до 607,9 мг/100 г СВ, а бетаксантины — от 26,12 до 251,21 мг/100 г СВ. Доля бетацонинов в общем содержании бетаинов варьировала в диапазоне 70,1–82,7%. Наибольшая концентрация бетацонинов была обнаружена в образцах корнеплодов следующих сортов: Прыгажуня — 607,9 мг/100 г СВ, Слава — 526,9 мг/100 г СВ и Веста — 514,8 мг/100 г СВ.

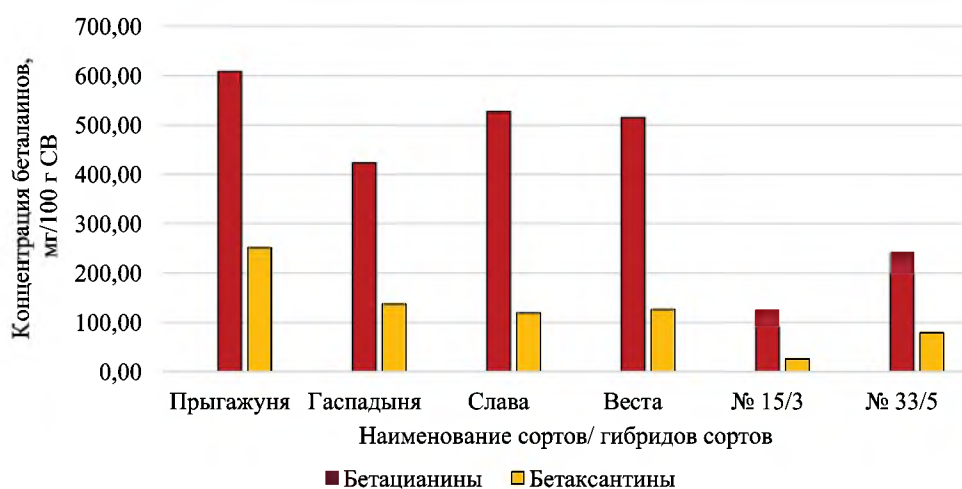


Рис. 2. Содержание бетаинов в корнеплодах столовой свеклы (октябрь)

Fig. 2. The content of betalains in the beet roots (October)

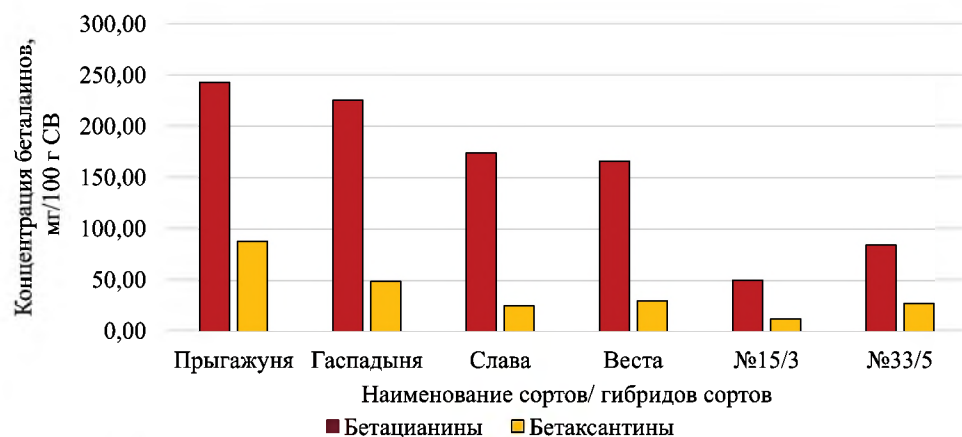


Рис. 3. Содержание бетаинов в корнеплодах столовой свеклы (декабрь)

Fig. 3. The content of betalains in the beet roots (December)

Из данных, представленных на рис. 3 следует, что концентрация бетацонинов в корнеплодах свеклы столовой разных сортов, отобранных для исследований в декабре, изменялась от 50,3 до 242,9 мг/100 г СВ, а бетаксантинов — от 12,58 до 88,1 мг/100 г СВ, что в среднем было меньше в 2,6 и 2,9 раза соответственно относительно результатов, полученных в октябре. Доля бетацонинов составляла 73,4–87,3% от общего содержания бетаинов. К сортам

с наибольшим уровнем бетацианинов в данный период были отнесены: Прыгажуня — 242,86 мг/100 г СВ, Гаспадыня — 225,32 мг/100 г СВ, Слава — 174,22 мг/100 г СВ.

Из полученных экспериментальных данных можно заключить, что содержание бетацианинов преобладает в общем количестве беталаинов и подвержено изменению с тенденцией к уменьшению в процессе хранения корнеплодов. Результаты определения бетацианинов в исследуемых образцах столовой свеклы согласуются с данными других исследователей в части общей концентрации беталаинов и каждой из групп их представителей (бетацианинов и бетаксантинов) для сортов свеклы, выращиваемых в разных регионах [17, 19, 21, 22].

Далее исследуемые корнеплоды столовой свеклы использовали для получения концентрированного сока, который впоследствии добавляли в базовую косметическую продукцию (табл. 2) в качестве натурального красителя. Экспериментальные исследования включали этапы, приведенные на рис. 4.

Объектами исследования на данном этапе работ являлись образцы геля гигиенического и крема косметического, содержащие добавку бетанина в виде концентрированного свекольного сока, а также базовая косметическая продукция.

Таблица 2. Информация о базовой косметической продукции
Table 2. Information about cosmetic products taken as a basis

Наименование косметической продукции	Крем-гель для душа	Крем питательный для рук и ногтей
Номинальное количество	500 мл	75 г
Дата изготовления	04.01.2023	28.11.2022
Срок годности	36 месяцев с даты изготовления	24 месяца с даты изготовления
Условия хранения	от +5 до +35 °С	от +5 до +25 °С
Состав	Вода, натрия лаурета сульфат, кокамид дэа, натрия хлорид, декилглюсс, глицерил кокоат, поликватерниум-7, парфюм, лимонная кислота, динатрий ЭДТА, спирт, метил-хлоризотиазолинон, масло семян олеиферы	Вода, оливковое масло, воск Emmuls VI, глицерин, декспантенол, экстракт календулы, атонтоин, стеариновая кислота, бензиловый спирт, триэтанолир, сорбат калия, ксантановая камедь, ВНТ (бутилди-гидрокситолуол), отдушка

Требования к гелям для душа установлены ГОСТ 31696–2012 «Продукция косметическая гигиеническая моющая. Общие технические условия», к кремам — ГОСТ 31460–2012 «Кремы косметические. Общие технические условия».

Образцы косметических средств готовили следующим образом:

- ♦ в пробирку переносили базовое косметическое средство и определяли его объем;
- ♦ рассчитывали объем концентрированного свекольного сока, который требуется добавить для получения необходимой окраски образца косметического средства;
- ♦ добавляли рассчитанное количество концентрированного свекольного сока и перемешивали стеклянной палочкой до однородного окрашивания образца косметической продукции.

Для идентификации экспериментальных образцов им были присвоены соответствующие обозначения (табл. 3).

В рамках работы был проведен опрос потенциальных потребителей крема для рук и геля для душа с добавлением бетанина (лица возрастной категории 19–21 год в количестве 38 человек) с целью установления наиболее предпочтительных по цвету экспериментальных образцов. В выбранных на данном этапе образцах определяли: внешний вид, кроющую способность и текстуру, запах по разработанным бальным шкалам. В качестве примера такая бальная шкала (для крема косметического) представлена в табл. 4.

В состав команды экспертов, оценивающих экспериментальные образцы, вошли два специалиста по сенсорному анализу из числа профессорско-преподавательского состава кафедры физико-химических методов и обеспечения качества, а также обученный сенсорной оценке магистрант первого года обучения факультета технологии органических веществ БГТУ. Участники команды экспертов вносили оценки экспериментальных образцов в анкету по форме, представленной в табл. 5.

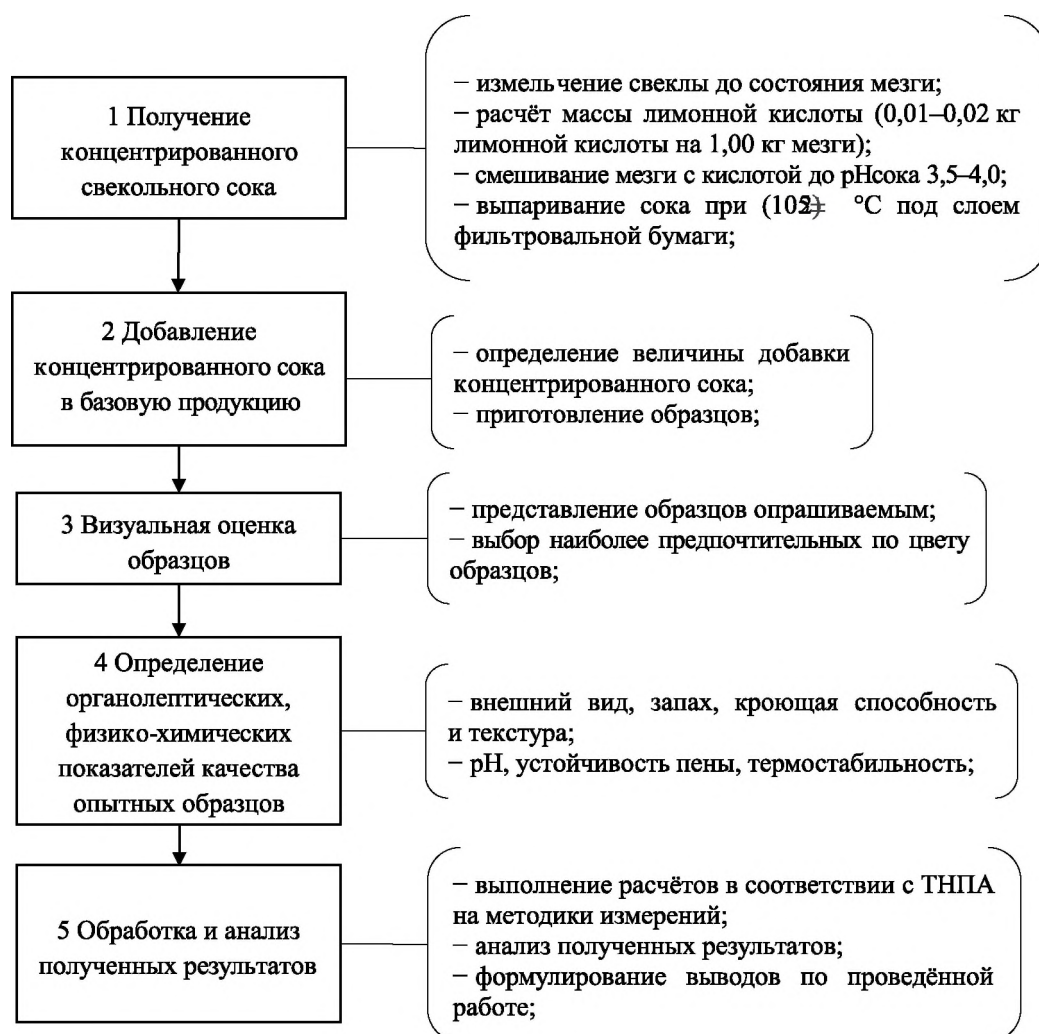


Рис. 4. План экспериментальных исследований

Fig. 4. Plan of experimental studies

Таблица 3. Идентификация экспериментальных образцов косметической продукции

Table 3. Identification of experimental samples of cosmetics

Наименование косметической продукции	Содержание концентрированного свекольного сока, %	Обозначение образца (k)
Гель для душа	25,0	Г1
	20,0	Г2
	15,0	Г3
	10,0	Г4
	5,0	Г5
	2,5	Г6
	2,0	Г7
	1,5	Г8
	1,0	Г9
	0,5	Г10
Крем косметический	20,0	К1
	10,0	К2
	5,0	К3
	3,0	К4
	1,0	К5

Таблица 4. Бальная шкала оценки образцов косметического крема
Table 4. Point scale for evaluating samples of cosmetic cream

Показатель	Количество баллов				
	5	4	3	2	1
Внешний вид	Однородная тактильно средней плотности гелеобразная масса без посторонних включений	Однородная тактильно легкой плотности гелеобразная масса без посторонних включений	Неоднородная тактильно легкой плотности гелеобразная масса без посторонних включений	Расслаивающаяся тактильно легкой плотности гелеобразная масса без посторонних включений	Расслаивающаяся тактильно легкой плотности гелеобразная масса с посторонними включениями. Окрашивает кожу
Запах	Характерный отдушке в креме, приятный, без постороннего запаха	Характерный отдушке в креме, менее ощущаемый, без постороннего запаха	Характерный отдушке, используемой в креме, легкий запах свежести	Характерный отдушке, используемой в креме, слабый запах свежести	Отчетливый свежий запах
Кроющая способность и текстура	Гладкая, однородная, шелковистая, покрывает кожу ровным слоем, быстро впитывается, не окрашивает кожу	Гладкая, но более жидкая, однородная, покрывает кожу ровным слоем, быстро впитывается, не окрашивает кожу	Неоднородная, с вкраплениями более твердых частиц, быстро впитывается, не окрашивает кожу	Рыхлая, неоднородная, слегка окрашивает кожу	Рыхлая, жидкая, неоднородная, окрашивает кожу

Таблица 5. Анкета сенсорной оценки
Table 5. Sensory evaluation questionnaire

Обозначение образца	Органолептические показатели (j) образцов геля для душа и крема для рук, балл		
	внешний вид	кроющая способность	запах
Г6	*	*	*
Г8	*	*	*
Г9	*	*	*
К1	*	*	*
К5	*	*	*

Примечание — Символом «*» обозначено место выставления оценки.

Итоговые оценки j показателя каждого исследуемого k образца O_{ij}^k , балл, рассчитывали по следующей формуле

$$O_{ij}^k = \sum_{i=1}^{n=3} (O_{ij}^k \cdot v_i),$$

где O_{ij}^k — оценка j показателя k образца i эксперта, балл; v_i — весовой коэффициент оценки j показателя i эксперта, равны соответственно 0,33; 0,33; 0,34.

Итоговую оценку k образца O_i^k , балл, рассчитывали по следующей формуле

$$O_i^k = \sum_{j=1}^{n=3} (O_{ij}^k \cdot v_j),$$

где v_j — весовой коэффициент итоговой оценки j показателя экспертной группой, равны соответственно 0,33; 0,33; 0,34.

Далее, в отобранных экспериментальных образцах косметической продукции определяли физико-химические характеристики:

- рН — в образцах геля гигиенического и крема косметического по ГОСТ 29188.2–2014;
- устойчивость пены — в образцах геля гигиенического по ГОСТ 22567.1–77.
- термостабильность — в образцах крема косметического по ГОСТ 29188.3–91.

Результаты опроса потенциальных потребителей крема для рук и геля гигиенического с добавлением бетанина с целью установления их цветовых предпочтений представлены в табл. 6.

Таблица 6. Результаты опроса потенциальных потребителей
Table 6. Results of a survey of potential consumers

Обозначение образца	Количество опрошенных, выбравших данный образец	Обозначение образца	Количество опрошенных, выбравших данный образец
Г1	2	Г8	9
Г2	2	Г9	6
Г3	1	Г10	3
Г4	1	К1	4
Г6	5	К2	1
Г7	2	К5	3

Примечание — Экспериментальные образцы, не выбранные опрошиваемыми не представлены в данной таблице

Из данных опроса, представленного в табл. 6, видно, что показал, что потенциальные потребители выбрали следующие образцы продукции с соответствующим содержанием натурального красителя — концентрированный свекольный сок:

геля гигиенического: Г6 — гранатовый цвет (2,5 %), Г8 — светло-розовый цвет (1,5 %), Г9 — бледно-розовый цвет (1,0 %);

крема косметического: К1 — насыщенный красный цвет (20,0 %), К5 — бледно-розовый цвет (1,0 %).

Следовательно, вышеуказанные образцы были допущены к сенсорной оценке, а также исследованию их физико-химических характеристик. Результаты сенсорной оценки экспертной группы представлены в табл. 7.

Таблица 7. Результаты сенсорной оценки образцов косметической продукции
Table 7. The results of the sensory evaluation of cosmetic products samples

Показатель	Обозначения образцов				
	Г6	Г8	Г9	К1	К5
Внешний вид	4	4	4	3	4
Кроющая способность и текстура	4	4	4	3	3
Запах	5	4	5	5	4
Итоговая оценка	4	4	4	4	4

Экспертная сенсорная оценка образцов косметической продукции с добавлением красителя бетанина показала следующее:

- ♦ образец геля гигиенического Г6 имел гладкую поверхность, с пузырьками воздуха, без посторонних включений, равномерно окрашенную, обладал запахом, характерным отдушке базовой косметической продукции, без посторонних запахов, свежим, гармоничным, его текстура была гладкая, но более жидкая, однородная, покрывала кожу ровным слоем, не окрашивала кожу;

- ♦ образец геля гигиенического Г8 характеризовался однородной тактильно легкой плотности гелеобразной массой без посторонних включений, обладал запахом, характерным отдушке в геле, менее ощущаемым, без постороннего запаха, его текстура была гладкая, но более жидкая, однородная, покрывала кожу ровным слоем, не окрашивала кожу;

- ♦ образец геля гигиенического Г9 имел гладкую поверхность, с пузырьками воздуха, без посторонних включений, равномерно окрашенную, обладал запахом, характерным отдушке базовой косметической продукции, используемой в геле, без посторонних запахов, свежим, гармоничным, его текстура была гладкая, но более жидкая, однородная, покрывала кожу ровным слоем, не окрашивала ее;

- ♦ образец крема косметического К1 представлял собой неоднородную тактильно легкой плотности гелеобразную массу без посторонних включений с характерным отдушке базового крема запахом, приятным, без постороннего запаха, его кроющая способность характеризовалась, как неоднородная, быстро впитывалась, не окрашивала кожу, текстура имела вкрапления более твердых частиц;

♦ образец крема косметического К5 представлял однородную тактильно легкой плотности гелеобразную массу без посторонних включений с характерным отдушке базового крема запахом, его кроющая способность характеризовалась, как неоднородная, быстро впитывалась, не окрашивала кожу, текстура имела вкрапления более твердых частиц.

Таким образом, существенных несоответствий в части органолептических характеристик в экспериментальных образцах обнаружено не было.

Результаты измерений pH в образцах косметических средств, представленные в табл. 8, указывают на то, что опытные образцы с внесенными добавками концентрированного свекольного сока соответствовали требованиям ТНПА на данный вид продукции.

Таблица 8. Данные измерения pH образцов косметических средств
Table 8. pH measurement data of cosmetic samples

Обозначение образца	Результат измерения pH, ед.		г, ед., не более	pH _{ср} , ед.	Граница допустимых значений pH, ед.				
	1	2			нижняя	верхняя			
К0*	6,87	6,94	0,1	6,9	5,0	8,5			
	6,91	6,93							
К1	7,49	7,46							
	7,41	7,43							
К5	7,13	7,18		7,1					
	7,09	7,18							
Г0*	6,77	6,83		0,1			6,8	5,0	9,5
	6,84	6,81							
Г6	5,85	5,93					5,9		
	5,94	5,95							
Г8	6,06	6,14	6,1						
	6,10	6,11							
Г9	6,34	6,28	6,3						
	6,39	6,31							

Примечание – К0 – базовый образец крема косметического; Г0 – базовый образец геля для душа

Данные определения характеристики — устойчивость пены для образцов геля гигиенического, приведенные в табл. 9, свидетельствовали об ее изменении в интервале от 1,55 до 1,57, что также входило в допустимые пределы согласно ГОСТ 31696–2012 — не менее 0,8. По показателю термостабильность (для кремов косметических) все экспериментальные образцы прошли испытание, так как расслоение образцов после термообработки отсутствовало — толщина слоя жидкости над поверхностью образцов составляла менее 0,5 см.

Таблица 9. Устойчивость пены образцов геля гигиенического
Table 9. Foam stability of hygienic gel samples

Объект измерения	Высота столба пены ¹ , мм		Предел повторяемости Г _{лим} , мм	Высота столба пены ² , мм		Устойчивость пены, ед.		
	H ₀	H ₅		H ₀	H ₅	измеренная	средняя	
Г6	215,00	345,00	10,00	232,54	373,15	1,60	1,56	
	220,00	335,00		237,95	362,34	1,52		
	220,00	340,00		237,95	367,74	1,55		
Г8	220,00	340,00		237,95	367,74	1,55	1,57	
	220,00	345,00			237,95	373,15		1,57
	215,00	345,00			232,54	373,15		1,60
Г9	215,00	340,00		10,00	232,54	367,74	1,58	1,55
	215,00	335,00			232,54	362,34	1,56	
	220,00	335,00			237,95	362,34	1,52	
Г0	220,00	350,00	237,95	378,56	1,59	1,57		
	220,00	340,00		237,95	367,74		1,55	
	220,00	345,00		237,95	373,15		1,57	

Примечание. 1 – результаты измерений через 30 сек; 2 – результаты измерений через 5 мин.

Заключение. На основании проведенных экспериментальных исследований по оценке возможности применения концентрированного свекольного сока для окрашивания косметической продукции можно заключить следующее:

- ♦ промышленную переработку корнеплодов столовой свеклы ботанических сортов Прыгажуна, Слава, Веста, Гаспадыня, характеризующихся наибольшим уровнем содержания беталаинов, с целью получения натурального красителя целесообразно осуществлять сразу после сбора урожая;
- ♦ с целью удовлетворения цветовых предпочтений потребителей добавление натурально-го красителя рекомендуется в диапазоне 1,0–2,5 % — для гелей гигиенических и 1,0–20,0 % — для кремов косметических;
- ♦ экспериментальные образцы геля гигиенического и крема косметического с добавкой бетанина соответствовали требованиям к внешнему виду, запаху, рН, устойчивости пены, термостабильности, установленным в ТНПА на продукцию.

Таким образом, полученные данные о характеристиках экспериментальных образцов геля гигиенического и крема косметического с добавлением концентрированного свекольного сока могут быть использованы специалистами предприятий отрасли при разработке рецептур новых видов продукции.

Список использованных источников

1. Цель 12: Ответственное потребление и производство. Цели устойчивого развития в Беларуси [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sdgs.by/targets/target12/> – Дата доступа: 07.06.2023.
2. Косметическая продукция. Решение Европейского Парламента и Совета Европейского союза 1223/2009. — Введ. 30.11.2009. — Брюссель: Европейский парламент и Совет Европейского Союза, 2009. — 32с.
3. COSMOS-standard. Cosmetics Organic and Natural Standard: COSMOS 3.1. — Введ. 01.06.2020. — Брюссель: COSMOS AISBL, 2020. — 46 с.
4. Каталог товаров. Компания «Белита-Витэкс-Брест» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://belita-brest.by/katalog-kosmetiki/>. — Дата доступа: 07.06.2023.
5. Каталог средств по уходу за руками. Компания «Марта» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.marta.by/produkty/kosmetika/krem-dlya-ruk>. — Дата доступа: 07.06.2023.
6. Продукция по уходу для рук и ног. Компания «КлинКосмик» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.selfielab.by/catalog/dlya-ruk>. — Дата доступа: 08.05.2023.
7. Средства по уходу за телом. Компания «EVA-MOSAIC» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.eva-mosaic.ru/telo> — Дата доступа: 08.06.2023.
8. Surowce dla przemysłu kosmetycznego. Firma «Grupa Popławska» [Zasoby elektroniczne]. Tryb dostępu: <https://www.poplawskagroup.pl/surowce-kosmetyczne/> — Data dostępu: 08.06.2023.
9. Kremlin. Şirket «Cyrène Cosmetics» [Elektronik kaynak]. Erişim modu: <https://thepurestsolutions.com/eu/kremler> — Erişim tarihi: 08.06.2023.
10. Marques. Entreprise «Garnier» [Ressource électronique]. Mode d'accès: <https://www.garnier.fr/> — Date d'accès: 08.06.2023.
11. Alle Serien. Firma «Biodroga» [Elektronische Ressource]. Zugriffsmodus: <https://www.biodroga.com/de/produktlinien/> — Zugriffsdatum: 08.06.2023.
12. Catálogo de productos para el cuidado del cuerpo «Cosmonou» [Recurso electrónico]. Modo de acceso: <https://cosmonou.com/> — Fecha de acceso: 08.06.2023.
13. Самуйлова, М. В. Основы косметической химии. Функциональные ингредиенты и биологически активные вещества / М. В. Самуйлова, Т. В. Пучкова. — М: Школа косметических химиков, 2017. — 642 с.
14. Венкатараман, К. Химия синтетических красителей: в 6 т. / К. Венкатараман. — Ленинград: Госхимиздат. Ленингр. отд-ние, 1956-1977. — Т. 1: Химия синтетических красителей/ Пер. М. С. Динабурга [и др.]; под ред. проф. Б. А. Порай-Кошица. — 1956. — 803 с.
15. Справочник Color Index. Портал американской ассоциации текстильных химиков и колористов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://colour-index.com/> — Дата доступа: 18.12.2022.
16. Возрождение природных красителей. Портал Общероссийской общественной организации «Нанотехнологическое общество России». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rusnor.org/pubs/library/14714>. — Дата доступа: 27.12.2022.
17. Свойства и применение природных беталаиновых красителей / Ю. В. Устинова и [др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК — продукты здорового питания. Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ. — 2021. — №4. — С. 72–79.
18. Влияние температуры и рН среды на беталаиновые пигменты свеклы обыкновенной / О. Л. Соломатин // Научно-практический журнал для студентов и молодых ученых «Forcipe». — 2021. — Т. 4, спецвыпуск — С. 481.

19. Бетаинины корнеплодов красной столовой свеклы / И. И. Саенко и [др.] // Научные ведомости. Серия Естественные науки. — 2012. — № 3. — С. 194–201.
20. Определение грубых экспериментальных ошибок методом Диксона: материалы XXV всероссийский аспирантско-магистерский научный семинар, посвященный дню энергетика, Казань, 07–08 дек. 2021 г./ Казан. гос. энерг. ун-т; редкол.: Э.Ю. Абдуллазянова (отв. ред.) — Казань, 2022. — 418 с.
21. Использование свеклы столовой при производстве соусов для общественного питания / С. Ю. Глебова и [др.] // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2017. — № 10. — С. 40–42.
22. Исследование качества, безопасности и состава биологически активных веществ столовой свеклы / Е. Ю. Гораш и [др.] // Научный журнал КубГАУ. — 2015. — № 113(09). — С. 1–11.

Информация об авторах

Шачек Татьяна Михайловна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры физико-химических методов и обеспечения качества учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» (ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: shachek@tut.by

Протасеня Леонтий Николаевич, студент, учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» (ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: l.protasenyua09@mail.ru

Зеленкова Елена Николаевна, доцент кафедры физико-химических методов и обеспечения качества учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» (ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: elena.taras@mail.ru

Information about authors

Shachek Tatyana Mikhaylovna, PhD (Technical), associate professor, associate professor, Department of Physical-Chemical Methods and Quality Assurance of the Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: shachek@tut.by

Protasenya Leonty Nikolaevich, student Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: l.protasenyua09@mail.ru

Zelenkova Elena Nikolaevna, Ph D (Technical), assistant lecturer, Department of Physical-Chemical Methods and Quality Assurance of the Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: elena.taras@mail.ru