УДК: 664:667.27.28

Получение цветных пищевых крахмалов

Шевченко Татьяна Викторовна
доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»
Адрес: 650043, город Кемерово, ул.Красная, 6
E-mail: tatyana.shevchenko.1948@mail.ru

Дубинина Ирина Евгеньевна
аспирант
ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»
Адрес: 650043, город Кемерово, ул.Красная, 6
E-mail: irina.zaica@yandex.ru

Устинова Юлия Владиславовна
кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»
Адрес: 650043, город Кемерово, ул.Красная, 6
E-mail: yul48888048@yandex.ru

Попов Анатолий Михайлович
доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»
Адрес: 650043, город Кемерово, ул.Красная, 6
E-mail: popov4116@yandex.ru

Рассмотрены возможности получения загустителя для пищевых продуктов с одновременным их окрашиванием при помощи специальной подготовки водного экстрагента за счет контакта воды с природным материалом шунгитом, в состав которого входят фуллерены, представляющие собой аллотропную форму углерода.

Представлены теоретические и практические исследования по разработке комплексной технологии выделения природных красителей из жмыха черной смородины, являющегося концентрированным природным сырьем антоциановых красителей.

Установлено, что выделение природных красителей необходимо проводить в несколько стадий: 1-предварительная подготовка исходного сырья, 2-экстракция специально подготовленными водными экстрагентами при повышенной кислотности, 3-адсорбция на пищевом адсорбенте - крахмале. В качестве водного экстрагента предложена вода, предварительно обработанная природным материалом шунгитом, содержащем активные наноматериалы - фуллерены. Фуллерены - особая шаровидная форма углеродного материала с сопряженными связями. Одно из свойств фуллеренов – это его взаимодействие с водой. Известно, что кристаллическая форма не растворима в воде. Многие попытки получить водные растворы фуллеренов приводят к образованию коллоидных или грубодисперсных систем фуллерен – вода, в которых частицы содержат большое количество молекул в кристаллической форме. Получение водных молекулярных растворов кажется невозможным. А иметь такой раствор очень важно и в первую очередь для использования их в биологии и медицине.

Доказано, что условия проведения экстракции существенно влияют на эффективность экстракции. Установлено, что проведение микроволнового воздействия на замороженную измельченную ягоду увеличивает выход красителя при экстракции на 14%. Использование шунгитовой воды, содержащей фуллерен в качестве экстрагента, резко (на 55%) повышает содержание красителя в экстракте.

Представлен механизм получения цветного крахмала, модифицированного фуллереном, обладающего высокими антиоксидантными свойствами.

Отмечено повышение экстрактивной способности этой воды по отношению к антоцианам.

Установлено, что несмотря на наличие растительных источников антоциановых красителей их технология получения является очень энергозатратной, сложной и малоэффективной.
Установлена возможность интенсификации экстрактивного процесса за счет предварительной обработки исходного растительного материала замораживанием, измельчением и кратковременной микроволновой обработкой. Предложен новый способ адсорбции антоцианов из экстрактов на пищевом углеводном материале - на картофельном крахмале. Это позволяет ликвидировать традиционные энергоемкие стадии технологии выделения природных красителей.

Ключевые слова: жмых смородины, антоциановые красители, экстракция, шунгитовая вода, фуллерен, крахмал, экстрагент

Пищевые продукты должны удовлетворять показатели качества: внешний вид, цвет и вкусовые свойства, а также подбор и организация производства безвредных натуральных красителей является актуальной проблемой на сегодняшний день (Даудова, 2016).

Среди веществ, определяющих внешний вид пищевых продуктов, одними из важнейших являются красители (Рыбин, 2001).

Красители – это красящее вещество (смесь красящих веществ), обычно содержащее также неокрашенные компоненты, и предназначенное для окрашивания различных материалов (Смирнов, 2009).

На сегодняшний день изменение окраски кондитерских, алкогольных, безалкогольных и фруктово-ягодных напитков широко распространено и предусмотрено соответствующей нормативно-технической документацией.

Пищевые красители применяют для восстановления природной окраски пищевых продуктов, а также для сохранения, улучшения и придания определенного внешнего вида, цвета продуктам питания (Струпан, Типсина, 2008).

В настоящее время известны красители, являющиеся аналогами природных каратиноидов, антоцианов, разрабатываются способы производства неусвояемых красителей, в которых хромофоры зафиксированы на полимерах (Болотов, 2008).

Содержание красящих веществ в растительном сырье чаще всего является низким (обычно 2…5%), а остальные компоненты присутствуют в значительно больших количествах. Поэтому в зависимости от типа растительного сырья и способов выделения природных красителей они могут различаться фракционным составом.

Встречаются соединения природных красящих веществ полезные для здоровья людей, токсичные и синтетические (Голубев, 2003). В связи с этим, для получения пищевых красителей используется не все окрашенное растительное сырье.

В связи с неоднозначностью воздействия синтетических красителей на здоровье человека, особенно детей, и с целью возможности оперативного контроля за содержанием синтетических красителей в пищевой продукции во ВНИИПАКК Россельхозакадемии разрабатываются методики и национальные стандарты, позволяющие оперативно и надежно контролировать наличие и содержание синтетических красителей в пищевой продукции массового спроса (алкогольных напитках, карамели, пряностях, консервированных компотах, желейном мармеладе, мороженом) (Рудометова, 2008; Рудометова, 2009; Рудометова, 2010).

Кроме того, потребителями не приветствуется использование в производстве натуральных красителей генетически модифицированного сырья, это касается не только непосредственного источника красящих веществ, но и масел-носителей, антиоксидантов, разбавителей и т.д. (Фищенко, 2004).

Натуральные красители могут быть классифицированы по химической структуре – флавоноиды, беталаины, хиноны, халконы и оксикетоны, каратиноиды, рибофлавины, индигоиды, порфирины. Кроме того, к натуральным красителям принято относить карамельный (сахарный) колер Е150 и красный рисовый краситель (Инглик, 2010).

В пищевой промышленности используют экстракты антоциановых пигментов (АЦП) из растительного сырья, которые необходимы для окрашивания продуктов питания.

Они обладают высокой антиоксидантной

активностью, имеют характерный для натуральных пищевых продуктов естественный цвет и нетоксичны.

Извлечение веществ из различных материалов при помощи растворителей АЦП обычно проводят подкисленными водными и водно-спиртовыми растворами (Переверкина, 2011).

Существует несколько химических способов получения флавоноидов, среди них синтез антоциана, кверцетина при восстановлении магнием и соляной кислотой; из последнего путем восстановления водородом в присутствии платины получают эпикатехин. Однако химический синтез флавоноидов – сложный, трудоемкий и дорогостоящий процесс (Бондакова (Кривченкова), 2012).

Для решения существующей проблемы учеными ФГБОУ ВО «МГУПП» предложены новые направления, позволяющие интенсифицировать процесс выделения фенольных соединений, существенно повысить их выход при полном сохранении нативных свойств, что особенно ценно при работе с натуральным сырьем (Бондакова (Кривченкова), 2012).

Интенсификация производства основана на включении в процесс стадии заморозки сырья, приводящей к деструкции высокомолекулярных соединений, либо стадии обработки растительных тканей гидролитическими ферментными препаратами (Бондакова (Кривченкова), 2012).

Так описан способ получения антоцианового красителя из выжимок темных сортов ягод, характеризующийся тем, что он предусматривает смешивание высушенного и измельченного сырья с экстрагентом, в качестве которого используют смесь воды и глицерина, взятых в массовом соотношении 1÷3, с добавлением химически чистой концентрированной соляной кислоты в количестве 1% к массе водно-глицериновой смеси, сырье смешивают с экстрагентом из расчета 10-25 см^3 на 1 г сырья, экстрагирование при 60-70°С в течение 1-2 ч при перемешивании, отделение красителя от твердой фракции (Переверкина, Колтокова, Титова, 2009).

Методика эксперимента

В качестве объектов для проведения экспериментов использовались:

1. Кожура и жмых черной смородины сорт «Черный жемчуг», содержащие основной антоциановый краситель - цианидин -3-дигликозид;

2. Шунгит Зажогинского месторождения (Карелия) (ООО Научно-производственный комплекс «Карбон-шунгит», 2018);

Подобычеипереработкешунгитапроизводственная мощность предприятия составляет 200 тыс. тонн в год.

Общие шунгитные запасы Зажогинского месторождения составляют 35 млн. тонн. Содержание фуллерена (Рисунок 1) (Исследовательский центр Модификатор, 2018) в шунгите составляет 30%, остальное - силикатные минералы (кварц, слюды). В состав минеральных компонентов шунгита входят: SiO_2 (57,0%), TiO_2 (0,2%), Al_2O_3 (4,0%), FeO (2,5%), MgO (1,2%), K_2O(1,5%), S (1,2%).

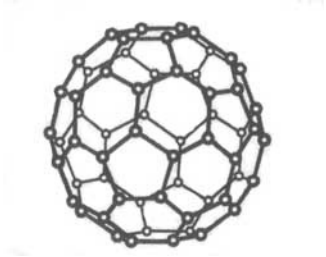

Рисунок 1. Структурная формула фуллерена.

Молекулы фуллерена, являясь сопряженными структурами, являются сильными окислителями, они могут резко менять и свойства воды. Это происходит при контакте воды с шунгитом - с природным источником фуллерена (Исследовательский центр Модификатор, 2018).

3. Крахмал картофельный (ГОСТ Р 53876-2010 Крахмал картофельный, 2010);

Производитель ООО Климовский крахмал, химическая структура одного звена этого природного полимера (Фролов, 2012) представлена на Рисунке 2.

4. Вода дистиллированная.

Экспериментальные исследования состояли из 4-х необходимых опытов.

Опыт 1. Подготовка ягодного сырья
Эта стадия является необходимым и важным

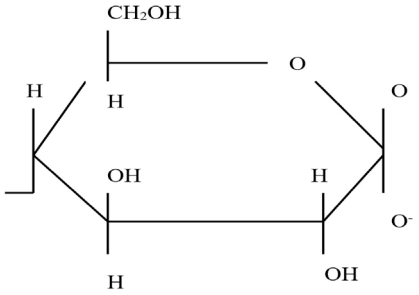

Рисунок 2. Пиранозное звено крахмала.

предварительным процессом выделения пищевых красителей из природного сырья. Известно, что природные красители химически прочно связаны с кожурой ягод, которые состоят из углеводов (пектин, целлюлоза). Выделение колорантов предполагает ослабление или разрушение этих связей за счет различных видов энергии (механическая, тепловая, волновая). Нами использованы все эти виды энергии, каждый из которых за счет различных механизмов воздействия на исходное сырье ослаблял связь антоцианов с целлюлозно-пектиновой кожурой ягод. Так при предварительном замораживании ягод изменялась внутренняя фазовая структура ягод за счет увеличения в них объема воды и образования ее кристаллов. Это нарушало общую целостность ягод. Использование механического измельчени позволяло разрушить ягоду и получить мелкодисперсную систему, необходимую для последующей экстракции.

Методика эксперимента: навеску замороженного ягодного жмыха измельчали на миксере в течение нескольких минут и подвергали кратковременно (7-10 с) воздействию на него микроволн.

Опыт 2. Подготовка воды для экстракции

Этот опыт необходим для изменения свойств воды с целью повышения ее экстракционной активности по отношению к водорастворимым антоциановым красителям. Для этого в качестве основного приема выбран контакт исходной воды с шунгитом, содержащем фуллерен с образованием гидратированного фуллерена. Они являются перспективными наноматериалами для создания новых видов продукции с улучшенными свойствами, которые могут найти свое применение во множестве отраслей промышленности (энергетика, электроника, медицина, фармацевтика, машиностроение и др.).

Гидратированный фуллерен C_{60} - C_{60}HyFn - это прочный, гидрофильный высокомолекулярный комплекс, состоящий из молекулы фуллерена C_{60}, заключенной в первую гидратную оболочку, которая содержит 24 молекулы воды: $C_{60}@(H_2O)_{24}$ (Рисунок 3).

Слой молекулы воды, ориентированной на поверхности белковой молекулы образуется за счет донорно-акцепторного взаимодействия неподеленных пар электронов кислорода молекул воды с электрон-акцепторными центрами на поверхности фуллерена. При этом молекулы воды, ориентированные вблизи поверхности фуллерена связаны между собой объёмной сеткой водородных связей. Размер C_{60}HyFn соответствует 1,6-1,8 нм. В настоящее время, максимальная концентрация C_{60}, в виде C_{60} HyFn, которую удалось создать в воде, эквивалентна 4 мг/мл.

К достоинству шунгита относится также его способность активировать воду. В настоящее время, несмотря на ряд открытий в этой области химии и общее прояснение картины реакционной способности фуллеренов, ощущается недостаток глубоких исследований практических и теоретических знаний.

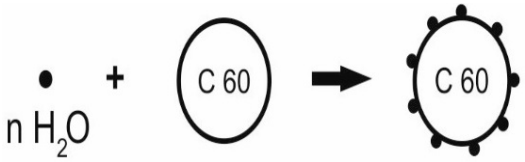

Рисунок 3. Взаимодействия фуллерена с водой.

Методика эксперимента: в дистиллированную воду загружался шунгит в количестве 30% по объему от объема воды. Вода предварительно перед экстракцией настаивалась в течение 3-х суток.

Опыт 3. Экстракция

Методика эксперимента. Экстракция проведена однократно при перемешивании подготовленного ягодного жмыха с фуллереновой водой (1 объем жмыха и 4 объема воды) при комнатной температуре в течение 30 минут.

Опыт 4. Адсорбция

Методика эксперимента. В подготовленный ягодный экстракт (опыт 3) вносится навеска крахмала (30% масс от массы экстракта), полученную суспензию подвергают вибрации на вибрационной установке с частотой колебаний 100 с-1 в течение 30 минут.

Результаты и обсуждение

Выделение пищевых красителей из природного

сырья проводили с помощью выбранного режима микроволнового воздействия (МВИ) с частотой 2.45 ГГц резонансной по отношению к воде, который способствовал конформационным изменениям в углеводной системе и повышению экстракционной активности красителей. Выявлено, что при воздействии МВИ и шунгитовой воды на замороженную измельченную ягоду увеличивает выход красителя при экстракции.

Изменение свойств воды проводили с помощью контакта исходной воды с шунгитом, содержащем фуллерен с образованием гидратированного фуллерена.

Экстракция подготовленного ягодного жмыха с фуллереновой водой представлены в Таблице 1.

Таблица 1
Экстракция антоцианов водными экстрагентами

№ опыта п/п	Условия экстракции	Оптическая плотность, D	Содержание красителя после экстракции,%
1	Ягода + замораживание + измельчение + вода	1.35	100
2	Ягода + замораживание + измельчение +МВИ+ вода	1.55	114*
3	Ягода + замораживание + измельчение + шунгитовая вода	2.1	155*
4	Ягода + замораживане + измельчение +МВИ+ шунгитовая вода	2.2	165*

*Опыты 2-4 в сравнении с опытом 1, МВИ - микроволновая обработка ягоды.

Оценка результатов экспериментов традиционно проведена с помощью спектрофотометрии - метода исследования и анализа, основанный на поглощении энергии электромагнитных волн анализируемыми веществами. Оценка цветности окраски водного раствора красителя проведена на спектрофотометре по оптической плотности при длине 520 нм - резонансной длине волны света, определенной предварительно на основании оптического спектра.

Из Таблицы 1 следует, что условия проведения экстракции существенно влияют на ее эффективность. Установлено, что проведение микроволнового воздействия на замороженную измельченную ягоду увеличивает выход красителя при экстракции на 14%. Использование шунгитовой воды резко (на 55%) повышает содержание красителя в экстракте. Совместное использование МВИ и шунгитовой воды увеличивает выход красителей еще на 10% при общем повышении на 65%. При увеличении кратности экстракции степень выделения красителя дополнительно увеличивается.

Заключительной стадией является предлагаемая технология выделения красителя, состоящей из нескольких последовательных процессов, представленных на Рисунках 4 и 5. Первоначально при добавке крахмала происходит его гидратация гидратированным фуллереном с образованием модифицированного крахмала (Рисунок 4), обладающего повышенной реакционной активностью по отношению к антоциановым красителям (Рисунок 5).

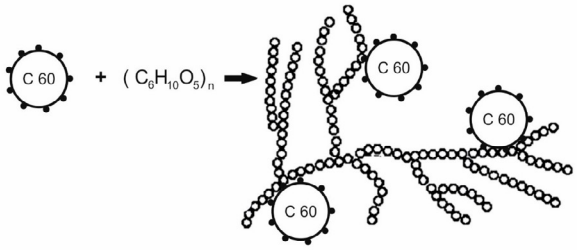

Рисунок 4. Гидратация крахмала.
1-гидратированный фуллерен;
2-нативный крахмал;
3- гидратированный (модифицированный крахмал

Следующей стадией адсорбционного процесса (Рисунок 5) является непосредственное взаимодействие антоцианового красителя с гидратированным (модифицированном) крахмалом, стадия получения которого представлена ранее на Рисунке 4.

Из Рисунка 5 следует, что повышенная экстрактивная активность крахмала объясняется его предварительной модификацией фуллереном, что подтверждается общими результатами, представленными в Таблице 2.

Из Рисунка 5 следует, что повышенная экстрактивная активность крахмала объясняется его предварительной модификацией фуллереном, что подтверждается общими результатами, представленными в Таблице 2.
Из Таблицы 2 следует, что предлагаемая

Рисунок 5. Адсорбция антоцианов на модифицированном крахмале.

технология выделения красителей из жмыха ягод с использованием шунгитовой воды при экстракции красителей позволяет более, чем в 1.5 раза повысить адсорбцию антоциановых красителей на крахмале из ягодных экстрактов по сравнению с адсорбцией антоцианов на крахмале из подобных экстрактов на стандартной дистиллированной воде.

Таблица 2
Результаты адсорбционных испытаний

№ опыта п/п	Условия адсорбции	Оптическая плотность после адсорбции ,D	Степень выделения красителя после адсорбции,%
1	(Ягода + вода)+ крахмал	1.4	100
2	(Ягода+ МВИ+ вода) + крахмал	1.55	110*
3	(Ягода +шунгитовая вода)+ крахмал	2.1	148*
4	(Ягода + МВИ+ шунгитовая вода) + крахмал	2.2	158*

*Опыты 2-4 в сравнении с опытом 1.

Заключение

В ходе проведенной работы получены цветные крахмальные продукты, которые могут использоваться в качестве промежуточного продукта - загустителя пищевых продуктов с одновременным их окрашиванием.

Отмечено, что повышенная экстрактивная активность крахмала объясняется его предварительной модификацией наноматериалом - фуллереном, который представляет особую шаровидную форму углеродного материала с сопряженными связями, одно из свойств которого – это его взаимодействие с водой.

Доказано, что условия проведения экстракции существенно влияют на эффективность экстракции. Установлено, что проведение микроволнового воздействия на замороженную измельченную ягоду увеличивает выход красителя при экстракции на 14%. Использование шунгитовой воды, содержащей фуллерен в качестве экстрагента, резко (на 55%) повышает содержание красителя в экстракте.

Доказано, что совместное использование МВИ и шунгитовой воды увеличивает выход красителей еще на 10% при общем повышении на 65%. При увеличении кратности экстракции степень выделения красителя дополнительно увеличивается.

Представлен механизм получения цветного крахмала, модифицированного фуллереном, обладающего высокими антиоксидантными свойствами.

Предложена общая технология выделения красителей из ягодного жмыха методом экстракции с помощью шунгитовой воды и последующей адсорбцией на пищевом крахмале с получением готового цветного крахмала.

В результате проведенных исследований позволяет сделать предположение по поводу успешного использования найденных технических решений в производственной практике для получения биологически активных цветных крахмалов, используемых для загущения и окрашивания пищевых продуктов (соусы, кисели, мороженое и др.).

Литература

Болотов В.М., Нечаев А.П., Сарафанова Л.А. Пищевые красители: классификация, свойства, анализ, применение. СПб.: ГИОРД, 2008. 240 с.

Бондакова (Кривченкова) М.В., Бутова С.Н. Совершенствование способов извлечения биологически активных веществ фенольной природы из растительного сырья // Пищевая технология. 2012. №4. С. 56-58.

Голубев В.Н., Чичева-Филатова Л.В., Шленская Т.В. Пищевые и биологически активные добавки. М.: Академия, 2003. 208 с.

ГОСТ Р 53876-2010 Крахмал картофельный. Технические условия.

Даудова Т.Н., Исригова Т.А., Салманов М.М., Даудова Л.А., Джалалова Т.Ш. Натуральный

пищевой краситель из вторичных сырьевых ресурсов // Проблемы развития АПК региона. № 1 (25). Ч.1. 2016. С. 193-195.

Инглик Т.Н. К вопросу о безопасности пищевых добавок // Экология и безопасность жизнедеятельности. 2010. № 1. С. 49-59.

Переверкина И.В., Волков А.Д., Болотов В.М. Влияние глицерина на экстрагирование антоциановых пигментов из растительного сырья // Химия растительного сырья. 2011. № 2. С. 187-188.

Переверкина И.В., Колтокова Н.С., Титова Н.Н. Способ получения антоцианового красителя из выжимок темных сортов ягод // Патент РФ №2426755. 2009. Бюл. № 23.

Рыбин В.Г., Болтенков Е.В., Куклев Д.В. Идентификация пигментов каллусной культуры IRIS ENSATA TNUNB - потенциальных пищевых красителей // Известия ТИНРО. Том 129. 2001. С. 99-108.

Рудометова Н.В., Красникова Е.В. Больше внимания контролю пищевых красителей // Кондитерское производство. 2010. №1. С. 27–28.

Рудометова Н.В., Попов В.С. Методика контроля синтетических красителей в консервированных компотах // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. 2008. №2. С. 82.

Рудометова Н.В., Красникова Е.В., Попов В.С. Контроль синтетических красителей в плодовоягодной консервированной продукции // Продукты длительного хранения. 2009. №4. С. 6–7.

Рудометова Н.В. Методы установления фальсификации пищевых продуктов // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. 2009. № 1. С. 68–69.

Рудометова Н.В., Красникова Е.В. Синтетические красящие вещества в пряностях // Хранение и переработка сельхозсырья. 2009. №8. С. 23–24.

Смирнов Е. В. Пищевые красители. Справочник. СПб.: Издательство «Профессия», 2009. 352 с.

Струпан Е.А., Типсина Н.Н., Струпан О.А. Пищевые красители из дикорастущего лекарственного сырья // Вестник КрасГАУ. 2008. № 1. Режим доступа: http://cyberleninka.ru/article/n/pischevye-krasiteli-iz-dikorastuschego-lekarstvennogo-syrya (дата обращения 04.03.2018).

Фищенко Е.С., Каленик Т.К. Использование отходов переработки гидробионтов японского моря в качестве пищевых красителей // Известие вузов. Пищевая технология. 2004. № 1. С. 37-38.

Фролов А.В., Беляев В.Н., Бычин Н.В. Области применения диальдегиддекстрана и исследование его свойств // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2012. № 1. С. 121-124.

ООО Научно-производственный комплекс «Карбон-шунгит». Режим доступа: shungitnpk.ru/dir/shungit/deposit.html (дата обращения 04.03.2018).

Исследовательский центр Модификатор. Режим доступа: www.modificator.ru/ terms/fulleren.html (дата обращения 04.03.2018).

Production of Coloured Food Starches

Tatyana V. Shevchenko
Kemerovo State University
6, Krasnaya str., Kemerovo, 650043, Russian Federation
E-mail: tatyana.shevchenko.1948@mail.ru

Irina E. Dubinina
Kemerovo State University
6, Krasnaya str., Kemerovo, 650043, Russian Federation
E-mail: irina.zaica@yandex.ru

Yulia V. Ustinova
Kemerovo State University
6, Krasnaya str., Kemerovo, 650043, Russian Federation
E-mail: yul48888048@yandex.ru

Anatoliy M. Popov
Kemerovo State University
6, Krasnaya str., Kemerovo, 650043, Russian Federation
E-mail: popov4116@yandex.ru

The possibilities of obtaining a thickener for food products with simultaneous staining with the help of a special preparation of an aqueous extractant due to the contact of water with a natural material shungite, which includes fullerenes, which are an allotropic form of carbon.
Theoretical and practical researches on development of complex technology of allocation of natural dyes from a cake of the black currant which is the concentrated natural raw material of anthocyanin dyes are presented.
It was found that the release of natural dyes should be carried out in several stages: 1-preliminary preparation of the feedstock, 2-extraction with specially prepared water extractants at high acidity, 3-adsorption on food adsorbent - starch. As the aqueous extractant offered water, pre-treated natural material shungite containing the active nanomaterials - fullerenes. Fullerenes are a special spherical form of carbon material with conjugated bonds. One of the properties of fullerenes is its interaction with water. It is known that the crystalline form is insoluble in water. Many attempts to obtain aqueous solutions of fullerenes lead to the formation of colloidal or coarse – dispersed fullerene-water systems, in which the particles contain a large number of molecules in crystalline form. Obtaining aqueous molecular solutions seems impossible. And to have such a solution is very important in the first place for their use in biology and medicine.
It is proved that the conditions of extraction significantly affect the efficiency of extraction. It was found that the microwave effect on the frozen crushed berry increases the yield of dye during extraction by 14%. The use of shungite water containing fullerene as an extractant sharply (by 55%) increases the dye content in the extract.
The mechanism of obtaining colored starch modified by fullerene with high antioxidant properties is presented.
An increase in the extractive capacity of this water with respect to anthocyanins was noted.
It is established that despite the presence of plant sources of anthocyanin dyes, their technology is very energy-consuming, complex and ineffective.
The possibility of intensification of the extractive process due to pretreatment of the original plant material by freezing, grinding and short-term microwave treatment. A new method of adsorption of anthocyanins from extracts on food carbohydrate material - on potato starch is proposed. This allows to eliminate the traditional energy-intensive stages of the technology of natural dyes extraction.

Keywords: currant cake, anthocyanin dyes, extraction, shungite water, fullerene, starch, extractant

References

Daudova T.N. Natural'nyj pishchevoj krasitel' iz vtorichnyh syr'evyh resursov [Natural food coloring from secondary raw materials] // Problems of development of agriculture in the region. 2016. № 1 (25). Part 1. S. 193-195. (in Russian)

Bolotov V. M. Pishchevye krasiteli: klassifikaciya, svojstva, analiz, primenenie. Tekst [Food coloring: classification, properties, analysis, application Text.] // SPb.: GIORD, 2008. 240 s. (in Russian)

Bondakova (Krivchenkova) M.V. Sovershenstvovanie sposobov izvlecheniya biologicheski aktivnyh veshchestv fenol'noj prirody iz rastitel'nogo syr'ya [Tekst] [Improvement of methods of extraction of biologically active substances of phenolic nature from plant raw materials [Text]] // WPI. higher educational. Food technology. 2012. №4. S. 56-58. (in Russian)

Fishchenko E.S. Ispol'zovanie othodov pererabotki gidrobiontov yaponskogo morya v kachestve pishchevyh krasitelej [The use of waste from the processing of hydrobionts of the sea of Japan as food dyes] // News of universities. Food technology. 2004. № 1. S. 37-38. (in Russian)

Frolov A.V. Oblasti primeneniya dial'degiddekstrana i issledovanie ego svojstv [Fields of application of dialdehyde dextran and study of its properties] // Bulletin of Kuzbass state technical University. 2012. № 1. S. 121-124. (in Russian)

Golubev V.N. Pishchevye i biologicheski aktivnye dobavki [Food and dietary supplements] // Textbook.- Moscow: Academy, 2003. 208 p.s. (in Russian)

Inglik T.N. K voprosu o bezopasnosti pishchevyh dobavok [On the safety of food additives] // Ecology and life safety. 2010. № 1. S. 49-59. (in Russian)

Pereverkina I.V., Koltokova N.S., Titova N.N. Sposob polucheniya antocianovogo krasitelya iz vyzhimok temnyh sortov yagod [A method of producing anthocyanin dye from Marc dark berry varieties] // Patent RF №2426755. 2009. Bul. No. 23. (in Russian)

Pereverkina I.V. Vliyanie glicerina na ehkstragirovanie antocianovyh pigmentov iz rastitel'nogo syr'ya [Effect of glycerin on extraction of anthocyanin pigments from plant raw materials] // Chemistry of plant raw materials. 2011. № 2. S. 187-188. (in Russian)

Rudometova N.V. Metodika kontrolya sinteticheskih krasitelej v konservirovannyh kompotah [Method of control of synthetic dyes in canned compotes] // Food ingredients: raw materials and additives. - 2008. №2. S. 82. (in Russian)

Rudometova N.V. Kontrol' sinteticheskih krasitelej v plodovoyagodnoj konservirovannoj produkcii [Control of synthetic colorants in fruit and berry canned products] // Long-term storage products. 2009. №4. S. 6–7. (in Russian)

Rudometova N.V. Metody ustanovleniya fal'sifikacii pishchevyh produktov [Methods of establishing falsification of food products] // Food ingredients: raw materials and additives. 2009. № 1. S. 68–69. (in Russian)

Rudometova N.V. Sinteticheskie krasyashchie veshchestva v pryanostyah [Synthetic coloring agents in spices] // Storage and processing of agricultural raw materials. 2009. №8. S. 23–24. (in Russian)

Rudometova N.V. Bol'she vnimaniya kontrolyu pishchevyh krasitelej [More attention to food colorant control] // Confectionery production. 2010. №1. S. 27–28. (in Russian)

Rybin V.G. Identifikaciya pigmentov kallusnoj kul'tury IRIS ENSATA TNUNB - potencial'nyh pishchevyh krasitelej [Identification of pigments in callus culture of IRIS ENSATA THUNB.- potential food colorants] // Izvestiya TINRO. 2011. Volume 129. S. 99-108. (in Russian)

Smirnov E.V. Pishchevye krasiteli [Food coloring]. // SPb.: Izdatel'stvo «Professiya», 2009.- 352 s. (in Russian)

Strupan E.A., Tipsina N.N., Strupan O.A. Pishchevye krasiteli iz dikorastushchego lekarstvennogo syr'ya [Food dyes from wild medicinal raw materials] // Vestnik Krasgau. 2008. No. 1. URL: http://cyberleninka.ru/article/n/pischevye-krasiteli-iz-dikorastuschego-lekarstvennogo-syrya (accessed 04.03.2018). (in Russian)

GOST R 53876-2010 Krahmal kartofel'nyj [GOST R 53876-2010 potato Starch] // Technical conditions. (in Russian)

Issledovatel'skij centr Modifikator [Modifier research center] // [Electronic resource.] - Access mode: www.modificator.ru/ terms / fulleren.html (accessed 04.03.2018). (in Russian)

OOO Nauchno – proizvodstvennyj kompleks «Karbon-shungit» [LLC research and production complex "carbon-shungit»] // [Electronic resource.] – Mode of access: shungitnpk.ru/dir/shungit/deposit.html (accessed 04.03.2018). (in Russian)