DOI 10.21603/2074-9414-2017-4-92-98
УДК 518.19:664.149:582.971.1

ВЛИЯНИЕ ЖЕЛАТИНА НА СТЕПЕНЬ ВЫДЕЛЕНИЯ АНТОЦИАНОВОГО ПИГМЕНТА ЖИМОЛОСТИ И ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ

Н. Ю. Чеснокова*, Л. В. Левочкина, Ю. В. Приходько, А. А. Кузнецова, Ю. В. Шевченко

ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», 690091, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8

**e-mail: chesn_natali@mail.ru*

Дата поступления в редакцию: 10.10.2017
Дата принятия в печать: 11.12.2017

© Н. Ю. Чеснокова, Л. В. Левочкина, Ю. В. Приходько, А. А. Кузнецова, Ю. В. Шевченко, 2017

Аннотация. В статье исследовано влияние полимера белковой природы желатина на степень извлечения антоцианового пигмента, выделенного из жимолости и черной смородины. Показано, что степень извлечения пигмента существенно зависит от объекта выделения. Добавление 0,2 % желатина в систему, содержащую антоциановый пигмент, уменьшает степень извлечения антоцианового пигмента жимолости. При увеличении содержания в системе желатина с 0,2 до 0,6 % оптическая плотность антоцианового пигмента снижается с 1,150 до 0,750. Напротив, введение в систему 0,2 % желатина увеличивает значение оптической плотности антоцианового пигмента черной смородины. Повышение содержания желатина в системе до 0,6 % способствует извлечению антоцианового пигмента. Предположено, что разное влияние желатина на степень извлечения антоцианового пигмента зависит от таких факторов, как качественный состав антоцианидинов и количество входящих в их молекулу ОН-групп, pH системы и содержания в водном растворе антоцианового пигмента такого биологически активного вещества, как аскорбиновая кислота. Определена вязкость системы «антоциановый пигмент – желатин». Показано, что наибольшей вязкостью обладает система «желатин – антоциановый пигмент черной смородины» с содержанием в системе желатина 0,2 %. Вязкость системы, содержащей 0,2 % желатина и антоциановый пигмент жимолости, значительно ниже и составляет 10,2 мПа·с. Разработаны рецептуры зефира с использованием водных растворов антоцианового пигмента жимолости и черной смородины. Определены органолептические и физико-химические показатели образцов зефира. Показано, что добавление 6 % раствора антоцианового пигмента жимолости и черной смородины при производстве зефира позволяет получать продукты с высокими органолептическими показателями. При данном содержании антоцианового пигмента зефир приобретал интенсивный розовый цвет и приятный горьковато-сладкий вкус жимолости или кисло-сладкий смородиновый вкус.

Ключевые слова. Антоциановый пигмент, жимолость, черная смородина, желатин, комплекс «антоциановый пигмент – желатин», зефир

Для цитирования: Влияние желатина на степень выделения антоцианового пигмента жимолости и черной смородины / Н. Ю. Чеснокова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 47, № 4. – С. 92–98. DOI: 10.21603/2074-9414-2017-4-92-98.

INFLUENCE OF GELATIN ON THE DEGREE OF ANTHOCYANIN PIGMENT ISOLATION FROM HONEYSUCKLE AND BLACK CURRANT

N. Yu. Chesnokova*, L. V. Levochkina, Yu. V. Prikhodko, A. A. Kuznetsova, Yu. V. Shevchenko

[1]Far Eastern Federal University 8, Sukhanova Str., Vladivostok, 690950, Russia

** e-mail: chesn_natali@mail.ru*

Received: 10.10.2017
Accepted: 11.12.2017

© N. Yu. Chesnokova, L. V. Levochkina, Yu. V. Prikhodko, A. A. Kuznetsova, Yu. V. Shevchenko, 2017

Abstract. The article reveals the influence of protein type polymer (gelatin) on the degree of anthocyanin pigment isolation from honeysuckle and blackcurrant. The authors show that the intensity of pigment extraction depends on the releasing object significantly. If one adds 0.2% gelatin into the system containing anthocyanin pigment the degree of anthocyanin pigment extraction from honeysuckle decreases. When gelatin content in the system increases from 0.2% to 0.6%, the optical density of the anthocyanin pigment decreases from 1.150 to 0.750. On the contrary, the introduction of 0.2% gelatin into the system increases the optical density of the black currant anthocyanin pigment. An increase in the gelatin content in the system up to 0.6% contributes to the isolation of anthocyanin pigment. The authors assumed that different effect of gelatin on anthocyanin pigment isolation degree is due to such factors as qualitative composition of anthocyanidins and number of OH groups which are present in their molecules, pH of the

system and the content of such a biologically active substance as ascorbic acid in aqueous solution of anthocyanin pigment. They determined the viscosity of anthocyanin pigment-gelatin system. They show that the system gelatin-anthocyanin pigment of black currant has the highest viscosity value when gelatin content is 0.2%. Viscosity of the system containing 0.2% gelatin and honeysuckle anthocyanin pigment is much lower and equals 10.2 mPa.s. The authors developed the recipes of marshmallow production using aqueous solutions of honeysuckle and black currant anthocyanin pigment. They determined organoleptic and physical and chemical parameters of marshmallow samples. They showed that addition of a 6% solution of honeysuckle and blackcurrant anthocyanin pigment at marshmallow production makes it possible to obtain a product with high organoleptic characteristics. With such a content of anthocyanin pigment, marshmallow acquired an intense pink color and a pleasant bitter-sweet taste of honeysuckle or sweet and sour black currant taste.

Keywords. Anthocyanin pigment, honeysuckle, black currant, gelatin, anthocyanin pigment-gelatin complex, marshmallow

For citation: Chesnokova N. Yu., Levochkina L. V., Prikhodko Yu. V., Kuznetsova A. A., Shevchenko Yu. V. Influence of gelatin on the degree of anthocyanin pigment isolation from honeysuckle and black currant. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 47, no. 4, pp. 92–98 (In Russ.). DOI: 10.21603/2074-9414-2017-4-92-98.

Введение

На рынках продуктов питания представлено огромное количество разнообразных товаров, которые обладают рядом свойств, привлекающих внимание покупателей. Важными из них являются органолептические показатели качества пищевого продукта. В настоящее время в пищевой промышленности широкое распространение получило использование пищевых красителей и ароматизаторов для сохранения, улучшения и придания определенного внешнего вида, цвета и вкуса продуктам питания.

Красящие вещества, используемые в пищевой промышленности, подразделяются на натуральные и синтетические. Синтетические красители – это смеси органических красящих веществ и сопутствующих продуктов, полученных химическим путем, содержащие зачастую вредные и потенциально опасные для здоровья человека вещества. Поэтому в последние годы ставится вопрос о безопасности и ограничении применения в пищевом производстве синтетических красителей и использовании для этих целей преимущественно красителей природного происхождения, которые нетоксичны, придают продукту естественный цвет, натуральный вкус и повышают их биологическую ценность. Кроме того, многие из них обладают высокой антиоксидантной активностью и способны к пролонгированию сроков хранения готовых изделий [7, 9, 10, 12].

В настоящее время в пищевой промышленности все более широкое применение находят антоциановые пигменты, получаемые из плодов растений. Это связано с тем, что антоциановые пигменты, выделенные из растительных объектов, являются натуральными красителями и помимо красящих веществ входят в состав комплексов с такими полезными биологически активными соединениями, как витамины, гликозиды, органические кислоты, ароматические вещества, микроэлементы. Более того, антоциановые пигменты обладают множеством полезных свойств: снижают уровень холестерина, препятствуют образованию тромбов, повышают эластичность сосудов, ускоряют заживление ран, благоприятно влияют на зрение, способствуют профилактике онкологических заболеваний [11].

Антоцианы – это натуральные растительные красящиеся вещества, придающие лепесткам цветов, плодам, листьям и стеблям окраску от розового до темно-фиолетового. Антоцианы (агликоны) принадлежат к группе флавоноидных натуральных красителей и содержат от трех до шести гидроксильных групп, которые могут быть метилированы. Для каждого конкретного вида растений качественный состав антоцианов очень специфичен и зависит от сортовых особенностей и условий произрастания [3, 4].

Поскольку производство продуктов питания это сложный процесс, сопровождающийся физико-химическими взаимодействиями между компонентами дисперсной системы, оказывающими существенное влияние на качество готовых изделий, было целесообразно изучить влияние некоторых компонентов, в частности полимера белковой природы желатина как наиболее часто используемого в пищевой промышленности студнеобразователя, на свойства антоцианового пигмента. В связи с этим целью работы является исследование влияния содержания в реакционной среде желатина на степень выделения антоцианового пигмента, выделенного из жимолости *(Lonicera tatarica L.)* и черной смородины *(Ribes nigrum L.*) и использование полученного комплекса антоциановый пигмент-желатин для производства зефира.

Объекты и методы исследований

В качестве объектов для выделения антоцианового пигмента использовали ягоды жимолости *(Lonicera tatarica L.)* и черной смородины (*Ribes nigrum L.*). Экстракцию проводили водными 0,2 % и 0,6 % растворами предварительно набухшего при температуре 38 °С, желатина.

Грубоизмельченное ягодное сырье обрабатывали водными растворами желатина в соотношении 6:100 при 70 °С в течение 1 ч, затем отфильтровывали. Интенсивность окраски растворов определяли по величине оптической плотности на спектрофотометре «SHIMADZU UV-1800» (Япония) в интервале длин волн 400–1100.

Исследования антиоксидантной активности (АОА) антоцианового пигмента жимолости и черной смородины проводились по методу DPPH [10]. Метод основан на взаимодействии антиоксидантов со стабильным хромоген-радикалом. Стандартный раствор DPPH ($5 \cdot 10^4$ М) в этаноле, подкисленном уксусной кислотой, разводили этанолом в соотношении 1:10 для получения рабочего раствора. К 5 $см^3$ рабочего раствора DPPH добавляли 50 $см^3$ исследуемых экстрактов, перемешивали и регистрировали кинетику убыли оптической плотности раствора на спектрофотометре «SHIMADZU UV-1800» (Япония) в течение 30 мин при длине волны 517 нм. В качестве контрольного образца использовали растворы Trolox в разной концентрации. Антиоксидантную активность определяли по формуле:

$$\%\ \text{ингибирования (АОА)} = \frac{\text{Аконтр} - \text{Ах}}{\text{Аконтр}} \cdot 100\ \%,$$

где Ах – оптическая плотность исследуемого раствора, Аконтр – оптическая плотность исследуемого образца.

Определение динамической вязкости растворов проводили на вискозиметре Expert R 100 – 40000000 сПз, Fungilab (США).

Определение массовой доли золы, не растворимой в растворе соляной кислоты с массовой долей 10 %, в зефире определяли в соответствии с ГОСТ 5901-2014. Определение массовой доли сернистой кислоты в зефире проводили в соответствии с ГОСТ 26811-14. Измерения влаги полученных изделий проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 5900-73.

Результаты и их обсуждение

Так как содержание антоцианового пигмента существенно зависит от объекта выделения, в работе представлены спектры поглощения антоцианового пигмента, выделенного из жимолости и черной смородины. Спектры поглощения антоцианового пигмента жимолости и черной смородины представлены на рис. 1.

Из полученных результатов видно, что максимум поглощения антоцианового пигмента наблюдается при длине волны 510 нм независимо от вида исследуемого сырья. Наибольшей степенью извлечения обладает антоциановый пигмент жимолости. Максимальное значение оптической плотности антоцианового пигмента, выделенного из жимолости, составляет 1,480.

Максимальное значение оптической плотности антоцианового пигмента из ягод черной смородины составляет 0,350, что в четыре раза ниже значений оптической плотности антоцианового пигмента жимолости.

Зависимости степени извлечения антоцианового пигмента жимолости и черной смородины от содержания в растворе 0,2 и 0,6 % желатина представлены на рис. 2 и 3. В качестве контроля использовали растворы антоцианового пигмента жимолости и черной смородины без желатина. Из представленных результатов видно, что введение в систему желатина по-разному влияет на степень извлечения антоцианового пигмента жимолости и черной смородины. Введение в систему 0,2 % желатина (рис. 2) снижает значение оптической плотности антоцианового пигмента жимолости с 1,450 до 1,150. При увеличении содержания в системе желатина с 0,2 до 0,6 % значение оптической плотности антоцианового пигмента снижается с 1,150 до 0,750. Степень извлечения антоцианового пигмента жимолости снижается в 1,3 и 1,5 раз в зависимости от присутствия в растворе 0,2 и 0,6 % желатина.

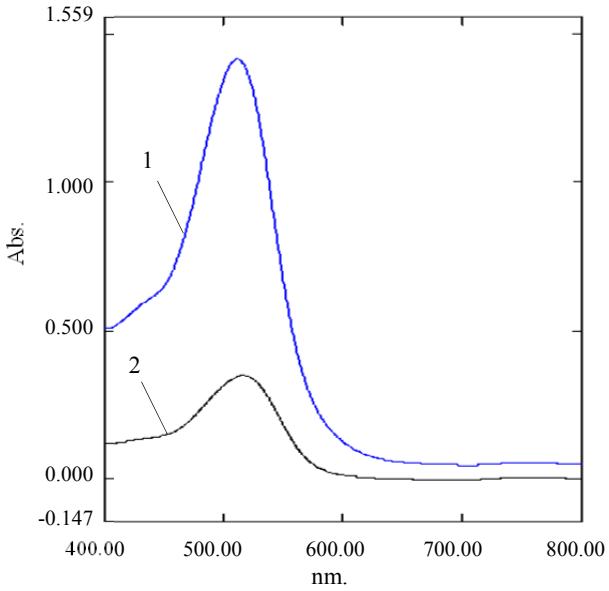

Рисунок 1 – Спектры поглощения антоцианового пигмента жимолости (1) и черной смородины (2)

Figure 1 – Absorption spectra of honeysuckle (1) and black currant (2)

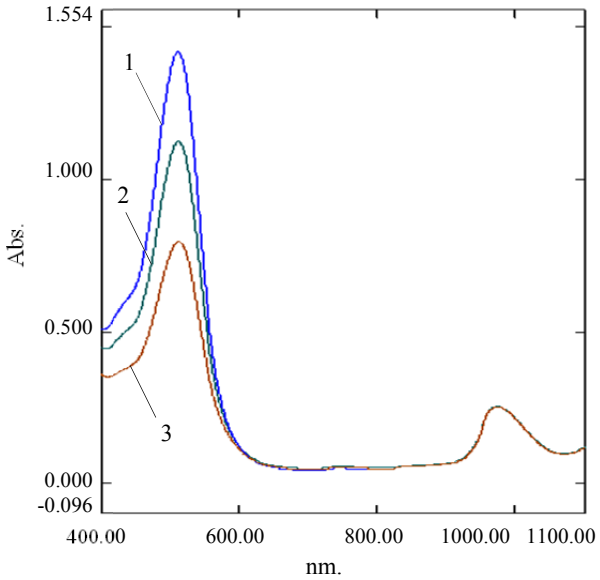

Рисунок 2 – Зависимости степени извлечения антоцианового пигмента жимолости от присутствия в растворе желатина. 1. без желатина; 2. 0,2 % желатина; 3. 0,6 % желатина

Figure 2 – Dependence between the degree of honeysuckle anthocyanin pigment isolation and gelatin presence in the solution: 1. Without gelatin; 2. 0,2% gelatin; 3. 0,6% gelatin

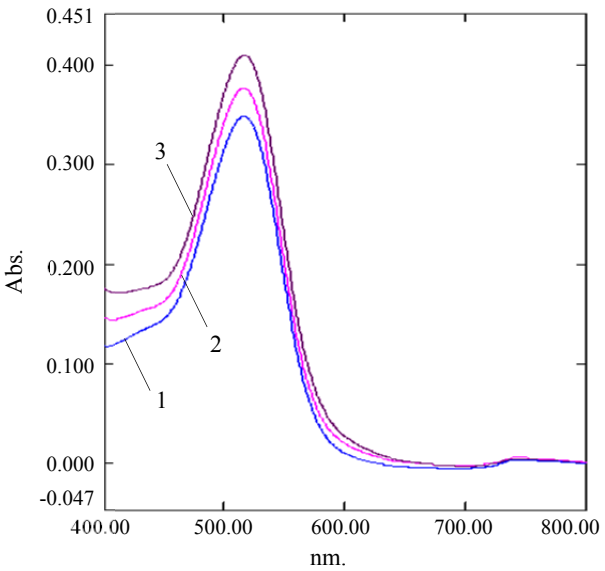

Рисунок 3 – Зависимости степени извлечения антоцианового пигмента черной смородины от присутствия в растворе желатина. 1. без желатина; 2. 0,2 % желатина; 3. 0,6 % желатина.

Figure 3 – Dependence between the degree of black currant anthocyanin pigment isolation and gelatin presence in the solution: 1. Without gelatin; 2. 0,2% gelatin; 3. 0,6% gelatin

Напротив, введение в систему 0,2 % желатина увеличивает значение оптической плотности антоцианового пигмента черной смородины (рис. 3). Повышение содержания желатина в системе до 0,6 % способствует выделению антоцианового пигмента и повышению степени извлечения в 1,2 раза.

Разное влияние желатина на степень извлечения антоцианового пигмента, видимо, зависит от нескольких факторов. Устойчивость антоциановых пигментов существенно зависит от pH системы. Значения pH растворов антоцианового пигмента черной смородины и жимолости составляют 3,0 и 3,4 соответственно. Анализ зависимости интенсивности окраски системы пигмент-желатин (рис. 2 и 3) от величины pH растворов антоцианового пигмента жимолости и черной смородины показывает, что максимальной степени выделения антоцианового пигмента черной смородины соответствует значение pH 3, тогда как увеличение pH антоцианового пигмента жимолости (pH = 3,4) приводит к уменьшению степени извлечения. Важной характеристикой желатина является присутствие в его молекуле пролина и основных аминокислот, содержащих реакционноспособные аминогруппы, благодаря которым могут возникать водородные связи с отрицательно заряженными группами молекулы антоцианов. Смещение от ИЭТ точки желатина (ИЭТ – 4,7) в кислую область (pH = 3), по-видимому, вызывает более полное связывание положительно заряженных аминогрупп молекулы белка с OH-группой антоцианов.

Другим фактором, оказывающим существенное влияние на степень извлечения антоцианового пигмента, может служить различный состав антоцианидинов и количество входящих в их молекулу OH-групп. В литературных источниках отмечено [13], что более полное связывание антоцианов с пигментами происходит в случае присутствия в их составе большого количества OH-групп, способных образовывать стойкие комплексы с молекулами белков.

Согласно литературным источникам, одной из причин различной зависимости степени выделения антоцианового пигмента жимолости и черной смородины от присутствия в реакционной среде желатина может являться аскорбиновая кислота. В работе Чанга и др. [8] показано, что содержащаяся в растворе антоцианового пигмента аскорбиновая кислота способствует образованию стабильных комплексов «антоциановый пигмент – белок».

Наиболее богатым источником витамина С служат ягоды черной смородины. Его содержание составляет 94,6–167,3 мг/100 г в зависимости от сорта [3]. Кроме того, в отличие от других объектов исследования, в черной смородине наблюдается низкое содержание ферментов, разрушающих аскорбиновую кислоту, что придает ей высокие антиоксидантные свойства [1].

Данные по определению антирадикальной активности антоцианового пигмента жимолости и черной смородины представлены на рис. 4.

Из графика видно, что наибольший показатель антиоксидантной активности у антоцианового пигмента, выделенного из черной смородины. У жимолости значение антиоксидантной активности снижается. Результаты по определению антиоксидантной активности хорошо согласуются с литературными данными [1, 3, 4], где также отмечена высокая антиоксидантная активность ягод черной смородины и более низкая у ягод жимолости [6].

Таким образом, присутствие желатина в реакционной среде существенно влияет на степень выделения антоцианового пигмента жимолости и черной смородины, вызывая как ее понижение, так и повышение. Причинами столь сложной зависимости является качественный состав молекулы антоцианового пигмента, величины pH системы и присутствующая в водном растворе антоцианового пигмента аскорбиновая кислота.

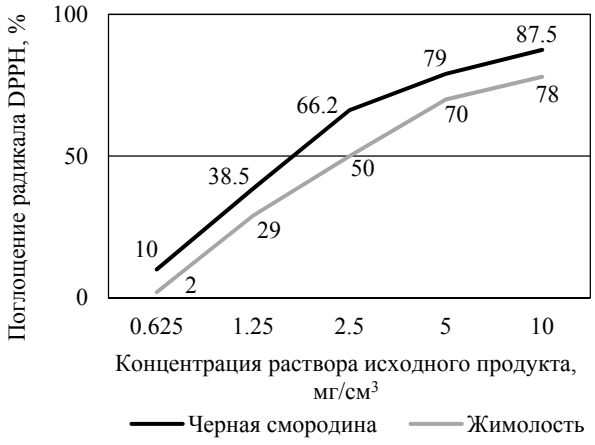

Рисунок 4 – Данные по определению антирадикальной активности антоцианового пигмента жимолости и черной смородины

Figure 4 – Data on the determination of anthocyanin pigment antiradical activity in honeysuckle and black currant

Рисунок 5 – Значения динамической вязкости системы «желатин – антоциановый пигмент» при 0,2 % содержании желатина в системе.

Figure 5 – Dynamic viscosity values for system "gelatin - anthocyanin pigment" when gelatin content in the system is 0,2%

Так как полученный комплекс «антоциановый пигмент – желатин» использовался для производства зефира, в работе была изучена вязкость системы, содержащей антоциановый пигмент и желатин. Значения динамической вязкости системы «желатин – антоциановый пигмент» при 0,2 % содержании желатина в системе представлены на рис. 5.

Наибольшей вязкостью (11,4 мПа·с) обладает система «желатин – антоциановый пигмент черной смородины» с содержанием в системе желатина 0,2 %. Вязкость системы, содержащей 0,2 % желатина и антоциановый пигмент жимолости, значительно ниже и составляет 10,2 мПа·с.

Видимо, присутствие в системе антоцианового пигмента черной смородины 0,2 % желатина приводит к образованию дополнительных связей, что, соответственно, способствует ускорению процесса студнеобразования. Напротив, присутствие в системе антоцианового пигмента жимолости 0,2 % желатина препятствует студнеообразованию. Вероятно, различия в вязкостных свойствах системы «желатин – антоциановый пигмент», выделенный из жимолости и черной смородины, объясняют ранее рассмотренные факторы.

Зефир готовили по стандартной рецептуре [2]. Антоциановые пигменты жимолости и черной смородины добавляли в виде жидкого комплекса «желатин – антоциановый пигмент» в количестве 2, 4 и 6 % к зефирной массе. В зависимости от вида сырья и количества используемого пигмента зефир имел различную интенсивность окраски розового цвета. Влияние содержания антоцианового пигмента жимолости и черной смородины на органолептические показатели зефира представлены в табл. 1 и 2.

Наилучшими органолептическими показателями обладал зефир с добавлением 6 % антоцианового пигмента жимолости и черной смородины. При данном содержании антоцианового пигмента зефир приобретал интенсивно розовый цвет и приятный горько-сладкий вкус жимолости или кисло-сладкий смородиновый вкус [5].

Таблица 1 – Влияние содержания антоцианового пигмента жимолости на органолептические показатели зефира

Table 1 – Influence of honeysuckle anthocyanin pigment content on marshmallow organoleptic parameters

Показатель	Без пигмента	Содержание пигмента 2 %	Содержание пигмента 4 %	Содержание пигмента 6 %
Внешний вид	белая воздушная масса	бледно-розовая воздушная масса	светло-розовая воздушная масса	интенсивно розовая воздушная масса
Цвет	белый	бледно-розовый	слегка насыщенный розово-фиолетовый оттенок	выраженный розово-фиолетовый
Консистенция	пышная, однородная	пышная, однородная	пышная, однородная	пышная, однородная
Запах	легкий запах печеных яблок	легкий запах ягод жимолости	ощутимый запах ягод жимолости	выраженный запах жимолости
Вкус	сладкий	сладкий	невыраженный горько-сладкий	насыщенный горько-сладкий вкус

Таблица 2 – Влияние содержания антоцианового пигмента черной смородины на органолептические показатели зефира

Table 2 – Influence of black currant anthocyanin pigment content on marshmallow organoleptic parameters

Показатель	Без пигмента	Содержание пигмента 2 %	Содержание пигмента 4 %	Содержание пигмента 6 %
Внешний вид	белая воздушная масса	бледно-розовая воздушная масса	светло-розовая воздушная масса	розовая воздушная масса
Цвет	белый	бледно-розовый	слегка насыщенный светло-розовый оттенок	выраженный розовый
Консистенция	пышная, однородная	пышная, однородная	пышная, однородная	пышная, однородная
Запах	легкий запах печеных яблок	легкий запах черной смородины	ощутимый запах черной смородины	выраженный запах черной смородины
Вкус	сладкий	сладкий	невыраженный кисло-сладкий вкус	насыщенный кисло-сладкий вкус

Таблица 3 – Физико-химические показатели зефира с добавлением антоцианового пигмента

Table 3 – Physical and chemical parameters of marshmallow containing anthocyanin pigment

Наименование показателя	Нормативный показатель	Зефир с добавлением антоцианового пигмента жимолости	Зефир с добавлением антоцианового пигмента черной смородины
Массовая доля влаги, %	не более 25	9,8	9,9
Массовая доля золы, не растворимой в растворе соляной кислоты с массовой долей 10 %, %	не более 0,05	0,044 ± 0,007	0,039 ± 0,007
Массовая доля общей сернистой кислоты, %	не более 0,01	0,0096 ± 0,0017	0,0065 ± 0,0012

Физико-химические показатели зефира с добавлением 6 % антоцианового пигмента жимолости и черной смородины представлены в табл. 3.

Результаты исследований показали, что все физико-химические показатели зефира с добавлением 6 % антоцианового пигмента жимолости и черной смородины соответствуют нормативным значениям.

Таким образом, введение желатина в раствор антоцианового пигмента жимолости и черной смородины оказывает различное влияние на степень его выделения, вызывая как ее понижение, так и повышение. Кроме того, применение антоцианового пигмента для придания окраски зефиру позволяет получить продукт приятного вкуса и насыщенного розового цвета.

Список литературы

1. Бакин, И. А. Изучение химического состава ягод черной смородины в процессе переработки / И. А. Бакин, А. С. Мустафина, П. Н. Лунин // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 6. – С. 159–162.

2. Сборник основных рецептур сахаристых кондитерских изделий / Сост. Н. С. Павлова. – СПб. : ГИОРД, 2000. – 232 с.

3. Причко, Т. Г. Химический состав ягод черной смородины, произрастающей на юге России / Т. Г. Причко, М. Г. Германова // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. – 2014. – № 5. – С. 93–96.

4. Танчев, С. С. Антоцианы в плодах и овощах / С. С. Танчев. – М. : Пищевая промышленность, 1980. – 304 с.

5. Влияние желатина на степень выделения антоцианового пигмента из ягодного сырья / Н. Ю. Чеснокова [и др.] // Новая наука: от идеи к результату. – 2016. – № 12-3. – С. 172–175.

6. Плоды жимолости синеплодной как источник антоцианов / А. Н. Чулков [и др.] // Химия растительного сырья. – 2011. – № 4. – С. 173–176.

7. Antocyanins content and antioxidant capacity of Corinthian currants (*Vitris Vinifera L. var. Apyrena*) / A. Chiou [et al.] // Food Chemistry. – 2014. – № 146. – P. 157–165.

8. Enhanced stability of anthocyanin-based color in model beverage systems through whey protein isolate complexation / C. Chung [et al.] // Food Research international. – 2015. – № 7. – P. 761–768.

9. Flanigan, P. M. Effect of cultivar on phenolic levels, anthocyanin composition, and antioxidant properties in purple basil (*Ocimum basilicum L.*) / P. M. Flanigan, E. D. Niemeyer // Food Chemistry. – 2014. – № 164. – P. 518–526.

10. Colour retention, anthocyanin stability and antioxidant capacity in black carrot (Daucus carota) jan and marmalades: Effect of processing storage conditions and in vitro gastrointestinal digestion / S. Kamiloglu [et al.] // Journal of functional foods. – 2015 – № 13. – P. 1–10.

11. Lule, S. U. Food phenolics, pros and cons: a review / S. U. Lule, W. Xia // Food Reviews International. – 2005. – № 21 (4). – P. 367–388.

12. Anthocyanin and antioxidant activity of snacks with coloured potato / A. Nems [et al.] // Food Chemistry. – 2015. – № 172. – P. 175–182.

13. Effect of the thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of the degradation / A. Patras [et al.] // Trends in food science and technology. – 2010. – Vol. 21 (1). – P. 3–11.

References

1. Bakin I. A., Mustafina A. S., Lunin P. N. Izucheniye khimicheskogo sostava yagod chernoy smorodiny v protsesse pererabotki [The Study of the Black Currant Berries Chemical Composition in the Processing]. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KrasGAU], 2015, no. 6, pp. 159–162.

2. Pavlova N. S. *Sbornik osnovnykh retseptur sakharistykh konditerskikh izdeliy* [Collection of the Basic Recipes for Sugar Confectionery]. St. Petersburg: GIORD, 2000. 232 p.

3. Prichko T. G., Germanova M. G. Khimicheskiy sostav yagod chernoy smorodiny proizrastayushchey na yuge Rossii [Chemical Composition of Black Currant Berries Growing in the South of Russia]. *Sel'skokhozyaistvennyye nauki I agropromyshlennyy complex na rubezhe vekov* [Agricultural Sciences and Agro-industrial Complex on the Cusp of the Centuries], 2014, no. 5, pp. 93–96.

4. Tanchev S. S. *Antotsiany v plodakh I ovoshchakh* [Anthocyanins in Fruits and Vegetables]. Moscow: Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1980. 304 p.

5. Chesnokova N. Yu., Levochkina L. V., Prikhodko Yu. V., Kuznetsova A. A., Shevchenko Yu. V. Vliyanie zhelatina na stepen' vydeleniya antotsianovogo pigmenta iz yagodnogo syr'ya [Influence of Gelatin on the Degree of Isolation of Anthocyanin Pigment from Berry Raw Materials]. *Novaya nauka: ot idei k resul'tatu* [New Science: from Idea to the Result], 2016, no. 12-3, pp. 172–175.

6. Chulkov A. N., Gostishchev D. A., Deineka V. I., Pisarev D. I. Sorokopudov V. N., Sazonov S. A. Plody zhimolosti sineplodnoy kak istochnik antotsianov [Honeysuckle berries as a Source of Anthocyanins]. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of plant raw material], 2011, no. 4, pp. 173–176.

7. Chiou A, Panagopoulou E., Gatzali F., De Marchi S., Karathanos V. Antocyanins Content and Antioxidant Capacity of Corinthian Currants (*Vitris Vinifera L.* var. *Apyrena*). *Food Chemistry,* 2014, no. 146. pp. 157–165. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.09.062.

8. Chung C., Rojanasasithara T., Mutilangi W., Mc Clements D. Enhanced stability of anthocyanin-based color in model beverage systems through whey protein isolate complexation. *Food Research international*, 2015, no. 7, pp. 761-768. DOI: 10.1016/j.foodres.2015.07.003.

9. Flanigan P. M., Niemeyer E. D. Effect of cultivar on phenolic levels, anthocyanin composition, and antioxidant properties in purple basil *(Ocimum basilicum L.). Food Chemistry*, 2014, no. 164, pp. 518–526. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.05.061.

10. Kamiloglu S., Pasli A., Ozcelir B., Camp J., Capanoglu E. Colour Retention, Anthocyanin Stability and Antioxidant Capacity in Black Carrot *(Daucus carota)* Jams and Marmalades: Effect of Processing Storage Conditions and *in Vitro* Gastrointestinal Digestion. *Journal of Functional Foods,* 2015, no. 13, pp. 1–10. DOI: 10.1016/j.jff.2014.12.021.

11. Lule S. U., Xia, W. Food Phenolics, Pros and Cons: a Review. *Food Reviews International*, 2005, vol. 21, no. 4, pp. 367–388. DOI: 10.1080/87559120500222862.

12. Nems A., Peksa A., Kucharska A., Sokol-Letowska A., Kita A., Drozdz W., Hamouz K. Anthocyanin and Antioxidant Activity of Snacks with Coloured Potato. *Food Chemistry,* 2015, no. 172, pp. 175–182. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.09.033.

13. Patas A., Brunton N., O·Donnell C., Yiwari B. Effect of the Thermal Processing on Anthocyanin Stability in Foods; Mechanisms and Kinetics of the Degradation. *Trends in Food Science and Technology,* 2010, no. 21, pp. 3–11. DOI: 10.1016/j.tifs.2009.07.004.

Чеснокова Наталья Юрьевна
канд. биол. наук, доцент департамента пищевых наук и технологий, Школа биомедицины, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», 690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, e-mail: chesn_natali@mail.ru

Natalia Yu. Chesnokova
Cand. Sci. (Biol.), Associate Professor of the Department of Food Science and Technology, School of Biomedicine, Far Eastern Federal University, 8, Sukhanova Str., Vladivostok, 690950, Russia, e-mail: chesn_natali@mail.ru

Левочкина Людмила Владимировна
канд. техн. наук, доцент департамента пищевых наук и технологий, школа биомедицины, ФГБОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», 690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, e-mail: vovslev@yandex.ru

Lyudmila V. Levochkina
Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor of the Department of Food Science and Technology, School of Biomedicine, Far Eastern Federal University, 8, Sukhanova Str., Vladivostok, 690950, Russia, e-mail: vovslev@yandex.ru

Приходько Юрий Вадимович
д-р техн. наук, профессор, директор департамента пищевых наук и технологий, школа биомедицины, ФГБОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», 690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, e-mail: vv.prikhodko@mail.ru

Yuri V. Prikhodko
Dr. Sci. (Eng.), Professor, Head of the Department of Food Science and Technology, School of Biomedicine, Far Eastern Federal University, 8, Sukhanova Str., Vladivostok, 690950, Russia, e-mail: vv.prikhodko@mail.ru

Кузнецова Алла Алексеевна
канд. техн. наук, доцент департамента пищевых наук и технологий, школа биомедицины, ФГБОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», 690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, e-mail: alku1965@mail.ru

Alla A. Kuznetsova
Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor of the Department of Food Science and Technology, School of Biomedicine, Far Eastern Federal University, 8, Sukhanova Str., Vladivostok, 690950, Russia, e-mail:: alku1965@mail.ru

Шевченко Юлия Викторовна
магистр департамента пищевых наук и технологий, школа биомедицины, ФГБОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», 690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, e-mail: uliya15.95@mail.ru

Yulia V. Shevchenko
Undergraduate of the Department of Food Science and Technology, School of Biomedicine, Far Eastern Federal University, 8, Sukhanova Str., 690950, Vladivostok, Russia, e-mail: uliya15.95@mail.ru