

ВЛИЯНИЕ ГЛОБУЛЯРНЫХ БЕЛКОВ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ
АНТОЦИАНОВОГО ПИГМЕНТА ИЗ ЯГОДНОГО СЫРЬЯ

N.Yu. Chesnokova, L.V. Levochkina,
A.A. Kuznetsova, L.V. Kushnarenko

THE INFLUENCE OF GLOBULAR PROTEINS ON THE DEGREE OF SEPARATION
OF ANETOCYANIN PIGMENT FROM BERRY RAW MATERIALS

Чеснокова Наталья Юрьевна – канд. биол. наук, доц. Департамента пищевых наук и технологий Школы биомедицины Дальневосточного федерального университета, г. Владивосток.

E-mail: chesn_natali@mail.ru

Левочкина Людмила Владимировна – канд. техн. наук, проф. Департамента пищевых наук и технологий Школы биомедицины Дальневосточного федерального университета, г. Владивосток.

E-mail: vovslev@yandex.ru

Кузнецова Алла Алексеевна – канд. техн. наук, доц. Департамента пищевых наук и технологий Школы биомедицины Дальневосточного федерального университета, г. Владивосток.

E-mail: alku1965@mail.ru

Кушнаренко Людмила Владимировна – канд. техн. наук, доц. Департамента пищевых наук и технологий Школы биомедицины Дальневосточного федерального университета, г. Владивосток.

E-mail: karavai83l@mail.ru

Chesnokova Natalya Yuryevna – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Department of Food Sciences and Technologies, School of Biomedicine, Far Eastern Federal University, Vladivostok.

E-mail: chesn_natali@mail.ru

Levochkina Lyudmila Vladimirovna – Cand. Techn. Sci., Prof., Department of Food Sciences and Technologies, School of Biomedicine, Far Eastern Federal University, Vladivostok.

E-mail: vovslev@yandex.ru

Kuznetsova Alla Alexeyevna – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Department of Food Sciences and Technologies, School of Biomedicine, Far Eastern Federal University, Vladivostok.

E-mail: alku1965@mail.ru

Kushnarenko Lyudmila Vladimirovna – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Department of Food Sciences and Technologies, School of Biomedicine, Far Eastern Federal University, Vladivostok.

E-mail: karavai83l@mail.ru

Изучено влияние полимеров белковой природы – яичного альбумина и БСА (бычьего сывороточного альбумина) на интенсивность извлечения антоцианового пигмента жимолости и черной смородины. Установлено, что введение в систему яичного альбумина и БСА влияет на интенсивность извлечения антоцианового пигмента. Введение в раствор 0,1 % яичного альбумина или БСА позволяет наиболее интенсивно выделять антоциановый пигмент из ягодного сырья. Степень извлечения антоцианового пигмента из ягод жимолости и черной смородины в присутствии 0,1 % яичного альбумина увеличивается в 1,5 и 0,8 раза, в присутствии 0,1 % БСА повышается в 1,2 и 1,6 раза соответственно. Увеличение содержания белков в системе приводит к снижению интенсивности извлече-

ния антоцианового пигмента. Степень извлечения антоцианового пигмента из ягод жимолости и черной смородины при содержании в растворе 4 % БСА уменьшается в 1,8 и 5 раз соответственно. Повышение количества яичного альбумина до 4 % приводит к помутнению раствора антоцианового пигмента. Установлена зависимость степени извлечения антоцианового пигмента от pH раствора, содержащего пигмент и белок. Показано, что максимальной степени извлечения соответствует наименьшее значение pH раствора. Значения pH раствора антоцианового пигмента жимолости и черной смородины в присутствии 1 % яичного альбумина составляет 3,66 и 3,46, в присутствии 1 % БСА – 3,90 и 3,46 соответственно. Увеличение содержания в растворе белка приводит

к повышению его pH. Разработана технология приготовления зефира с добавлением комплекса «антоциановый пигмент – яичный альбумин». Наилучшими органолептическими показателями обладал зефир с добавлением комплекса, содержащего 6 % антоцианового пигмента и 2 % яичного альбумина. Кроме того, зефир с добавлением комплекса, содержащего 6 % антоцианового пигмента и 2 % яичного альбумина, имел пышную однородную консистенцию и хорошую формуемость.

Ключевые слова: черная смородина, жимолость, антоциановый пигмент, яичный альбумин, бычий сывороточный альбумин, комплекс «антоциановый пигмент – яичный альбумин», зефир.

The influence of polymers of protein nature – egg albumin and bovine serum albumin, on the extraction rate of anthocyanin pigment honeysuckle and black currant was studied. It was found that the introduction of egg albumin and bovine serum albumin into the system affected the intensity of extraction of anthocyanin pigment. The introduction of 0.1 % egg albumin and bovine serum albumin into the solution allowed the most intensive isolation of anthocyanin pigment from the honeysuckle and black currant. The degree of extraction of anthocyanin pigment from honeysuckle and black currant at 0.1 % egg albumin increased by 1.5 and 0.8 times, in presence of 0.1 % bovine serum albumin increased by 1.2 and 1.6 times, respectively. An increase in protein content in the system led to the decrease in the intensity of anthocyanin pigment extraction. The degree of extraction of anthocyanin pigment from honeysuckle and black currant with the content of 4 % bovine serum albumin in the solution decreased by 1.8 and 5 times, respectively. Increasing the amount of egg albumin to 4 % led to clouding of anthocyanin pigment solution. The dependence of the degree of extraction of anthocyanin pigment on pH of pigment and protein solution was established. It was shown that the lowest pH of the system corresponded to the maximum degree of extraction. The values of pH of anthocyanin pigment of honeysuckle and blackcurrant in the presence of 1 % egg albumin were 3.66 and 3.46; in the presence of 1 % bovine serum albumin they were 3.9 and 3.46, respectively. An increase in protein content in the system led to the increase in pH of the system. The technology was developed for the preparation of marshmallows with the addition of anthocyanin pigment-egg albumin complex. Marshmallows with the addition of the complex containing 6 % anthocyanin pigment and

2 % egg albumin possessed the best organoleptic characteristics. In addition, the marshmallows with the addition of the complex containing 6 % anthocyanin pigment and 2 % egg albumin had fluffy uniform consistency and good shape stability.

Keywords: black currant, honeysuckle, anthocyanin pigment, egg albumin, bovine serum albumin, anthocyanin pigment-egg albumin complex, marshmallows.

Введение. В настоящее время уделяется большое внимание здоровому питанию, и у потребителей популярными становятся безопасные продукты высокого качества, содержащие биологически активные вещества и обладающие выраженными фармакологическими и антирадикальными свойствами. Здоровая пища должна оказывать на организм человека лечебное действие, помогать бороться со стрессами и неблагоприятным воздействием окружающей среды. В этой связи возрастает интерес к натуральным ингредиентам, содержащим биологически активные и вкусо-ароматические вещества, которые придают готовым продуктам не только привлекательный вид, но и естественный аромат, вкус и повышают пищевую ценность.

Среди натуральных растительных ингредиентов, способных придавать продуктам широкие спектры цветовых оттенков, а также обеспечивать их вкусовые характеристики, важное место занимают антоциановые пигменты. По своей структуре антоцианы представляют собой фенольные соединения, являющиеся моно- и дигликозидами, содержащими в качестве агликона антоцианидинагидрокси- и метоксизамещенные соли флавилия (2-фенилхроменилия) [1].

Экстракты антоциановых пигментов, кроме красящих компонентов, содержат в своем составе полезные биологически активные вещества: витамины, гликозиды, органические кислоты, микроэлементы. Данные соединения обладают множеством полезных фармакологических свойств: снижают уровень вредного холестерина, препятствуют образованию тромбов, повышают эластичность сосудов, ускоряют заживление ран, благоприятно влияют на зрение, способствуют профилактике онкологических заболеваний [2–4]. Кроме того, антоциановые пигменты обладают выраженной антирадикальной активностью [5, 6].

Существует множество способов интенсификации экстрагирования антоциановых пигментов [7–9] из растительного сырья, однако вопрос использования новых технологий для более полного

извлечения пигментов остается актуальным. Кроме того, многие соединения, используемые для выделения антоциановых пигментов, способны образовывать с ними стойкие комплексы [10], что может оказывать существенное влияние на их свойства и, в конечном счете, на качество готовых изделий, изменяя их характеристики.

Цель работы. Исследование влияния полимеров белковой природы на интенсивность экстрагирования антоцианового пигмента, выделенного из жимолости и черной смородины, и использования комплекса *антоциановый пигмент – яичный альбумин* для производства зефира.

Задачи исследования: установление влияния яичного и бычьего сывороточного альбуминов на интенсивность экстрагирования антоцианового пигмента, выделенного из жимолости и черной смородины, а также исследование возможности использования комплекса *пигмент – белок* в производстве зефира.

Объекты и методы исследования. В качестве объектов для выделения антоцианового пигмента использовали ягоды жимолости (*Lonicera tatarica* L.) и черной смородины (*Ribes nigrum*). Экстракцию проводили водными (0,1; 0,5; 2 и 4 %) растворами яичного альбумина и БСА (бычьего сывороточного альбумина).

Грубоизмельченное размороженное ягодное сырье обрабатывали водными растворами яич-

ного альбумина и БСА в соотношении 6:100 при 70 °С в течение 1 ч, затем отфильтровывали. Интенсивность окраски растворов определяли по величине оптической плотности на спектрофотометре «SHIMADZUUV-1800» (Япония) в интервале длин волн 400–800 нм.

Измерение влаги полученных изделий проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 5900-2014. Определение массовой доли золы, нерастворимой в растворе соляной кислоты с массовой долей 10 % в зефире, проводили в соответствии с ГОСТ 5901-2014. Определение массовой доли сернистой кислоты в зефире – в соответствии с ГОСТ 26811-14.

Результаты исследования и их обсуждение. 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 студнеобразователей белковой природы – яичного альбумина и БСА, на интенсивность извлечения антоцианового пигмента жимолости и черной смородины. Зависимость интенсивности извлечения антоцианового пигмента жимолости и черной смородины от содержания в реакционной среде яичного альбумина и БСА представлена на рисунках 1 и 2.

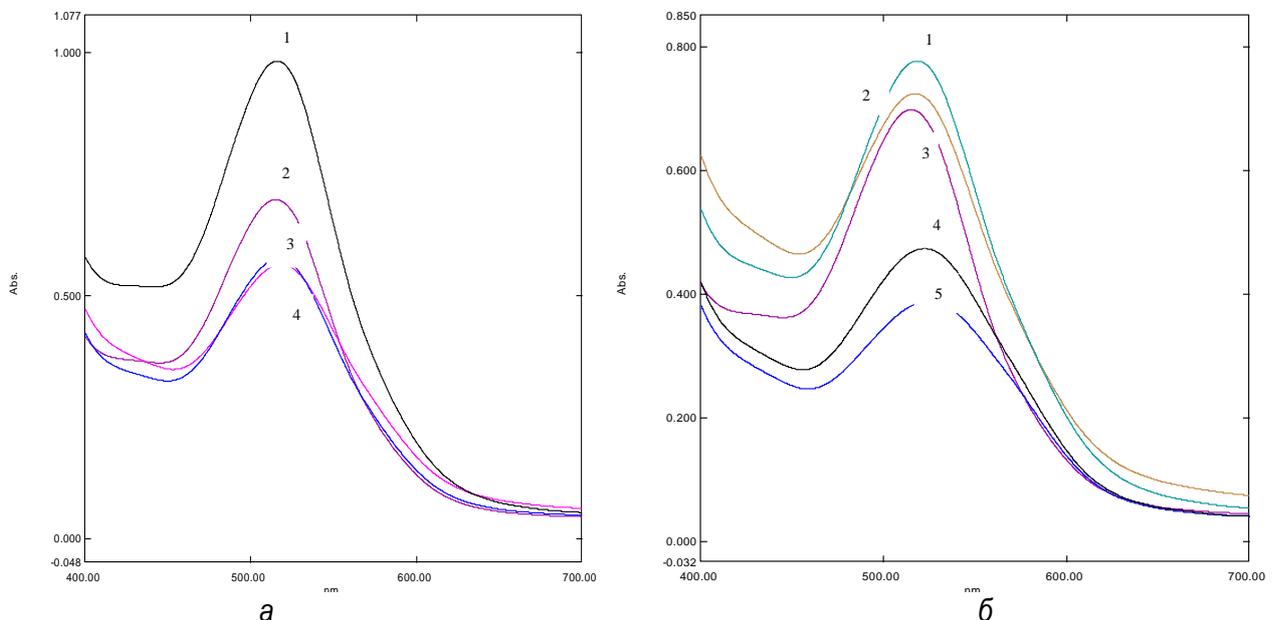


Рис. 1. Зависимость интенсивности извлечения антоцианового пигмента жимолости от присутствия в реакционной среде: а – яичного альбумина:

1 – 0,1 %; 2 – антоциановый пигмент без добавления белка; 3 – 0,5 %; 4 – 2 %;

б – БСА: 1 – 0,1 %; 2 – 0,5 %; 3 – антоциановый пигмент без добавления белка; 4 – 2 %; 5 – 4 %

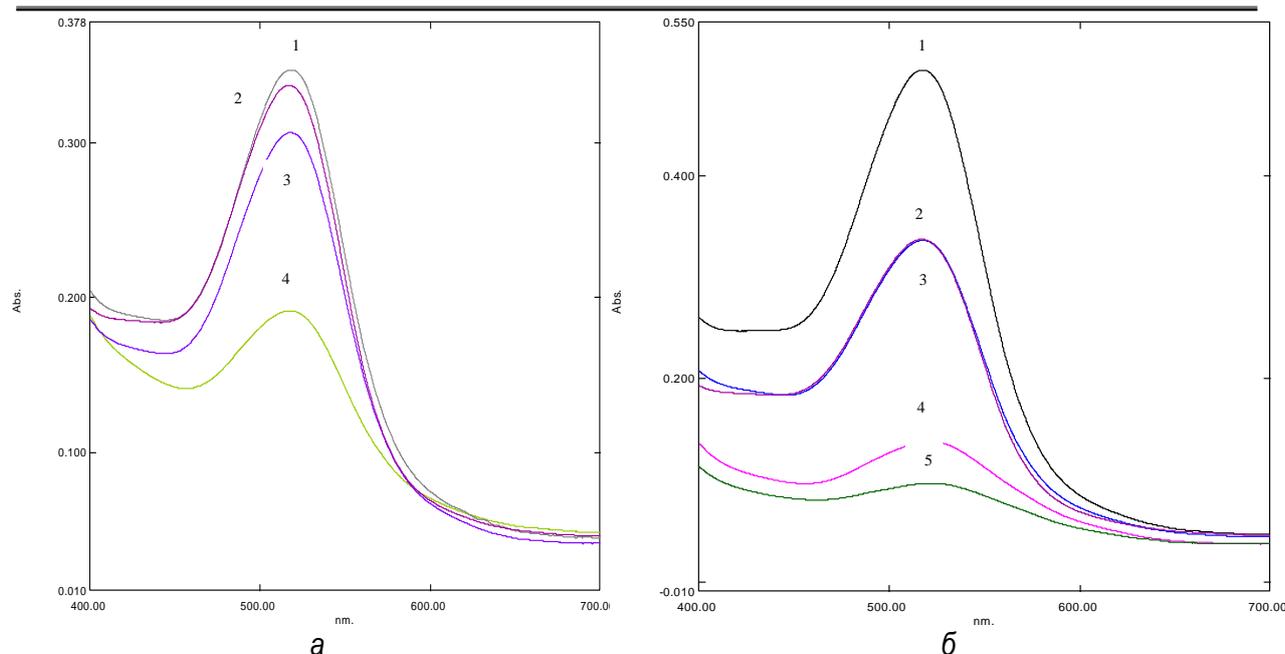


Рис. 2. Зависимость интенсивности извлечения антоцианового пигмента черной смородины от присутствия в реакционной среде: а – яичного альбумина: 1 – 0,1 %; 2 – антоциановый пигмент без добавления белка; 3 – 0,5 %; 4 – 2 %; б – БСА: 1 – 0,1 %; 2 – 0,5 %; 3 – антоциановый пигмент без добавления белка; 4 – 2 %; 5 – 4 %

Из представленных результатов видно, что интенсивность извлечения антоцианового пигмента зависит от присутствия в реакционной среде исследуемых полимеров белковой природы – яичного альбумина и БСА. Максимальное извлечение антоцианового пигмента жимолости и черной смородины наблюдается при введении в испытуемый раствор 0,1 % яичного альбумина. Степень извлечения пигмента увеличивается в 1,5 и 0,8 раза соответственно. Установлено, что повышение содержания яичного альбумина в растворе приводит к снижению интенсивности извлечения антоцианового пигмента. Введение в систему 2 % яичного альбумина снижает степень извлечения антоцианового пигмента жимолости и черной смородины в 1,2 и 1,6 раза соответственно. Повышение количества яичного альбумина до 4 % приводит к помутнению раствора антоцианового пигмента, что говорит о коагуляционных изменениях в молекуле белка.

Максимум извлечения антоцианового пигмента жимолости и черной смородины в присутствии БСА (рис. 2) также наблюдается при 0,1 % содержании белка в растворе. Степень извлечения антоцианового пигмента в присутствии 0,1 % БСА увеличивается в 1,2 и 1,6 раза соответственно. При дальнейшем добавлении БСА наблюдается, как и в присутствии яичного альбумина, снижение

интенсивности извлечения антоцианового пигмента. Степень извлечения антоцианового пигмента при содержании в растворе 4 % БСА уменьшается в 1,8 и 5 раз соответственно.

Как было отмечено ранее [11], разное влияние белков на степень извлечения антоцианового пигмента зависит от pH системы. Значения pH растворов антоцианового пигмента жимолости и черной смородины в присутствии яичного альбумина и БСА представлены на рисунках 3 и 4.

Анализ зависимости интенсивности окраски системы *пигмент – белок* (см. рис. 1 и 2) от величины pH растворов антоцианового пигмента жимолости и черной смородины в присутствии яичного альбумина и БСА показывает, что максимальной степени извлечения соответствует наиболее кислая среда. Значения pH системы антоцианового пигмента жимолости и черной смородины в присутствии 1 % яичного альбумина составляет 3,66 и 3,46 соответственно. Значения pH системы антоцианового пигмента жимолости и черной смородины в присутствии 1 % БСА составляет 3,90 и 3,46 соответственно. Увеличение содержания в системе белка приводит к повышению pH системы, в данном случае независимо от вида исследуемого белка. Так, при введении в раствор антоцианового пигмента жимолости и черной смородины 2 %

яичного альбумина значения pH системы увеличиваются и достигают 4,10 и 3,74 соответственно. Аналогичное повышение pH раствора наблюдается при использовании для выделе-

ния антоцианового пигмента 0,5 %, 2 и 4 % БСА. Значения pH антоцианового пигмента жимолости и черной смородины в присутствии 4 % БСА составляют 4,55 и 4,30 соответственно.

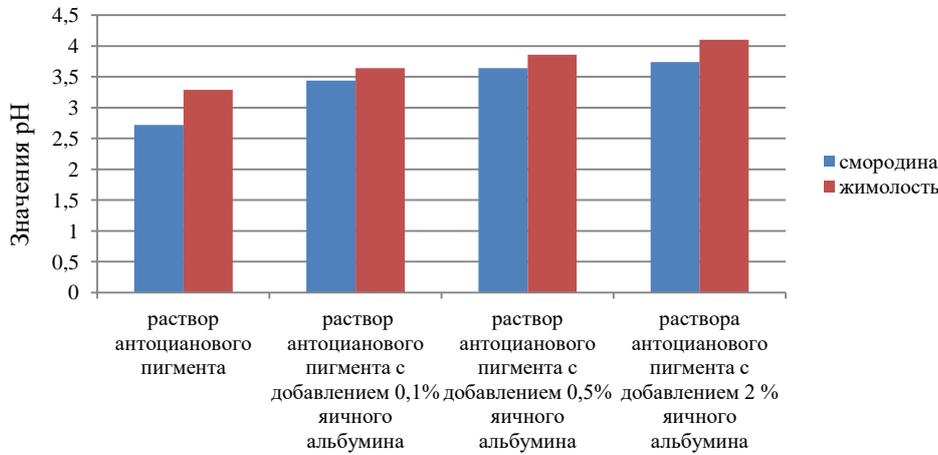


Рис. 3. pH растворов антоцианового пигмента с добавлением яичного альбумина

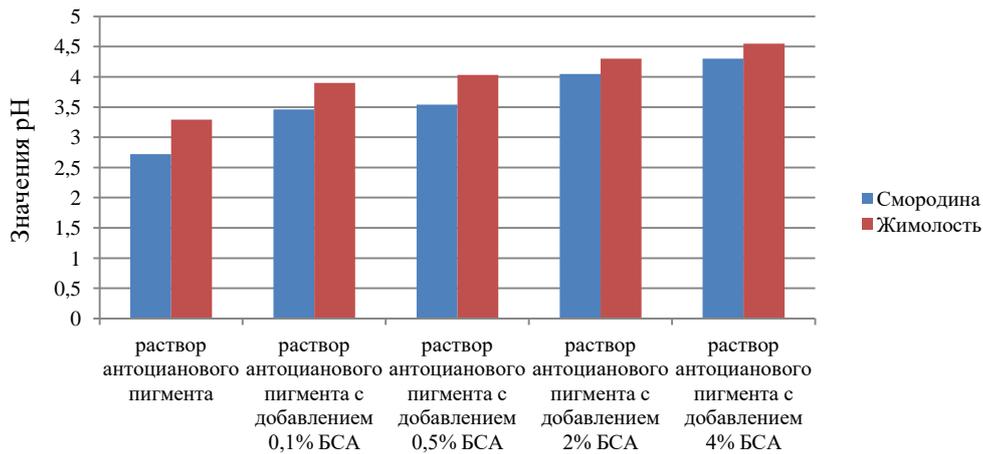


Рис. 4. pH раствора антоцианового пигмента с добавлением БСА

В кислой среде, по-видимому, наблюдается более полное связывание положительно заряженных аминокетильных групп молекулы белка с ОН-группами антоцианов. Увеличение содержания белков в системе антоцианового пигмента увеличивает значения pH системы и приближает ее к значениям ИЭТ белков (ИЭТ альбумина – 4,8, БСА – 4,9), где наблюдается наименьшее взаимодействие яичного альбумина и БСА с молекулами антоцианов за счет снижения степени ионизации белков.

Таким образом, введение в раствор антоцианового пигмента белков влияет на интенсивность извлечения антоцианового пигмента. Наиболее интенсивно антоциановый пигмент выделяется в присутствии 0,1 % яичного альбумина и БСА. Увеличение белков в системе приводит к падению интенсивности извлечения антоцианового пигмента.

Применение антоцианового пигмента весьма перспективно для окраски желированных десертов в розовые и красные цвета. В качестве объ-

екта окрашивания был выбран зефир. Зефир готовили по унифицированной рецептуре в соответствии с классической технологией [12], заменяя воду на раствор антоцианового пигмента. В антоциановый пигмент жимолости и черной смородины добавляли в виде жидкого комплекса яичный альбумин. Было приготовлено четыре образца зефира с добавлением комплекса, содержащего антоциановый пигмент и 1–4 % яичного альбумина. Количество пигмента, входящего в изделие, было определено в предыдущих исследованиях [11], где показано, что наилучшими органолептическими показателями обладал зефир, содержащий 6 % раствор антоцианового пигмента.

Органолептическая оценка образцов зефира с добавлением комплекса *антоциановый пигмент – яичный альбумин* представлена в таб-

лицах 1 и 2. В качестве контроля использовали зефир без добавления комплекса.

Наилучшими органолептическими показателями обладал зефир с добавлением комплекса, содержащего 6 % антоцианового пигмента черной смородины и 2 % яичного альбумина. При данном содержании антоцианового пигмента и яичного альбумина зефир приобретал розово-фиолетовый либо розовый цвет и насыщенный горько-сладкий вкус жимолости или кисло-сладкий смородиновый вкус. Кроме того, зефир с добавлением комплекса, содержащего 6 % антоцианового пигмента и 2 % яичного альбумина, имел пышную однородную консистенцию и хорошую формоустойчивость.

Физико-химические показатели и показатели безопасности зефира с добавлением комплекса *антоциановый пигмент – яичный альбумин* представлены в таблице 3.

Таблица 1

Органолептическая оценка образцов зефира с добавлением комплекса *антоциановый пигмент жимолости – яичный альбумин*

Показатель	Контроль	Комплекс <i>антоциановый пигмент – 1 % яичный альбумин</i>	Комплекс <i>антоциановый пигмент – 2 % яичный альбумин</i>	Комплекс <i>антоциановый пигмент – 3 % яичный альбумин</i>	Комплекс <i>антоциановый пигмент – 4 % яичный альбумин</i>
Внешний вид	Белая воздушная масса	Розово-фиолетовая воздушная масса	Розово-фиолетовая воздушная масса	Розово-фиолетовая воздушная масса	Бледно-фиолетовая воздушная масса
Формоустойчивость	Имеет равномерную форму, сохраняет рисунок на поверхности	Расплывается, не имеет четкой формы, не сохраняет рисунок на поверхности	Имеет равномерную форму, сохраняет рисунок на поверхности	Имеет равномерную форму, сохраняет рисунок на поверхности	Расплывается, не имеет четкой формы, не сохраняет рисунок на поверхности
Цвет	Белый	Выраженный розово-фиолетовый	Выраженный розово-фиолетовый	Выраженный розово-фиолетовый	Бледно-фиолетовый
Консистенция	Воздушная однородная	Жидкая однородная	Воздушная однородная	Воздушная однородная	Жидкая, неоднородная, с включениями коагулированного белка
Запах	Легкий запах печеных яблок	Выраженный запах жимолости	Выраженный запах жимолости	Выраженный запах жимолости и яичного альбумина	Выраженный запах жимолости и яичного альбумина
Вкус	Сладкий	Насыщенный кисло-сладкий вкус с характерной горечью	Насыщенный кисло-сладкий вкус с характерной горечью	Насыщенный кисло-сладкий вкус с характерной горечью	Насыщенный кисло-сладкий вкус с характерной горечью

Таблица 2

**Органолептическая оценка образцов зефира с добавлением комплекса
антоциановый пигмент черной смородины – яичный альбумин**

Показатель	Контроль	Комплекс антоциановый пигмент – 1% яичный альбумин	Комплекс антоциановый пигмент – 2% яичный альбумин	Комплекс антоциановый пигмент – 3% яичный альбумин	Комплекс антоциановый пигмент – 4% яичный альбумин
Внешний вид	Белая воздушная масса	Розовая воздушная масса	Розовая воздушная масса	Розовая воздушная масса	Бледно-розовая воздушная масса
Формоустойчивость	Имеет равномерную форму, сохраняет рисунок на поверхности	Расплывается, не имеет четкой формы, не сохраняет рисунок на поверхности	Имеет равномерную форму, сохраняет рисунок на поверхности	Имеет равномерную форму, сохраняет рисунок на поверхности	Расплывается, не имеет четкой формы, не сохраняет рисунок на поверхности
Цвет	Белый	Выраженный розовый	Выраженный розовый	Выраженный розовый	Бледно-розовый
Консистенция	Воздушная однородная	Жидкая однородная	Воздушная однородная	Воздушная однородная	Жидкая, неоднородная с включениями коагулированного белка
Запах	Легкий запах печеных яблок	Выраженный запах черной смородины	Выраженный запах черной смородины	Выраженный запах черной смородины и яичного альбумина	Выраженный запах черной смородины и яичного альбумина
Вкус	Сладкий	Насыщенный кисло-сладкий вкус	Насыщенный кисло-сладкий вкус	Насыщенный кисло-сладкий вкус с горчинкой	Насыщенный кисло-сладкий вкус с горчинкой

Таблица 3

**Физико-химические показатели и показатели безопасности зефира с добавлением комплекса
антоциановый пигмент – яичный альбумин**

Показатель	Нормативный показатель	Зефир с добавлением комплекса антоциановый пигмент жимолости – яичный альбумин	Зефир с добавлением комплекса антоциановый пигмент черной смородины – яичный альбумин
1	2	3	4
<i>Физико-химические показатели</i>			
Массовая доля влаги, %	-	20,7±0,4	16,6±0,4
Массовая доля золы, нерастворимой в растворе соляной кислоты с массовой долей 10 %, %	-	0,100±0,007	0,081±0,007
Массовая доля общей сернистой кислоты, %	-	0,009±0,001	0,010±0,001
<i>Показатели безопасности</i>			
Токсичные элементы, мг/кг:			
свинец	1,0	<0,04	<0,04
мышьяк	1,0	0,022±0,009	0,026±0,01

1	2	3	4
<i>Микробиологические показатели</i>			
Патогенные, в том числе сальмонеллы, в 25 г	Не доп.	Отс.	Не обн.
КМАФАнМ, КОЕ/г	Не более 1×10^3	<100	<100
БГКП (колиформы), в 1,0 г	Не доп.	Отс.	Отс.
Плесени, КОЕ/г	Не более 100	<10	<10
Дрожжи, КОЕ/г	Не более 50	<10	<10

Результаты исследований показали, что все физико-химические показатели и показатели безопасности зефира с добавлением комплекса антоциановый пигмент – яичный альбумин соответствуют нормативным значениям.

Выводы. Таким образом, введение в систему яичного альбумина и БСА влияет на интенсивность извлечения антоцианового пигмента из ягод жимолости и черной смородины. Введение в раствор 0,1 % яичного альбумина и БСА позволяет наиболее интенсивно выделять антоциановый пигмент из ягод смородины и жимолости. Увеличение белков в системе приводит к падению интенсивности извлечения антоцианового пигмента. Установлена зависимость степени извлечения антоцианового пигмента от pH раствора, содержащего пигмент и белок. Показано, что максимальной степени извлечения соответствует наименьшее значение pH системы. Рассмотрена возможность использования комплекса антоциановый пигмент – яичный альбумин в производстве зефира. Наилучшими органолептическими показателями обладал зефир с добавлением комплекса, содержащего 6 % антоцианового пигмента и 2 % яичного альбумина.

Литература

1. Britton G. (1986). *Biokhimiya prirodnykh pigmentov* [Biochemistry of natural pigments]. – М., 422 с. [Cambridge University Press, Cambridge, 1983].
2. Mineo S., Noguchi A., Nagakura Y., Kobori K., Ohta T., Sakaguchi E. Ichiyanagi T. Boysenberry polyphenols suppressed elevation of plasma triglyceride levels in rats // *J. of Nutritional Science and Vitaminology*. – 2015. – 61(4). – 306–312.
3. Sorrenti V., Vanella L., Acquaviva R., Cardile V., Giofre S., Di Giacomo Cyanidin induces apoptosis and differentiation in prostate cancer cells. *International / J. of Oncology*. – 2015. – 47(4). – 1303–1210.
4. Mazewski C., Liang K., Gozalez de Mejia E. Inhibitory potential of anthocyanin-rich purple and red corn extracts on human colorectal cancer cell proliferation in vitro // *J. of Functional Foods*. – 2017. – 34. – 254–265.
5. Nems A., Peksa A., Kucharska A., Sokol-Letowska A., Kita A., Drozd W., Hamouz K. (2015). Anthocyanin and antioxidant activity of snacks with colored potato // *Food Chemistry*. – 2012. – 172. – 175–182.
6. 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. – 164. – 518–526.
7. Jampani C., Rahavarao K. Process integration for purification and concentration of red cabbage (*Brassica oleracea* L.) anthocyanins // *Separation and Purification Technology*. – 2015. – 141. – 10–16.
8. Liu S., Fu Y., Nian S. Buffering color fluctuation of purple sweet potato anthocyanins to acidity variation by surfactants // *Food Chemistry*. – 2014. – 162. – 16–21.
9. Valdes A., Vidal L., Beltran A., Canals S., Garrigos M.C. Microwave-assisted extraction of phenolic compounds from almond skin by-products (*Prunus amygdalus*) a multivariate analysis approach // *J. Agric Food Chem*. – 2015. – 63. – 5395–5402.
10. Chesnokova N.Yu., Levochkina L.V., Prikhod'ko Yu.V., Kuznetsova A.A., Vladykina T.V. Influence of polysaccharide functional groups on the extraction degree of blackcurrant anthocyanins // *Food Chemistry*. – 2017. – 220. – 100–107.

- rant anthocyanin pigment // *Pharm Sci. & Res.* – 2018. – 10(3). – 659–661.
11. Влияние желатина на степень выделения антоцианового пигмента жимолости и черной смородины / Н.Ю. Чеснокова, Л.В. Левочкина, Ю.В. Приходько [и др.] // *Техника и технология пищевых производств.* – 2017. – № 4(47). – С. 92–97.
 12. Сборник основных рецептур сахаристых кондитерских изделий / сост. Н.С. Павлова. – СПб.: ГИОРД, 2000. – 232 с.
 6. 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. – 164. – 518–526.
 7. Jampani C., Rahavarao K. Process integration for purification and concentration of red cabbage (*Brassica oleracea* L.) anthocyanins // *Separation and Purification Technology.* – 2015. – 141. – 10–16.
 8. Liu S., Fu Y., Nian S. Buffering color fluctuation of purple sweet potato anthocyanins to acidity variation by surfactants // *Food Chemistry.* – 2014. – 162. – 16–21.
 9. Valdes A., Vidal L., Beltran A., Canals S., Garrigos M.C. Microwave-assisted extraction of phenolic compounds from almond skin by-products (*Prunus amygdalus*) a multivariate analysis approach // *J. Agric Food Chem.* – 2015. – 63. – 5395–5402.
 10. Chesnokova N.Yu., Levochkina L.V., Prihod'ko Yu.V., Kuznetsova A.A., Vladykina T.V. Influence of polysaccharide functional groups on the extraction degree of blackcurrant anthocyanin pigment // *Pharm Sci. & Res.* – 2018. – 10(3). – 659–661.
 11. Vliyanie zhelatina na stepen' vydeleniya antocianovogo pigmента zhimolosti i chernoj smorodiny / N.Yu. Chesnokova, L.V. Levochkina, Yu.V. Prihod'ko [i dr.] // *Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv.* – 2017. – № 4(47). – С. 92–97.
 12. Sbornik osnovnyh receptur saharistykh konditerskiykh izdeliy / sost. N.S. Pavlova. – SPb.: GIORД, 2000. – 232 s.

Literatura

1. Britton G. (1986). *Biokhimiya prirodnykh pigmentov* [Biochemistry of natural pigments]. – М., 422 s. [Cambridge University Press, Cambridge, 1983].
2. Mineo S., Noguchi A., Nagakura Y., Kobori K., Ohta T., Sakaguchi E. Ichiyanaagi T. Boysenberry polyphenols suppressed elevation of plasma triglyceride levels in rats // *J. of Nutritional Science and Vitaminology.* – 2015. – 61(4). – 306–312.
3. Sorrenti V., Vanella L., Acquaviva R., Cardile V., Giofre S., Di Giacomo Cyanidin induces apoptosis and differentiation in prostate cancer cells. *International / J. of Oncology.* – 2015. – 47(4). – 1303–1210.
4. Mazewski C., Liang K., Gozalez de Mejia E. Inhibitory potential of anthocyanin-rich purple and red corn extracts on human colorectal cancer cell proliferation in vitro // *J. of Functional Foods.* – 2017. – 34. – 254–265.
5. Nems A., Peksa A., Kucharska A., Sokol-Letowska A., Kita A., Drozd W., Hamouz K. (2015). Anthocyanin and antioxidant activity of snacks with colored potato // *Food Chemistry.* – 2012. – 172. – 175–182.

