УДК 663.88

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАПИТКОВ НА МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКЕ С РАСТИТЕЛЬНЫМИ ЭКСТРАКТАМИ

Е.И. Черевач*, Л.А. Теньковская

ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет», 690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8

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

Дата поступления в редакцию: 05.10.2015
Дата принятия в печать: 21.10.2015

В настоящее время большой интерес приобретает расширение ассортимента функциональных напитков на основе молочной сыворотки. Использование растительных экстрактов или их композиций в рецептурах таких напитков является актуальным, так как способствует увеличению в них концентрации биологически активных веществ, в том числе антиоксидантного действия. Поэтому целью настоящего исследования явилась разработка технологии функциональных напитков на основе творожной молочной сыворотки и композиций растительных экстрактов из сырья Дальневосточного региона и мангостина (*Garcinia mangostana L.)*. Методом математического моделирования оптимизирован процесс экстрагирования биологически активных веществ из растений Дальнего Востока (плодов шиповника коричного, ягод клюквы четырехлепестковой, ягод рябины черноплодной, ягод винограда Амурского, ягод актинидии коломикта); установлен синергетический эффект антиоксидантного действия композиций полученных экстрактов с экстрактом мангостина. Разработаны рецептуры и принципиальная технологическая схема напитков «АКТИВ»; установлены концентрации стабилизаторов и наполнителей, обеспечивающие устойчивую гелеобразную структуру напитков. Проведена оценка качества напитков по комплексу показателей в сравнении с аналогом. Предложенная технология позволяет получить гелеобразные напитки на молочной сыворотке, которые являются натуральными продуктами питания; имеют более высокие органолептические показатели и сроки хранения по сравнению с аналогом, а также значимые концентрации функциональных ингредиентов антиоксидантной направленности (флавоноидов, ксантонов, витамина С).

Напитки, молочная сыворотка, растительные экстракты, функциональные ингредиенты, мангостин, биологическая ценность, суммарное содержание антиоксидантов, синергетическое действие, технологическая схема

Введение

В настоящее время большое значение приобретает получение продуктов функционального назначения, в том числе напитков. Напитки на основе молочной сыворотки являются перспективными, так как использование вторичного молочного сырья, образующегося в значительных количествах при производстве сыра, творога и казеина, позволяет повысить их пищевую ценность и снизить себестоимость [1, 2].

Большой интерес представляет возможность регулирования биологической ценности и расширения ассортимента напитков на основе молочной сыворотки посредством введения в рецептуры растительных экстрактов или их композиций, содержащих значимые концентрации биологически активных веществ антиоксидантного действия [3, 4], способствующих предотвращению возникновения ряда патологических состояний организма – стресса, атеросклероза, инфаркта миокарда, злокачественных новообразований и др. При этом без применения консервантов увеличиваются сроки хранения готовых изделий.

В связи с необходимостью поиска новых сильных природных антиоксидантов в последнее время значительный интерес представляют природные соединения полифенольной структуры – ксантоны, высокие концентрации которых содержатся в перикарпии экзотического фрукта мангостин (*Garcinia mangostana L.)*, распространенного в странах Юго-Восточной Азии: Таиланде, Индии, Шри-Ланке, Мьянме, Камбодже, Вьетнаме, Китае и др. [5, 6]. Ксантоны обладают широким спектром физиологического действия: кардиотоническим, диуретическим, желчегонным, психотропным, противоопухолевым, противогрибковым и др. [7, 8].

Многокомпонентные функциональные напитки на основе молочной сыворотки являются, как правило, пищевыми системами с агрегативно-неустойчивой структурой, которые способны при хранении к расслаиванию (образованию осадка). Поэтому в рецептуры таких напитков вводят различные стабилизаторы (пектины, камеди, продукты переработки морских водорослей и др.), которые обеспечивают однородную структуру напитков, без точек гелеобразования, с равномерным распределением частиц наполнителей [9, 10].

Целью настоящего исследования явилась разработка технологии функциональных гелеобразных напитков на основе молочной сыворотки с использованием композиций растительных экстрактов из сырья Дальневосточного региона и мангостина.

Объекты и методы исследований

В качестве основы напитков использовали сыворотку молочную творожную пастеризованную, соответствующую ГОСТ 53438-2009.

Объектами исследования являлись:

– растительное сырье Дальневосточного региона: плоды шиповника коричного (*R. Cinnamomea L.*) – по ГОСТ 1994-93; ягоды клюквы четырехлепестковой (*Oxycoccus Quadripetalis G.*) – по ГОСТ

19215-73; ягоды рябины черноплодной (*Aronia melanocarpa L.*) – по РСТ РСФСР 350-88; ягоды винограда Амурского (*V. Amurensis R.*), ягоды актинидии коломикта (*Actinidia kolomicta M.*) – по нормативной документации. Растительное сырье было собрано в экологически чистых районах юга Приморского края в период лето-осень 2013 г. и высушено на модернизированной сушильной установке активного вентилирования («Конвекс»-I, 28/220, Россия) до содержания влаги не более 10 %. Растительное сырье по показателям безопасности соответствовало требованиям ТР ТС 021/2011 [11];

– экстракт мангостина (*Garcinia mangostana L.*), «Иву Цзянр Био-Технолоджи Ко., Лтд.», КНР – по CODEX STAN 204-1997, санитарно-эпидемиологическое заключение от 23.03.2009г. № 25.ПЦ.01.916.П.000978.03.09;

– водные экстракты из дальневосточных растений и их композиции с экстрактом мангостина при различных количественных соотношениях;

– опытные образцы напитков на основе молочной сыворотки с использованием растительных экстрактов, расфасованные в бутылки из полимерных материалов объемом 250 мл и хранившиеся при температуре (4±2) °С и относительной влажности воздуха (70±2) %.

Определение суммарного содержания антиоксидантов проводили амперометрическим методом на приборе «ЦветЯуза 01-АА» (Россия), стандарт – галловая кислота [12]. В работе изучали органолептические свойства (внешний вид, цвет, вкус, запах) [13]; определяли массовую долю сухих веществ, фенольных соединений, витамина С [14, 15]; микробиологические показатели (количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов; бактерий группы кишечной палочки; *E. coli*; патогенных, в том числе сальмонелл; дрожжей и плесеней) – по МУК 4.2.2578-10 ГОСТ Р 52833-2007 ГОСТ 10444.12-88, МУК 4.2.2884-11; токсикологические показатели (токсичные элементы – по ГОСТ Р 51301-99, ГОСТ 26927-86, ГОСТ 31628-2012; пестициды – по МУ 2142-80; радионуклиды – по ГОСТ 32161-2013, ГОСТ 32163-2013).

Результаты и их обсуждение

Результаты изучения химического состава растений Дальнего Востока показали, что в них содержатся значительные концентрации витамина С (34,0–435,0 мг/100г) и фенольных соединений (3,0–6,3 %), в том числе флавоноидов (0,96–2,16 %). С целью максимального извлечения и сохранения биологически активных веществ растительного сырья необходимо было оптимизировать технологический процесс экстракции (в качестве экстрагента использовали воду). В результате серии экспериментов для каждого вида сырья была установлена зависимость динамики массовой доли растворимых сухих веществ экстрактов от основных технологических факторов: температуры экстрагента и продолжительности экстрагирования. При этом гидромодуль составил (сырье : вода): для плодов – 1:5, для ягод – 1:3; степень измельчения сырья – диаметр 1,0 мм (для ягод) и 1,5 мм (для плодов).

На основании полученных эмпирических данных методом математического моделирования с использованием программы MatLab 7.0 был оптимизирован процесс экстракции биологически активных веществ из плодов и ягод растений, что позволяет выбрать рациональные режимы экстрагирования в пределах границ применимости при изменении основных технологических параметров. Интервалы варьирования параметров составили: для температуры экстрагирования – от 30 до 80 °С; времени экстракции – от 3 до 7 ч. Достоверность полученных результатов: для построения математических моделей использовали метод наименьших квадратов, отклонения в узлах сетки были незначительны (абсолютная погрешность для математических моделей составила от 2,2 до 4,2 %).

Математические модели экстрагирования растительного сырья выражаются в виде полиномных уравнений второй степени:

- для плодов шиповника коричного:

$$F(x,y) = -1.5978 + 2.2676x + 0.0877y - 0.2415x^2 - 0.00014xy - 0.00057y^2, \quad (1)$$

-для ягод рябины черноплодной:

$$F(x,y) = -2.8017 + 3.8160x + 0.1693y - 0.4196x^2 + 0.0013xy - 0.0012y^2, \quad (2)$$

- для ягод клюквы четырехлепестковой:

$$F(x,y) = -3.0495 + 3.0640x + 0.1576y - 0.3212x^2 - 0.00004xy - 0.0011y^2, \quad (3)$$

- для ягод винограда Амурского:

$$F(x,y) = -5.0710 + 3.7765x + 0.2437y - 0.4321x^2 + 0.0038xy - 0.0017y^2, \quad (4)$$

-для ягод актинидии коломикта:

$$F(x,y) = -11.4332 + 2.6321x + 0.4752y - 0.2876x^2 + 0.0020xy - 0.0040y^2, \quad (5)$$

где $F(x, y)$ – функция содержания растворимых сухих веществ, %; x – продолжительность экстракции, ч; y – температура экстрагента, ºС.

Схема получения растительных экстрактов включала следующие основные операции: экстрагирование измельченного сырья в течение 4–4,5 ч при температуре 60 °С; отжим и фильтрацию; пастеризацию при температуре 65 °С в течение 5 мин и охлаждение до температуры 25 °С.

Было показано, что при экстрагировании растительного сырья в экстракты переходят: от 80,0 до 86,9 % фенольных веществ; от 28,1 до 55,0 % флавоноидов; от 42,4 до 79,8 мг/100 г витамина С. При этом наибольшая концентрация биологически активных веществ антиоксидантного действия присутствовала в экстрактах из плодов шиповника коричного и ягод рябины черноплодной.

В экстракте мангостина содержание витамина С составило 108,5 мг/100 г и 42,5 мг/100 г ксантоновых соединений, которые относятся к биологически активным веществам, рекомендуемым для употребления в составе пищевых продуктов [16].

Антиоксидантную активность экстрактов изучали по показателю суммарного содержания антиоксидантов. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Суммарное содержание антиоксидантов в растительных экстрактах

Наименование экстракта	Суммарное содержание антиоксидантов, мг/дм^3
Из плодов шиповника коричного	351,7±17,6
Из ягод рябины черноплодной	282,0±14,0
Из ягод актинидии коломикта	105,2±5,3
Из ягод винограда Амурского	157,5±7,9
Из ягод клюквы четырехлепестковой	213,2±10,7
Из мангостина	1373±69

Показано, что наибольшей активностью из экстрактов дальневосточных растений обладает экстракт шиповника коричного, рябины черноплодной и клюквы. Экспериментально установлено, что антиоксидантная активность экстракта *Garcinia mangostana L.* значительно превосходит активность всех исследуемых экстрактов из растений Дальнего Востока (в 3,9–13 раз), что связано, по-видимому, с высоким содержанием в мангостине ксантонов, относящихся к классу природных фенольных соединений и являющихся активными участниками окислительно-восстановительных реакций [5, 6]. Поэтому для усиления антиоксидантного действия биологически активных веществ растительного сырья Дальневосточного региона разрабатывали рецептуры их композиций с экстрактом мангостина. Полученные данные свидетельствовали о том, что установленные экспериментальным методом значения антиоксидантной активности для всех композиций превышали значения, предварительно полученные расчетным путем. Это связано, вероятно, с проявлением синергетического эффекта антиоксидантов исследуемых растений [17]. При этом наибольший эффект был отмечен для композиций при соотношении (экстракт мангостина : экстракт ДВ растений – 0,25:0,75): с актинидией (в 2,7 раза); с рябиной черноплодной (в 2,6 раза); с шиповником (в 1,6 раза), а наименьший – для композиции с виноградом Амурским.

Таким образом, значимые концентрации антиоксидантов в разработанных нами композициях из экстрактов мангостина (*G. mangostana L.*) и сырья Дальневосточного региона в соотношении 0,25:0,75 позволили использовать их в производстве функциональных напитков.

Для разработки многокомпонентных напитков на основе молочной сыворотки с использованием растительных экстрактов и наполнителей (плодово-ягодных и овощных пюре) необходимо было подобрать стабилизаторы и установить их количество, необходимое для получения гелеобразной устойчивой структуры в течение всего срока хранения. Исследовали возможность использования каррагинана, ксантановой и геллановой камеди при массовой доле 0,05 %, 0,1 %, 0,2 % для каждого стабилизатора. На основании органолептической оценки и определения кинематической вязкости модельных систем напитков было установлено, что только введение геллановой камеди (в концентрации 0,05 %) способствовало стабилизации системы с равномерным распределением наполнителя по всему объему напитка.

На основании полученных результатов исследований были разработаны рецептуры и принципиальная технологическая схема гелеобразных напитков на основе молочной сыворотки с добавлением растительных экстрактов (табл. 2). Новые напитки получили общее название «АКТИВ» (СТО 68551160-01-2014 «Напитки на основе молочной сыворотки с растительными экстрактами «АКТИВ»).

Таблица 2

Рецептуры напитков «АКТИВ» на основе молочной сыворотки с добавлением растительных экстрактов, на 100 дал (1000 дм^3)

Наименование ингредиента	Наименование напитка				
	«АКТИВ-Рябина»	«АКТИВ-Актинидия»	«АКТИВ-Шиповник»	«АКТИВ-Клюква»	«АКТИВ-Виноград»
Сыворотка молочная творожная, л	659,0	663,0	651,0	679,0	671,0
Экстракт растения, л	120,0	117,0	126,0	105,0	111,0
Экстракт мангостина, л	40,0	39,0	42,0	35,0	37,0
Банан (пюре), кг	–	–	–	–	15,0
Клубника (пюре), кг	–	–	–	–	15,0
Грейпфрут (пюре), кг	–	15,0	–	–	–
Тыква (пюре), кг	–	15,0	15,0	15,0	–
Морковь (пюре), кг	–	–	15,0	–	–
Яблоко (пюре), кг	–	–	–	15,0	–
Апельсин (пюре), кг	30,0	–	–	–	–
Камедь геллановая, кг	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Сироп фруктозный, л	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0
Кислота лимонная, кг	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Принципиальная технологическая схема получения напитков на основе молочной сыворотки предусматривает наличие следующих основных этапов:

– подготовка молочной творожной сыворотки (осветление при температуре 90 °С в течение 20 мин, фильтрование и охлаждение до температуры 25 °С);

– приготовление композиций растительных экстрактов из сырья Дальневосточного региона и мангостина;

– растворение геллановой камеди в небольшом количестве сыворотки при температуре 80 °С при тщательном перемешивании;

– приготовление наполнителей: для плодовых и овощных пюре – первичная обработка, нарезка, варка при температуре 85–90 °С в течение 20 мин и протирание через сито с размером отверстий 0,5 мм; для ягодных пюре – протирание. Предусмотрена пастеризация наполнителей при температуре 70–75 °С в течение 5 мин с последующим охлаждением до температуры 25 °С;

– соединение подготовленных ингредиентов при перемешивании;

– пастеризация напитков при температуре 60–65 °С в течение 5 мин; горячий розлив, укупорка, маркировка и охлаждение до температуры 23–27 °С с последующим хранением при температуре (4±2) °С и относительной влажности воздуха (70±2) %.

Товароведную оценку качества новых функциональных напитков на основе молочной сыворотки проводили по комплексу показателей (физико-химических, органолептических, структурно-механических и показателей безопасности) в сравнении с выбранным аналогом – напитком сывороточным пастеризованным с соком яблока (АО «ДАНОН РОССИЯ», ТМ «Актуаль», г. Москва, ТУ 9226-061-13605199).

Физико-химические показатели аналога и напитков на основе молочной сыворотки с растительными экстрактами представлены в табл. 3.

Таблица 3

Физико-химические показатели и энергетическая ценность аналога и новых напитков «АКТИВ»

Показатель	Значение					
	Аналог	«АКТИВ-Рябина»	«АКТИВ-Актинидия»	«АКТИВ-Шиповник»	«АКТИВ-Клюква»	«АКТИВ-Виноград»
Массовая доля сухих веществ, %	4,8±0,47	5,2±0,51	5,8±0,57	5,5±0,54	4,2±0,43	5,4±0,52
Титруемая кислотность, °Т	38±0,5	35±0,5	41±0,5	38±0,5	33±0,5	43±0,5
Энергетическая ценность, ккал	46,0	51,6	62,9	59,2	40,0	54,4

По физико-химическим показателям и энергетической ценности разработанные напитки отличаются от аналога незначительно.

Данные по содержанию функциональных ингредиентов в напитках представлены в табл. 4.

Показано, что по концентрации веществ антиоксидантного действия разработанные напитки значительно превосходят аналог и соответствуют требованиям ГОСТ Р 52349-2005. Отмечено, что наибольшая концентрация флавоноидов находится в напитке с экстрактом шиповника; суточная потребность в них при приеме одной порции данного напитка удовлетворяется на 200 %. Значительное содержание флавоноидов характерно также для напитков с рябиной черноплодной, клюквой и виноградом (16,5–89,6 % от суточной нормы). Уровень ксантонов во всех разработанных напитках удовлетворяет суточную норму на 18,6–22,5 %. Кроме того, в разработанных нами напитках «АКТИВ-Рябина», «АКТИВ-Актинидия» и «АКТИВ-Шиповник» содержатся значительные концентрации витамина С.

Таблица 4

Содержание биологически активных веществ антиоксидантного действия в аналоге и новых напитках «АКТИВ», в 250 мл

Наименование ингредиента	Содержание / % от суточной нормы					
	Аналог	«АКТИВ-Рябина»	«АКТИВ-Актинидия»	«АКТИВ-Шиповник»	«АКТИВ-Клюква»	«АКТИВ-Виноград»
Флавоноиды, мг	Суточная потребность 250 мг [18]					
	24/9,6	224,0/89,6	34,9/14,0	502,8/200,0	94,5/37,8	41,3/16,5
Ксантоны (мангиферин), мг	Суточная потребность 20 мг [16]					
	–	4,3/21,3	4,1/20,6	4,5/22,5	3,7/18,6	4,0/19,9
Витамин С, мг/100 г	Суточная потребность 90 мг/100г [18]					
	3,5/3,9	24,5/27,2	17,1/19,0	69,8/77,6	10,5/11,6	11,6/12,9

Напитки «АКТИВ» имели однородную гелеобразную структуру и представляли собой стабильные системы с равномерно распределенными, «зафиксированными» по всему объему частицами наполнителя, без признаков расслоения или точек гелеобразования. Цвет – свойственный входящим в рецептуру наполнителям и растительным экстрактам; вкус и запах – выраженные, сывороточные, приятные, с остаточным кисло-сладким послевкусием, без посторонних привкуса и запаха.

При исследовании микробиологических показателей напитков в течение 40 суток хранения было установлено, что они соответствовали требованиям ТР ТС 033/2013 для данной группы товаров [19]. Срок хранения напитков «АКТИВ» составил 40 суток, в то время как срок хранения аналога со-

ставляет 30 суток (при наличии в рецептуре консерванта – сорбата калия). Содержание токсичных элементов, пестицидов, микотоксинов, радионуклидов также не превышало нормативных значений; антибиотики отсутствовали. В течение всего срока хранения напитки сохраняли высокие органолептические показатели.

Таким образом, разработанная технология позволяет получить гелеобразные напитки на основе молочной сыворотки, которые являются натуральными продуктами питания, имеют более высокие органолептические показатели и сроки хранения по сравнению с аналогом, а также значимые концентрации функциональных ингредиентов антиоксидантной направленности. Напитки предназначены для систематического употребления с целью улучшения здоровья и снижения риска некоторых заболеваний.

Список литературы

1. Храмцов, А.Г. Феномен молочной сыворотки / А.Г. Храмцов. – СПб.: Профессия, 2011. – 804 с.

2. Габриелян, Д.И. Экономическая эффективность производства напитков с использованием молочной сыворотки / Д.И. Габриелян, Н.В. Фатеева, В.А. Грунская // Молочнохозяйственный вестник. – 2013. – № 2 (10). – С. 25–29.

3. Храмцов, А.Г. Напитки из сыворотки с растительными компонентами / А.Г. Храмцов, А.В. Брыкалов, Н.Ю. Пилипенко // Молочная промышленность. – 2012. – № 7. – С. 64–66.

4. Брыкалов, А.В. Разработка технологии напитков на основе молочной сыворотки, обогащенных фитокомпонентами / А.В. Брыкалов, Н.Ю. Пилипенко // КубГАУ. – 2014. – № 98. – С. 1–12.

5. Kongo, M. Bioavailability and Antioxidant Effects of a Xanthone-Rich Mangosteen (*Garcinia mangostana*) Product in Humans / M. Kongo, L. Zhany, H. Ji, Y. Kou, B. Ou // Journal of agricultural and food chemistry. – 2009. – № 57. – P. 37–40.

6. Udani K Jay. Evaluation of Mangosteen juice blend on biomarkers of inflammation in obese subjects: a pilot, dose finding study / Jay K Udani, Betsy B Singh, Marilyn L Barrett and Vijay J Singh / Nutrition Journal. – 2009. – № 6. – P. 5–6.

7. Akao, Yukihiro. Anti-cancer effects of xanthones from pericarps of mangosteen / Yukihiro Akao, Yoshinori Nakagawa, Munekazu Iinuma, Yushinori Nozawa // Molecular sciences. – 2008. – № 9. – P. 29.

8. Shibata, MA. Panaxanthone isolated from pericarp of *Garcinia mangostana* L. suppresses tumor growth and metastasis of a mouse model of mammary cancer / Shibata MA, Shibata E, Morimoto J, Akao Y, Iinuma M, Tanigawa N, Otsuki Y // Anticancer Res. – 2009. – № 7. – P. 15.

9. Сарафанова, Л.А. Применение пищевых добавок в индустрии напитков / Л.А. Сарафанова. – СПб.: Профессия, 2007. – 240 с.

10. Пакен, П. Функциональные напитки и напитки специального назначения / П. Пакен; пер. с англ. – СПб.: Профессия, 2010. – 496 с.

11. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011): утв. решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 880. – 242 с.

12. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и их влияние на здоровье и старение человека / Я.И. Яшин, В.Ю. Рыжнев, А.Я. Яшин, Н.И. Черноусова. – М.: ТрансЛит, 2009. – 234 с.

13. Вытовтова, А.А. Теоретические и практические основы органолептического анализа продуктов питания: учеб. пособие / А.А. Вытовтова. – СПб.: ГИОРД, 2010. – 232 с.

14. ГОСТ 28561-90. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ и влаги. – Введ. 1991-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 9 с.

15. Гержикова, В.Г. Методы технохимического контроля в виноделии / В.Г. Гержикова. – Симферополь: Таврида, 2002. – 18 с.

16. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю): утв. решением Комиссии Таможенного союза от 28.05.2010 № 299. – М., 2010. – Гл. II. – Разд. 1. – 352 с.

17. Decent H.M. Bioactive Polyphenolics from Fruit and Plants// Fruit Processing. – 2000. – № 8. – PP. 312–316.

18. Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 18.12.2008. – М., 2008. – 46 с.

19. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочных продуктов» (ТР ТС 033/2013): принят решением Совета Евразийской экономической комиссии от 9 октября 2013 г. – 100 с.

THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF FUNCTIONAL BEVERAGES BASED ON WHEY AND PLANT EXTRACTS

E.I. Cherevach*, L.A. Tenkovskaya

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

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

Received: 05.10.2015
Accepted: 21.10.2015

Nowadays, the range diversification of functional whey-based beverages has lots of interest. The use of plant extracts or their compositions in the formulation of such beverages is relevant as it increases concentrations of biologically active substances

including those having an antioxidant effect. Therefore, the purpose of this study was the development a technology of functional whey-based beverages and compositions of plant extracts from the Far East region and mangosteen (*Garcinia mangostana L.*). The extraction of biologically active substances from hips, cranberries, black chokeberry berries, Amur grapes, actinidia kolomikta berries is optimized with the method of mathematical modeling; the synergetic antioxidant effect of the extracts' compositions with an extract of mangosteen has been established. The recipes and technological process of beverages "ACTIVE" have been developed; the concentrations of stabilizers and fillers, providing a stable gel-like structure of the beverage have been determined. Using the complex of parameters the quality evaluation of whey-based beverages compared to the analogue has been done. The proposed technology allows us to obtain gelled whey-based beverages, which are natural food products. They have higher organoleptic characteristics, significant concentrations of functional antioxidant ingredients (flavonoids, xanthones, and vitamin C) and storage time compared to the analogue.

Beverages, whey, plant extracts, functional ingredients, mangosteen, biological value, the total antioxidant content, synergetic effect, technological process

---

References

1. Khramtsov A.G. *Fenomen molochnoy syvorotki* [Phenomenon of the whey]. St. Petersburg, Professija Publ., 2011, 804 p.

2. Gabrielyan D.I., Fateeva N.V., Grunskaya V.A., Ekonomicheskaya effektivnost' proizvodstva napitkov s ispol'zovaniem molochnoy syvorotki [Economic manufacturing efficiency of drinks with milk whey]. *Molochnokhozyaystvenniy vestnik* [Molochnokhozyaistvenny Vestnik], 2013, no. 2 (10), pp. 25–29.

3. Khramtsov A.G., Brikalov A.V., Pilipenko N.Y. Napitki iz syvorotki s rastitel'nymi komponentami [Whey drinks with vegetable components]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2012, no. 7, pp. 64–66.

4. Brykalov A.V., Pilipenko N.Yu. Razrabotka tekhnologii napitkov na osnove molochnoy syvorotki, obogashchennykh fitokomponentami [Development of technology for based drinks whey enriched with phytochemicals]. *KubGAU*, 2014, no. 98, pp. 1–12.

5. Kongo, M., Zhany L., Ji H., Kou Y., Ou B. Bioavailability and Antioxidant Effects of a Xanthone-Rich Mangosteen (*Garcinia mangostana*) Product in Humans. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2009, no. 57, pp. 37–40.

6. Udani Jay K, Singh Betsy B, Barrett Marilyn L, Singh Vijay J. Evaluation of Mangosteen juice blend on biomarkers of inflammation in obese subjects: a pilot, dose finding study, *Nutrition Journal,* 2009, no. 6. pp. 5–6.

7. Yukihiro A., Nakagawa Y., Iinuma M., Nozawa Y. Anti-cancer effects of xanthones from pericarps of mangosteen. *Molecular sciences*, 2008, no. 9, p. 29.

8. Shibata, M.A., Shibata E, Morimoto J, Akao Y, Iinuma M, Tanigawa N, Otsuki Y. Panaxanthone isolated from pericarp of *Garcinia mangostana L.* suppresses tumor growth and metastasis of a mouse model of mammary cancer. *Anticancer Res.*, 2009, no. 7, p. 15.

9. Sarafanova L.A. *Primenenie pishchevykh dobavok v industrii napitkov* [The use of nutritional supplements in the beverage industry], St. Petersburg, Professija Publ., 2007, p. 240.

10. Paken P. *Funktsional'nye napitki i napitki spetsial'nogo naznacheniya* [Functional beverages and beverages with special properties], St. Petersburg, Professija Publ., 2010, p. 496.

11. *Tekhnicheskiy reglament Tamozhennogo soyuza TR TS 021/2011 «O bezopasnosti pishchevoy produktsii», № 880 09.12.2011* [Technical Regulations of the Customs Union TR CU 021/2011. On food safety, no. 880, December 9, 2011], 2011, 242 p.

12. Yashin Ya.I., Ryzhnev V.Yu., Yashin A.Ya., Chernousova N.I. *Prirodnye antioksidanty. Soderzhanie v pishchevykh produktakh i ikh vliyanie na zdorov'e i starenie cheloveka* [Natural antioxidants. The content in foods and their impact on health and human age]. Moscow, TransLit Publ., 2009, 234 p.

13. Vytovtova A.A. *Teoreticheskie i prakticheskie osnovy organolepticheskogo analiza produktov pitaniya* [Theoretical and practical bases of sensory analysis of food products], St. Petersburg, GIORD, 2010. 232 p.

14. *GOST 28561-90. Produkty pererabotki plodov i ovoshchey. Metody opredeleniya sukhikh veshchestv i vlagi* [State Standard 28561-90. Products of fruits and vegetables. Methods for determination of dry matter and moisture]. Moscow, Standards Publ., 1990, 9 p.

15. Gerzhikova V.G. *Metody tekhnokhimicheskogo kontrolya v vinodelii* [Technochemical control methods in wine industry]. Simferopl', Tavrida Publ., 2002, 18 p.

16. *Edinye sanitarno-epidemiologicheskie i gigienicheskie trebovaniya k tovaram, podlezhashchim sanitarno–epidemiologicheskomu nadzoru (kontrolyu), № 299 ot 28.05.2010* [Uniform sanitary and epidemiological and hygienic requirements for goods subject to sanitary-and-epidemiologic supervision (control), no. 299, May 28 2010], Moscow, 2010, Ch. II, Section 1, 352 p.

17. Decent H.M. Bioactive Polyphenolics from Fruit and Plants, *Fruit Processing*, 2000, no. 8, pp. 312–316.

18. *Metodicheskie rekomendatsii MR 2.3.1.2432-08 «Normy fiziologicheskikh potrebnostey v energii i pishchevykh veshchestvakh dlya razlichnykh grupp naseleniya Rossiyskoy Federatsii»* [Guidelines MR 2.3.1.2432-08. Norms physiological needs for energy and nutrients for different groups of the population of the Russian Federation]. Moscow, 46 p.

19. *Tekhnicheskiy reglament Tamozhennogo soyuza TR TS 033/2013 «O bezopasnosti moloka i molochnykh produktov»* [Technical Regulations of the Customs Union TR CU 033/2013 "On the safety of milk and dairy products"], 2013, 100 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Черевач, Е.И. Разработка технологии функциональных напитков на молочной сыворотке с растительными экстрактами / Е.И. Черевач, Л.А. Теньковская // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 39. – № 4. – С. 99–105.

Cherevach E.I., Tenkovskaya L.A. The development of technology of functional beverages based on whey and plant extracts. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 39, no. 4, pp. 99–105 (In Russ.)

Черевач Елена Игоревна
д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры «Товароведение и экспертиза товаров», Школа экономики и менеджмента ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет», 690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, тел.: +7 (423) 2-43-34-72, e-mail: elena_cherevach@mail.ru

Теньковская Людмила Александровна
заведующая лабораторией технологической экспертизы Испытательного лабораторного центра «Лабораторный комплекс ветеринарно-санитарной экспертизы», Школа экономики и менеджмента ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет», 690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8

Elena I. Cherevach
Dr.Sci.(Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of Commodity and Expertise, School of Economics and Management, Far Eastern Federal University, 8, Sukhanova Str., Vladivostok, 690950, Russia, phone: +7 (423) 2-43-34-72, e-mail: elena_cherevach@mail.ru

Lyudmila A. Tenkovskaya
Head of the Laboratory of Technological Expertise of Laboratory Centre, School of Economics and Management, Far Eastern Federal University, 8, Sukhanova Str., Vladivostok, 690950, Russia