

РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИЙ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ АНТИОКСИДАНТНОГО ДЕЙСТВИЯ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В ТЕХНОЛОГИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Черевач Е.И.¹, Теньковская Л.А.¹, Палагина М.В.¹

¹Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия (г. Владивосток, ул. Суханова, д. 8), e-mail: sem@dvfu.ru

Для оптимизации процесса экстрагирования с использованием метода математического моделирования получена графическая интерпретация зависимости массовой доли растворимых сухих веществ экстрактов из растений Дальнего Востока от технологических факторов (температуры и времени экстракции). Проведена сравнительная характеристика антиоксидантной активности экстрактов из Дальневосточных растений (плодов шиповника коричного, ягод клюквы четырехлепестковой, ягод рябины черноплодной, ягод винограда Амурского, ягод актинидии коломикта) и их композиций с экстрактом мангостина (*Garcinia mangostana L.*) при различных количественных соотношениях. Экспериментально установлен синергетический эффект антиоксидантного действия биологически активных веществ при соотношении (экстракт мангостина: экстракт Дальневосточных растений – 0,25:0,75); наибольший эффект отмечен для композиции с актинидией, рябиной черноплодной и шиповником. Разработанные композиции экстрактов были использованы в технологии функциональных напитков в качестве источников натуральных антиоксидантов.

Ключевые слова: функциональные напитки, растительные экстракты, композиции, антиоксидантная активность, биологические активные вещества, фенольные соединения, ксантоны, синергетический эффект.

DEVELOPMENT OF ANTIOXIDANT PLANT EXTRACTS, THAT USED IN THE FUNCTIONAL BEVERAGES TECHNOLOGY

Cherevach E.I.¹, Tenkovskaia L.A.¹, Palagina M.V.¹

¹Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education “ Far Eastern Federal University”, Russia (8, Sukhanova St., Vladivostok city), e-mail: sem@dvfu.ru

To optimize the extraction process we use the mathematical modeling method to show the graphical interpretation of the dependence of the Far East plant extracts mass fraction soluble solids on technological factors (temperature and extraction time). The comparative characteristic of the Far East plant extracts antioxidant activity (rose hips cinnamon, cranberries, black chokeberry, Amur grapes, Actinidia Kolomikta berries) and their compositions with mangosteen extract (*Garcinia mangostana L.*) in different proportions. The synergistic effect of the antioxidant activity of biologically active substances on the test plants at a ratio (mangosteen extract: Extract Far Eastern plants - 0.25: 0.75) is installed; the greatest effect was observed for the composition of actinides, black chokeberry and rosehip. Compositions extracts were used in the beverage technology as a source of natural antioxidants.

Keywords: functional beverages, plant extracts, compositions, antioxidant activity, biological active ingredients, phenolics, xanthones, synergistic effect.

Наиболее перспективными, доступными и предпочтительными для обогащения с технологической точки зрения пищевыми продуктами являются напитки. Рынок функциональных напитков в нашей стране имеет устойчивый рост и тенденцию к развитию.

Особое значение приобретает производство напитков на основе экстрактов из растительного сырья, которые содержат значительные концентрации необходимых для организма физиологически значимых нативных микронутриентов, проявляющих выраженную биологическую активность. Поэтому использование растительных экстрактов позволяет создавать напитки направленного действия с определенным физиологическим

эффектом (напитки для стимулирования умственной деятельности; напитки, регулирующие обмен холестерина, тонизирующие напитки, успокаивающие и др.). Переходящие в экстракты природные биологически активные вещества растений (флавоноиды, антоцианы, витамины, каротиноиды, эфирные масла, красящие вещества, фруктовый сахар и др.) способствуют практически полному отказу от применения пищевых добавок (ароматизаторов, красителей, консервантов, антиокислителей и др.), а также позволяют моделировать огромное разнообразие вкусоароматических оттенков и увеличить биологическую стойкость напитков при хранении [4].

Учитывая дефицит микронутриентов в питании человека, современные концепции развития безалкогольной отрасли предусматривают увеличение производства напитков с использованием композиций растительных экстрактов, содержащих комплекс биологически активных веществ направленного действия. Особый интерес представляет возможность регулирования органолептических показателей, биологической ценности, функциональных свойств и сроков хранения напитков посредством введения в их состав растительных композиций, содержащих биологически активные вещества антиоксидантного действия, предотвращающие возникновение многих патологических состояний организма – стресс, атеросклероз, инфаркт миокарда, злокачественные новообразования и др. [1, 3]. Полезные свойства природных антиоксидантов широко известны и подтверждаются многими авторитетными медицинскими организациями разных стран: Всемирной организацией здравоохранения, Национальным институтом по изучению рака в США, Институтами питания США, Англии, России, Институтом биохимической физики РАН им. Н.М. Эммануэля и др. В связи с этим, во многих странах разрабатываются программы антиоксидантной защиты населения [6].

К растительным антиоксидантам относятся, прежде всего, фенольные соединения, а также водо- и жирорастворимые витамины (А, Е, С, РР и др.). Они участвуют в окислительно-восстановительных реакциях, сдерживают перекисное окисление высоконенасыщенных жирных кислот клеточных мембран и защищают организм от старения и опасных заболеваний [3]. Перспективными источниками природных антиоксидантов являются ценные виды дикорастущего и культивируемого сырья, произрастающие в достаточных количествах на территории Дальнего Востока России [5]. Современные методы получения растительных экстрактов и их консервирования (сушка, концентрирование и др.) позволяют в максимальной степени извлекать и сохранять биологически активные вещества природного сырья и использовать их в производстве напитков направленного физиологического действия.

В последнее время значительный интерес при моделировании напитков с антиоксидантной направленностью представляют ксантоны, которые относятся к классу природных фенольных соединений, имеющих структуру дибензо- γ -пирона [8]. Они обладают значительными антиоксидантными свойствами, проявляют диуретическое, желчегонное, противоопухолевое, противогрибковое действия [7, 9] и относятся к биологически активным веществам, рекомендуемым для употребления в составе пищевых продуктов [2]. Ксантоны присутствуют в различных вегетативных частях растений стран Юго-Восточной Азии; их содержание в плодах и корнях составляет от 1 до 3%. Значительные концентрации ксантонов характерны для плодов тропического вечнозеленого дерева мангостин (*Garcinia mangostana* L., семейство *Guttiferae*), распространенного в Тайланде, Индии, Шри-Ланке, Мьянме, Камбодже, Вьетнаме, Китае и других странах [9]. На зарубежном рынке широко позиционируются продукты переработки мангостина (экстракт мангостина (порошок); соковая смесь (выжимка семян и пюре околоплодника мангостина с концентратом соков из яблок, груш, винограда, черники, малины, клубники, клюквы и вишни), «ХанГо»; «Иву Цзянр Био-Технолоджи Ко., Лтд.», КНР), предназначенные для поднятия иммунитета после тяжелых болезней, операций и снижения риска развития онкологических заболеваний.

В сложившейся сложной экологической обстановке перед человечеством стоит проблема поиска перспективных природных антиоксидантов или их комплексов, способных за счет синергетического эффекта значительно усиливать действие друг друга и обеспечивать направленное физиологическое воздействие на организм человека.

Целью нашего исследования явилась разработка композиций экстрактов из растений Дальнего Востока и мангостина (*Garcinia mangostana* L.), обладающих антиоксидантной активностью, и применение их в технологии функциональных напитков направленного действия.

Материалы и методы исследования

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.); ягоды винограда амурского (*V. Amurensis* R.); ягоды актинидии коломикта (*Actinidia kolomicta* M.) – по нормативной документации. Сырье было собрано в экологически чистых районах юга Приморского края; по показателям безопасности соответствовало требованиям ТР ТС 021/2011.

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

– водные экстракты Дальневосточных растений и их композиции с экстрактом мангостина.

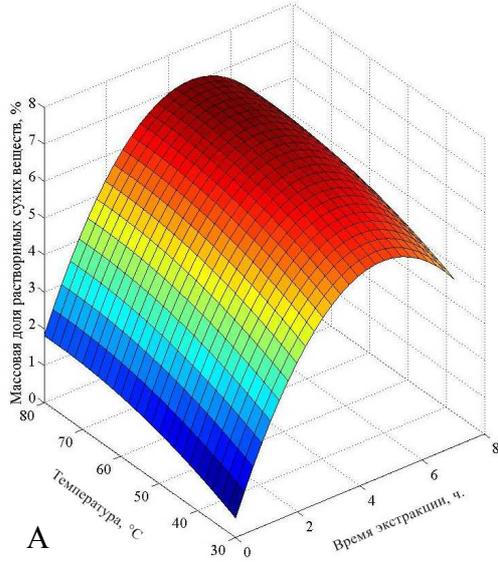
Антиоксидантную активность биологически активных веществ экстрактов определяли по показателю суммарного содержания антиоксидантов (в пересчете на галловую кислоту) амперометрическим методом на приборе «ЦветЯуза 01-АА» (Россия) [6]. Органолептические показатели экстрактов, массовую долю сухих веществ, фенольных соединений, витамина С и активную кислотность определяли стандартными методами.

Результаты исследования и их обсуждение

Эффективность процесса экстрагирования зависит от основных технологических факторов: температуры и времени экстракции, степени измельчения сырья, вида экстрагента, гидромодуля и др. Для каждого вида растительного сырья характерны рациональные параметры, режимы, условия, установленные экспериментально.

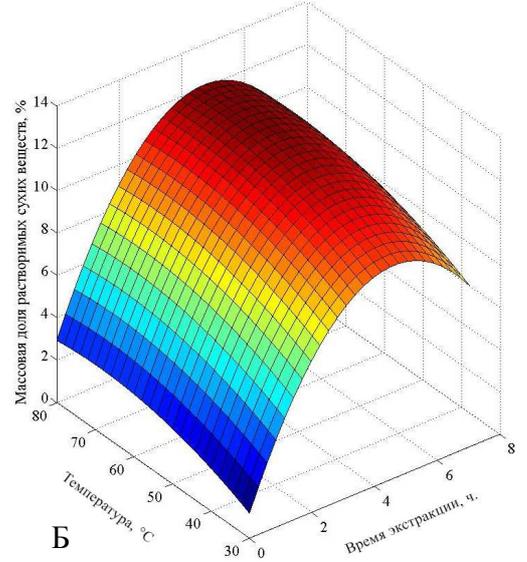
Поэтому на первом этапе работы необходимо было оптимизировать процесс экстрагирования биологически активных веществ из Дальневосточных растений; использовали метод настойной экстракции. На основании серии экспериментов была получена графическая интерпретация зависимости массовой доли растворимых сухих веществ экстрактов от двух переменных: температуры и времени экстрагирования (рисунок 1). Математические модели экстрагирования растительного сырья выразили в виде полиномиальных уравнений второй степени, где $F(x, y)$ – функция содержания растворимых сухих веществ, %; x – продолжительность экстракции, час; y – температура экстрагента, °С. Абсолютная погрешность для математических моделей составила от 2,2 до 4,2%. По результатам проведенных исследований, было установлено, что оптимальными параметрами экстрагирования являлись: время – 4-4,5 ч; температура 60°С; степень измельчения сырья и гидромодуль (сырье:вода) составили: для ягод – 1,0 мм и (1:3); для плодов – 1,5 мм и (1:5) соответственно. После завершения экстрагирования экстракты отжимали, фильтровали и пастеризовали при температуре 65°С в течение 5 мин с последующим охлаждением до температуры 25°С. Массовая доля растворимых сухих веществ экстрактов составила для: плодов шиповника – 6,5%, рябины черноплодной – 11,2%, актинидии коломикта – 9,5%, винограда Амурского – 12,5%, клюквы четырехлепестковой – 9,6%. Активная кислотность варьировала в зависимости от вида сырья: от 2,9 (экстракт клюквы) до 4,7 (экстракт шиповника).

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



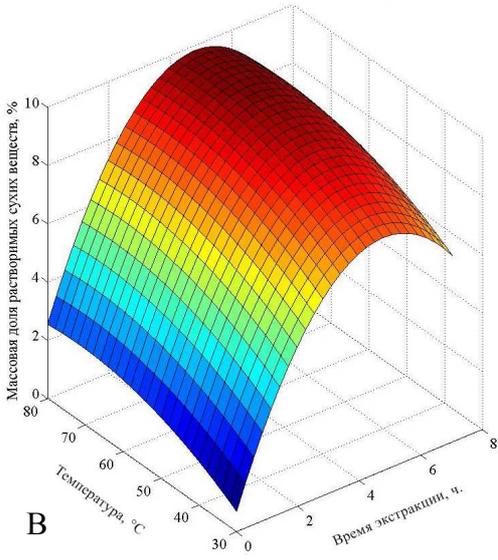
А

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



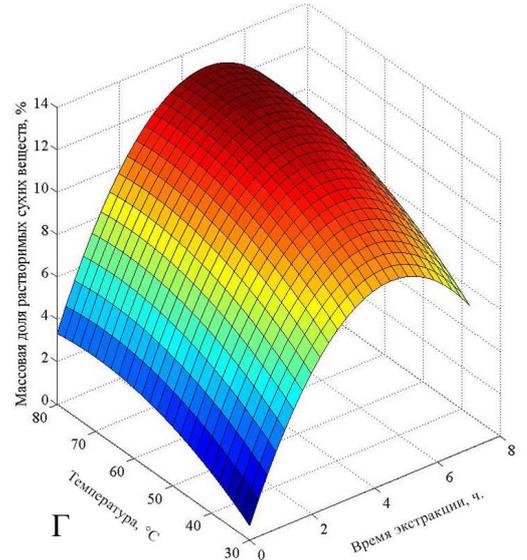
Б

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



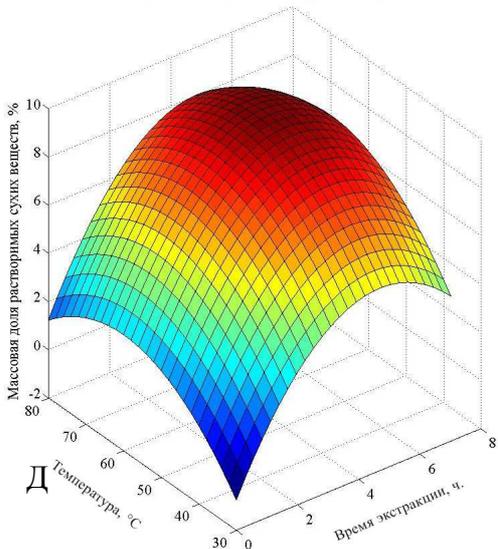
В

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



Г

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



Д

А – шиповник коричный

Б – рябина черноплодная

В – клюква четырехлепестковая

Г – виноград Амурский

Д – актинидия коломикта

Рис.1. Графическая интерпретация зависимости массовой доли растворимых сухих веществ экстрактов от температуры и времени экстрагирования

Следующим этапом работы явилось исследование физико-химических и антиоксидантных свойств экстрактов из растений Дальневосточного региона и экстракта мангостина (таблица 1).

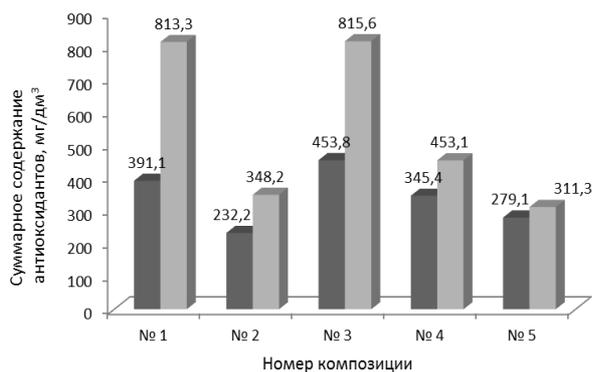
Таблица 1

Физико-химические показатели и антиоксидантная активность растительных экстрактов

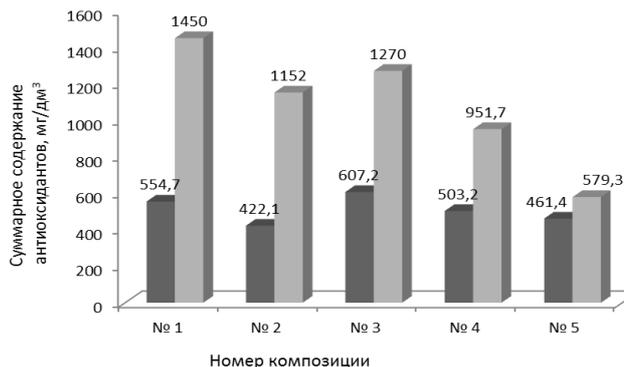
Наименование экстракта	Массовая доля, не менее				Суммарное содержание антиоксидантов, мг/дм ³
	фенольных соединений, %	флавоноидов, %	ксантонов мг/100 г	витамина С, мг/100г	
из плодов шиповника	3,6	1,2	-	184,3	351,7±17,6
из ягод рябины черноплодной	5,3	0,6	-	36,4	282,0±14,0
из ягод актинидии	2,8	0,1	-	22,8	105,2±5,3
из ягод винограда	3,3	0,1	-	5,2	157,5±7,9
из ягод клюквы	2,4	0,3	-	3,9	213,2±10,7
из мангостина	-	-	42,5	108,5	1373±69

Установлено, что наибольшая концентрация биологически активных веществ антиоксидантного действия находится в экстрактах из плодов шиповника коричневого и ягод рябины черноплодной; соответственно для этих экстрактов выше и показатель суммарного содержания антиоксидантов. Как видно из представленных данных, для экстракта *G. mangostana* характерна высокое содержание ксантоновых соединений и витамина С; а показатель суммарного содержания антиоксидантов в несколько раз выше, чем для всех исследуемых экстрактов из Дальневосточных растений. С целью усиления антиоксидантного действия биологически активных веществ экстрактов из сырья Дальневосточного региона разрабатывали рецептуры их композиций с экстрактом мангостина и определяли суммарное содержание антиоксидантов (расчетное и экспериментальное). Результаты исследований для растительных композиций (№1 – с рябиной; №2 – с актинидией; №3 – с шиповником; №4 – с клюквой; №5 – с виноградом) при различных количественных соотношениях представлены на рисунке 2. Из полученных данных следует, что установленные экспериментальным методом значения антиоксидантной активности композиций превышают значения, предварительно полученные расчетным путем. Это связано, вероятно, с проявлением синергетического эффекта антиоксидантного действия биологически активных веществ исследуемых растений. Как видно, наибольший эффект был отмечен для композиции при соотношении экстрактов (0,25:0,75): для композиции №2 – в 2,7 раза; композиции №1 – в 2,6 раза; композиции №3 – в 1,6 раз; а наименьший – для композиции №5.

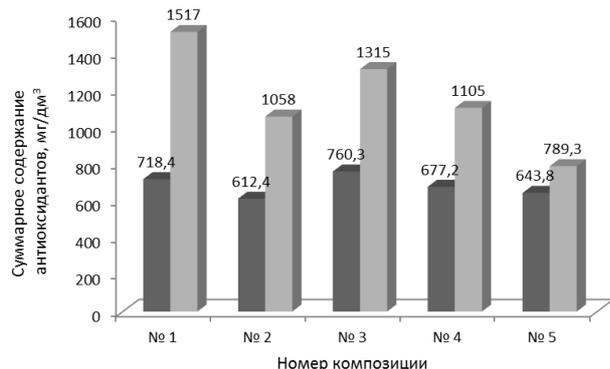
А



Б



В



Композиции экстракт мангостина:
 экстракт Дальневосточных растений:
 А – соотношение 0,1:0,9
 Б – соотношение 0,25:0,75
 В – соотношение 0,4:0,6

■ расчетным методом
 ■ методом эксперимента

Рис.2. Суммарное содержание антиоксидантов композиций экстрактов мангостина и Дальневосточных растений при различных соотношениях

Органолептическая оценка показала, что экстракты, полученные по разработанным нами рецептурам, были прозрачными, без осадка, имели приятный вкус и аромат, соответствующие виду основного сырья: кислый – для клюквы, терпкий – для рябины черноплодной и шиповника, сладкий – для актинидии и винограда. Также дегустаторами было отмечено, что экстракты из клюквы и рябины обладали незначительной горечью. Экстракты имели цвет: оливково-соломенный (для актинидии), светло-коричневый (для плодов шиповника), темно-бордовый (для ягод черноплодной рябины), темно-малиновый (для винограда Амурского), темно-красный (для клюквы).

Заключение

Таким образом, в результате проведенных исследований нами были разработаны композиции экстрактов из мангостина и растительного сырья Дальневосточного региона при соотношении (0,25:0,75), обладающие выраженными антиоксидантными свойствами. Они были использованы в технологии функциональных напитков (Напитки на основе молочной сыворотки с растительными экстрактами «АКТИВ», СТО 68551160-01-2014). Расчетным методом в напитках установлены значимые концентрации биологически активных веществ антиоксидантного действия. Показано, что употребление 250 мл напитков «АКТИВ» удовлетворяет от 19% до 77,6% суточной потребности человека в витамине С; от 16,5 до 89,

6% – во флавоноидах и от 18,6 до 22,5% – в ксантонах, что соответствует требованиям, установленным ГОСТ Р 52349-2005 к функциональным пищевым продуктам.

Список литературы

1. Бабий Н.В., Пеков Д.Б. Новые напитки лечебно-профилактического назначения на основе растительных антиоксидантов Дальнего Востока // Пиво и напитки. – № 3. – 2009. – С. 16-17.
2. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю): [утверждены Решением Комиссии таможенного союза №299 от 28.05.2010]. – М. – 2010. – Гл. II. – Раздел 1. – 352с.
3. Корчина Т.Я. Роль антиоксидантов в функциональном питании / Т.Я. Корчина, Г.И. Кушникова, И.В. Сорокун, Л.А. Козлова, А.П. Кузменко, В.А. Ямбарцев // Вестник угрюведения. – 2011. – № 4. – С. 163-168.
4. Пакен П. Функциональные напитки и напитки специального назначения. – Перев. с англ. – Спб.: Профессия, 2010. – 496с.
5. Палагина М.В., Приходько Ю.В. Использование дальневосточных дикоросов и гидробионтов в продуктах функционального назначения: монография. – Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2009. – 216с.
6. Яшин Я.И. 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. – 234с.
7. Akao Y. Anti-cancer effects of xanthones from pericarps of mangosteen / Y. Akao, Y. Nakagawa, M. Iinuma, Y. Nozawa // Molecular sciences. – 2008. – № 9. – P. 29-34.
8. Chiang Y., Kuo Y., Oota S. HPLC analysis of selected xanthones in mangosteen fruit // J. Nat. Prod. – 2005. – № 10. – P. 105-109.
9. 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.

Рецензенты:

Решетник Е.И., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Технологии переработки продукции животноводства» ФГБОУ ВО «ДальГАУ», г. Благовещенск;

Юдина Т.П., д.т.н., профессор, начальник отдела экономики и финансового обеспечения Управления организации научных исследований ФГБОУ ВПО «МГЮА», г. Москва.