

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЭКСТРАКТА ЛЮЦЕРНЫ ПОСЕВНОЙ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ АНТИОКСИДАНТНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

В.О. Толмачев¹, С.Л. Тихонов², Н.В. Тихонова²

¹ Южно-Уральский государственный аграрный университет, г. Троицк

² Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Целью исследований является разработка технологии, оценка качества экстракта люцерны посевной и его использование в производстве безалкогольных напитков. В работе использовали общепринятые и инструментальные методы исследований: органолептические, физико-химические, биохимические и микробиологические. Достоверность полученных данных обеспечивалась применением методов сравнительного анализа с использованием пакета компьютерной программы «Statistica». Исследованы показатели качества люцерны посевной, используемой для получения экстракта. Органолептические, физико-химические показатели и безопасность соответствовали требованиям нормативно-технической документации. Влажность сухих измельченных листьев люцерны посевной составляет 11,6 % при норме не более 14 %, массовая доля общей золы – 7 %, массовая доля посторонних примесей 0,5 %, Антиоксидантная активность растительного сырья на уровне 1,5 моль экв. /дм³, содержание биофлавоноидов в пересчете на лютеолин-7-гликозид составляет 16,8 мг/г. Полученные результаты свидетельствуют о том, что растительное сырье является источником антиоксидантов и может быть использовано в технологии пищевых продуктов антиоксидантной направленности. Разработана технология получения растительного экстракта люцерны посевной: получение экстракта начинают с предварительной обработки растительного сырья высоким давлением 100–200 МПа в течение 60 с, затем растительное сырье и экстрагент (дистиллированная вода) в соотношении 1:6 помещали в смеситель, экстрагировали при температуре 55–60 °С в течение 6 часов при постоянном перемешивании. Предварительная обработка растительного сырья высоким давлением существенно интенсифицирует концентрацию флавоноидов и антиоксидантную активность экстракта. Разработана рецептура и технология безалкогольных напитков с использованием экстракта люцерны. Установлено, что разработанный безалкогольный напиток имеет высокую органолептическую оценку 24,7 балла (отлично), антиоксидантную направленность (антиоксидантная активность составляет 17,2 моль экв. /дм³, содержание биофлавоноидов в пересчете на лютеолин-7-гликозид – 97 мг/л напитка), по показателям безопасности соответствует требованиям технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011.

Ключевые слова: растительный экстракт, люцерна посевная, безалкогольные напитки, антиоксиданты.

Результаты скрининговых исследований фактического питания населения Российской Федерации свидетельствуют о дефиците биологических активных веществ антиоксидантной направленности, в частности, флавоноидов в рационе отдельных групп населения. Источником флавоноидов являются растительные экстракты [1–4], в частности, экстракт люцерны посевной. Целесообразно дать краткую характеристику флавоноидов.

Классифицируют флавоноиды в соответствии с особенностями строения атомов углерода, связующих два ароматических кольца (С6–С3–С6): флаваны, флавоны, флавонолы, флаваноны, флаванонолы (дигидрофлавоно-

лы), изофлавоны (изофлавоноиды), халконы, антоцианы (антоцианины), ауроны, неофлавоноиды [5]. Флавоноиды растений выполняют роль перехватчиков неустойчивых частиц с одним или несколькими неспаренными электронами, которые образуются в процессе жизнедеятельности клетки, ингибируют процессы свободно-радикального окисления и замедляют механизмы клеточного старения [6, 7]. Вступая в контакт со свободно радикальной частицей, они нейтрализуют её, а сами переходят в состояние стабилизированного долгоживущего радикала, не продолжающего дальнейшего образования цепи [8]. Способность выполнять функцию антиоксидан-

лей в клетках живого позволяет свидетельствовать о высоком потенциале флавоноидов, как биологически активных соединений, что представляет неиссякаемый интерес для многих исследователей, работающих в области разработки функциональных продуктов питания [9, 10].

Одним из перспективных направлений пищевой и перерабатывающей промышленности является разработка пищевой продукции массового потребления на основе экстрактов из местного растительного сырья, например, безалкогольных напитков с антиоксидантными свойствами.

Цель наших исследований – разработка новых рецептур, технологий и оценка качества безалкогольных напитков на основе экстракта люцерны посевной.

Объекты исследований:

- растительное сырье для производства экстракта (сухие измельченные листья люцерны посевной);
- сухой экстракт люцерны посевной;
- безалкогольный напиток с экстрактом люцерны.

В работе использовали общепринятые и инструментальные методы исследований: органолептические, физико-химические, биохимические и микробиологические. Достоверность полученных данных обеспечивалась применением методов сравнительного анализа с использованием пакета компьютерной программы «Statistica 6.0».

Результаты исследований. В практике используют различные методы экстрагирования, например, метод диффузии, позволяющий получить концентрированный растительный экстракт с высоким содержанием микронутриентов (витаминов, микроэлементов, флавоноидов и других). Для получения необходимой концентрации экстрактов влагу

удаляют выпариванием. Следует отметить, что в этом случае высокая температура снижает количество биологически активных веществ в экстракте, т. е. способствует разрушению термолабильных химических веществ.

При разработке новых безалкогольных напитков на основе экстрактов следует учитывать доступность и стоимость растительного сырья.

Для эксперимента использовали люцерну посевную, выращенную на территории ООО «Ясные поляны» Троицкого района Челябинской области. ООО «Ясные поляны» специализируется на производстве молока и полностью обеспечивает себя необходимым количеством кормов для крупного рогатого скота (КРС). В рационах молочного скота использует корма из бобовых культур, в частности, из люцерны посевной. Указанная культура культивируется на 200 га хозяйства. Следовательно, при внедрении в производство растительного экстракта из люцерны посевной сырье будет доступным и дешевым. Полученные экстракты люцерны в дальнейшем используются на предприятии ООО «НПП «Эраконд-Урал», специализирующемся на производстве продуктов питания. Организация «Эраконд-Урал» имеет долгосрочные договора с ООО «Ясные поляны» на поставку высушенной травы люцерны посевная.

Проведены исследования по изучению качественных характеристик растительного сырья урожая 2015 года.

В табл. 1 представлены органолептические показатели сухих измельченных листьев люцерны посевной. Из данных табл. 1 видно, что все исследуемые показатели соответствуют требованиям ТУ 9197-001-84518363-09. В табл. 2 представлены физико-химические показатели сухих измельченных листьев люцерны посевной, используемых для получения экстракта.

Таблица 1

Органолептические показатели сухих листьев люцерны посевной

Наименование показателя	Норма по ТУ 9197-001-84518363-09	Характеристика
Внешний вид	Измельченные листья с размером частиц от 1 до 8 мм	Измельченные листья с размером частиц от 1 до 5 мм
Цвет	Темно-зеленый	Темно-зеленый
Запах	Специфический, травянистый	Специфический, травянистый
Вкус	Горько-травянистый	Горько-травянистый

Из данных табл. 2 следует, что все исследуемые показатели соответствуют требованиям ТУ 9197-001-84518363-09. Влажность сухих измельченных листьев люцерны посевной составляет 11,6 % при норме не более 14 %, массовая доля общей золы –7 %, массовая доля посторонних примесей 0,5 %..

В связи с тем, что люцерна посевная является источником биофлавоноидов, дальнейшие исследования посвящены разработки безалкогольных напитков антиоксидантной

направленности. Определена антиоксидантная активность растительного сырья (табл. 3).

В табл. 4 приведены показатели безопасности сухих измельченных листьев люцерны посевной, используемых для получения экстракта.

Показатели безопасности сухих измельченных листьев люцерны посевной соответствуют требованиям ТРТС021/2011.

Из результатов комплексных исследований качества растительного сырья в сухих из-

Таблица 2
Физико-химические показатели сухих измельченных листьев люцерны посевной, используемых для получения экстракта

Наименование показателя	Норма по ТУ 9197-001-84518363-09	Содержание
Влажность, %	Не более 14	11,6
Массовая доля общей золы, %	7,5	7,0
Массовая доля частиц размером свыше 8 мм, %	Не более 6	–
Массовая доля частиц проходящих сквозь сито с отверстиями 0,5 мм, %	Не более 2	0,4
Массовая доля посторонних примесей, % – органической (части других растений) – минеральной (песок, земля, пыль, камешки и др.)	2,0	0,5 0,6

Таблица 3
Антиоксидантная активность, содержание биофлавоноидов и микроэлементов в сухих измельченных листьях люцерны посевной, используемых для получения экстракта

Наименование показателя	Содержание
Антиоксидантная активность, моль экв. /дм ³	1,5 ± 0,1
Биофлавоноиды в пересчете на лютеолин-7- гликозид, %	16,8 ± 0,04

Таблица 4
Показатели безопасности сухих измельченных листьев люцерны посевной, используемых для получения экстракта

Наименование показателя	Допустимые уровни согласно ТР ТС 021/2011	Фактически
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, не более	1×10 ⁴	1×10
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы), не допускаются в массе продукта, г	1,0	Не выделены
E.coli, не допускаются в массе продукта, г	1,0	Не выделены
S.aureus, не допускаются в массе продукта, г	1,0	Не выделены
Плесени КОЕ/г, не более	10	Не выделены
Дрожжи, КОЕ/г, не более	100	Не выделены
V.cereus, не допускаются в массе продукта, г	2×10 ²	Не выделены

Технологические процессы и оборудование

мельченных листьев люцерны посевной следует, что оно соответствует всем предъявляемым требованиям, является источником биологически активных веществ и может быть использовано для производства экстракта.

Полученный экстракт из люцерны в дальнейшем был использован в качестве сырья в производстве разработанных нами безалкогольных напитков.

Технология получения растительного экстракта люцерны посевной следующая: получение экстракта начинают с предварительной обработки растительного сырья высоким давлением 100–200 МПа в течение 60 с, в камеру высокого давления помещают растительное сырье в герметичной вакуумной упаковке, затем заполняют рабочей жидкостью (питьевой водой) до отказа и герметично закрывают, задают необходимое давление в рабочей камере.

Дальнейшая технология получения экстракта следующая (патент 2435455): после обработки растительное сырье и экстрагент (дистиллированная вода) в соотношении 1:6 помещали в смеситель. Экстрагирование проводили при температуре 55–60 °С в течение 6 часов при постоянном перемешивании. Экстракт из смесителя подавали с помощью насоса в реактор, оборудованный датчиком давления, температуры и предохранительным клапаном. После загрузки разогревали реактор паром при давлении 5,4–5,9 10^5 Па до температуры 90–95 °С в течение 90 минут. Из емкости экстракт после центробежной очистки от взвешенных частиц поступал из разности давления в выпарной аппарат, затем концентрированный экстракт в распылительную сушильную установку.

Проведены исследования содержания лютеолина (антоксианта) и антиоксидантной активности экстрактов: контрольный образец (без обработки растительного сырья высоким давлением) и образцы экстрактов с разными технологическими режимами обработки указанными выше.

При исследовании органолептических показателей полученного экстракта установлено, что независимо от технологических режимов они идентичны. Экстракт имеет форму порошка с темно-коричневым цветом, со специфическим травянистым горьким вкусом и запахом свойственным люцерне посевной.

В табл. 5 представлено содержание биофлавоноидов, микроэлементов и АОА экстракта люцерны при разных режимах предварительной обработки растительного сырья высоким давлением.

Из данных табл. 5 следует, что предварительная обработка высоким давлением достоверно увеличивает экстракцию БАВ. В образцах экстрактов содержание биофлавоноидов при втором технологическом обработке режиме выше, чем в контроле на 41,3 %, третьем – 112,1 % и в четвертом – 151,5 %. Аналогичные изменения АОА в экстракте отмечаются при указанных режимах обработки высоким давлением. В частности, наибольшая АОА – 18,9 моль экв. /дм³ (148,7 %) отмечается при предварительной обработке растительного сырья давлением 200 МПа в течение 60 с.

Следовательно, обработка растительного сырья давлением 200 МПа в течение одной минуты максимально увеличивает выход БАВ и АОА в сравнении с традиционной технологией получения растительных экстрактов.

Таблица 5
Содержание биофлавоноидов, микроэлементов и АОА экстракта люцерны при разных режимах предварительной обработки растительного сырья высоким давлением

Наименование показателя	Режимы предварительной обработки растительного сырья высоким давлением			
	1 (контроль)	2 (100 МПа, 60 с)	3 (150 МПа, 60 с)	4 (200 МПа, 60 с)
Биофлавоноиды в пересчете на лютеолин-7-гликозид, мг/г	65,2 ± 3,25	92,1 ± 2,62**	138,3 ± 3,24**	164,0 ± 3,87**
Антиоксидантная активность, моль экв./дм ³	7,3 ± 1,5	11,2 ± 1,1*	15,1 ± 1,2*	18,9 ± 1,0*

Примечание: *P ≤ 0,01; **P ≤ 0,001.

Таким образом, предварительная обработка растительного сырья высоким давлением существенно интенсифицирует концентрацию БАВ, при этом рациональным режимом предварительной обработки растительного сырья является следующий: обработка растительного сырья давлением 200 МПа в течение 60 с.

В табл. 6 представлены органолептические показатели экстракта люцерны посевной.

Проведены исследования микробиологических показателей экстрактов в течение 12 месяцев хранения. КМАФАнМ в контрольных образцах экстрактов после 3, 6 и 12 месяцев хранения составляет 1×10^1 , 15×10^2 и 20×10^5 КОЕ/г. В опытных образцах экстрактов МАФАнМ не обнаружены на всем периоде хранения, что объясняется механизмом бактерицидного действия высокого давления. Давление более 150 МПа разрушает клеточную оболочку и органоиды микроорганизмов.

Следовательно, обработка растительных экстрактов высоким давлением позволяет расширить возможности обеспечения сохранности пищевой продукции и в некоторой степени является инновационной технологией.

Таким образом, предварительная обработка растительного сырья и экстракта высоким давлением существенно интенсифицирует концентрацию биологически активных веществ и обеспечивает стерильность экстракта, увеличивая его сроки хранения в 2 раза.

По результатам проведенных исследований в области технологии получения экстракта люцерны получен патент № 2431412 «Способ получения БАД «Эрамин» к пище и БАД «Эрамин» и свидетельство о государственной регистрации №77.99.11.3.У.9568.10.89 от 14.10.2009 г., ТУ 9197-001-84518363-09.

Разработана рецептура и технология безалкогольных напитков с использованием экстракта люцерны. В состав безалкогольного

напитка входят: сахар-песок, экстракт люцерны посевной, кислота лимонная пищевая, натрия бензоат, сорбат калия, двуокись углерода и вода.

Технология производства следующая: в емкости с мешалкой и рубашкой с паровым подогревом из сахара-песка готовят сахарный сироп, полученный сироп фильтруют и перекачивают в купажный резервуар, затем вносят все компоненты указанные выше. Лимонную кислоту вводят в купаж в виде профильтрованного 50 %-ного водного раствора, растворы бензоата натрия и сорбата калия готовят непосредственно перед употреблением.

После приготовления купажного сиропа приступают к приготовлению безалкогольного напитка путем добавления в купажный сироп воды, перемешивания, фильтрования и передачи в автомат для розлива в потребительскую тару. Углекислота вводится во время розлива в автомате.

Установлено, что разработанный безалкогольный напиток имеет высокую органолептическую оценку 24,7 балла (отлично), антиоксидантную направленность (антиоксидантная активность составляет 17,2 моль экв./дм³, содержание биофлавоноидов в пересчете на лютеолин-7-гликозид – 97 мг/1 л напитка), по показателям безопасности соответствует требованиям технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011.

Таким образом, предварительная обработка растительного сырья (люцерны посевной) высоким давлением существенно интенсифицирует концентрацию биофлавоноидов. Рациональным режимом является следующий: обработка растительного сырья давлением 200 МПа в течение 60 с, что обеспечивает АОА – 18,9 моль экв./дм³ и содержание биофлавоноидов 164,0 мг/г в пересчете на лютеолин-7-гликозид.

Таблица 6
Органолептические показатели экстракта люцерны посевной по истечении 16 мес. хранения при t от 0 до 25 °С, ОБВ ≤ 75 % (X ± Sx; n = 10)

Наименование показателя	Норма по ТУ	Фактически
Внешний вид	Пластическая масса	Пластическая масса
Цвет	Темно-коричневый	Темно-коричневый
Вкус и запах	Специфический, свойственный люцерне посевной	Специфический, свойственный люцерне посевной

Разработана рецептура и технология безалкогольного напитка на основе экстракта люцерны посевной. Разработанный безалкогольный напиток имеет высокую органолептическую оценку 24,7 балла (отлично), антиоксидантную направленность 17,6 моль экв./дм³, содержание биофлавоноидов в пересчете на лютеолин-7-гликозид – 142 мг/л напитка, по показателям безопасности соответствует требованиям технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011.

Литература

1. Иванова, Т.Н. Обоснование использования растительного сырья и технологии сухой питательной смеси геродиетического назначения / Т.Н. Иванова, О.В. Евдокимова // Товаровед продовольственных товаров, 2013. – № 7. – С. 14–18.
2. Егорова, Е.Ю. Комплексная переработка плодов-ягодного сырья: методические подходы / Е.Ю. Егорова // Хранение и переработка сельхозсырья, 2012. – № 5. – С. 12–15.
3. Голуб, О.В. Безопасность дикорастущих плодов, ягод, орехов и травянистых растений / О.В. Голуб // Вестник Сибирского университета потребительской кооперации, 2014. – № 4. – С. 9–11.
4. Бакин, И.А. Совершенствование технологии экстрагирования ягодного сырья с использованием ультразвуковой обработки / И.А. Бакин, А.С. Мустафина, П.Н. Лунин // Вестник Красноярского государственного аграрного университета, 2015. – № 12. – С. 91–95.
5. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина / Ю.С. Тараховский, Ю.А. Ким, Б.С. Абдрасилов, Е.Н. Музафаров. – Пуццино: Synchronobook, 2013. – 310 с.
6. Huang D., Ou B., Prior R.L. The chemistry behind antioxidant capacity assays // J. Agric. Food Chem. – 2005. – Vol. 53. – P. 1841–1856.
7. Параметры антиоксидантной активности соединений: относительная антиоксидантная активность чая / И.П. Анисимович, В.И. Дейнека, Л.А. Дейнека и др. // Научные ведомости Белгородского гос. ун-та. Серия: Естеств. науки. – 2010. – № 11. – С. 104–110.
8. Chemical studies on antioxidant mechanism of tea catechins: analysis of radical reaction products of catechin and epicatechin with 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl / S. Sang, X. Cheng, R. Stark, R. Rosen, T. Yang // Bioorg. Med. Chem., 2002. – № 10. – P. 2233–2237.
9. Баробой, Б.А. Катехины чайного растения: структура, активность, применению / Б.А. Баробой // Biotechnologia Acta, 2008. – № 3. – С. 25–36.
10. Mechanism by which alcohol and wine polyphenols affect coronary heart disease risk / F.M. Booyse, W. Pan, H.E. Grenett и др. // Ann. Epidemiol., 2007. – № 7. – P. 24–31.

Толмачев Виталий Олегович. Аспирант, Южно-Уральский государственный аграрный университет (г. Троицк, Челябинская область), Vitali-tolmachev@bk.ru

Тихонов Сергей Леонидович. Заведующий кафедрой пищевой инженерии, Уральский государственный экономический университет (г. Екатеринбург), tihonov75@bk.ru

Тихонова Наталья Валерьевна. Профессор кафедры пищевой инженерии, Уральский государственный экономический университет (г. Екатеринбург), tihonov75@bk.ru

Поступила в редакцию 3 июля 2016 г.

THE DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY OF LUCERNE EXTRACT AND ITS APPLICATION FOR PRODUCTION OF NONALCOHOLIC BEVERAGES OF THE ANTIOXIDANT ACTIVITY

V.O. Tolmachev¹, S.L. Tikhonov², N.V. Tikhonova²

¹ South Ural State Agrarian University, Troitsk, Chelyabinsk region, Russian Federation

² Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russian Federation

The research objective is the technology development, lucerne quality control and its application in the production of nonalcoholic beverages. The authors use generally accepted and instrumental methods of research, namely organoleptic, physical and chemical, biochemical and microbiological ones. The reliability of received data is provided by the use of comparative analysis techniques with the help of Statistica computer program. The lucerne quality indicators used for obtaining the extract are examined. The organoleptic, physical and chemical indicators comply with the requirements of technical rules and regulations. The humidity of dry ground leaves of lucerne comprises 11.6 % at the rate no more than 14 %, the weight content of total ash is 7 %, the weight content of extraneous impurities is 0.5 %, the antioxidant activity of vegetable raw materials is 1.5 mol Eq. / dm³, the bioflavonoid content in conversion to luteolin-7-glycosid is 16.8 mg/g. The obtained results indicate that the vegetable raw material is a source of antioxidants and can be used in the technology of food products of antioxidant directional effect. The technology of obtaining a vegetable lucerne extract is developed. The extract obtaining starts with a preliminary processing of vegetable raw materials by high pressure of 100-200 MPa during 60 sec. Then the vegetable raw materials and an extraction agent (distilled water) in the ratio of 1:6 are placed in a mixer and extracted at the temperature of 55-60 °C during 6 hours in case of constant stirring. The preliminary processing of vegetable raw materials by high pressure significantly intensifies the concentration of flavonoids and the antioxidant activity of the lucerne extract. It's determined that the developed nonalcoholic beverage has a high organoleptic estimation 24.7 points (excellent), the antioxidant directional effect (the antioxidant activity is 17.2 mol Eq. / dm³, the bioflavonoid content in conversion to luteolin-7-glycosid is 97 mg/1 l of the beverage). According to safety indicators it meets with the requirement of the Customs Union regulations TR CU 021/2011.

Keywords: vegetable extract, lucerne, nonalcoholic beverage, antioxidants.

References

1. Ivanova T.N., Evdokimova O.V. [Justification of using vegetable raw materials and the technology of dry nutrient mixture of a gerodietary use]. *Tovaroved prodovol'stvennykh tovarov* [Food goods manager], 2013, no. 7, pp. 14–18. (in Russ.)
2. Egorova E.Yu. [Complex processing of fruits: methodological approaches]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of agricultural raw materials], 2012, no. 5, pp. 12–15. (in Russ.)
3. Golub O.V. [Safety of wild fruits, berries, nuts and herbs]. *Vestnik Sibirskogo universiteta potrebitel'skoy kooperatsii* [Bulletin of Siberian University of Consumer Cooperation], 2014, no. 4, pp. 9–11. (in Russ.)
4. Bakin I.A., Mustafina A.S., Lunin P.N. [Improvement of the technology of extracting berries with the help of ultrasonic treatment]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [The Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University], 2015, no. 12, pp. 91–95. (in Russ.)
5. Tarakhovskiy Yu.S., Kim Yu.A., Abdrasilov B.S., Muzafarov E.N. *Flavonoidy: biokhimiya, biofizika, meditsina* [Flavonoids: biochemistry, biophysics, medicine]. Pushchino, Sunchrobook Publ., 2013. 310 p.
6. Huang D., Ou B., Prior R.L. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *J. Agric. Food Chem.*, 2005, vol. 53, pp. 1841–1856. DOI: 10.1021/jf030723c
7. Anisimovich I.P., Deyneka V.I., Deyneka L.A., Frolov P.A., Myasnikova P.A. [Parameters of the antioxidant activity of combinations: relative antioxidant activity of tea]. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gos. univ-ta. Seriya: Estestv. nauki* [Belgorod State University Scientific Bulletin. Series: Natural Sciences], 2010, no. 11, pp. 104–110. (in Russ.)

8. Sang S., Cheng X., Stark R., Rosen R., Yang T. Chemical studies on antioxidant mechanism of tea catechins: analysis of radical reaction products of catechin and epicatechin with 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl. *Bio- org. Med. Chem.*, 2002, no. 10, pp. 2233–2237. DOI: 10.1016/s0968-0896(02)00089-5

9. Baraboy B.A. [Catechins of a tea plant: structure, activity, application]. *Biotechnologia Acta* [Biotechnologia Acta], 2008, no. 3, pp. 25–36. (in Russ.)

10. Booyse F.M., Pan W., Grenett H.E., Parks D.A., Darley-USmar V.M., Bradley K.M., Tabengwa E.M. Mechanism by which alcohol and wine polyphenols affect coronary heart disease risk. *Ann. Epidemiol.*, 2007, no. 7, pp. 24–31. DOI: 10.1016/j.annepidem.2007.01.006

Vitaly O. Tolmachev, postgraduate student, South Ural State Agrarian University, Troitsk, Chelyabinsk region, Vitali-tolmachev@bk.ru

Sergey L. Tikhonov, head of the Department of Food Engineering, Ural State University of Economics, Yekaterinburg, tihonov75@bk.ru

Natalia V. Tikhonova, professor of the Department of Food Engineering, Ural State University of Economics, Yekaterinburg, tihonov75@bk.ru

Received 3 July 2016

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Толмачев, В.О. Разработка технологии экстракта люцерны посевной и его использование для производства безалкогольных напитков антиоксидантной направленности / В.О. Толмачев, С.Л. Тихонов, Н.В. Тихонова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2016. – Т. 4, № 3. – С. 47–54. DOI: 10.14529/food160306

FOR CITATION

Tolmachev V.O., Tikhonov S.L., Tikhonova N.V. The Development of the Technology of Lucerne Extract and its Application for Production of Nonalcoholic Beverages of the Antioxidant Activity. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2016, vol. 4, no. 3, pp. 47–54. (in Russ.) DOI: 10.14529/food160306