

Биотехнология, бионанотехнология и технология сахаристых продуктов

УДК 664

Соискатель О.В. Костыря, профессор О.С. Корнеева
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра биохимии и биотехнологии.
тел. (473) 255-55-57
E-mail: korneeva-olgas@yandex.ru

Applicant O.V. Kostyria, professor O.S. Korneeva
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of biochemistry and
biotechnology.
phone (473) 255-55-57
E-mail: korneeva-olgas@yandex.ru

О перспективах применения дигидрокверцетина при производстве продуктов с пролонгированным сроком годности

Application of dihydroquercetin in the production of products with prolonged shelf life

Реферат. В статье представлен материал, подтверждающий перспективу применения дигидрокверцетина для производства пищевых продуктов с пролонгированным сроком годности. Дигидрокверцетин – биофлавоноид природного происхождения, который имеет самую высокую антиоксидантную активность по сравнению со всеми известными экзогенными антиоксидантами, в том числе витаминами Е, А, В, С, Д, К, бета-каротином. Данное соединение включено в список пищевых добавок, не оказывающих вредного воздействия на здоровье человека при использовании для приготовления пищевых продуктов. Дигидрокверцетин нетоксичен, физиологически безвреден для здоровья человека, не придает продуктам посторонних привкусов и запахов, не изменяет их цвет при его использовании. Добавка устойчива по отношению к температурным (от (-50) до (+180) °С), механическим воздействиям, и процессам, имеющим место при изготовлении продуктов, то есть отвечает всем требованиям, предъявляемым в целом ко всем пищевым добавкам, и в частности, к антиоксидантам. Дигидрокверцетин обладает бактерицидными свойствами по отношению к некоторым видам бактерий, и оказывает положительное воздействие на развитие и рост молочнокислой микрофлоры. Биофлавоноид не синтезируется в организме человека, поэтому необходимо употреблять продукты, в которых он содержится. Кроме того, использование дигидрокверцетина позволит выпускать продукты питания лечебно-оздоровительной направленности, поскольку положительное влияние биофлавоноида на здоровье человека было доказано благодаря многолетним экспериментальным и клиническим исследованиям медицинских учреждений России.

Summary. The article describes the use for the production of food products with prolonged shelf-life food additives - dihydroquercetin. Dihydroquercetin is a bioflavonoid natural origin, which has the highest antioxidant activity compared with all known exogenous antioxidants, including vitamins E, A, B, C, D, K, beta-carotene. This connection is included in the list of food additives, do not have harmful effects on health when used for cooking food. Dihydroquercetin is non-toxic, physiologically harmless to human health, not give them a foreign tastes and odors, does not change their color when using it. Additive stable with respect to temperature (from minus 50 to plus 180° c), mechanical stress, and the processes taking place in the manufacture of products, i.e., meets all the requirements applicable generally to all food additives, and in particular, to the antioxidants. Dihydroquercetin has antibacterial properties against some types of bacteria, and has a positive impact on the development and growth of the lactic microflora. Bioflavonoid is not synthesized in the human body, so you need to eat foods in which it is contained. In addition, the use of dihydroquercetin will produce food therapeutic orientation that the positive effect of bioflavonoids on human health has been proven through years of experimental and clinical research medical institutions of Russia.

Ключевые слова: дигидрокверцетин, пищевая добавка, бактерицидные свойства, пролонгированный срок годности, антиоксидант природного происхождения.

Keywords: dihydroquercetin, food additive, antibacterial properties, extended shelf life, the antioxidant of natural origin.

В настоящее время в пищевой промышленности актуально создание и производство продукции функциональной направленности с пролонгированным сроком годности. Использование данных продуктов позволяет стабилизировать обмен веществ в организме и улучшить состояние здоровья человека. Это важный аспект для потребителя, а производитель

получает возможность вырабатывать продукцию гарантированного качества с учетом непредвиденных ситуаций, связанных с отклонением температурных режимов хранения, транспортировки и реализации.

© Костыря О.В., Корнеева О.С., 2015

Как известно, пищевые продукты подвержены не только скорой микробиологической порче, в борьбе с которой помогают консерванты, но и окислительной. Окислительные процессы снижают срок годности готовой продукции за счет ухудшения органолептических показателей (изменение внешнего вида, запаха, вкуса продукта) и пищевой ценности продуктов. Употребление в пищу продуктов, содержащих окислившиеся жиры и продукты их метаболизма, крайне опасно, поскольку радикалы, содержащиеся в окисленной фазе жира, способствуют развитию цепной реакции окисления в клетках организма, а вторичные метаболиты окисления жиров (малоновый диальдегид, кетоны) могут привести к развитию ожирения и заболеваний печени и сердца. Поэтому используемые для сдерживания окислительных процессов в пищевых продуктах, особенно с высоким содержанием жира, различные антиокислители и антиоксиданты прерывают реакцию самоокисления, которая происходит в результате контакта питательных веществ с кислородом воздуха. Однако большинство современных антиокислителей синтетического происхождения, их действие на организм человека изучено недостаточно и приводит к неоднозначным последствиям, а так же применение их нецелесообразно, поскольку организм имеет свою антиоксидантную систему. В организме антиоксидантную функцию выполняют ферменты (каталаза, супероксиддисмутаза, пероксидаза, глутатионпероксидаза, убихинон), альбумин и ряд других белков, в том числе серосодержащие и селеносодержащие, липопротеиды высокой плотности, стероидные гормоны, билирубин, мочевая кислота. Этим веществам помогают экзогенные антиоксиданты - витамины, которые поступают в организм с пищей. Поэтому один из современных трендов в области производства пищевых продуктов здорового питания – ориентация на применение натуральных пищевых добавок, которые способны оказать выраженное позитивное воздействие на организм человека. В этой связи заслуживают внимания безопасные натуральные антиоксиданты-антиокислители, которые не только значительно тормозят окисление в пищевых продуктах в процессе хранения, но и одновременно служат действующим началом продуктов лечебно-профилактического назначения, что делает актуальным их применение в рецептурах широкого спектра продуктов.

Одним из самых активных антиоксидантов природного происхождения, применяемых при производстве пищевых продуктов, признан дигидрокверцетин – природное соединение, выделенное из древесины сибирской лиственницы. Международное название «Дигидрокверцетин» (Dihydroquercetin). В Европе он известен как «Таксифолин» (Taxifolin) (рисунок 1).



Рисунок 1. Химическая формула $C_{15}H_{12}O_7$.

Дигидрокверцетин обладает самой высокой антиоксидантной активностью. Антиоксидантная активность - показатель, отражающий способность инактивировать свободные радикалы кислорода. Антиоксидантная активность дигидрокверцетина проявляется при его концентрациях 10^{-4} - 10^{-5} . Это минимальная концентрация вещества с антиоксидантной активностью по сравнению со всеми известными экзогенными антиоксидантами, в том числе витаминами E, A, B, C, D, K, бета-каротином. Тем не менее, применение природных антиоксидантов при производстве пищевых продуктов, обусловлено возникновением определенных сложностей на этапах технологического процесса. Витамины-антиоксиданты природного происхождения легко теряют свою активность, а так же разрушается их структура под воздействием следующих факторов: соприкосновение с металлической поверхностью, воздействие открытых солнечных лучей и кислорода воздуха, высокотемпературная обработка (исключением являются витамины A, E, K и каротиноиды).

Исследованиями, проведенными в Московской Медицинской Академии им. И.М.Сеченова подтверждено, что дигидрокверцетин нетоксичен, физиологически безвреден для здоровья человека, не придает продуктам посторонних привкусов и запахов, не изменяет их цвет при его использовании. Добавка устойчива по отношению к температурным (от минус 50 до плюс 180 °C), механическим воздействиям, и процессам, имеющим место при изготовлении продуктов, то есть отвечает всем требованиям, предъявляемым в целом ко всем пищевым добавкам, и в частности, к антиоксидантам. Данное соединение включено в список пищевых добавок,

не оказывающих вредного воздействия на здоровье человека при использовании для приготовления пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов»).

В 2008-2009 годах две независимые лаборатории Advanced Botanical Consulting&Testing, Inc. и Brunswick Laboratories выполнили тестирование дигидрокверцетина, производимого в России. Результаты исследования показали, что дигидрокверцетин обладает очень высокой антиоксидантной активностью и превосходит многие известные антиоксиданты (таблица 1).

Т а б л и ц а 1

Сравнительная антиоксидантная активность дигидрокверцетина и других антиоксидантов

Наименование антиоксиданта	АОА (Ед/г)
Дигидрокверцетин 95% чистоты	32,744
Дигидрокверцетин 94% чистоты	21,940
Дигидрокверцетин 92-93 % чистоты	19,925
Дигидрокверцетин 88-90% чистоты	15,155
Лютеолин	12,500
Кверцетин	10,900
Эпикатехин	8,100
Витамин С	2,100
Витамин Е	1,300

Примечание: Данные предоставлены Brunswick Laboratories(США)

Институтом ВНИМИ проведены исследования свойств дигидрокверцетина по следующим показателям:

- изучение свойств, подтверждающих бактерицидные свойства дигидрокверцетина;
- влияние дигидрокверцетина на рост и развитие молочнокислой микрофлоры.

В первом случае микрофлорой в качестве объектов были представлены нежелательные липолитические микроорганизмы и, кроме того, *Listeria monocytogenes* (грамположительная палочковидная патогенная бактерия), поскольку она патогенна для человека и может вызывать отравление пищевым путем. При исследовании применяли пищевую добавку дигидрокверцетин, который сертифицирован под товарным знаком «Флукол-Д» (ТУ 9199-001-70205175-04), (изготовитель ООО НЦПИ «Биотехпром»). Исследуемым продуктом были стерилизованные сливки с массовой долей жира 10 %. В стерилизованных сливках максимальный уровень вносимого дигидрокверцетина составляет 200 мг/кг на жир продукта (согласно СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования к безопасности и

пищевой ценности пищевых продуктов»). Результаты исследования показали, что дигидрокверцетин обладает выборочным бактерицидным действием к некоторым видам патогенной, условно-патогенной и нежелательной микрофлоры (таблица 2).

Т а б л и ц а 2

Бактерицидные эффект действия дигидрокверцетина по отношению к некоторым видам бактерий

Микроорганизмы	Средний процент гибели клеток
<i>E. coli</i>	11,8
<i>Salmonella</i>	нет гибели
<i>S. aureus</i>	91
<i>L. monocytogenes</i>	30

Некоторый бактерицидный эффект дигидрокверцетина можно рассматривать как положительное дополнительное воздействие его при использовании в производстве пищевых продуктов в качестве антиокислителя.

Во втором случае при проведении исследований институтом ВНИМИ были использованы промышленные штаммы молочнокислых микроорганизмов. Объектами исследований были представлены следующие культуры: 1- болгарская палочка; 2- термофильные молочнокислые стрептококки; 3- их сочетание в соотношении 1:4-закваска для йогурта. Согласно проведенных разработок, было установлено, что в опытных образцах с дигидрокверцетином в процессе хранения:

- кислотообразование происходило медленнее, и к концу эксперимента кислотность продуктов была на 5-15 % ниже, чем в контрольных образцах;
- морфологических изменений строения клеток молочнокислых бактерий не наблюдалось;
- наблюдалась некоторая стабильность количества выживших клеток и количество соответствовало требованиям ГОСТ Р 51331-99 (концентрация живых молочнокислых микроорганизмов в продуктах на конец срока годности должна составлять не менее чем 10^7 КОЕ в 1 г продукта), в то время как в контрольных образцах показатель жизнеспособности клеток был более низким.

Результаты исследования показали, что при добавлении дигидрокверцетина в количестве 0,02 % к массе жира при изготовлении кисломолочных продуктов оказывает положительное влияние на рост и развитие молочнокислых микроорганизмов.

Кроме того, использование дигидрокверцетина позволит выпускать продукты пи-

тания лечебно-оздоровительной направленности. Положительное влияние биофлавоноида на здоровье человека было открыто еще в 1950 г.. Многолетние экспериментальные и клинические исследования дигидрокверцетина, проводившиеся в НИИ Фармакологии, Московском Государственном Медицинском Университете им. И.М. Сеченова, Сибирском государственном университете, Институте Микрохирургии глаза, Институте хирургии им. Вишневского, Российском Онкологическом Научном Центре им. Блохина, выявили его следующие фармакологические свойства:

- высокую антиоксидантную способность;
- замедление процесса старения организма благодаря оптимизации периферического кровообращения и защиты мембран клеток от разрушения;
- улучшение функционального состояния сердечно-сосудистой системы;
- оптимизацию липидного обмена и липидного профиля крови, препятствие развитию атеросклероза;
- снижение риска прогрессирования диабетических, сосудистых осложнений;
- улучшение кровотока в церебральных сосудах и обменных процессов в клетках головного мозга и периферической нервной системы;
- восстановление микроциркуляции в период реабилитации, после перенесенных инсульта или инфаркта;
- улучшение функции зрительного аппарата при воспалительных, склеротических, дистрофических заболеваниях глаз, повышение остроты зрения, ускорение рассасывания кровоизлияний сетчатки;
- иммуномодулирующую активность, эффективность при аллергических и иммунодефицитных состояниях;
- природный антибиотик с выраженными бактерицидными и противогрибковыми свойствами;
- торможение деления опухолевых клеток, путем активации апоптоза (разрушения), при этом сохраняется пул нормальных клеток;
- выраженный омолаживающий эффект, стимуляция регенерации кожи, в том числе синтез коллагена и эластина;
- способность к повышению резистентности организма к физическим и психическим нагрузкам;
- естественный гастропротектор и гепатопротектор;
- уменьшение неблагоприятного воздействия на организм химио- и антибиотикотерапии;

- предохранение организма от вредного воздействия ионизирующего излучения, и выведение из организма радионуклидов.

Согласно МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» в разделе 4.3.4 «Биофлавоноиды» записано: «Регулярное потребление этих соединений приводит к достоверному снижению риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. Высокая биологическая активность биофлавоноидов обусловлена наличием антиоксидантных свойств. Установлена также важная роль биофлавоноидов в регуляции активности ферментов метаболизма ксенобиотиков». Рекомендуемые уровни потребления: для взрослых – 250 мг/сутки (в том числе катехинов – 100 мг), для детей 7-18 лет от 150 до 250 мг/сутки (в том числе катехинов от 50 до 100 мг/сутки) (вводятся впервые)». При недостатке антиоксидантов природного происхождения в организме человека образуются свободные радикалы, которые нестабильны и очень легко вступают в химические реакции окисления, приводящие к повреждению молекул, мембран внутриклеточных и клеточных структур, в последующем тканей и органов. При этом в клетке в большом количестве образуются продукты метаболизма, проявляющие токсические свойства. Активация перекисного окисления способствует повреждению сердечно-сосудистой, нервной, иммунной систем, ведет к преждевременному старению. Присутствие свободных радикалов способствует развитию таких болезней как: атеросклероз, ишемическая болезнь сердца и ее осложнений (инфаркт миокарда), гипертоническая болезнь, инсульт, диабет, онкологические заболевания, заболевания кожи, соединительной и нервной ткани, и ряда других патологий. В настоящее время эти болезни принято объединять термином «свободно-радикальные болезни». Биофлавоноиды не синтезируются в организме человека, поэтому необходимо употреблять продукты, в которых они содержатся.

Таким образом, учитывая полученные данные, можно сделать вывод, что применение дигидрокверцетина в качестве пищевой добавки при производстве пищевых продуктов будет способствовать:

- производству продуктов с пролонгированным сроком годности;
- повышению антиоксидантной активности человека;
- расширению ассортимента продуктов питания лечебно-оздоровительной направленности.

ЛИТЕРАТУРА

1 Пат. № 2386624, RU, С2. Способ получения дигидрокверцетина из отходов лесозаготовки и лесопереработки лиственницы / Кершенгольц Б.И., Шашурин М.М., Хлебный Е.С., Шейн А.А., Журавская А.Н., Ломовский О.И., Жуков М.А. № 2007142814/13; Заявл. 2007142814/13; Оpubл.20.04.2010.

2 Пат. № 2305939, RU, С1. Способ получения биологически активного препарата из древесины лиственницы / Чекуров В.И., Хан В.А., Козлов В.Е. № 2005141744/15, Заявл. 2005141744/15; Оpubл.20.09.2007.

3 Пат. №2180566, RU, С1.Способ выделения дигидрокверцетина / Нифантьев Э.Е., Коротеев М.П., Казиев Г.З, Уминский А.А. № 2001101592/14, Заявл. 2001101592/14; Оpubл.20.03.2002.

4 Пат.№2038094, RU, С1, А61К35/78, С07D311/321. Способ получения дигидрокверцетина / Тюкавкина Н.А., Наумов В.В., Колесник Ю.А., Руленко И.А., Ручкин В.Е., Гаврилова Т.Ф., Наумов О.В. № 94002793/14; Заявл. 94002793/14, Оpubл. 27.06.1995.

5 Пат. № 2544375, RU, С1. Состав антиоксидантной композиции для улучшения качества питьевой воды / Воронова О.А., Короткова Е.И., Дорошко Е.В., Петрова Е.В., Булычева Е.В., Плотников Е.В. №2013145860/13, Заявл. 2013145860/13, Оpubл.20.03.2015.

6 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.3.2.1293-03 (с изменениями на 23 декабря 2010г.) «Гигиенические требования по применению пищевых добавок». СанПиН 2.3.2.1293-03

7 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов».

8 ГОСТ Р 52499-2005 Добавки пищевые. Термины и определения. Утвержден и введен в действие 30.12.2005. №539 -ст. Межгосударственный стандарт. М.: ИПК изд-во стандартов «Стандартинформ», 2006. 6 с.

9 Блинова Т.Е., Радаева И.А., Здоровцова А.Н. Бактерицидные свойства дигидрокверцетина // Молочная промышленность. 2008. №4. С. 60-62.

10 Блинова Т.Е., Радаева И.А., Здоровцова А.Н. Влияние дигидрокверцетина на молочнокислые бактерии дигидрокверцетина // Молочная промышленность. 2008. №5. С. 57-58.

11 Погосян Д.Г. Молочные продукты с пролонгированным сроком годности // Молочная промышленность. 2014. №3. С. 60-61.

12 Токаев Э.С., Манукьян Г.Г. Сравнительная характеристика антиоксидантной активности растительных экстрактов // Хранение и переработка сельхозсырья. 2009. №9.

13 Манукьян Г.Г. Роль антиоксидантов в спортивном питании // «Живые системы и биологическая безопасность населения»: материалы VI международной научной конференции студентов и молодых ученых. М.,2007. С.110-112.

14 Белая О.Л., Байдер Л.М., Куроптева З.В., Артамошина Н.Е. Антиоксидантные свойства биофлавоноида диквертина // Сборник материалов конгресса XVI российский национальный конгресс «Человек и лекарство» М., 2009. С. 37.

15 Леонтьева Н.В. Витамины на страже здоровья: Учебное пособие. СПб., 2013. 27 с.

16 ГОСТ Р 51331-99 Продукты молочные. Йогурты. Общие технические условия. Утвержден и введен действие Постановлением Госстандарта России 19.10.99. №355-ст.

17 МР 2.3.1.2432-08 Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации.

REFERENCES

1 Kershengolts B.I., Shashurin M.M., Klebnyi E.S., Shein A.A. et al. Sposob polucheniya digidrokvetsitina [A method for producing dihydroquercetin from the waste timber and forest of larch] Patent RF, no. 2386624, 2010. (In Russ.).

2 Chekurov V.I., Khan V.A., Kozlov V.E. Sposob polucheniya biologicheskii aktivnogo preparata [A method of producing biologically active preparation of larch wood] Patent RF, no. 2305939, 2007. (In Russ.).

3 Koroteev M.P., Kaziev G.Z., Uminsky A.A., Nifant'ev E.E. Sposob vydeleniya digidrokvetsitina [Method allocation dihydroquercetin] Patent RF, no. 2180566, 2002.

4 Tyukavkina N.A., Naumov V.V., Kolesnik Yu.A., Rulenko I.A. et al. Sposob polusheniya digidrokvetsitina [A method for producing dihydroquercetin]. Patent RF, no. 2038094, 1995. (In Russ.).

5 Voronova O.A., Korotkova E.I., Dorozhko E.V., Petrova E.V. Sostav antioksidantnoi kompozitsii [The composition of antioxidant compositions to improve the quality of drinking water]. Patent RF, no. 254437503, 2015. (In Russ.).

6 Sanitary rules and regulations SanPiN 2.3.2.1293-03 (as amended December 23, 2010.) "Hygienic requirements on the use of nutritional supplements." (In Russ.).

7 Gigenicheskie trebovaniya k primeniyu pishchevykh dobavok [Sanitary rules and regulations SanPiN 2.3.2.1078-01 "Hygienic requirements for safety and nutritional value of foods."] (In Russ.).

8 GOST 52499-2005 Dobavki pishchevye. Terminy i opredeleniya [Additives food-tions. Terms and Definitions. Approved and put into effect 30.12.2005. №539 -cm. Interstate standard]. Moscow, Standartinform, 2006. 6 p. (In Russ.).

9 Blinova T.E., Radaeva I.A., Zdorovtsova A.N. Bactericidal properties dihydroquercetin. *Molochnaya promyshlennost'*. [Dairy industry], 2008, no.4, pp. 60-62. (In Russ.).

10 Blinova T.E., Radaeva I.A., Zdorovtsova A.N. Influence dihydroquercetin on lactic acid bacteria *Molochnaya promyshlennost'*. [Dairy industry], 2008, no. 5, pp. 57-58. (In Russ.).

11 Poghosyan D.G. Dairy products with a prolonged shelf life *Molochnaya promyshlennost'*. [Dairy industry], 2014, no. 3, pp. 60-61. (In Russ.).

12 Tokayev E.S., Manuk'yan G.G. Comparative characteristics of the antioxidant activity of plant extracts. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya*. [Storage and processing of agricultural raw materials], 2009, no. 9. (In Russ.).

13 Manuk'yan G.G. The role of antioxidants in sports nutrition. *Zhivye sistemy i biologicheskaya bezopasnost' naseleniya* ["Living systems and biological safety of the population": the VI International Scientific Conference of students and young scientists]. Moscow, 2007. pp. 110-112. (In Russ.).

14 Belaya O.L., Bayder L.M., Kuropteva Z.V., Artamoshin N.E. The antioxidant properties of bioflavonoid Diquertin. *Chelovek i lekarstva*. [Collection of materials of the XVI Congress of the Russian National Congress "Man and Medicine"], Moscow, 2009. pp. 37. (In Russ.).

15 Leontieva N.V. Vitaminy na strazhe zdorov'ya [Vitamins at the country the same health]. Saint-Petersburg, 2013. 27 p. (In Russ.).

16 GOST 51331-99 Produkty molochnye. Yogurty. [Milk products. Yogurt. General specifications. Approved and introduced a Resolution of the State Standard of Russia 10.19.99. №355-art]. (In Russ.).

17 MR 2.3.1.2432-08 Normy fiziologicheskikh potrebnostei v energii i pishchevykh veshchestvakh dlya razlichnykh grupp naseleniya RF [Standards physiological and logical requirements for energy and nutrients for different groups of the population of the Russian Federation]. (In Russ.).