

ФЛАВОНОИДЫ – ПРИРОДНЫЕ АНТИОКСИДАНТЫ

Н. В. Леонтьева

ФГ БОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет
имени И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
Россия, Санкт-Петербург

Аннотация

Данный обзор посвящен Флавоноидам, представляющим собой фенольные соединения, которые синтезируются в растениях из фенилаланина. Особая структура флавоноидов - бензольные кольца и ОН-радикалы – реализуется в их высокой антиоксидантной активности. Дигидрокверцетин благодаря высокой антиоксидантной активности обладает противовоспалительными, обезболивающими, иммунокорректирующими свойствами. Тормозящее действие на разрастание опухолевой ткани, а также уничтожение клеток ряда зарождающихся злокачественных новообразований, подтвержденные опытами на клеточных культурах, позволяет рассчитывать на эффективность применения дигидрокверцетина в качестве противоопухолевого средства.

Регуляторное воздействие этого вещества на ряд реакций иммунной системы организма, на течение воспалительных процессов, характеризует его, как противоаллергическое и противовоспалительное средство, способное снизить повреждающее воздействие самых разных неблагоприятных факторов внешней среды. Оно не действует непосредственно на возбудителя болезни, но, повышая устойчивость биологических мембран и барьеров, помогает организму самому справиться с возникшей проблемой.

Ключевые слова: флавоноиды, дигидрокверцетин, противоопухолевая терапия, антиоксидантная активность.

Введение

В настоящее время актуальным представляется не только лечение и реабилитация больных людей, но и активное сохранение здоровья практически здоровых людей, а также лиц, имеющих функциональные нарушения разных органов и факторы риска развития заболеваний. Современный человек подвержен целому ряду неблагоприятных воздействий, это интенсивный ритм жизни, часто возникающие эмоциональные стрессовые ситуации, гиподинамия, а порой отсутствие времени на ежедневные, необходимые каждому физические нагрузки, пренебрежение отдыхом. Неблагоприятные экологические условия – загрязнение воды и воздуха, ионизирующее и высокочастотное излучение – постоянно оказывают воздействие на жителей многих регионов. К этому следует добавить вредные привычки – курение, злоупотребление

алкоголем, употребление наркотиков. Итогом всего перечисленного является преждевременное старение, нарушение обмена веществ и иммунного статуса, атеросклероз, хронические заболевания сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта, опухоли [1 – 4].

Очевидно, что организм человека нуждается в адекватной поддержке, чтобы противостоять этим неблагоприятным факторам. Причем необходима помощь постоянная, ежедневная, то есть нужна первичная профилактика патологических состояний.

С древних времен с этой целью использовали фитопрепараты, обладающие высокой биологической активностью. Знахари-травники всегда, во всех культурах, на всех континентах пользовались особым уважением, ибо обладали «особым знанием» и способны были исцелять с помощью растительных отваров и

настояев. Только в конце XIX века появилась возможность изучать свойства веществ, содержащихся в растениях. Это послужило основой для возникновения нового научного направления - науки о витаминах [5; 6].

Термин «витамин» (лат. «vita-жизнь», «amine-азот») предложил польский химик Казимир Функ в 1912 году. Он изучал болезнь «бери-бери» (гиповитаминоз B1). Конкретная причина этого заболевания стала в последующие годы понятной после открытия витамина B1. Так появился новый термин «витамин», обозначающий азот в предложенном им термине. Следует отметить, что азот не входит в состав всех витаминов, известных на сегодняшний день, а термин остался.

Открытие витаминов не осталось незамеченным Нобелевским Комитетом. В области медицины и химии было присуждено 8 Нобелевских премий за открытие и изучение свойств витаминов.

Лекарственные растения всегда привлекали внимание врачей и пациентов. Сколь ни эффективны новые препараты, разрабатываемые фармацевтическими компаниями, растения продолжают пользоваться доверием многих людей: терапевтическая ценность лекарственных растений известна издревле, и признана современной медициной [7]. Сегодня на долю препаратов на растительной основе приходится до 35-40 % всех лекарственных средств, отпускаемых аптеками. Бурное развитие фармацевтической отрасли в XX веке серьезно потеснило фитотерапию. Началась эра синтетических лекарственных средств. Они сыграли большую роль в лечении целого ряда заболеваний. Возникла уверенность в скором получении новых лекарств, которые избавят от всевозможных болезней. Однако, со временем стало понятно, что многие проблемы терапии остаются нерешенными. И вновь встал вопрос о возможности использования лекарственных препаратов на основе растительного сырья, поиске новых средств на его основе [6; 8].

Особое внимание в последние годы уделяют растительным пигментам – флавоноидам, которых в природе насчитывается около 6500 [8; 9]. Начало в изучении этой большой группы веществ положил венгерский ученый Альберт Сент-Дьердьи, выделивший из красной паприки

субстанцию, влияющую на проницаемость сосудистой стенки. Он назвал это вещество витамином P («paprika» – перец, «permeability» – проницаемость).

В 1937 году Сент-Дьердьи был удостоен Нобелевской премии в области медицины за открытие витаминов C и P и изучение процессов биологического окисления.

В дальнейшем по мере изучения химических и биологических свойств витамина P стало понятно, что это не одно вещество, как казалось на первый взгляд, а целая группа соединений, обладающих высокой биологической активностью, положительно влияющих на метаболические процессы и динамику различных патологических процессов. К ним относятся кверцетин, дигидрокверцетин, гесперидин, кумарины, антоцианы, катехины и другие [9].

Флавоноиды представляют собой фенольные соединения, которые синтезируются в растениях из фенилаланина и накапливаются в листьях, древесине, корнях, плодах, семенах, цветках. Именно они определяют причудливую неповторимую окраску лепестков цветов. Красную, синюю, фиолетовую окраску обеспечивают антоцианы, желтую и оранжевую – флавоны, флавонолы, ауроны, халконы. Бесцветные флавоноиды – катехины и лейкоантоцианы – являются источниками дубящих веществ. Катехины в большом количестве содержатся в сырых какао-бобах [9].

По химическим свойствам большинство флавоноидов являются пигментами, причем разные соединения обладают свойствами как водорастворимости, так и жирорастворимости. В растениях флавоноиды выполняют ряд важных функций. Они участвуют в процессах фотосинтеза, клеточного дыхания, метаболизма, пролиферации, апоптоза, регулируют рост растений посредством транспорта гормона роста ауксина. Флавоноиды подавляют рост и уничтожают бактерии, грибы, простейшие, проявляют противовирусную активность, ингибируя транскриптазу и протеазу вирусов. Флавоноиды защищают растения от повреждающего действия лучей ультрафиолетового (330-350 нм) и видимого (520-560 нм) спектра, благодаря способности поглощать излучение в этих диапазонах [3; 9].

Особая структура флавоноидов – бензольные кольца и ОН-радикалы – реализует-

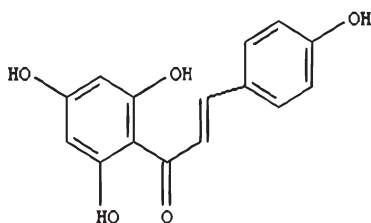


Рисунок 1. Основа флавоноидов – дифенилпропановый скелет [10].

ся в их высокой антиоксидантной активности (рис.1). Причем, чем больше в молекуле гидроксильных радикалов, тем выше способность вещества инактивировать свободные радикалы кислорода. Это ценное свойство лежит в основе фармакологического действия флавоноидов.

Флавоноиды, поступающие в организм человека, благодаря высокой антиоксидантной активности, восстанавливают проницаемость капилляров, оптимизируют периферическое кровообращение, функцию печени, способствуют нормализации липидного состава крови, проявляют антибактериальную и противовирусную активность, повышают абсорбцию витамина С в тонкой кишке.

В настоящее время из огромного количества флавоноидов выделено до 150 молекул, которые принято называть Р-витаминной группой. Считается, что флавоноиды, наряду с другими растительными фенольными соединениями, являются незаменимыми компонентами пищи человека. Флавоноиды обладают выраженной антиоксидантной активностью, их способность связывать свободные радикалы выше, чем других витаминов, таких как Е, А, С. Они способны изменять активность многих ферментов, ингибировать окисление ЛПНП, образовывать хелатные комплексы с ионами тяжелых металлов, препятствовать развитию окислительного стресса в клетках, где метаболизм нарушен в результате действия токсических прооксидантов, УФ-радиации и других повреждающих факторов. Противовоспалительное и антиаллергическое действие этих соединений обусловлено мягким стимулирующим действием на функцию коры надпочечников и синтез глюкокортикоидов. Помимо этого флавоноиды могут подавлять образование и высвобождение медиаторов воспаления – простагландинов и лейкотриенов [3; 4; 11; 12].

Р-витаминная активность флавоноидов, особенно в сочетании с витамином С, заключа-

ется в нормализации проницаемости сосудистой стенки, восстановлении ее вязкоэластических свойств, уменьшении ломкости [3; 5; 13]. Среди веществ Р-витаминной группы по антиоксидантной активности первое место, по результатам ряда исследований, занимает флавонол дигидрокверцетин, который является восстановленной формой кверцетина [14].

Дигидрокверцетин – уникальный природный акцептор свободных радикалов кислорода. В настоящее время он является эталонным продуктом, то есть продуктом, обладающим самой высокой антиоксидантной активностью [12; 15].

Антиоксидантная активность – показатель, отражающий способность инактивировать свободные радикалы кислорода. В 1992 году для унификации измерения антиоксидантных свойств веществ Национальным Институтом Старения США была введена специальная шкала ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity). Она основана на методе оценки способности веществ к поглощению свободных радикалов кислорода.[15]

Антиоксидантная активность дигидрокверцетина проявляется при его концентрациях 10-4-10-5-10-7. Это минимальная концентрация вещества с антиоксидантной активностью по сравнению со всеми известными экзогенными антиоксидантами, в том числе витаминами Е, А, В, С, бета-каротином [3; 8; 14].

Долгое время считалось, что дигидрокверцетин содержится только в цитрусовых, косточках винограда, софоре японской, лепестках розы, стеблях гингко билоба, эвкалипта. Понятно, что дорогостоящее сырье, малые объемы производства высокая рыночная стоимость на мировом рынке были препятствием для широкого применения дигидрокверцетина в лечебной практике.

В 70-е годы XX века в России были разработаны технологические условия получения дигидрокверцетина из комлевой части даурской лиственницы (*Larix dahurica* Turcz.), которая произрастает только в отдельных районах Иркутской области и на Дальнем Востоке [16]. В зонах произрастания даурской лиственницы, есть месторождения золота и растет кедр, что указывает на особую экологическую чистоту этих районов. Инженерам-технологам в содружестве с учеными удалось получить дигидрок-

верцетин в его естественной кристаллической форме - монокристалл, то есть кристалл, построенный из молекул только одной конформации. Полученный дигидрокверцетин по степени чистоты, составляющей 90-99 %, и всему спектру биологической активности пока не имеет аналогов. Это нативный биофлавоноид, то есть субстанция с ненарушенной природной структурой. [9; 17-19]. Другим продуктом переработки древесины даурской лиственницы является арабиногалактан – водорастворимый полисахарид, состоящий из галактозы и арабинозы, представляющий волокна, которые в кишечнике выполняют функцию пребиотика и обеспечивают поддержание нормальной микрофлоры.

В настоящее время крупнейшим производителем и поставщиком дигидрокверцетина и арабиногалактана, получаемого путем глубокой переработки древесины даурской лиственницы является АО «Аметис». Предприятие производит более 70 % общего объема этого продукта в мире. Производственная мощность предприятия - 13 тонн дигидрокверцетина и 40 тонн арабиногалактана в год.

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) [15; 20].

Дигидрокверцетин благодаря высокой антиоксидантной активности обладает противо-

воспалительными, обезболивающими, иммунокорректирующими свойствами. За счет высоких комплексообразующих свойств он выводит из организма тяжелые металлы, в том числе радионуклиды, способствует восстановлению тонуса кровеносных сосудов, нормализации липидного спектра крови и замедляет развитие атеросклеротических бляшек [2; 12; 21].

Многолетние экспериментальные и клинические исследования позволили ученым сделать выводы о способности дигидрокверцетина и других флавоноидов влиять на различные процессы жизнедеятельности, как отдельных клеток, так и организма в целом [11; 12; 15; 22; 23]. В условиях эксперимента и в исследованиях на добровольцах получены достаточно убедительные свидетельства перспективности их использования в профилактике и в лечении различных заболеваний [1; 13; 24-26].

По мнению Тюкавкиной Н.А. в настоящее время имеются все возможности разработки на основе флавоноидов новых лекарственных препаратов путем модификации молекул, повышения их растворимости и биодоступности [8]. Применение дигидрокверцетина обеспечит профилактику ряда заболеваний, защиту организма от воздействия свободных радикалов. Дигидрокверцетин можно рекомендовать в качестве компонента функционального питания для спортсменов, с целью профилактики дисбактериозов различной этиологии, вторичных иммунодефицитов, сердечно-сосудистых заболеваний, защиты от химических загрязнений, воздействия радиационных, электромагнитных полей. Благодаря высокой антиоксидантной активности

Таблица 1. Сравнительная антиоксидантная активность (далее – АОА) дигидрокверцетина и других антиоксидантов [15].

<i>Наименование антиоксиданта</i>	<i>АОА (Ед/г)</i>
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

дигидрокверцетин ограничивает процессы цепных реакций свободно-радикального окисления, предотвращает избыточное окисление липидов, белков, нуклеиновых кислот, защищает мембраны клеток от повреждения оксидантами. С учетом образа жизни жителей мегаполиса, дигидрокверцетин позволит сохранять здоровье и активность на долгие годы [11].

Спектр действия дигидрокверцетина чрезвычайно обширен. Он регулирует метаболические процессы, положительно влияет на функцию сердечно-сосудистой системы, легких, печени, поджелудочной железы, желудочно-кишечного тракта, почек, мочевого пузыря. Дигидрокверцетин можно использовать для профилактики и лечения хронических воспалительных процессов вирусной и бактериальной природы, опухолевых заболеваний, аутоиммунных заболеваний. В экспериментах было показано, что дигидрокверцетин на 50% снижает активность ключевого фермента синтеза холестерина – ГМГ-КоА-редуктазы (3-гидрокси-3-метилглутарил-коэнзим А-редуктаза), тем самым нормализует его синтез в организме, а также угнетает этерификацию холестерина. Кроме этого дигидрокверцетин взаимодействует с перекисями липидов, захватывает свободные радикалы и устраняет ингибирующее влияние липопероксидов на ключевой фермент катаболизма холестерина в печени - микросомальную 7α -гидроксилазу, а также на липопротеиновую липазу [4; 27; 28]. Все выше сказанное проявляется нормализацией липидного профиля крови. Дигидрокверцетин препятствует разрушению клеточных мембран, укрепляет стенки кровеносных сосудов и капилляров, предохраняя их от повреждения, восстанавливает проницаемость стенок сосудов и кровотока. Применение дигидрокверцетина у больных с артериальной гипертензией, ретинопатией дает хороший эффект благодаря нормализации тонуса сосудистой стенки и кровотока [12; 13].

Дигидрокверцетин стимулирует синтез цитокинов и интерферонов, повышая таким образом активность Т-лимфоцитов и макрофагов [29]. Это проявляется в устранении иммунодефицита, мобилизации защитных сил организма, выраженном гипоаллергенном действии. В присутствии дигидрокверцетина большинство патогенных штаммов бактерий, грибов, виру-

сов прекращают или замедляют рост, происходит нейтрализация бактериальных токсинов. Заживление ран, разрешение воспаления, в том числе гнойного, происходит быстрее.

Противовоспалительная активность дигидрокверцетина обусловлена восстановлением микроциркуляции и иммунного статуса. При регулярном приеме дигидрокверцетина исчезают обострения хронических заболеваний органов дыхания, мочеполовой системы (почек, мочевого пузыря, предстательной железы). Положительно влияет дигидрокверцетин на репродуктивную функцию у мужчин и у женщин.

Таким образом, благодаря уникальным свойствам дигидрокверцетина можно рекомендовать как профилактическое средство, предотвращающее синдром хронической усталости и замедляющее старение, и как лечебное средство в комплексной терапии заболеваний различных органов и систем. Следует подчеркнуть, что применение дигидрокверцетина в сочетании с лекарственными препаратами снижает их побочные эффекты, не нарушая их полезного действия, что является весьма актуальным.

Необходимо подчеркнуть, что дигидрокверцетин не обладает сиюминутным действием, он должен накопиться в организме, включиться в метаболические процессы, начать инактивацию свободных радикалов, дать возможность восстановить нормальную функцию органов, а для этого нужно время. Дигидрокверцетин – не панацея, а очень хороший и надежный помощник. Он не действует непосредственно на возбудителя болезни, но, повышая устойчивость биологических мембран и барьеров, помогает организму самому справиться с возникшей проблемой.

Применение флавоноидов на пути человека к здоровой долгой жизни только началось. На сегодняшний день дигидрокверцетин применяют в пищевой и косметической промышленности, в животноводстве и птицеводстве в качестве пищевой добавки, в растениеводстве в качестве стимулятора роста растений. Исследования флавоноидов не прекращаются, а значит, нас ждет еще много новостей и открытий.

В заключение хочется привести слова лауреата двух Нобелевских премий Лайнуса Поллинга: «Потребление дигидрокверцетина способствует реальному продлению жизни человека на 20-25 лет...»

Список источников

1. Скедина М. А., Белозерова И. Н., Дергачева Л. И. Комплексное исследование динамики состояния сердечно-сосудистой системы при использовании препаратов дигидрокверцетина у больных с гипертонией // Вестник восстановительной медицины. – 2008. – № 6 (28). – С. 32–35.
2. Терникова Е. М., Федорова Е. П., Лапенко В. В. и др. Опыт использования дигидрокверцетина в метаболической коррекции у населения урбанизированного севера // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 1 (115). – С. 118–123.
3. Bors W., Heller W., Michel C., Saran M. (1990). Flavonoids as antioxidants: Determination of radical-scavenging efficiencies // *Methods in Enzymology*. – 1990. – № 186. – P. 343–355.
4. Das A., Baidya R., Chakraborty T. et al. Pharmacological basis and new insights of taxifolin: A comprehensive review // *Biomedicine & Pharmacotherapy*. – 2021. – Vol. 142. – P. 2–17.
5. Леонтьева Н. В. Дигидрокверцетин – природный антиоксидант. Учебное пособие. // СЗГМУ. – 2018. – 30 с.
6. Плотников М. Б., Маслов М. Ю., Алиев О. И. и др. Поиск и изучение средств растительного происхождения, обладающих гемореологической активностью // *Тромбоз, гемостаз и реология*. – 2000. – № 3. – С. 32–35.
7. Лигаа У. Монголын уламжилт эмнэлэгт эмийн ургамлыг хэрэглэх арга ба жор (Лекарственные растения и рецепты из растительного сырья, применяемые в монгольской традиционной медицине). Улан-Батор, 1997. – № 2. – 395 с.
8. Тюкавкина Н. А., Руленко И. А., Колесник Ю. А. Дигидрокверцетин - новая антиоксидантная и биологически активная пищевая добавка // *Вопросы питания*. – 1997. – № 6. – С. 12–15.
9. Тараховский Ю. С., Ким Ю. А., Абдрашилов Б. С., и др. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина. Synchrobook. – Пущино, 2013. – 308 с.
10. Белобородов В. Л., Зурабян С. Э., Лузин А. П., Тюкавкина Н. А. Органическая химия. Основной курс. – Москва: Дрофа, 2003.
11. Crespo I., García-Mediavilla M. V., Gutiérrez B., et al. A comparison of the effects of kaempferol and quercetin on cytokine-induced pro-inflammatory status of cultured human endothelial cells // *British Journal of Nutrition*. – 2008. – Vol. 100 (5). – P. 968–976.
12. Crespo I., García-Mediavilla M. V., Almar M. et al. The anti-inflammatory flavones quercetin and kaempferol cause inhibition of inducible nitric oxide synthase, cyclooxygenase-2 and reactive C-protein. // *European journal of pharmacology*. – 2007. – Vol. 557. – P. 221–229.
13. Алиев О. И., Сидехменова А. В., Шаманаев А. Ю., и др. Механизмы гипотензивного действия дигидрокверцетина при артериальной гипертензии. // *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. – 2016. – № 9. – С. 75–78.
14. Конкина И. Г., Грабовский С. А., Муринов Ю. И., и др. Сравнительная оценка реакционной способности кверцетина и дигидрокверцетина по отношению к пероксильным радикалам // *Химия растительного сырья*. – 2011. – № 3. – С. 2070–2086.
15. S. Dudonne S., Vitrac X., P. Coutiere P. et al. Comparative Study of Antioxidant Properties and Total Phenolic Content of 30 Plant Extracts of Industrial Interest Using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC Assays // *Journal of Agricultural Food Chemistry*. – 2009. – Vol. 57. №5. – P. 1768–1774.
16. Тюкавкина Н. А., Шостаковский М. Ф., Девятко Н. Г. О распределении флавоноидов в древесине сибирской лиственницы // *Известия Самарского отделения академии наук, биологические науки*. – 1969. – № 3. – № 15. – С. 77–83.
17. Костина Г. П., Ноу-хау пенькового промысла // *Эксперт*. – 2006. – № 16. – С. 3–9.
18. Селиванова И. А., Тюкавкина Н. А., Колесник Ю. А. и др. Исследование кристаллической структуры дигидрокверцетина // *Химико-фармацевтический журнал*. – 1999. – Т. 33. – №4. – С. 51–53.
19. Тюкавкина Н. А., Хуторянский В. А., Баженов Б. Н. Способ получения дигидрокверцетина. // Патент № 2091076. Оpubл. Б.И. – Россия, 1997. – № 27.
20. Weidemann A. E. Dihydroquercetin: more than just an impurity? // *European Journal of Pharmacology*. – 2012. – № 684. – P. 19–26.
21. Olimova S., Tuychiboev J., Shodiev N. et al. The quercetin and dihydroquercetin effect on small enzymes in case of hypothyroidism ozimi. // *National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek*. – Tashkent, 2021. – Vol. 5-2 (83). – P. 66–73.
22. Чмыхова, А. Н., Артющкова Е. Б., Артющкова

Е. В. Перспектива применения природного флавоноида дигидрокверцетина и его комбинации с иммуномодулятором Галавит® в комплексном лечении распространенного перитонита в эксперименте // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 1. – С. 62-65.

23. Zhang Y, Liu L, Yi X, et al. Oxidative stress-induced calreticulin expression and translocation: new insights into the destruction of melanocytes // Journal of Investigative Dermatology. – 2014. – № 1(134). – P. 183-191.

24. Белая О. Л., Байдер Л. М., Куроптева З. В., Артамошина Н. Е. Антиоксидантные свойства биофлавоноида диквертина // Сб. материалов XVI Рос. Нац. конгресса «Человек и лекарство». – Москва, 2009. – С. 37.

25. Иванов И. С., Сидехменова А. В., Анищенко А. М. и др. Фармакологическая активность композиции на основе дигидрокверцетина и липоевой кислоты // Бюллетень сибирской медицины. – 2001. – № 1. – С. 43-47.

26. Леонтьева Н. В., Ветровой О. В. Сравнительная характеристика антиоксидантной активности дигидрокверцетина, витамина С, нефромона плюс, валемидина плюс, полиоксидония // Актуальные проблемы теоретической и клинической медицины. – 2022. – № 2 (36). – С. 41-47.

27. Haider S. S, Nayar M. S. Arsenic induces oxidative stress, sphingolipidosis, depletes proteins and some antioxidants in various regions of rat brain // Kathmandu University Medical Journal. – 2008. – Vol. 1 (6). – P. 60-69.

28. Haraguchi, H., Ohmi, I., Masuda, H. et.al. Inhibition of aldose reductase by dihydroflavonols in Engelhardtia chrysolepis and effects on other enzymes. // Experientia. – 1996. – Vol. 52(6). – P. 564–567.

29. Prior, R. L., Wu, X., Schaich, K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2005. – № 53. – P. 4290-4302.

References

1. Skedina, M. A., Belozeroва, I. N. and Dergacheva, L. I. (2008). Kompleksnoe issledovanie dinamiki sostoyaniya serdechno-sosudistoi sistemy pri ispol'zovanii preparatov digidrokvertsetina u bol'nykh s gipertoniei. Bulletin of Regenerative

Medicine, 6 (28), 32–35.

2. Ternikova, E. M., Fedorova, E. P., Lapenko, V. V. et.al. (2022). Opyt ispol'zovaniya digidrokvertsetina v metabolicheskoi korrektsii u naseleniya urbanizirovannogo sever. International Scientific Research Journal, 1 (115), 118-123.

3. Bors, W., Heller, W., Michel, C. and Saran, M. (1990) Flavonoids as antioxidants: Determination of radical-scavenging efficiencies. Methods in Enzymology, 186, 343-355.

4. Das, A., Baidya, R., Chakraborty, T. et al. (2021). Pharmacological basis and new insights of taxifolin: A comprehensive review. Biomedicine & Pharmacotherapy, 142, 2-17.

5. Leont'eva, N. V. Digidrokvertsetin – prirodnyi antioksidant. Uchebnoe posobie SZGMU, 2018, 30 p.

6. Plotnikov, M. B., Maslov, M. YU., Aliev, O. I. et.al. (2000). Poisk i izuchenie sredstv rastitel'nogo proiskhozhdeniya, obladayushchikh gemoreologicheskoi aktivnost'yu. Thrombosis, hemostasis and rheology, 3, 32-35.

7. Ligaa, U. (1997). Mongolyn ulamzhilt ehmnelt hgt ehmiin urgamlyg khehrehglekhk arga ba zhor (Lekarstvennye rasteniya i retsepty iz rastitel'nogo syr'ya, primenyaemye v mongol'skoi traditsionnoi meditsine). Ulan-Bator, 2, 395 p.

8. Tyukavkina, N. A., Rulenko, I. A. and Kolesnik, YU. A. (1997). Digidrokvertsetin - novaya antioksidantnaya i biologicheskii aktivnaya pishchevaya dobavka. Nutrition issues, 6, 12-15.

9. Tarakhovskii, YU. S., Kim, YU. A., Abdrasilov, B. S., et.al. (2013). Flavonoidy: biokhimiya, biofizika, meditsina. Synchrobook. Pushchino, 308 p.

10. Beloborodov V. L., Zurabyan S. E., Luzin A. P. and Tyukavkina N. A. (2003). Organicheskaya himiya. Osnovnoj kurs, Moscow, Drofa.

11. Crespo, I., García-Mediavilla, M. V., Gutiérrez, B., et al. (2008). A comparison of the effects of kaempferol and quercetin on cytokine-induced pro-inflammatory status of cultured human endothelial cells. British Journal of Nutrition, 100 (5), 968-976.

12. Crespo, I., García-Mediavilla, M. V., Almar, M. et al. (2007). The anti-inflammatory flavones quercetin and kaempferol cause inhibition of inducible nitric oxide synthase, cyclooxygenase-2 and reactive C-protein. European journal of pharmacology, 557, 221-229.

13. Aliev, O. I., Sidekhmenova, A. V., Shamanaev, A. YU., et.al. (2016). Mekhanizmy gipotenzivnogo

- deistviya digidrokvertsetina pri arterial'noi gipertenzii. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 9, 75-78.
14. Konkina, I. G., Grabovskii, S. A., Murinov, YU. I. et.al. (2011). Sravnitel'naya otsenka reaktivnoi sposobnosti kvvertsetina i digidrokvertsetina po otnosheniyu k peroksil'nym radikalom. *Chemistry of plant raw materials*, 3, 2070-2086.
15. Dudonne, S., Vitrac, X., Coutiere, P. et al. (2009). Comparative Study of Antioxidant Properties and Total Phenolic Content of 30 Plant Extracts of Industrial Interest Using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC Assays. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 57, 5, 1768-1774.
16. Tyukavkina, N. A., Shostakovskii, M. F. and Devyatko, N. G. (1969). O raspredelenii flavonoidov v drevesine sibirskoi listvennitsy. *News of the Siberian Branch of the Academy of Sciences, biological sciences*, 3, 15, 77-83.
17. Kostina, G. P. (2006). Nou-khau pen'kovogo promysla. *The expert*, 16, 3-9.
18. Selivanova, I. A., Tyukavkina, N. A., Kolesnik, YU. A. et.al. (1999). Issledovanie kristallicheskoj struktury digidrokvertsetina. *Chemical and pharmaceutical journal*, 33, 4, 51-53.
19. Tyukavkina, N. A., Khutoryanskii, V. A. and Bazhenov, B. N. (1997). Sposob polucheniya digidrokvertsetina. Patent 2091076, Russia, Published without a publisher, 27.
20. Weidemann, A. E. (2012). Dihydroquercetin: more than just an impurity? *European Journal of Pharmacology*, 684, 19-26.
21. Olimova, S., Turchiboev, J., Shodiev, N. et al. (2021). The quercetin and dihydroquercetin effect on small enzymes in case of hypothyroidism ozi. *National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Uzbekistan, Tashkent*, 5-2 (83), 66-73.
22. Chmykhova, A. N., Artyushkova E. B. and Artyushkova E. V. Perspektiva primeneniya prirodnogo flavonoida digidrokvertsetina i ego kombinatsii s immunomodulyatorom GalaviT® v kompleksnom lechenii rasprostranennogo peritonita v eksperimente. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*, 2014, 1, 62-65.
23. Zhang, Y, Liu, L, Yi, X, et al. (2014). Oxidative stress-induced calreticulin expression and translocation: new insights into the destruction of melanocytes. *Journal of Investigative Dermatology*, 1 (134), 183-191.
24. Belaya, O. L., Baider, L. M., Kuropteva, Z. V. and Artamoshina N. E. (2009). Antioksidantnye svoystva bioflavonoida dikvertina. *Collection of materials of the XVI Russian National Congress «Man and Medicine»*. Moscow, 37.
25. Ivanov, I. S., Sidekhnova, A. V., Anishchenko, A. M. et.al. (2001). Farmakologicheskaya aktivnost' kompozitsii na osnove digidrokvertsetina i lipoevoi kisloty. *Bulletin of Siberian Medicine*, 1, 43-47.
26. Leont'eva, N. V., Vetrovoi, O. V. (2022). Sravnitel'naya kharakteristika antioksidantnoi aktivnosti digidrokvertsetina, vitamina S, nefromonaplyus, valemidina plyus, polioksidoniya. *Current problems of theoretical and clinical medicine*, 2 (36), 41-47.
27. Haider, S. S, Nayar, M. S. (2008). Arsenic induces oxidative stress, sphingolipidosis, depletes proteins and some antioxidants in various regions of rat brain. *Kathmandu University Medical Journal*, 1 (6), 60-69.
28. Haraguchi, H., Ohmi, I., Masuda, H. et al. (1996). Inhibition of aldose reductase by dihydroflavonols in *Engelhardtia chrysolepis* and effects on other enzymes. *Experientia*, 52(6), 564-567.
29. Prior, R. L., Wu, X. and Schaich, K. (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 4290-4302.

ФЛАВОНОИДТАР ТАБИҒИ АНТИОКСИДАНТТАР БОЛЫП ТАБЫЛАДЫ

Н. В. Леонтьева

Федералдық мемлекеттік бюджеттік жоғары оқу орны «И.И. Мечников атындағы Солтүстік-Батыс мемлекеттік медицина университеті» РФ Денсаулық сақтау министрлігі, Ресей, Санкт-Петербург

Аңдатпа

Бұл шолу өсімдіктерде фенилаланиннен синтезделетін фенолды қосылыстар болып табылатын флавоноидтарға арналған. Флавоноидтардың ерекше құрылымы – бензол сақиналары мен ОН радикалдары олардың жоғары антиоксиданттық белсенділігінде жүзеге асады. Жоғары антиоксиданттық белсенділігінің арқасында дигидрокерцетин қабынуға қарсы, ауруды басатын және иммунокоррекциялық қасиеттерге ие. Ісік тінінің өсуіне тежеу әсері, сондай-ақ жасуша дақылдары бойынша эксперименттермен расталған бірқатар жаңадан пайда болған қатерлі ісіктердің жасушаларының жойылуы дигидрокерцетинді ісікке қарсы агент ретінде қолданудың тиімділігіне сенуге мүмкіндік береді.

Бұл заттың организмнің имундық жүйесінің бірқатар реакцияларына, қабыну процестеріне реттеуші әсері оны қоршаған ортаның әртүрлі қолайсыз факторларының зиянды әсерін азайта алатын аллергияға қарсы және қабынуға қарсы агент ретінде сипаттайды. Ол аурудың қоздырғышына тікелей әсер етпейді, бірақ биологиялық мембраналар мен тосқауылдардың тұрақтылығын жоғарылату арқылы денеге проблеманы өзі жеңуге көмектеседі.

Түйін сөздер: флавоноидтар, дигидрокерцетин, ісікке қарсы терапия, антиоксиданттық белсенділік.

FLAVONOIDS ARE NATURAL ANTIOXIDANTS

N. V. Leontyeva

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Russia, St.Petersburg,

Abstract

This review is dedicated to flavonoids, which are phenolic compounds synthesized in plants from phenylalanine. The unique structure of flavonoids – comprising benzene rings and OH-radicals – accounts for their high antioxidant activity. Dihydroquercetin, due to its strong antioxidant properties, possesses anti-inflammatory, analgesic, and immunomodulatory effects. Its inhibitory action on tumor tissue growth, as well as its ability to destroy cells of several emerging malignant neoplasms, has been confirmed through experiments on cell cultures, suggesting the potential effectiveness of dihydroquercetin as an antitumor agent.

The regulatory effect of this substance on various immune system reactions and the course of inflammatory processes characterizes it as an anti-allergic and anti-inflammatory agent, capable of reducing the damaging effects of various adverse environmental factors. While it does not act directly on the pathogen, by enhancing the resistance of biological membranes and barriers, it helps the body to manage the problem on its own.

Keywords: flavonoids, dihydroquercetin, antitumor therapy, antioxidant activity.

АВТОР ТУРАЛЫ

Леонтьева Наталия Владимировна – медицина ғылымының докторы, ішкі аурулар, клиникалық фармакология және неврология кафедрасының профессоры, Ресей Федерациясы Денсаулық сақтау министрлігінің «И. И. Мечников атындағы Солтүстік-Батыс мемлекеттік медицина университеті» федералды мемлекеттік бюджеттік жоғары оқу орны, 195067, Санкт-Петербург, Пискаревский көшесі, 47 үй, 18 павильон; телефон: +7 (812) 543-05-86; ORCID: 0000-0003-0873-8264.

ОБ АВТОРЕ

Леонтьева Наталия Владимировна – доктор медицинских наук, профессор кафедры внутренних болезней, клинической фармакологии и нефрологии, ФГ БОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 195067, Санкт-Петербург, Пискаревский пр., д. 47, павильон 18; телефон: +7 (812) 543-05-86; ORCID: 0000-0003-0873-8264.

ABOUT AUTHOR

Leontyeva Natalia Vladimirovna – Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Internal Medicine, Clinical Pharmacology and Neurology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov» of the Ministry of Health of the Russian Federation, 195067, Saint Petersburg, Piskarevsky Avenue, 47, Pavilion 18; telephone: +7 (812) 543-05-86; ORCID: 0000-0003-0873-8264.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Заявляю, что данный материал ранее не публиковался и не находится на рассмотрении в других издательствах.

Финансирование. Отсутствует.

Статья поступила: 01.11.2023

Принята к публикации: 15.03.2024