

Научная статья

УДК 796

DOI: 10.47438/1999-3455_2022_2_262

ФОРМИРОВАНИЕ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ В УСЛОВИЯХ ПРИСУТСТВИЯ В СРЕДЕ ИСТОЧНИКОВ ИОНИЗИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИИ



Анатолий Николаевич Корденко¹, Игорь Борисович Ушаков²,
Жанна Анатольевна Анохина³, Инна Георгиевна Гончарова¹

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный педагогический университет», ВГПУ, Воронеж Россия¹
Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва, Россия²
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России,
Воронеж, Россия³

¹Доктор медицинских наук, профессор кафедры анатомии и физиологии ВГПУ, Воронеж, Россия

Тел.: 89192430245, e-mail: akordenko@yandex.ru

²Доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник Федерального медицинского биофизического центра им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва, Россия

Телю: -, e-mail: ushakov@fmbcfmba.ru

³Кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры анатомии человека Воронежского государственного медицинского университета, Воронеж, Россия

Тел.: -, e-mail: zhanik70@yandex.ru

⁴Старший преподаватель кафедры анатомии и физиологии Воронежского государственного педагогического университета, Воронеж, Россия

Тел.: -, e-mail: k.artinka@mail.ru

Аннотация. Обсуждена роль фенилпропаноидов растительного происхождения в структуре здорового образа жизни. Рассмотрена проблема оптимизации здоровья в условиях присутствия в среде источников ионизирующей радиации. Дан анализ механизмов действия малых доз излучения, присутствующих в природной среде, в бытовых, производственных и медицинских учреждениях.

Рассмотрены механизмы действия излучений на тканевом и межклеточном уровнях. Подробно рассмотрены “bystander effects” и «немишенные» эффекты радиации, повреждения ДНК, окислительный стресс (ROS) и апоптоз. Особое место занимает обсуждение естественного антиоксидантного и иммунного механизма.

Приведены многочисленные данные о возможности использования и хороших результатах применения растительных фенилпропаноидов для формирования здорового образа жизни, особенно важного в условиях длительного действия естественного и искусственного фона ионизирующей радиации. Приведены сведения о наиболее часто используемых растительных фенилпропаноидах, их составе, источниках получения и основных оздоровительных эффектах, иммуномодулирующем влиянии на продукцию цитокинов.

Обсуждена важная роль сиртуинов, которые, благодаря своей деацетилазной или АДФ-рибозилтрансферазной активности, предотвращают повреждения ДНК и способствуют восстановлению её структуры. Значительное место занимает обсуждение механизмов нормализующего действия такого фенилпропаноида, как ресвератрол. Показано его влияние на оба механизма апоптоза: сигнально активируемого (Fasligand-mediated) и митохондриального. Представлено мнение ряда авторов: ресвератрол, кроме того, индуцирует процессы апоптоза, связанные с аутофагией за счёт киназы и ингибирования антиапоптотического сигнального пути.

Ключевые слова: факторы здорового образа жизни, фенилпропаноиды, сиртуины, окислительный стресс, апоптоз, биологическое действие, ионизирующая радиация, “bystander effects”, иммунитет, молекулярная биология.

Для цитирования: Формирование здорового образа жизни в условиях присутствия в среде источников ионизирующей радиации / А.Н. Корденко, И.Б. Ушаков, Ж.А. Анохина [и др.] // Культура физическая и здоровье. 2022. № 2. С. 262-267. DOI: 10.47438/1999-3455_2022_2_262.

Введение

Здоровый образ жизни (ЗОЖ) является определяющим условием возможности полноценной реализации

биологической и социальной сущности человека. Важным принципом ЗОЖ является соблюдение норм, составляющих его основу. Среди них большое значение имеет радиационная безопасность. Ионизирующая радиация сопровождает Жизнь с момента ее появления на Земле. При этом радиационный фактор получает

© Корденко А.Н., Ушаков И.Б.,
Анохина Ж.А., Гончарова И.Г., 2022

последнее время все большее распространение в технике и медицине. Хорошо известно, что ионизирующая радиация обладает значительным, а иногда, и смертельно опасным действием [1, 4]. Поэтому уже более 100 лет наука ищет способы минимизировать вредные последствия радиации, адаптировать человека к жизни в условиях относительно невысокого радиационного фона. Наряду с методами физической и медикаментозной защиты от излучения, в последнее время, все большее внимание привлекает использование в качестве радиозащитных средств продуктов растительного и животного происхождения. Многочисленные работы обобщены в обзорах [19, 21].

Известно, что действие ионизирующей радиации реализуется на всех уровнях биологической интеграции. На организменном уровне это проявляется нарушениями функций интегрирующих систем: нервной, сердечно-сосудистой, эндокринной, иммунной. На тканевом и межклеточном уровне важными являются нарушения межклеточного взаимодействия: “bystander effects”, а также нарушения иммунной системы. На внутриклеточном и молекулярном уровне наблюдаются повреждения ДНК, окислительный стресс (ROS), апоптоз.

Основой действия радиации на клетку являются физические и физико-химические эффекты прямого и непрямого действия ионизирующего излучения. При этом возникают нарушения структуры макромолекул, а также происходит процесс ионизации молекул воды (радиолиз воды). Наиболее значимым следствием являются изменения структуры нуклеиновых кислот (прежде всего – ДНК хроматина). Это приводит к нарушениям транскрипции генетической информации, что вызывает нарушения структуры клеток, инактивацию ферментов, образование токсичных перекисей. Особое значение имеют происходящая редукция естественного антиоксидантного и иммунного механизма. Все это определяется как детерминированное действие радиации (тканевые реакции). С другой стороны, если не происходит репарации биологически важных молекул и такие поврежденные клетки не элиминируются, то возможна модификация генофонда, угрожающая, в частности, явлениями канцерогенеза [11].

Важным следствием действия радиации являются нарушения межклеточного взаимодействия. В этой связи большой интерес представляет, так называемая, концепция «эффекта свидетелей» или “bystander effects” [15]. Ее связывают с «off-targeted» эффектами – ДНК-независимыми, эпигенетическими изменениями: метилированием ДНК, появлением большого количества некодирующей РНК, изменениями гистонов, дискомплексацией хроматина и др. [5]. Сигналингом возникновения эффекта могут служить паракринные стимулы или сигналы через щелевые контакты (gap junction). Эффект свидетеля может вызываться различными стрессорными воздействиями, ведущим механизмом которых является окислительный стресс – ROS/RNS [2, 8]. Важным следствием оксидативного стресса являются также нарушения иммунной системы, характеризующиеся преобладающим провоспалительным эффектом [13].

Результаты анализа проблемы

Приведенная множественность механизмов действия ионизирующих излучений обуславливает широкий спектр перспективных радиозащитных средств. Решение проблемы радиозащиты, прежде всего, должно быть связано с элиминацией или инактивацией свободных радикалов (O, NO), стимуляцией процессов

репарации ДНК, регуляцией программируемой гибели радиационно измененных клеток, минимизацией “bystander effects” и воссозданием адекватной функцией иммунитета. Решение вышеозначенных проблем может быть найдено на основе радиомитигирующего и радиомодулирующего действия ряда растительных и животных продуктов [3]

В качестве основного действующего начала естественных радиозащитных средств, чаще всего, приводятся такие вещества, как фенилпропаноиды. Несмотря на некоторые особенности, все фенилпропаноиды обладают сходными механизмами действия. Оно, прежде всего, заключается в их антиоксидантном, противовоспалительном и иммуномодулирующем влиянии, которые обуславливают их противолучевые свойства. К фенилпропаноидам (флавоноидам) относят такие вещества как куркумин, гесперидин, генистеин, ресвератрол, силимарин тимол, зингерон и некоторые другие.

Большинство фенилпропаноидов имеют растительное происхождение. Ресвератрол содержится в кожуре винограда и других фруктов, в какао и орехах. Источником ресвератрола также является горец японский. Куркумин входит в состав корня куркумы или желтого имбиря, а также дягиля лекарственного. Гесперидин содержится в больших количествах в кожуре цитрусовых, преимущественно, апельсинов и мандаринов. Источником Генистеина являются соя и некоторые другие бобовые. Это вещество так же находится в дроке красильной и в кофе. Силимарин содержится в плодах растопши пятнистой. Тимол содержится в некоторых эфирных маслах, например, тимьяновом, выделяемых экстракцией из листьев и семян (*Thymus vulgaris*). Зингерон получается из корня имбиря.

Фенилпропаноиды оказывают радиозащитное действие различными путями: за счет антиоксидантных реакций, удаления (инактивации) свободных радикалов, структурных изменений, противовоспалительных эффектов и стабилизации генома. Во-первых, антиоксидантное действие осуществляется за счет инактивации ферментов – эндогенных продуцентов свободных радикалов, таких как ксантиноксидаза, липоксигеназа, циклооксигеназа, NO-синтаза. Этот эффект может быть связан с наличием в молекулах фенилпропаноидов реакционно-способной двойной связи между гидроксильными группами в позиции C5 и C7, а также C2=C3. Ферментные антиоксидантные механизмы определяются наличием в тканях естественных антиоксидантов: супероксиддисмутазы, каталазы и пероксидазы. Активность этих ферментов регулируется эпигенетическими факторами, обуславливающими метилирование ДНК, модификацию гистонов, микро-РНК, ремоделирование хроматина). Показано, что фенилпропаноиды способны влиять на вышеозначенные процессы. Кроме того, они способны инактивировать цАМФ-зависимую фосфодиэстеразу и, таким образом, играет важную роль в стабилизации лизосомальных мембран [21].

Описывая неферментные методы антиоксидантного эффекта, необходимо указать, что фенилпропаноиды могут быть акцепторами свободных радикалов и, таким образом, выполнять роль очищения (scavenging). Они могут реагировать с гидроксильными радикалами, что приводит к формированию полухинонов (semiquinone substances), стабильных хинонов и окончанию цепочки реакций. Важным механизмом, обеспечивающим утилизацию радикалов является также наличие катехольной группы в кольце В, которая обладает электрон-донаторными свойствами и является мишенью для свободных радикалов. Наличие 3-гидроксильной группы в гетероциклическом кольце

также увеличивает активность поглощения радикалов [17].

Важнейшей точкой приложения (checkpoint) действия фенолпропаноидов являются сиртуины – семейство ядерных и митохондриальных НАД⁺-зависимых белков, обладающих деацетилазной или АДФ-рибозилтрансферазной активностью [12]. Сиртуины предотвращают повреждения ДНК и способствуют ее восстановлению. При этом усиливается регулирующая роль антиоксидантных ферментов. Показано, что многие фенолпропаноиды могут влиять на экспрессию сиртуинов. Наиболее изученным является феномен активации сиртуинов таким фенолпропаноидом как ресвератрол [6, 16]. Его механизм действия заключается в подавлении ацетилирования транскрипционного фактора RelA/p65, что приводит к инактивации NF-κB комплекса и повышению экспрессии сиртуина-1 через фосфорилирование 5-АМФ-активируемой протеинкиназы-активатора транскрипционного фактора (AMPK/CREB).

В значительной мере радиозащитный эффект фенолпропаноидов, в частности ресвератрола, может быть связан с их участием в регуляции процессов апоптоза и аутофагии. Приводятся данные [18] о разнонаправленном действии ресвератрола при применении в качестве радиопротектора. Ресвератрол активирует оба механизма апоптоза: сигнально активируемого (Fasligand-mediated) и митохондриального. [20]. По мнению авторов ресвератрол также индуцирует процессы апоптоза, связанные с аутофагией за счет киназы LKB1-AMPK и сигнального пути PI3K/AKT/mTOR ингибирующего продукцию фактора TNF-β1 антиапоптотического сигнального пути. Показано, что это действие опосредуется влиянием ресвератрола на экспрессию сиртуина-1. За счет этого ресвератрол предотвращает ацетилирование транскрипционного фактора p53 при облучении и проапоптотического белка Bax [16].

В то же время, ресвератрол, за счет активации сиртуинов, усиливаются процессы аутофагии в клетках. Это может быть связано с предотвращением снижения экспрессии белков аутофагии (LC3-II и beclin-1), что может усилить процессы клеточного восстановления и роста. Одновременно сиртуины индуцируют аутофагию через сигнальный путь PI3K/AKT/mTOR, предотвращающий апоптоз.

Завершая анализ возможности использования некоторых продуктов растительного происхождения в профилактике радиационно вызванных эффектов можно суммировать сведения о конечном эффекте фенолпропаноидов. В дополнении к результатам исследования гесперидина, можно привести данные [9]. Установлено, что куркумин снижает уровень образования свободных

радикалов, перекисного окисления липидов, содержания САТ, глутатиона, Снижается активность пероксидазы тканей, экспрессия TNF-α, лимфотоксина-α, в так же провоспалительных цитокинов IL-1, IL-6, IL-12 и IL-18, В лабораторных экспериментах куркумин ингибировал молекулы, участвующие в воспалении, в частности, липооксигеназу, циклогеназу, простагландины, оксид азота, гиалуронидазу.

Генистеин снижает повреждающий эффект радиации благодаря иммуностимулирующей активности и антиокислительным свойствам. Он деактивирует воспалительные цитокины - TGF-β, TNF-α, и IL-1β, предотвращает ДНК-повреждения облученных крыс [10]. Силимарин снижает пероксидацию липидов, стабилизирует мембраны клеток. Тимол оказывает радиопротекторное действие благодаря своей антимикробной и антиокислительной активности. Зингерон увеличивает экспрессию GSH, SOD, CAT и глутатион-S-трансферазу при применении перед облучением. Он отрицательно регулирует пострадиационный апоптоз, за счет деактивации каспазы-3 и Bax и активации антиапоптотического протеина Bcl-2 [14].

Выводы

Выявлена актуальность проблемы влияния ионизирующей радиации на возможности формирования ЗОЖ. Она определяется значительной распространенностью и многосторонностью действия радиации, а также существенным участием этого фактора в структуре здоровья человека.

Показана эффективность применения ряда продуктов естественного происхождения в качестве радиомитигаторов. Она связана с влиянием на ключевые механизмы стабилизации генома, антиоксидантного и иммуномодулирующего действия. Однако в теоретической разработке механизмов радиомитигирующего действия фенолпропаноидов остается ряд вопросов.

Это свидетельствует о необходимости обратить более пристальное внимание на перспективы применения веществ растительного происхождения, содержащих фенолпропаноиды, как эффективных, доступных и нетоксичных средств, обеспечивающих здоровый образ жизни в условиях присутствия в среде источников ионизирующей радиации.

Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Библиографический список

1. Бак З., Алесандер П. Основы радиобиологии: Пер. с англ. М.: Изд-во иностранной литературы, 1963. 500с.
2. Быков В.Н., Гребенюк А.Н., Ушаков И.Б. Перспективы использования противолучевых средств для предотвращения эффектов, связанных со старением организма // Радиационная биология, Радиоэкология. 2019. Т.59. №5. С. 488-502.
3. Васин М.В., Ушаков И.Б. Потенциальные пути повышения устойчивости организма к поражающему действию ионизирующего излучения с помощью радиомитигаторов // Успехи современной биологии. 2019. Т. 139, № 3, С. 235–253.
4. Кудряшов Ю.Б. Основные принципы в радиобиологии // Радиационная биология. Радиоэкология. 2001. Т. 41. №5. С. 531 – 547.
5. Пелевина И.И., Петушкова В.В., Бирюков В. А. [и др.] Роль «немишеных эффектов» в реакции клеток человека на радиационное воздействие / И. И. Пелевина, В. В. Петушкова, В. А. Бирюков, А. В. Аклеев, Е. А. Нейфах, Н. Г. Минаева, О. В. Ктиторова, А. В. Алещенко // Радиационная биология. Радиоэкология. 2019.Т. 59. № 3.С. 261-273.
6. Agbele A. T., Fasoro O. J., Fabamise O. M. [et al.] Protection Against Ionizing Radiation-Induced Normal Tissue Damage by Resveratrol: A Systematic Review. // Eurasian J Med. 2020 52(3). P. 298-303. doi: 10.5152/eurasianjmed.2020.20143.

7. Averbeck D, Candñias S, Chandna S, [et al.] Establishing mechanisms affecting the individual response to ionizing radiation. // Int. J Radiat Biol. 2020 .96(3)/ S. 297-323.doi: 10.1080/09553002.2019.1704908.
8. Einor D, Bonisoli-Alquati A, [et al.] Ionizing radiation, antioxidant response and oxidative damage: A meta-analysis. // Sci Total Environ. 2016. 1.S.463-471. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.01.027.
9. Eassawy M., Salem A, Ismail A. Biochemical study on the protective effect of curcumin on acetaminophen and gamma-irradiation induced hepatic toxicity in rats.// Environ Toxicol. 2020 38(3). doi: 10.1002/tox.23077.
10. Hanedan-Uslu G., Canyilmaz E., Serdar L., Ersüz Ş. Protective effects of genistein and melatonin on mouse liver injury induced by whole-body ionising radiation. MolClinOncol. 2019 doi: 10.3892/mco.2018.1790.
11. Koukourakis M. I. Radiation damage and radioprotectants: new concepts in the era of molecular medicine // Br. J. Radiol. 2012 85 (1012), 313–330. doi: 10.1259/bjr/16386034.
12. LoBianco F. V., Krager K. J., Carter G. S., [et al.] The Role of Sirtuin 3 in Radiation-Induced Long-Term Persistent Liver Injury <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32403251/> // Antioxidants (Basel). 2020. doi: 10.3390/antiox9050409.
13. Lumniczky K, Impens N, Armengol G, [et al.] Low dose ionizing radiation effects on the immune system <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33293042/> // Environ Int. 2021. doi: 10.1016/j.envint.2020.106212.
14. Mohamed H.E., Badawy M.M. Modulatory effect of zingerone against cisplatin or γ -irradiation induced hepatotoxicity by molecular targeting regulation. // ApplRadiatIsot. 2019. doi: 10.1016/j.apradiso.2019.108891.
15. Mothersill C, Seymour C. Radiation-induced bystander effects: past history and future directions.// Radiat Res. 2001. 155. 6. 759-767doi: 10.1667/0033-7587(2001)155[0759:ribeph]2.0.co;2.
16. Qin H, Zhang H, Zhang X, M. [et al.] Resveratrol protects intestinal epithelial cells against radiation-induced damage by promoting autophagy and inhibiting apoptosis through SIRT1 activation//J Radiat Res. 2021 62(4). S.574-581. doi: 10.1093/jrr/rrab035.
17. Tsao Rong Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols // Nutrients. 2010 2(12). S. 1231–1246. doi: 10.3390/nu2121231
18. Yang R, Dong H, Jia S, Yang Z. Resveratrol as a modulatory of apoptosis and autophagy in cancer therapy. // ClinTranslOncol. 2022. doi: 10.1007/s12094-021-02770-y.
19. Yi J, Zhu J, Zhao C.[et al.] Potential of natural products as radioprotectors and radiosensitizers: opportunities and challenges // Food Funct. 2021. 12. S. 5204-5218. doi: 10.1039/d1fo00525a
20. Yingying Fan, Jen-Fu Chiu, Jing Liu Resveratrol induces autophagy-dependent apoptosis in HL-60 cells // BMC Cancer. 2018; 18: 581. doi: 10.1186/s12885-018-4504-5.
21. Wang Q, Xie C, Xi S, [et al.] Radioprotective Effect of Flavonoids on Ionizing Radiation-Induced Brain Damage. // Molecules. 2020. 25(2).doi: 10.3390/molecules25235719

References

1. Back Z, Alexander P. *Osnovy Radiobiologii* [Basic of Radiobiology]. M, Izdatelstvo Inostrannoi literatury, 1963. 500 p.
2. Bykov V.N., Grebenuk A.N., Ushakov I.B. Perspektivyispolzovaniyaprotivoluchevikhsredstvdyapredotvrashcheniyaeffektov, svyazannykh so stareniemorganizma [Perspectives of using the antiradiation methods for prevention the effects associated with the senior age]. *Radiatsionnayabiologiya.Radioekologiya*, 2019,T.59. №5. С. 488-502
3. Vasin M.V., Ushakov I.B. Potentsialnyeputipovisheniyaustoichivostiorganizma k porazhauschemudeistviyuioniziruyuschegoizlucheniya s pomoschypadiomitigatorov [Potential ways of increasing the organism resistance to detrimental effect of ionizing radiation with the radiomitigators help]. *Uspekhisovremennoybiologii*, 2019, T.139. №3. С.235-253.
4. Kudryashov U.B. Osnovyepriprintsipy v radiobiologii [Basic principles in radiobiology].*Radiatsionnayabiologiya. Radioekologiya*, 2001, T.41. №5. С.531-547.
5. Pelevina I.I. [et al.] Rol “nemishennykheffektov” v reaktsiikletokchelovekanaradiatsionnoevozdeystvie [The role of “nontargeting effects” in the reaction of mencells to radiation implementation]. *Radiatsionnayabiologiya. Radioekologiya*, 2019, T.59. №3. С.261-273
6. AgbeleAT, FasoroOJ, FabamiseOM,[et al.] Protection Against Ionizing Radiation-Induced Normal Tissue Damage by Resveratrol: A Systematic Review. // Eurasian J Med. 2020 52(3). P. 298-303.doi: 10.5152/eurasianjmed.2020.20143.
7. Averbeck D, Candñias S, Chandna S, [et al.]Establishing mechanisms affecting the individual response to ionizing radiation. // Int. J Radiat Biol. 2020 96(3)/ S. 297-323.doi: 10.1080/09553002.2019.1704908.
8. Einor D, Bonisoli-Alquati A, [et al.]Ionizing radiation, antioxidant response and oxidative damage: A meta-analysis. // Sci Total Environ. 2016. 1.S.463-471. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.01.027.
9. Eassawy M., Salem A, Ismail A. Biochemical study on the protective effect of curcumin on acetaminophen and gamma-irradiation induced hepatic toxicity in rats.// Environ Toxicol. 2020 38(3).doi: 10.1002/tox.23077.
10. HanedanUslu G, Canyilmaz E, Serdar L, Ersüz ŞProtective effects of genistein and melatonin on mouse liver injury induced by whole-body ionising radiation..MolClinOncol. 2019 doi: 10.3892/mco.2018.1790.
11. Koukourakis M. I. Radiation damage and radioprotectants: new concepts in the era of molecular medicine // Br. J.Radiol. 2012 85(1012).S.313–330. doi: 10.1259/bjr/16386034.
12. LoBianco FV, Krager KJ, Carter GS, [et al.] The Role of Sirtuin 3 in Radiation-Induced Long-Term Persistent Liver Injury <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32403251/> // Antioxidants (Basel). 2020. doi: 10.3390/antiox9050409.
13. Lumniczky K, Impens N, Armengol G, [et al.] Low dose ionizing radiation effects on the immune system <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33293042/> // Environ Int. 2021 doi: 10.1016/j.envint.2020.106212.
14. Mohamed H.E., Badawy M.M. Modulatory effect of zingerone against cisplatin or γ -irradiation induced hepatotoxicity by molecular targeting regulation. // ApplRadiatIsot. 2019. doi: 10.1016/j.apradiso.2019.108891.

15. Mothersill C, Seymour C. Radiation-induced bystander effects: past history and future directions. // *Radiat Res.* 2001. 155. 6. 759-767. doi: 10.1667/0033-7587(2001)155[0759:ribeph]2.0.co;2.
16. Qin H, Zhang H, Zhang X, M. [et al.] Resveratrol protects intestinal epithelial cells against radiation-induced damage by promoting autophagy and inhibiting apoptosis through SIRT1 activation. // *J Radiat Res.* 2021 62(4). S.574-581. doi: 10.1093/jrr/rrab035.
17. Tsao R. Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols // *Nutrients.* 2010 2(12). S. 1231–1246. doi: 10.3390/nu2121231
18. Yang R, Dong H, Jia S, Yang Z. Resveratrol as a modulatory of apoptosis and autophagy in cancer therapy. // *ClinTranslOncol.* 2022 .doi: 10.1007/s12094-021-02770-y.
19. Yi J, Zhu J, Zhao C. [et al.] Potential of natural products as radioprotectors and radiosensitizers: opportunities and challenges. // *Food Funct.* 2021. 12. S. 5204-5218. doi: 10.1039/d1fo00525a
20. Yingying Fan, Jen-Fu Chiu, Jing Liu Resveratrol induces autophagy-dependent apoptosis in HL-60 cells // *BMC Cancer.* 2018; 18: 581. doi: 10.1186/s12885-018-4504-5.
21. Wang Q, Xie C, Xi S, [et al.] Radioprotective Effect of Flavonoids on Ionizing Radiation-Induced Brain Damage. // *Molecules.* 2020. 25(2). doi: 10.3390/molecules25235719

Поступила в редакцию 06.05.2022

Подписана в печать 30.06.2022

Original article

UDC 796

DOI: 10.47438/1999-3455_2022_2_262

FORMATION OF A HEALTHY LIFESTYLE IN CONDITIONS OF PRESENCE OF IONIZING RADIATION SOURCES IN THE ENVIRONMENT

Anatoly N. Kordenko ¹, Igor B. Ushakov ²,
Zhanna A. Anokhina ³, Inna G. Goncharova ⁴

Voronezh State Pedagogical University, VSPU, Voronezh Russia¹
A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of the FMBA of Russia, Moscow, Russia²
*Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko of the Ministry of Health of the Russian Federation,
Voronezh, Russia³*

¹*Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Anatomy and Physiology of VSPU, Voronezh, Russia*
Ph.: 89192430245, e-mail: akordenko@yandex.ru

²*Doctor of Medical Sciences, Professor, Chief Researcher*
of the A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of the FMBA of Russia, Moscow, Russia
Ph.: -, e-mail: ushakov@fmbcfmba.ru

³*Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer of the Department of Human Anatomy of Voronezh*
State Medical University, Voronezh, Russia
Ph.: -, e-mail: zhanik70@yandex.ru

⁴*Senior Lecturer of the Department of Anatomy and Physiology of Voronezh State*
Pedagogical University, Voronezh, Russia
Ph.: -, e-mail: k.artinka@mail.ru

Abstract. The role of plant-based phenylpropanoids in the structure of a healthy lifestyle is discussed. The problem of optimization of health in conditions of presence of sources of ionizing radiation in the environment is considered. The analysis of the mechanisms of action of small doses of radiation present in the natural environment, in domestic, industrial and medical institutions is given.

The mechanisms of action of radiation at the tissue and intercellular level are discussed. "bystander effects" and "unintended" effects of radiation, DNA damage, oxidative stress (ROS) and apoptosis are discussed in detail. A special place is occupied by the discussion of the natural antioxidant and immune mechanism.

Numerous data on the possibility of using and good results of the use of plant phenylpropanoids for the formation of a healthy lifestyle, especially important in conditions of long-acting natural and artificial background of ionizing radiation, are given. Information is given on the most commonly used plant phenylpropanoids, their composition, sources of production and the main health effects, immunomodulatory effect on the production of cytokines.

The important role of sirtuins, which, due to their deacetylase or ADP-ribosyltransferase activity, prevent DNA damage and contribute to the restoration of its structure, is discussed. A significant place is occupied by the discussion of the mechanisms of the normalizing effect of such a phenylpropanoid as resveratrol. Its effect on both mechanisms of apoptosis has been shown: signal-activated (Fas ligand-mediated) and mitochondrial. The opinion of a number of authors is presented, resveratrol, in addition, induces the processes of apoptosis associated with autophagy due to kinase and inhibition of the anti-apoptotic signaling pathway.

Keywords: factors of a healthy lifestyle, phenylpropanoids, sirtuins, oxidative stress, apoptosis, biological action, ionizing radiation, "bystander effects", immunity, molecular biology.

Cite us: Kordenko, A. N., Ushakov, I. B., Anokhina, Zh. A., Goncharova, I. G. (2022) Formation of a healthy lifestyle in the presence of sources of ionizing radiation in the environment. *Physical Culture and Health.* (2), 262-266. (In Russ., abstract in Eng.). doi: 10.47438/1999-3455_2022_2_262.

Received 06.05.2022

Accepted 30.06.2022