

УДК 577.15/.16
AGRIS S20

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/123/12>

О БИОХИМИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЯХ ДЕФИЦИТА ВИТАМИНА С

©*Аббаслы С. Н.*, ORCID: 0009-0002-7238-0885, Нахчыванский государственный университет, г. Нахчыван, Азербайджан, semennazabbasli@ndu.edu.az

ON THE BIOCHEMICAL CONSEQUENCES OF VITAMIN C DEFICIENCY

©*Abbasly S.*, ORCID: 0009-0002-7238-0885. Nakhchivan State University, Nakhchivan, Azerbaijan, smennazabbasli@ndu.edu.az

Аннотация. Витамин С (аскорбиновая кислота) является одним из наиболее важных микронутриентов, обеспечивающих нормальное функционирование организма человека. Он участвует в окислительно-восстановительных реакциях, синтезе коллагена, метаболизме железа, формировании антиоксидантной защиты, регуляции нервной системы и энергетического обмена. Представлен краткий анализ биохимических функций витамина С, детализированное описание механизмов его действия, метаболических путей, а также клинических последствий дефицита. Рассматриваются современные исследования, посвящённые потенциальному терапевтическому использованию витамина С при хронических воспалительных, сердечно-сосудистых и нейродегенеративных заболеваниях. Материал позволяет сформировать комплексное понимание роли аскорбиновой кислоты в поддержании гомеостаза организма.

Abstract. Vitamin C (ascorbic acid) is one of the most important micronutrients for the normal functioning of the human body. It is involved in redox reactions, collagen synthesis, iron metabolism, antioxidant defense, and the regulation of the nervous system and energy metabolism. This article provides a brief analysis of the biochemical functions of vitamin C, a detailed description of its mechanisms of action, metabolic pathways, and the clinical consequences of deficiency. It also examines current research on the potential therapeutic use of vitamin C in chronic inflammatory, cardiovascular, and neurodegenerative diseases. This article provides a comprehensive understanding of the role of ascorbic acid in maintaining homeostasis.

Ключевые слова: здоровье, биомедицина, витамины, аскорбиновая кислота, биохимия.

Keywords: health, biomedical, vitamin, ascorbic acid, biochemistry.

Витамин С — водорастворимый витамин, который не синтезируется организмом человека, поэтому его поступление полностью зависит от пищевых источников. Основная биохимическая роль аскорбиновой кислоты заключается в способности отдавать электроны, что делает её незаменимым участником окислительно-восстановительных реакций. В надпочечниках, печени, гипофизе и мозге концентрация витамина С значительно выше, чем в других тканях, что подчёркивает его критическую роль в метаболизме гормонов, нейромедиаторов и антиоксидантной защите [1, 2].

У человека с нормальным потреблением витамина С уровень в плазме крови составляет >28 мкмоль/л или 0,4-0,9 мг/дл [2]. У человека с дефицитом витамина С уровень в плазме крови составляет от 11 до 28 мкмоль/л или 0,2-0,39 мг/дл. Хотя человеческий организм

устойчив, витамин С является незаменимым и водорастворимым питательным веществом, которое быстро выводится из организма. Период полураспада витамина С в крови составляет 16 дней; если его прием полностью прекратить, он будет выведен из организма в течение 35-40 дней. Хотя уровень в плазме крови снижается довольно быстро, симптомы дефицита развиваются гораздо дольше. Для предотвращения дефицита человеку необходимо ежедневно принимать 10 мг витамина С (это предотвращает дефицит, но не обеспечивает достаточного количества для достижения нормального уровня в плазме). К сожалению, один из самых ранних симптомов очень неспецифичен: усталость. Это связано с тем, что витамин С участвует в биосинтезе карнитина, соединения, необходимого для производства энергии путем транспортировки длинноцепочечных жирных кислот в митохондрии. Множество симптомов дефицита витамина С связаны с коллагеном, важным элементом в работе сухожилий, хрящей, костей и кожи [7].

Витамин С необходим для пролингидроксилазы и лизингидроксилазы (ферментов биосинтеза проколлагена), а его дефицит приводит к нестабильности коллагеновых структур [4, 8].

Это приводит к выпадению зубов, болям в суставах, заболеваниям костей и соединительной ткани, плохому заживлению ран и, в частности, к кровотечениям, синякам, отекам, кровоизлияниям, гингивиту и спиралевидным волоскам [12].

Научные источники также свидетельствуют, что витамин С играет роль в поддержании иммунитета, регуляции воспалительных процессов, защите ДНК от мутаций и стабилизации клеточных мембран. Расширенные исследования последних лет показывают, что дефицит витамина С может быть связан с риском развития онкологических заболеваний, нарушением сердечно-сосудистой системы, повышением уровня окислительного стресса и снижением адаптационных возможностей организма [2, 8, 11].

Известна биохимическая роль витамина С в синтезе коллагена. Коллаген относится к числу наиболее распространённых структурных белков организма, обеспечивая прочность кожи, сосудов, костей, сухожилий и соединительной ткани. Витамин С играет ключевую роль в процессах гидроксирования пролина и лизина — двух критически важных аминокислот, необходимых для формирования стабильной тройной спирали коллагена [2, 3].

Без участия витамина С ферменты пролилгидроксилаза и лизилгидроксилаза теряют активность, что приводит к синтезу дефектных коллагеновых волокон. Клинически это проявляется ломкостью капилляров, кровоточивостью дёсен, сниженной прочностью кожи, замедленным заживлением ран и потерей эластичности тканей. Дефицит витамина С нарушает также формирование базальных мембран и межклеточного матрикса, что является одной из ключевых причин возникновения патологий соединительной ткани. В тяжёлых случаях развивается классическое заболевание — скорбут [2, 4].

Влияние витамина С на обмен железа. Аскорбиновая кислота помогает преобразовывать трехвалентные ионы железа (Fe^{3+}) в двухвалентные (Fe^{2+}), что облегчает их усвоение тонким кишечником. Витамин С повышает биодоступность железа из растительных продуктов, предотвращает образование нерастворимых комплексов и способствует синтезу гемоглобина. Дефицит витамина С приводит к железодефицитной анемии, которая сопровождается слабостью, снижением толерантности к физической активности, головокружением и хронической усталостью [5, 6, 8].

Железо из пищи всасывается слизистой оболочкой кишечника из двух резервуаров: гемовое и негемовое железо. Гемовое железо хорошо усваивается, а всасывание негемового железа зависит от состава пищи. Аскорбиновая кислота усиливает усвоение негемового железа

и может противодействовать ингибирующему эффекту таких веществ, как чай и кальций/фосфат [6].

Антиоксидантные свойства и защита клеток. Витамин С является одним из наиболее эффективных антиоксидантов. Его молекула способна быстро и необратимо нейтрализовать свободные радикалы, предотвращая повреждение липидов, белков и ДНК [4, 5].

Кроме того, витамин С регенерирует витамин Е, восстанавливая его активную форму, которая далее продолжает защиту клеточных мембран. Дефицит витамина С сопровождается повышением воспалительных процессов, нарушением репарации тканей, ускорением клеточного старения и увеличением риска хронических заболеваний [4, 5].

Исследования дозовой концентрации витамина С у здоровых людей показали сигмоидальную зависимость между перорально введенной дозой и концентрацией витамина С в плазме и тканях. Определение оптимальной дозы имеет жизненно важное значение в интервенционных исследованиях [5, 11].

Участие в функционировании нервной системы. Большинство животных, включая крыс, синтезируют витамин С в печени, обеспечивая организм его постоянным поступлением. Однако люди, другие приматы и морские свинки утратили эту способность вследствие мутации гена, кодирующего фермент гулонолактон-оксидазу. Поэтому человек полностью зависит от пищевых источников витамина С [8].

Недостаточное потребление приводит к развитию цинги, когда концентрация витамина в плазме падает ниже 11 мкмоль/л. Гиповитаминоз С (плазменный уровень ниже 23 мкмоль/л) наблюдается примерно у 15% взрослых, особенно среди беременных женщин, курильщиков и людей с низким социально-экономическим статусом [8, 10].

Роль витамина С во время беременности и развитии плода. Значение витамина С для нормального роста и развития плода известно давно. Ещё в 1938 году было установлено, что плод «паразитирует» на запасах витамина С матери: уровень витамина в пуповинной крови новорождённого в 2–4 раза выше, чем у матери [8].

Аналогичная картина наблюдается у морских свинок — концентрация витамина в плазме новорождённых вдвое выше, чем у взрослых самок. На 45-е сутки беременности у морских свинок уровень витамина С у плода значительно повышается, что совпадает с пиком роста мозга. Дефицит витамина С в пренатальном или раннем постнатальном периоде резко нарушает развитие гиппокампа и вызывает выраженный оксидативный стресс в мозге [8].

Биологические функции витамина С в нервной системе. Витамин С накапливается в мозге в очень высоких концентрациях, что указывает на его ключевое значение для когнитивных функций. Он является кофактором фермента дофамин-β-гидроксилазы, участвующего в превращении дофамина в норадреналин [3].

Недостаток витамина снижает синтез нейромедиаторов, ухудшает память, внимание и эмоциональную стабильность. Кроме того, витамин С защищает нейроны от окислительного повреждения, участвует в функционировании NMDA-рецепторов и может снижать риск развития нейродегенеративных заболеваний при достаточном уровне в организме [5, 12].

Витамин С как эпигенетический регулятор. Витамин С является кофактором ферментов семейств TET и JmjC, участвующих в деметилировании ДНК и гистонов. Эти процессы критически важны для нейрональной дифференцировки, формирования синапсов и нормального развития мозга [2, 9].

Энергетический и липидный обмен. Аскорбиновая кислота необходима для синтеза карнитина — молекулы, транспортирующей жирные кислоты в митохондрии. При дефиците карнитина нарушается производство энергии, проявляющееся слабостью, снижением работоспособности, апатией и мышечной утомляемостью [9].

Исследования также показывают, что витамин С снижает уровень холестерина, препятствует окислению липопротеинов низкой плотности и играет важную роль в профилактике атеросклероза [4, 9].

Клинические проявления дефицита витамина С. Дефицит витамина С может проявляться по-разному: от лёгкой усталости до тяжёлых системных нарушений. Основные симптомы включают: кровоточивость дёсен; повышенную ломкость сосудов; петехии и синяки; выпадение волос; хроническую усталость; ослабление иммунитета; анемию; ухудшение заживления ран. В тяжёлой форме развивается скорбут — заболевание, характеризующееся дегенерацией соединительной ткани [1, 2, 8].

Терапевтический потенциал витамина С. Современные исследования подтверждают, что витамин С обладает значительным терапевтическим потенциалом. Высокие дозы витамина С используются в качестве дополнительного средства при лечении инфекций, воспалительных заболеваний, а также обсуждается его роль в онкотерапии. Благодаря антиоксидантным свойствам витамин С способен снижать уровень воспаления, поддерживать иммунитет и улучшать восстановительные процессы организма [6, 9, 10].

Анализ показывает, что витамин С является критически важным участником биохимических реакций. Его дефицит влияет на работу практически всех систем организма — от кожи до нервной системы. Несмотря на простоту получения витамина с пищей, его недостаток встречается часто, особенно при неправильном питании, хроническом стрессе и инфекционных заболеваниях. Современные исследования указывают на необходимость пересмотра рекомендуемых норм потребления витамина С с учётом индивидуальных особенностей организма и уровня оксидативного стресса [1, 5, 8].

Витамин С — ключевой биохимический компонент, необходимый для синтеза коллагена, обмена железа, работы нервной системы, энергетического метаболизма и антиоксидантной защиты. Дефицит витамина С приводит к широкому спектру нарушений, включая анемию, снижение иммунитета, когнитивные нарушения и повреждение соединительной ткани. Обеспечение адекватного уровня витамина С является важной частью профилактики хронических заболеваний и поддержания здоровья человека [12].

Список литературы:

1. Aktaş İ., Satılmış M. Foods Containing Vitamin C and Their Health Benefits // Ejons International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences. 2025. V. 9. №2. P. 178-192. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15762375>
2. Есин О. Р., Маштакова А. И., Есин Р. Г. ГАМКергическая система—физиологическая роль и клиническое значение // Медицинский совет. 2025. Т. 19. №3. С. 101-109. <https://doi.org/10.21518/ms2025-106>
3. Shoulders M. D., Raines R. T. Collagen structure and stability // Annual review of biochemistry. 2009. V. 78. №1. P. 929-958. <https://doi.org/10.1146/annurev.biochem.77.032207.120833>
4. Forero-Girón A. C., Toro-Labbé A. How does dopamine convert into norepinephrine? Insights on the key step of the reaction // Journal of Molecular Modeling. 2025. V. 31. №1. P. 32. <https://doi.org/10.1007/s00894-024-06256-w>
5. Koca F., Yılmaz E., Çimen L. Vitamins A, E, and C: Mechanisms of Antioxidant Action and Physiological Impact // Sağlık Bilimleri Dergisi. 2025. V. 34. №3. P. 536-545. <https://doi.org/10.34108/eujhs.1727061>
6. Hackl L. S., Moretti D., Sabatier M. Absorption of iron naturally present in soy // Advances in Nutrition. 2025. P. 100396. <https://doi.org/10.1016/j.advnut.2025.100396>

7. Halim R., Evans L., Gerasimidis K., Koutsos A. Effects of vitamins on gut microbiota metabolic activity: An in vitro batch culture fermentation study // *Proceedings of the Nutrition Society*. 2025. V. 84. №OCE4. P. E255. <https://doi.org/10.1017/S0029665125101274>
8. Alberts A., Moldoveanu E. T., Niculescu A. G., Grumezescu A. M. Vitamin C: a comprehensive review of its role in health, disease prevention, and therapeutic potential // *Molecules*. 2025. V. 30. №3. P. 748. <https://doi.org/10.3390/molecules30030748>
9. Pacier C., Martirosyan D. M. Vitamin C: optimal dosages, supplementation and use in disease prevention // *Functional Foods in Health and Disease*. 2015. V. 5. №3. P. 89-107.
10. Granger M., Eck P. Dietary vitamin C in human health // *Advances in food and nutrition research*. 2018. V. 83. P. 281-310. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2017.11.006>
11. Obeagu E. I. The vitamin C paradigm: new frontiers in blood transfusion // *Annals of Medicine and Surgery*. 2025. V. 87. №6. P. 3310-3326. <https://doi.org/10.1097/MS9.0000000000003018>
12. Calder P. C., Kreider R. B., McKay D. L. Enhanced Vitamin C Delivery: A Systematic Literature Review Assessing the Efficacy and Safety of Alternative Supplement Forms in Healthy Adults // *Nutrients*. 2025. V. 17. №2. P. 279. <https://doi.org/10.3390/nu17020279>

References:

1. Aktaş, İ., & Satılmış, M. (2025). Foods Containing Vitamin C and Their Health Benefits. *Ejona International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences*, 9(2), 178-192. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15762375>
2. Esin, O. R., Mashtakova, A. I., & Esin, R. G. (2025). GAMKergicheskaya sistema-fiziologicheskaya rol' i klinicheskoe znachenie. *Meditinskii sovet*, 19(3), 101-109. <https://doi.org/10.21518/ms2025-106>
3. Shoulders, M. D., & Raines, R. T. (2009). Collagen structure and stability. *Annual review of biochemistry*, 78(1), 929-958. <https://doi.org/10.1146/annurev.biochem.77.032207.120833>
4. Forero-Girón, A. C., & Toro-Labbé, A. (2025). How does dopamine convert into norepinephrine? Insights on the key step of the reaction. *Journal of Molecular Modeling*, 31(1), 32. <https://doi.org/10.1007/s00894-024-06256-w>
5. Koca, F., Yılmaz, E., & Çimen, L. (2025). Vitamins A, E, and C: Mechanisms of Antioxidant Action and Physiological Impact. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 34(3), 536-545. <https://doi.org/10.34108/eujhs.1727061>
6. Hackl, L. S., Moretti, D., & Sabatier, M. (2025). Absorption of iron naturally present in soy. *Advances in Nutrition*, 100396. <https://doi.org/10.1016/j.advnut.2025.100396>
7. Halim, R., Evans, L., Gerasimidis, K., & Koutsos, A. (2025). Effects of vitamins on gut microbiota metabolic activity: An in vitro batch culture fermentation study. *Proceedings of the Nutrition Society*, 84(OCE4), E255. <https://doi.org/10.1017/S0029665125101274>
8. Alberts, A., Moldoveanu, E. T., Niculescu, A. G., & Grumezescu, A. M. (2025). Vitamin C: a comprehensive review of its role in health, disease prevention, and therapeutic potential. *Molecules*, 30(3), 748. <https://doi.org/10.3390/molecules30030748>
9. Pacier, C., & Martirosyan, D. M. (2015). Vitamin C: optimal dosages, supplementation and use in disease prevention. *Functional Foods in Health and Disease*, 5(3), 89-107.
10. Granger, M., & Eck, P. (2018). Dietary vitamin C in human health. *Advances in food and nutrition research*, 83, 281-310. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2017.11.006>
11. Obeagu, E. I. (2025). The vitamin C paradigm: new frontiers in blood transfusion. *Annals of Medicine and Surgery*, 87(6), 3310-3326. <https://doi.org/10.1097/MS9.0000000000003018>

12. Calder, P. C., Kreider, R. B., & McKay, D. L. (2025). Enhanced Vitamin C Delivery: A Systematic Literature Review Assessing the Efficacy and Safety of Alternative Supplement Forms in Healthy Adults. *Nutrients*, 17(2), 279. <https://doi.org/10.3390/nu17020279>

Поступила в редакцию
12.12.2025 г.

Принята к публикации
17.12.2025 г.

Ссылка для цитирования:

Аббаслы С. Н. О биохимических последствиях дефицита витамина С // Бюллетень науки и практики. 2026. Т. 12. №2. С. 111-116. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/123/12>

Cite as (APA):

Abbasly, S. (2026). On the Biochemical Consequences of Vitamin C Deficiency. *Bulletin of Science and Practice*, 12(2), 111-116. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/123/12>