

В исследованиях действия водных и спиртовых экстрактов наиболее действенными оказались 200 и 500 мг/мл, так как их действие подавляло рост и грамположительных, и грамотрицательных бактерий, которые при воздействии концентрациями 50 мг/мл и 100 мг/мл не подавлялись. Действие этих концентраций и бактерии, подвергшиеся их воздействию представлены в таблице: Sa – *Staphylococcus aureus*, Ec – *Escherichia coli*, Pa – *Pseudomonas aeruginosa*, Kp – *Klebsiella pneumoniae*.

Таблица

Антимикробная активность водного, этанолового и метанолового экстрактов корней *S. costus* в отношении различных микроорганизмов

Испытываемое соединение	Средние зоны ингибирования (мм)			
	Грамположительная бактерии	Грамотрицательные бактерии		
	Sa	Ec	Pa	Kp
Водный экстракт (200 мг/мл)	11.6±2.3	-	-	-
Этаноловый экстракт (200 мг/мл)	20	-	-	-
Метанольный экстракт (200 мг/мл)	11±2	-	-	-
Водный экстракт (500 мг/мл)	9.01±0.01	-	-	-
Этаноловый экстракт (500 мг/мл)	11.5±0.5	8.5±0.5	7.5±0.5	12.04±0.04
Метанольный экстракт (500 мг/мл)	11±0.5	8.5±0.5	9.5±0.5	12

Этаноловый экстракт содержит почти вдвое больше соединений, чем водный, потому что некоторые активные вещества могут быть растворимы в спирте и нерастворимы в воде, при этом высвобождаемых активных веществ больше. Поэтому спиртовые экстракты обладают несколько хорошей антибактериальной активностью по сравнению с водными [4].

На основании вышеуказанных данных и из таблицы можно сделать вывод, что увеличение зоны ингибирования происходит за счет увеличения концентрации экстрактов и это указывает на прямую зависимость между концентрациями экстрактов и показателями зоны ингибирования.

В связи с быстрым увеличением распространенности резистентных патогенных микроорганизмов к антибиотикам и побочными эффектами современных противобактериальных препаратов изучение химически активных веществ, содержащихся в растениях, является одной из главных задач для использования их в лечении этих патогенов. *S. Costus* можно рассматривать как потенциальный природный источник противобактериальных препаратов и использование его экстрактов в качестве замены антибиотиков из-за большого содержания разнообразных химических соединений, способных ингибировать и уничтожать размножение патогенов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Abdallah, E. M. Evaluation of some biological properties of *Saussurea costus* crude root extract / E. M. Abdallah, K. A. Qureshi // Biosci. Biotech. Res. Comm. – 2017. – Vol. 10, № 4. – P. 601–611.
2. Ahmed, S. Investigation of antibacterial and antifungal activity of *Saussurea costus* root extracts / S. Ahmed, S. Coskun // Anais da Academia Brasileira de Ciencias. – 2023. – Vol. 95, № 1. – P. 5-22.
3. Pandey, M. M. *Saussurea costus*: Botanical, chemical and pharmacological review of an ayurvedic medicinal plant / M. M. Pandey, S. Rastogi, A. K. Rawat // Journal of Ethnopharmacology. – 2017. – Vol. 110, № 2. – P. 379–390.
4. Akoul, M. A. Antimicrobial activity of *Saussurea costus* extracts against *Streptococcus penumoniae* and *Escherichia coli* / M. A. Akoul, M. R. Ghreeb // Revis Bionatura. – 2022. – Vol. 7, iss. 2. – P. 33–36.

СРАВНЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ СИНТЕТИЧЕСКИХ И НАТУРАЛЬНЫХ ВИТАМИНОВ НА ПРИМЕРЕ B1, B2 И B12

COMPARISON AND FEATURES OF SYNTHETIC AND NATURAL VITAMINS ON THE EXAMPLE OF B1, B2 AND B12

С. А. Барута, А. В. Лукашенок, С. Н. Чигурь
S. A. Baruta, A. V. Lukashonok, S. N. Chigir

Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ
 г. Минск, Республика Беларусь
 sveta.imagine-dragons22@yandex.ru

International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU
 Minsk, Republic of Belarus

В работе представлены выводы о действиях на организм натуральных и синтетических витаминов. Рассматривались витамины из группы В, а именно витамины В1, В2 и В12. Они обладают рядом важных свойств: регуляция работы периферической нервной системы, участие в синтезе белков, РНК, ДНК, поддержание иммунитета и гормонального баланса. Суточная потребность витаминов невелика, но при недостаточном их поступлении в организм, появляются патологические изменения, к которым относят: авитаминоз - отсутствие витамина; гиповитаминоз - недостаток витамина и гипervитаминоз - избыток витамина. Выявлено, что натуральные витамины в ряде случаев употребляются как здоровыми, так и людьми с заболеваниями, а синтетические преимущественно при болезнях либо ослабленном иммунитете у организма. Периодический прием синтетических витаминов необходим для уменьшения вероятности дефицитов.

The paper presents conclusions about the effects of natural and synthetic vitamins on the body. Vitamins from group B were considered, namely vitamins B1, B2 and B12. They have a number of important properties: regulation of the peripheral nervous system, participation in the synthesis of proteins, RNA, DNA, maintenance of immunity and hormonal balance. The daily requirement of vitamins is low, but with insufficient intake into the body, pathological changes appear, which include: vitamin deficiency is the absence of vitamin; hypovitaminosis is a lack of vitamin and hypervitaminosis is an excess of vitamin. It has been revealed that natural vitamins are in some cases consumed by both healthy and people with diseases, and synthetic ones are mainly used for diseases or weakened immunity in the body. Periodic intake of synthetic vitamins is necessary to reduce the likelihood of deficiencies.

Ключевые слова: витамины, натуральные витамины, синтетические витамины, рибофлавин, тиамин, кобаламин, гиповитаминоз, гипervитаминоз, микробиологический синтез

Keywords: vitamins, natural vitamins, synthetic vitamins, riboflavin, thiamine, cobalamin, hypovitaminosis, hypervitaminosis, microbiological synthesis

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2024-1-349-353>

Витамины - группа органических соединений с разнообразной химической природой. Они относятся к микронутриентам, т.к. содержатся в пище в небольших количествах. Изучение витаминов необходимо, потому что они выполняют ряд функций и имеют важное место в метаболизме.

Рассмотрим на примере витаминов группы В. Витамины группы В относятся к водорастворимым витаминам, т.е. к тем, которые растворяются в воде и из пищи поступают сразу в кровь. Они не накапливаются в тканях и достаточно быстро выводятся из организма. С одной стороны, такие свойства позволяют избежать их избытка в организме, с другой – постоянно образующийся дефицит приходится восполнять. Возьмём такие витамины как: тиамин (В1), рибофлавин (В2) и кобаламин (В12).

Различают натуральные и синтетические витамины. Натуральные получают с питанием, а синтетические изготавливают на производстве из сырья растительного и животного происхождения. Содержание витаминов в пищевом рационе может меняться по различным причинам: вариацией сортов и видов продуктов, влиянием способов и продолжительности их хранения, воздействием технологической обработки пищи, выбором блюд и пищевыми привычками. Большое значение имеет состав пищи. Если в рационе преобладают углеводы, организму необходимо получать больше витаминов группы В1 и В2. Когда в пище недостаточно белка, усвоение витамина В2 снижается.

Тиамин (Рис. 1) – один из важнейших водорастворимых витаминов. Были разработаны жирорастворимые формы тиамина, основанные на его водорастворимой форме. Эти формы обладают более высокой биодоступностью по сравнению с водорастворимыми и хорошо растворяются в липидах. Они также устойчивы к действию тиаминазы, что делает их более удобными для использования. Транскетоллаза является наиболее важным ферментом, в состав которого входит витамин В1. Группа препаратов, относящихся к витамину В1, включает в себя не только тиамин, но и его фосфорилированные формы - кокарбоксилазу и фосфотиамин, а также синтетический препарат бенфотиамин.

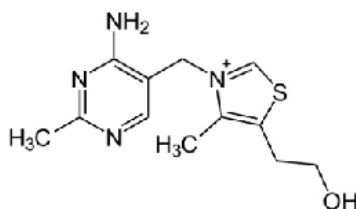


Рисунок 1 – Тиамин

Рибофлавин (Рис. 2) – является ведущим кофактором, обеспечивающим оптимальную активность глутатионредуктазы, эритроцитов и лейкоцитов, а также предшественник коферментов оксидоредуктаз. Компонент флавопротеидов, содержится в продуктах растительного и животного происхождения. В эту группу входит сам рибофлавин, а также флавионат и рибофлавин - мононуклеотид. По структуре витамин В2 представляет собой метилированное производное изоаллоксазина, соединенного со спиртом ребитолом.

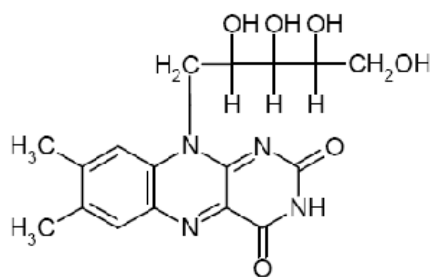


Рисунок 2 – Рибофлавин

Кобаламин (Рис. 3) – антианемический витамин. К витаминам группы В12 кроме кобаламина также относят цианокобаламин, оксикобаламин, кобамамид и витогепат. Витамин В12 имеет сложное строение. В него входят плоская хромофорная часть и нуклеотидная группа. Хромофорная часть представляет собой четыре восстановленные пиррольные кольца, соединенные координационными связями с кобальтом и между собой. Этот циклический комплекс имеет восемь метильных групп и три в остатке пропионовой и уксусной кислот. Перпендикулярно хромофорной части расположена нуклеотидная часть, содержащая диметилбензимидазол в качестве азотистого пуринового основания, остатки рибозы в качестве углевода и фосфорную кислоту. Данный нуклеотид соединяется с хромофорной частью за счет боковых цепей, а также через дополнительную связь, идущую от кобальта к азоту бензимидазольного кольца [1].

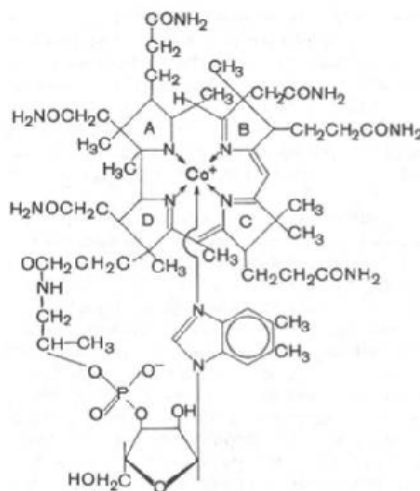


Рисунок 3 – Кобаламин

В организм В1 поступает из таких продуктов как: мясо, яичный желток, печень, бобовые. Витамин В2 можно получить из различных источников, таких как печень, почки животных, яйца, молоко, сыр, дрожжи, зерновые злаки и горох. Витамин В12 можно получить из печени, устриц, дрожжей, морской капусты.

Синтетическое получение данных витаминов осуществляется двумя путями - химическим и микробиологическим.

Животные и человек витамин В1 не синтезируют. Биосинтез тиамина происходит в бактериях, некоторых простейших, растениях и грибах. В этих организмах пиримидиновый предшественник тиамина синтезируется путем, отличным от пиримидинового предшественника пиримидиновых нуклеотидов. Биосинтез тиамина требует фосфорилирования пиримидина и тиазола перед синтезом молекулы тиаминмонофосфата (ТМФ) тиаминфосфатпирофосфорилазой. Затем ТМФ гидролизруется фосфатазой с образованием свободного тиамина. Тиаминопирофосфокиназа, которая отвечает за синтез ТРР из свободного тиамина, была обнаружена в дрожжах и тканях млекопитающих. *Escherichia coli* может синтезировать ТРР из ТМР.

Рибофлавин микробиологическим путем получают из грибов *Ermentheciun mashbyii* и *Ashbya gossypii* или используют генетически изменённые бактерии *Bacillus subtilis*. В промышленности рибофлавин получают химическим синтезом из 3,4-диметиланилина и рибозы. Синтетический рибофлавин применяют при таких заболеваниях как гипо- и авитаминоз В2, конъюнктивит, кератит, катаракта, астения, гепатит.

Для биосинтеза В12 необходимы микроорганизменные и генетические ресурсы. Промышленное производство витамина В12 в основном достигается за счет использования двух основных промышленных штаммов культур *Propionobacterium shermanii* и *Pseudomonas denitrificans*. Кроме этого в производстве могут использовать такие штаммы-мутанты как *Propionibacterium freudenreichii* и *Methanococcus halophilus*. Этот синтез включает около 30 ферментативных стадий в биосинтезе кобаламина и полностью заменяет химический синтез [2]. Пути биосинтеза кофермента В12 в бактериальных геномах можно отличить по канонической генетической организа-

ции тем, что они подразделяются на аэробные и анаэробные. Касаемо генетических изменений, это может быть отсутствие одного или нескольких генов, перестройки в оперонах и вдоль хромосомы. Количество генов, организованных в кластеры и сам биосинтез зависит от штамма микроорганизма.

В настоящее время химический синтез, состоящий около 70 этапов, производится путем ферментации с использованием мутировавших и генно-инженерных *P. shermanii* и *P. denitrificans*. Средой данных микроорганизмов является микрофлора пищеварительного тракта человека [2]. Синтетическое кобаламин назначают после хирургического удаления части или всего желудка, или кишечника, также используется для лечения пернициозной анемии, гиповитаминоза, тиреотоксикоза, кровотечений, злокачественных новообразований, заболеваний печени и почек.

Витамин В1 является одним из важнейших витаминов группы В, он влияет на гемостаз, поддерживает тонус мышц, нормализует деятельность ЦНС, периферической нервной системы, сердечно-сосудистой и эндокринной систем. Тиамин участвует в регуляции углеводного обмена, так как является составной частью ферментов, ускоряющих превращение пировиноградной кислоты в ацетил-КоА. Он включается в состав ферментов, которые участвуют в процессе создания нуклеиновых кислот, а также ферментов, которые увеличивают образование АТФ в цикле лимонной кислоты, особенно в нервных клетках. Является важным участником энергетического обмена, а также необходим для образования рибозы- 5-фосфата в пентозофосфатном пути и синтеза нуклеотидов ДНК и РНК. В клетках-мишенях тиамин подвергается фосфорилированию при участии тиаминкиназы, в результате чего образуется его фосфорные эфиры: тиаминмонофосфат(ТМФ), тиаминпирофосфат (ТПФ) и тиаминтрифосфат (ТТФ). Основной коферментной формой витамина В1 является ТПФ.

Он имеет функцию сохранения витамина С, способствует образованию актина и миозина, которые играют роль в сокращении сердечной и скелетной мышцы. Ускоряет физиологическую гипертрофию миокарда. Этот процесс способствует образованию элементов соединительной ткани, которые играют ключевую роль в формировании опорно-двигательной системы. Кроме того, он имеет важное значение для нормальной работы желудочно-кишечного тракта, поддерживая здоровую структуру и функцию его внутренних оболочек. Кроме того, данный витамин улучшает циркуляцию крови и участвует в кроветворении. Оптимизирует познавательную активность и функции мозга.

Витамин В2 имеет решающее значение для синтеза, превращения и рециркуляции других витаминов группы В – ниацина, фолата и витамина В6, а также для синтеза всех гемовых белков и белков, участвующих в переносе электронов и кислорода, участвует в окислительном дезаминировании аминокислот, биосинтезе гемоглобина, ускоряет процессы обмена веществ [3].

Физиологическая роль витамина В2 в организме заключается во взаимодействии с аденозинтрифосфорной кислотой и превращении во флавиномононуклеотид и флавинадениннуклеотид – коферменты дегидрогеназ и оксидаз, участвующих в окислительно-восстановительных процессах. Игрет важную роль в поддержании здоровья зрительной системы, необходим для образования красных кровяных клеток и синтеза гемоглобина.

Кобаламин является коферментом для метилтрансфераз. Данные ферменты переносят метильные группы. Этих групп много в гемоглобине, соответственно кобаламин опосредованно участвует в биосинтезе гемоглобина. Кроме этого фермент метилтрансфераза участвует в синтезе метионина, холина и креатина. Также В12 влияет на синтез пиримидиновых и пуриновых оснований и нуклеиновых кислот, стимулирует работу надпочечников, влияет на синтез глюкозы в печени, необходим для процесса эритропоэза, работы репродуктивных органов. Оказывает анаболическое действие, так как усиливает синтез и накопление протеина. Кроме этого участвует в переносе водорода и процессах метилирования. Усиливает иммунитет путем повышения фагоцитарной активности лейкоцитов в организме.

Дефицит тиамина достаточно распространен у людей с ожирением, что, с одной стороны, может быть результатом недостаточного потребления цельно-зерновых продуктов – источников В1, а с другой стороны, следствием повышенной потребности в этом витамине при ожирении. Недостаток проявляется дистрофическими и дегенеративными изменениями, возможна деменция. Как результат нарушается метаболизм нейронов, происходит влияние на трансинаптическую передачу возбуждения в ЦНС, снижается синтез ДНК. Известно, что мозговая ткань усиленно накапливает витамин В1. Большие количества тиамина также определяются в печени, сердце, почках и скелетной мускулатуре. Гиповитаминоз может возникнуть вследствие заболеваний ЖКТ, печени, тиреотоксикоза, при алкоголизме, курении, стрессорных воздействиях, хронической боли, при длительном применении некоторых лекарственных препаратов.

Токсичность тиамина в избытке в организме не установлена. Почки легко выводят из организма избыток этого витамина. Потребность в витамине В2 возрастает при гастритах с пониженной секрецией, заболеваниях кишечника, гепатитах, болезнях кожи, глаз, малокровии.

Недостаток витамина В2 и пантотеновой кислоты способствует замедлению выработки организмом антител. Дефицит вызывает ангулез, глоссит, конъюнктивит и кератит. Первичный дефицит витамина В2 возникает из-за недостатка витамина в рационе или чрезмерного потребления молока или других продуктов, содержащих животный белок. Вторичный дефицит развивается из-за нарушения всасывания витамина в кишечнике, повышенной потребности в витамине или нарушения усвоения.

Чрезмерное потребление витамина не сопровождается развитием симптомов интоксикации или заболевания.

Гиповитаминоз В12 бывает приобретенным, врожденным и наследуемым. Одной из причин может быть недостаток данного витамина в пище (экзогенный гиповитаминоз). Кроме этого причинами являются нарушение

ние всасывания в кишечнике и развитие в кишечнике разных патологических процессов, например, воспалений или опухолей. Нарушение синтеза миелина, что ведет к ухудшению познавательных способностей. Нарушение всасывания связано с недостаточностью либо отсутствием фактора Касла. Низкое содержание цианкобаламина приводит к риску развития коронарного атеросклероза [4].

К причинам появления врожденного и наследуемого гиповитаминоза относятся генетический дефект транскобаламинов I и II, дефицит внутреннего фактора Касла и нарушение всасывания в кишечнике. При генетическом дефекте уменьшается либо отсутствует содержание транскобаламинов, которые обеспечивают транспорт витамина B12. К категории людей с риском возникновения дефицита кобаламина относятся: пожилые люди, беременные и кормящие женщины, пациенты с пернициозной анемией, с заболеваниями желудочно-кишечного тракта, вегетарианцы.

Высокий уровень B12 в большинстве случаев связан с качественным либо количественным нарушением транскобаламинов - белков связывания. Причинами повышения уровня кобаламина в крови могут стать избыточное потребление или неправильное применение с медицинской целью, высвобождение витамина из внутреннего депо, нарушение выведения из организма. К этиологическим факторам гипervитаминоза чаще всего относят большие новообразования, злокачественные гематологические новообразования и заболевания печени.

Снижение поступления витаминов в организм в настоящее время происходит из-за употребления высоко-рафинированных продуктов и консервированной пищи. Применяемые в коммерческом сельском хозяйстве методы культивирования овощей и фруктов привели к тому, что содержание витаминов B1, B2 сократилось во многих овощных культурах на 30%. Даже строго сбалансированный рацион питания не всегда может удовлетворить потребности организма в витаминах. Соответственно, периодический прием синтетических витаминов необходим для поддержки организма и для уменьшения вероятности дефицитов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Канюков, В.Н. Витамины: учебное пособие / В.Н. Канюков, А.Д. Стрекаловская, Т.А. Санеева. –Оренбург: ОГУ, 2012 – 108 с.
2. Balabanova, L. Microbial and Genetic Resources for Cobalamin (Vitamin B12) Biosynthesis / L. Balabanova, L. Averianova, M. Marchenok // Ecosystems to Industrial Biotechnology. Int. J. Mol. Sci. – 2021. – Vol. 22. – P. 1–39.
3. Шестопалов, А. В. Прогнозируемая представленность метаболических путей синтеза витаминов и короткоцепочечных жирных кислот при ожирении у взрослых / А. В. Шестопалов // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 2023. – Т. 59, № 5. – С. 389–402.
4. Литвицкий, П.Ф. Нарушения обмена витаминов / П.Ф. Литвицкий // Вопросы современной педиатрии. – 2014. – Т. 13, № 4. – С. 40–47.

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНО-ВРЕМЕННОГО РЕЖИМА ГИДРОЛИЗА СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ МОЛОКА НА ИХ АНТИОКСИДАНТНУЮ АКТИВНОСТЬ

INFLUENCE OF CHANGES IN THE TEMPERATURE-TIME REGIME OF HYDROLYSIS OF MILK WHEY PROTEINS ON THEIR ANTIOXIDANT ACTIVITY

Е. И. Тарун¹, Я. А. Самаркина¹, Т. Н. Головач²

E. I. Tarun¹, Y. A. Samarkina¹, T. N. Halavach²

¹Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, г. Минск, Республика Беларусь
ktarun@tut.by

²Белорусский государственный университет, БГУ, г. Минск, Республика Беларусь

¹International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

²Belarusian State University, BSU, Minsk, Republic of Belarus

Проведено сравнительное изучение антиоксидантной активности (АОА) 7-ми образцов сывороточных белков молока. Нативные и термообработанные белки молока подвергались гидролизу с использованием бактериальной щелочной протеазы Протозима (Protozym) при 50 и 60 °С. в течение разного времени – 2 и 3 часов. Получены зависимости интенсивности флуоресценции флуоресцеина от логарифма концентрации всех образцов, из которых графически определены показатели IC₅₀, которые находились в пределах 20,93–153,25 мкг/мл. Нативные и термообработанные белки молока, а также их гидролизаты восстанавливали