URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI
JANUBIY OROLBO‘YI TIBBIYOT JURNALI
2 - TOM, 6 - SON. 2026
14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

УДК 616.314-002-084:615.32

МЕХАНИЗМЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕГУЛЯЦИИ РЕМИНЕРАЛИЗАЦИИ ЭМАЛИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ СТАНДАРТИЗИРОВАННОГО ЭКСТРАКТА SALVIA OFFICINALIS

Хакимова З. К., И. Ю. Маматова, М.Х. Усмонжонова
Андижанский государственный медицинский институт
lola-zilola@mail.ru
mamatova@4gmail.com
Usmonjonjonova1@gmail.con
ORCID: 0009-0002-7595-8862
ORCID: 0008-0022-8595-1872
ORCID: 0009-0452-6596-8882



Аннотация

Профилактика кариеса зубов традиционно строится на снижении микробной обсеменённости полости рта и экзогенном насыщении эмали минеральными ионами, тогда как биологическая регуляция собственных механизмов реминерализации твёрдых тканей зуба остаётся малоизученным направлением в фитотерапевтических разработках. В статье рассмотрен предполагаемый механизм действия стандартизированной композиции на основе экстракта Salvia officinalis, объединяющей флавоноиды, фенольные кислоты и Ca^{2+}-активирующие терпены. Показано, что действие композиции реализуется по нескольким взаимосвязанным направлениям: снижение метаболической активности кариесогенной микрофлоры и ограничение кислотообразования, антиоксидантная защита органического матрикса эмали, а также стимуляция внутриклеточного транспорта ионов кальция и процессов минерализации, ассоциируемых с матриксными белками эмали — энамелином (ENAM) и туфтелином (TUFT1). Обсуждается способ применения и общие принципы дозирования композиции. Сделан вывод о том, что комплексное биорегуляторное действие экстракта создаёт основу для нового концептуального подхода к профилактике кариеса, ориентированного на поддержание собственного биологического равновесия эмалево-дентинного комплекса.

Ключевые слова: реминерализация эмали, биологическая регуляция, Salvia officinalis, окислительный стресс, транспорт ионов кальция, энамелин, туфтелин, кариесогенез.

Annotatsiya

Tish kariyesining profilaktikasi an’anaviy ravishda og‘iz bo‘shlig‘idagi mikroblar miqdorini kamaytirish va emalni tashqi manbadan mineral ionlar bilan to‘yintirishga asoslanadi. Biroq tish qattiq to‘qimalarining o‘z remineralizatsiya mexanizmlarini biologik boshqarish fitoterapevtik ishlanmalarda kam o‘rganilgan yo‘nalish bo‘lib qolmoqda. Maqolada flavonoidlar, fenol kislotalari va Ca^{2+} ni faollashtiruvchi terpenlarni birlashtirgan, *Salvia officinalis* ekstrakti asosidagi standartlashtirilgan kompozitsiyaning taxminiy ta’sir mexanizmi ko‘rib chiqilgan. Kompozitsiyaning ta’siri o‘zaro bog‘liq bir necha yo‘nalishda namoyon bo‘lishi ko‘rsatilgan: kariyesogen

mikrofloraning metabolik faolligini pasaytirish va kislota hosil bo‘lishini cheklash, emal organik matriksini antioksidant himoyalash, shuningdek, kalsiy ionlarining hujayra ichidagi transportini hamda emal matriksi oqsillari — enamelin (ENAM) va tuftelin (TUFT1) bilan bog‘liq mineralizatsiya jarayonlarini rag‘batlantirish. Kompozitsiyani qo‘llash usuli va dozalashning umumiy tamoyillari muhokama qilingan. Ekstraktning kompleks bioregulyator ta’siri emal-dentin kompleksining tabiiy biologik muvozanatini saqlashga yo‘naltirilgan kariyes profilaktikasining yangi konseptual yondashuvi uchun asos yaratishi haqida xulosa chiqarilgan.

Kalit so‘zlar: emal remineralizatsiyasi, biologik boshqaruv, *Salvia officinalis*, oksidlovchi stress, kalsiy ionlari transporti, enamelin, tuftelin, kariyesogenez.

Abstract

Dental caries prevention has traditionally focused on reducing the microbial load in the oral cavity and supplying enamel with mineral ions from external sources, whereas the biological regulation of the intrinsic remineralization mechanisms of dental hard tissues remains an underexplored area in phytotherapeutic development. This article examines the proposed mechanism of action of a standardized formulation based on *Salvia officinalis* extract, combining flavonoids, phenolic acids, and Ca^{2+}-activating terpenes. The formulation is described as acting through several interrelated pathways: reducing the metabolic activity of cariogenic microbiota and limiting acid production, providing antioxidant protection for the organic enamel matrix, and stimulating intracellular calcium ion transport and mineralization processes associated with the enamel matrix proteins enamelin (ENAM) and tuftelin (TUFT1). The method of administration and general dosing principles are discussed. It is concluded that the extract’s combined bioregulatory effects provide a foundation for a new conceptual approach to caries prevention aimed at maintaining the intrinsic biological balance of the enamel–dentin complex.

Keywords: enamel remineralization, biological regulation, *Salvia officinalis*, oxidative stress, calcium ion transport, enamelin, tuftelin, cariogenesis.

Введение

Развитие кариеса зубов представляет собой динамический процесс, в основе которого лежит смещение равновесия между де- и реминерализацией твёрдых тканей зуба в сторону преобладания потери минеральных компонентов. Существующие профилактические средства растительного происхождения преимущественно решают лишь часть этой задачи, воздействуя на микробный фактор или обеспечивая экзогенное поступление минеральных ионов, но не раскрывают возможности биологической регуляции восстановительных процессов эмали. Актуальным представляется изучение механизмов, посредством которых компоненты растительного экстракта способны поддерживать собственные регуляторные системы твёрдых тканей зуба.

Цель работы — систематизировать и обосновать механизм биологического действия стандартизированного экстракта Salvia officinalis в отношении процессов реминерализации эмали и защиты её органического матрикса.

Материалы и методы

Объектом рассмотрения являлась стандартизированная композиция на основе цельного растительного сырья Salvia officinalis, полученная методом экстракции в фармацевтически допустимых растворителях с последующей ультрамембранной очисткой и количественной стандартизацией по фракциям (флавоноиды, фенольные кислоты, Ca^{2+}-активирующие терпены, эфирные масла) методами ВЭЖХ и тонкослойной хроматографии. Анализ механизма действия проводился на основе сопоставления фракционного состава экстракта с известными биологическими функциями соответствующих классов соединений в отношении микробной активности, окислительного стресса и минерального обмена твёрдых тканей зуба, а также с

данными литературы о роли матриксных белков эмали (энамелина и туфтелина) в процессах её формирования и восстановления.

Результаты и обсуждение

Предполагаемый механизм действия композиции носит многокомпонентный характер и охватывает несколько патогенетических звеньев кариесогенеза одновременно.

Антимикробное и антиметаболическое звено. Флавоноиды и фенольные кислоты стандартизированного экстракта способствуют снижению активности микроорганизмов, участвующих в кариесогенезе, ограничивая метаболическую активность биоплёнки и создавая менее благоприятные условия для кислотообразования. Тем самым замедляется собственно инициирующий этап деминерализации эмали.

Антиоксидантная защита органического матрикса. Окислительный стресс рассматривается как один из факторов, ослабляющих органический каркас эмали и ускоряющих потерю минеральных компонентов. Антиоксидантные свойства флавоноидных и фенольных фракций экстракта способствуют смягчению этого негативного фона, поддерживая сохранность «опорной» структуры эмали.

Стимуляция внутриклеточного транспорта ионов кальция. Фракция Ca^{2+}-активирующих терпенов рассматривается как биологический стимулирующий фактор, способствующий через внутриклеточные сигнальные процессы транспорту ионов кальция и поддержанию процессов минерализации, что усиливает восстановительные и укрепляющие процессы в эмалево-дентинном комплексе биологическим путём, в отличие от чисто экзогенного ионного насыщения.

Связь с матриксными белками эмали. В научной литературе отмечена значимость биологических процессов, связанных с матриксными белками эмали — энамелином и туфтелином, — для формирования и восстановления твёрдых тканей зуба. В рамках биорегуляторной концепции стандартизированного экстракта предполагаемое стимулирующее регуляторное воздействие в направлении ENAM и TUFT1 связывается с техническим результатом — повышением стабильности твёрдых тканей и поддержанием обратимости на стадии «белого пятна», то есть на начальной, потенциально обратимой стадии деминерализации эмали.

Таким образом, в отличие от подходов, ограничивающихся «только очищением» полости рта или «только внешним» ионным насыщением, рассмотренный механизм ориентирован на поддержание биологического равновесия эмали за счёт одновременной защиты органического матрикса и активации собственных минерализующих процессов.

Способ применения и общие принципы дозирования. Композиция предназначена для перорального применения. В форме водного раствора стандартизированная концентрация экстракта подбирается в профилактическом диапазоне и применяется курсами; в таблетированной форме количество экстракта в каждой таблетке стандартизировано из расчёта курсового приёма. Дозирование и длительность курса могут определяться индивидуально с учётом возраста и массы тела пациента, степени риска развития кариеса, состояния гигиены полости рта и клинических показателей. Стандартизированность композиции по фракционному составу позволяет адаптировать дозу и продолжительность курса к различным клинико-профилактическим протоколам без изменения качественных характеристик действующего начала.

Заключение

Рассмотренный механизм действия стандартизированного экстракта Salvia officinalis объединяет антимикробный, антиоксидантный и минерализующий компоненты в единой биорегуляторной модели профилактики кариеса зубов. Такой комплексный подход, ориентированный на поддержание собственных биологических процессов реминерализации и

защиты органического матрикса эмали, отличается от преимущественно гигиенических или ионно-заместительных решений, известных из уровня техники, и открывает перспективу дальнейших доклинических и клинических исследований предложенной композиции.

Литература

1. Featherstone J.D.B. Dental caries: a dynamic disease process // Australian Dental Journal. 2008. Vol. 53, № 3. P. 286–291.

2. Fincham A.G., Moradian-Oldak J., Simmer J.P. The structural biology of the developing dental enamel matrix // Journal of Structural Biology. 1999. Vol. 126. P. 270–299.

3. Deutsch D., Leiser Y., Shay B., et al. The enamelin gene and its role in enamel formation // Journal of Dental Research. 2000. Vol. 79, № 12. P. 1970–1975.

4. Патент РФ № 2500384 C1. Композиция ополаскивателя для полости рта. МПК: A61K 8/49; A61K 8/60; A61K 8/67; A61K 8/97; A61Q 11/00. Опубл. 10.12.2013.

5. Патент РФ № 2190387 C1. Средство для полоскания полости рта. МПК: A61K 7/16. Опубл. 10.10.2002.

6. Патент РФ № 2312657 C2. Ополаскиватель для полости рта на основе биологически активных добавок. МПК: A61K 8/97; A61Q 11/00. Опубл. 20.12.2007.