



Оценка эффективности комплекса томатной пасты и клюквенного сока как антибактериального средства

И.И. Задорина[✉], Е.Ю. Тризна, А.Р. Каюмов

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Российская Федерация

Аннотация. Зубной камень является одной из основных причин кариеса, гингивита и пародонтита. В его образовании принимают участие различные бактерии, которые формируют зубной налет на поверхности зубов. Если налет сохраняется на эмали в течение более 12 дней, он постепенно подвергается процессу минерализации посредством пропитывания солями и прочно прикрепляется к поверхности зуба, образуя зубной камень. Целью проведенного исследования являлось изучение возможности использования комплекса томатной пасты и клюквенного сока в качестве антибактериального средства для санации ротовой полости и удаления зубного камня у человека и животных. Для получения комплекса томатной пасты и клюквенного сока плоды томата по отдельности промывали водой и гомогенизировали путем перетирания. Гомогенизированную массу центрифугировали для разделения, образовавшуюся томатную пасту и клюквенный сок смешивали до получения однородной массы. С помощью конфокальной лазерной сканирующей микроскопии было показано, что смесь, состоящая из томатной пасты и клюквенного сока в соотношении 1:1, способствует разрушению биопленок золотистого стафилококка и изолятов *Streptococcus* sp., полученных из ротовой полости, и приводит к гибели этих бактерий в составе биопленки (зубного налета). Кроме того, экспозиция зубного камня комплекса томатной пасты и клюквенного сока в течение 20 дней приводит к разрушению зубного камня более чем на 80%. Таким образом, смесь томатной пасты и клюквенного сока может быть перспективным антибактериальным и очищающим средством для гигиены полости рта.

Ключевые слова: зубной камень, бактериальные биопленки, фитоэкстракты, противомикробная активность, томат

Финансирование. Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности. Проект № FZSM-2022-0017.

Для цитирования: Задорина И.И., Тризна Е.Ю., Каюмов А.Р. Оценка эффективности комплекса томатной пасты и клюквенного сока как антибактериального средства // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2025. Т. 15. N 1. С. 60–66. DOI: 10.21285/achb.955. EDN: YEWDIU.

PHYSICO-CHEMICAL BIOLOGY

Original article

Effectiveness of a mixture of tomato paste and cranberry juice as an antibacterial agent

Iva I. Zadorina[✉], Elena Y. Trizna, Airat R. Kayumov

Kazan Federal University, Kazan, Russian Federation

Abstract. Tartar is a key factor in developing such dental diseases as caries, gingivitis, and periodontitis. Tartar results from dental plaque formed by accumulation of bacteria in the tooth cavity. Following the period of about 12 days, unremoved plaque mineralizes in contact with salts, forming tartar firmly attached to the tooth surface. Tartar in the oral cavity increases the risk of inflammatory processes. In this study, we aim to assess the feasibility of using tomato paste and cranberry juice in combination as an antibacterial and plaque-removing agent. In order to obtain

a mixture of tomato paste and cranberry juice, fruits were washed separately with clean water at room temperature and homogenized by grinding in a mortar. The resulting homogenized mass was centrifuged for separation. The as-obtained tomato paste and cranberry juice were mixed to yield a homogeneous mass. Confocal laser scanning microscopy showed that a mixture of tomato paste and cranberry juice in a 1:1 ratio promotes the destruction of *Staphylococcus aureus* and some *Streptococcus* species, thus exhibiting high antimicrobial activity against these bacteria. In addition, exposure of tartar to the tested mixture of tomato paste and cranberry juice for 20 days led to an 86% destruction of tartar. Thus, a mixture of tomato paste and cranberry juice may serve as a promising antibacterial and cleansing agent for oral hygiene.

Keywords: tartar, bacterial biofilms, phytoextracts, antimicrobial activity, tomato

Funding. This research was supported by the subsidy allocated to Kazan Federal University for the state assignment in the sphere of scientific activities, project no. FZSM-2022-0017.

For citation: Zadorina I.I., Trizna E.Y., Kayumov A.R. Effectiveness of a mixture of tomato paste and cranberry juice as an antibacterial agent. *Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology*. 2025;15(1):60-66. (In Russian). DOI: 10.21285/achb.955. EDN: YEWDIU.

ВВЕДЕНИЕ

По сведениям ветеринарных стоматологов, образование налета у собак приблизительно происходит к 2–3 годам жизни в зависимости от породы животного. Зубной налет встречается на губной или щечной поверхности коронки зуба в области края десны и представляет полиморфное образование, которое состоит из частиц корма, полисахаридов, клеток слизистой оболочки рта, слюны, большого количества аэробной и анаэробной микрофлоры. Если налет остается на эмали зуба в течение примерно 12 дней, то он постепенно пропитывается солями и затвердевает (происходит процесс минерализации), прочно прикрепляется к поверхности зуба, образуя зубной камень [1–3]. Минерализация – это процесс, при котором необходимые элементы поступают в эмаль зуба для образования кристаллов гидроксиапатита. Деминерализация, напротив, связана с растворением кристаллов и разрушением эмали. Эти процессы могут находиться в равновесии, обеспечивая стабильность состава зубов, или же один из них может преобладать. Слюна насыщена гидроксиапатитом до pH 6,0–6,2 [4]. Щелочная среда активирует процессы минерализации зубов, уменьшает растворимость гидроксиапатита и способствует образованию зубного налета. Образование зубного камня включает в себя серию химических процессов, которые состоят из нескольких этапов¹ [5, 6]. Сначала возникает зубной налет, который изменяет микрофлору в результате созревания: бактерии, способные выжить в условиях без доступа кислорода, вытесняют аэробные бактерии. Это приводит к изменению уровня pH и увеличению активности ферментов гликозидаз. Гликозидазы разлагают углеводы, которые использованы для производства клейких полисахаридов: леван, декстран и фруктан. Эти полисахариды «приклеивают» зубной налет и микроорганизмы к эмали [7, 8]. Уплотнение и утолщение зубного налета препятствует защитному действию слюны, из-за чего кристаллы $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ откладываются в зубном налете, становясь основой зубного камня на поверхности зуба.

Кроме того, в ротовой полости скапливаются бактерии, которые играют важную роль в процессе формирования зубного камня. Увеличение патогенной микрофлоры, в свою очередь, может приводить к развитию воспалительного процесса. Уход за животными, включая животных – спутников человека, таких как кошки и собаки, требует гигиены полости рта² [9]. На всем протяжении жизни животного плохое здоровье полости рта может послужить причиной боли и серьезной патологии зубов, а также привести к более тяжелым заболеваниям сердца и почек [10–13].

Образование зубного камня на поверхности зубов является существенной проблемой, которую не всегда можно решить использованием известных средств. Зубной камень является одной из основных причин стоматологических заболеваний, таких как кариес, гингивит и пародонтит. Если не принять меры по удалению зубного камня у животных, постепенно он увеличивается в размерах, мешает правильному смыканию челюстей и пережевыванию пищи, вызывает воспаление десен и отхождение их края от корня зуба, вследствие чего инфекция проникает вглубь и вызывает воспаление окружающих зуб тканей вплоть до вовлечения в процесс соседних зубов, костной ткани и разрушения костей челюсти [14–17].

Целью проведенного исследования являлась оценка возможности использования комплекса томатной пасты и клюквенного сока в качестве антибактериального средства для удаления зубного камня.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Для получения томатной пасты зрелые плоды томатов промывали чистой водой с температурой 20 °C, измельчали, отделяли и удаляли из них семена. Далее измельченные томаты гомогенизировали, полученную массу помещали в стерильную емкость, доводили до кипения при постоянном перемешивании на электроплите. После закипания массу подвергали тепловой пастеризации в течение 3 мин при температуре 80–100 °C. Пастеризованную томатную массу

¹ Николаев А.И., Цепов А.М. Практическая терапевтическая стоматология: учеб. пособие. М.: МЕД-пресс-информ, 2022. 928 с.

² Baishya R., Banerjee S. Effect of medicinal plants on biofilm-forming *Staphylococcus aureus* from tertiary health care hospital and characterization of biofilm-associated extracellular polymeric substances (EPS) // *Advances in bioprocess engineering and technology. Lecture notes in bioengineering* / eds D. Ramkrishna, S. Sengupta, S. Dey Bandyopadhyay, A. Ghosh. Singapore: Springer, 2021. P. 189–197. DOI: 10.1007/978-981-15-7409-2_19.

распределяли по стерильным емкостям и остужали до 25 °С. Затем емкости с томатной массой центрифугировали при 4000 об/мин для разделения томатной массы на жидкую и густую фракции. Жидкую фракцию помещали в стерильные емкости и концентрировали путем выпаривания в электропечи для получения концентрата жидкой фракции. К концентрату жидкой фракции вносили густую фракцию (мякоть и фрагменты кожицы плодов томата), полученную после центрифугирования, и перемешивали.

Для получения клюквенного сока плоды клюквы промывали чистой водой с температурой 20 °С и гомогенизировали, перетирая в ступе. Гомогенизированную массу центрифугировали для разделения на жидкую (клюквенный сок) и густую фракции.

Затем томатную пасту и клюквенный сок перемешивали в соотношении 1:1 до получения однородной массы.

Исследование антибактериальной активности средства проводили в отношении клинических изолятов *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sobrinus*, полученных ранее [8], а также типового штамма *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 в составе биопленок. Для этого бактерии выращивали 2 суток без качания при 37 °С на среде BM (пептон – 0,7 г/л, глюкоза – 0,5 г/л, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,2 г/л, $CaCl_2$ – 0,005 г/л [13] в адгезивных пластиковых чашках (35 мм) с 3 мл культуры начальной плотностью 3×10^7 КОЕ/мл. Для получения биопленок представителей рода *Streptococcus* в питательную среду BM дополнительно вносили 5%-ю сыворотку плода крупного рогатого скота (фетальную бычью сыворотку, FBS). Через 48 ч культивирования из опытных лунок удаляли культуральную жидкость и вносили свежую среду с добавлением 10%-го раствора томатной пасты и 10%-го раствора томатной пасты и клюквы. В контрольные образцы вносили питательную среду, содержащую равный объем 0,9%-го NaCl. После 24 ч инкубации чашки окрашивали в течение 15 мин флуоресцентными красителями 3,3'-дигексилосакарбоданин йодидом (Sigma-Aldrich, США) в конечной концентрации 0,02 мкг/мл (зеленая флуоресценция) и пропидия йодидом (Sigma-Aldrich, США) в конечной концентрации 3 мкг/мл (красная флуоресценция) для дифференциации живых и мертвых клеток соответственно и проводили конфокальную лазерную сканирующую микроскопию с использованием инвертированного микроскопа Olympus IX83 (Olympus Corporation, Япония), дополненного платформой сверхвысокого разрешения STEDYCON.

Для сравнительной оценки разрушения зубного камня исследуемых фитоэкстрактов использовали зубной камень, полученный при стоматологической чистке зубов у собаки в ветеринарной клинике «ВетБарс» (г. Казань). Для этого камень обрабатывали томатной пастой, 0,9%-м NaCl и томатной пастой с клюквенным соком, после чего инкубировали при 37 °С в течение 5, 10, 20 и 25 дней. Оценка проводилась путем фотодокументации образцов, также видимую площадь зубного камня измеряли с использованием программы ImageJ в пикселях. Исследование было осуществлено с одобрения Локального этического комитета Казанского (Приволжского) федерального университета (протокол от № 38 4 октября 2022 г.),

хозяева животных подписали информированное добровольное согласие на забор и исследование образцов биологического материала.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Представители рода *Streptococcus* являются основными колонизаторами полости рта, вступая в синергетические взаимодействия с другими представителями условно-патогенной микрофлоры ротовой полости, могут приводить к развитию различных воспалительных процессов [11]. Золотистый стафилококк способен формировать смешанные биопленки с представителями рода *Streptococcus* и вызывать воспаление, а также становиться источником персистирующей инфекции [17]. С учетом быстро распространяющихся штаммов, устойчивых к антибиотикам, терапия бактериальных инфекций все чаще становится малоэффективной. Таким образом, поиск щадящих средств противомикробной терапии, не вызывающих развития устойчивости, является актуальной задачей. Среди подобных веществ перспективным направлением является исследование фитоэкстрактов, в состав которых входит большое количество флавоноидов, эфирных масел и других органических соединений, обладающих противомикробной активностью [18, 19]. Исследование противомикробной активности фитоэкстрактов томата, а также комплекса томатной пасты с клюквенным соком показало, что внесение 10%-го раствора комплекса томатной пасты и клюквенного сока приводит к снижению общей биомассы биопленки всех исследуемых штаммов, а также к гибели бактериальных клеток, о чем свидетельствует красная флуоресценция, в то время как в контрольных лунках нарушения структуры биопленки не наблюдалось и количество нежизнеспособных клеток было незначительным (рис. 1). При этом наиболее чувствительными оказались представители рода *Streptococcus*, а именно *S. mutans* и *S. sobrinus*. Внесение 10%-го раствора томатной пасты приводило к незначительному снижению общей биомассы биопленки *S. sobrinus* и *S. aureus*, при этом практически все клетки в составе биопленок оставались жизнеспособными, что свидетельствует о более низкой антибактериальной активности по сравнению с комплексом томатной пасты и клюквенного сока (см. рис. 1). Вероятно, высокая противомикробная активность комплекса томатной пасты и клюквенного сока обусловлена синергетическим взаимодействием компонентов этих фитоэкстрактов, таких как антоцианы, абсцизовая кислота, стерины, тритерпеновые сапонины, альдегиды (фурфурол, бензальдегид), летучие спирты (изовалериановый, изобутиловый), фенолы, антоцианы, антоксантины, ликопин и каротин в плодах томата, а также урсоловая кислота и ее эфиры в плодах клюквы. Низкая эффективность томатной пасты может быть связана с тем, что внесение 10%-го раствора не приводило к значительному разрушению биопленок, вследствие чего активные компоненты не способны проникать к клеткам и оказывать противомикробный эффект.

На сегодняшний день для удаления зубных камней применяются два метода: механический и химический. В рамках механического метода используется ультразвуковая чистка. Данный метод имеет ряд недостатков: после чистки увеличивается чувствительность зубов, появляется кровоточивость десен, в ходе ее выполнения

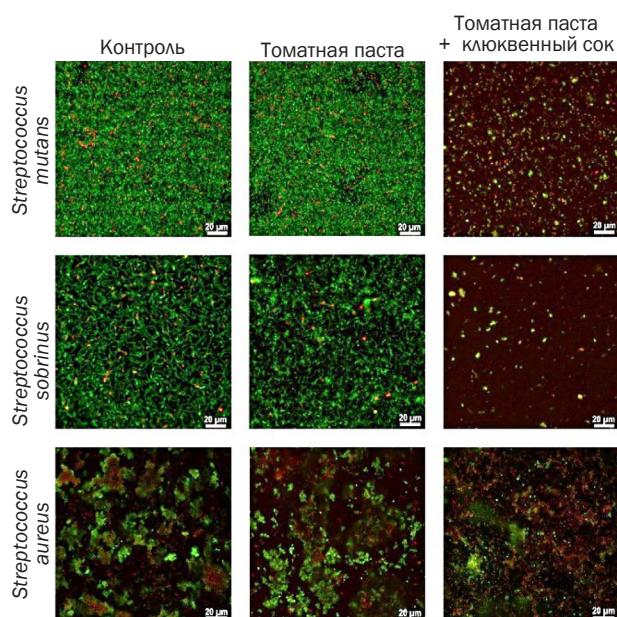


Рис. 1. Оценка жизнеспособности *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sobrinus*, *Streptococcus aureus* в составе зрелых биопленок в присутствии комплекса томатной пасты и клюквенного сока, томатной пасты, 0,9%-го NaCl с помощью конфокальной лазерной сканирующей микроскопии (зеленая флуоресценция свидетельствует о жизнеспособности клеток, красная – об их гибели)

Fig. 1. Viability assessment of the *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sobrinus*, *Streptococcus aureus* in mature biofilms in the presence of a complex of tomato paste and cranberries, tomato paste, 0.9% NaCl using confocal laser scanning microscopy (green fluorescence indicates cell viability, red fluorescence indicates cell death)

повреждается эмаль – все это приводит к необходимости дополнительных процедур, например, фторированию зубов. В рамках химического метода используется стоматологический препарат «Скалинг», действующим компонентом которого является соляная кислота. Она также приводит к повреждению эмали. В томатах, в свою очередь, содержатся кислоты, в основном яблочная и лимонная, которые способствуют разрушению зубного камня. Эти кислоты помогают растворять зубные отложения, что значительно облегчает удаление зубных камней, но не оказывают влияние на микроорганизмы в полости рта, в связи с чем для антибактериального эффекта использовали томат с клюквой. На рис. 2 видно, что обработка зубного камня комплексом томатной пасты и клюквенного сока приводила к снижению его площади на 20% после 5 дней, на 45% после 10 дней и на 86% после 20 дней обработки. При обработке зубного камня томатной пастой в течение 5 дней происходило

снижение площади камня на 2%, в течение 10 дней – на 21%, в течение 20 дней – на 55%. При обработке зубного камня раствором 0,9%-го NaCl зубной камень оставался неизменным на протяжении 20 дней (рис. 2). Вероятно, подобный эффект обусловлен высоким содержанием в комплексе томатной пасты и клюквенного сока органических кислот, которые способствуют разрыхлению и растворению зубного камня.



Рис. 2. Оценка разрушения зубного камня, полученного от собаки породы такса возрастом 6 лет, выдержанного в комплексе томатной пасты и клюквенного сока, томатной пасте, 0,9%-м NaCl

Fig. 2. Assessment of the destruction of tartar obtained from a 6-year-old Dachshund dog kept in a complex of tomato paste + cranberries, tomato paste, 0.9% NaCl

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты свидетельствуют о высокой антибактериальной активности комплекса томатной пасты и клюквенного сока – вероятно, за счет наличия антоцианов, абсцизовой кислоты, стероидов, тритерпеновых сапонинов, альдегидов (фурфурола, бензальдегида), летучих спиртов (изовалерианового, изобутилового), фенолов, антоцианов, антоксантинов, ликопина и каротина в плодах томата, а также урсоловой кислоты и ее эфиров (данные вещества были ранее описаны в исследованиях Н. Лопес-Вальверде с соавторами [20] и могут обладать антибактериальным эффектом) в плодах клюквы. Использование комплекса томатной пасты и клюквенного сока способствовало разрушению зубного камня в объемах до 86% в течение 20 дней.

Полученные данные свидетельствуют о перспективности применения заявленного средства в качестве антибактериального и очищающего препарата в сфере стоматологии.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Амангулыев М.Б., Ходжадурдыев Х. Ликопин, получение и свойства // Международный научный журнал «Символ науки». 2023. Т. 2. N 12-1. С. 39–41. EDN: ROZBHX.
2. Вилкова И.В., Вандышева А.С., Сахаудинова Э.И. Действие препаратов для химического удаления зубного // Вестник науки. 2023. Т. 2. N 12. С. 1374–1384. EDN: IWNSAK.
3. Задорина И.И., Саченков О.А., Каюмов А.Р. Раз-

рушение зубного камня с помощью томата // Сборник тезисов 26-й Пущинской школы-конференции молодых ученых с международным участием «Биология – наука XXI века» (г. Пущино, 9–13 апреля 2023 г.). Пущино: Изд-во ПНЦБИ РАН, 2023. С. 219–220. EDN: RZAZWO.

4. Fageeh H.N., Fageeh H.I., Prabhu A., Bhandi S., Khan S., Patil S. Efficacy of vitamin C supplementation as

an adjunct in the non-surgical management of periodontitis: a systematic review // *Systematic Reviews*. 2021. Vol. 10, no. 1. P. 5. DOI: 10.1186/s13643-020-01554-9.

5. Захарова Е.В. Содержание аскорбиновой кислоты в томатах различных сортов // *Chronos*. 2021. Т. 6. N 1. С. 62–63. EDN: HPNYDS.

6. Романова Р.О., Кашлевская М.Е., Левинов Д.С., Исянов Р.В., Каторгин М.С. Особенности формирования микробной биопленки при воспалительных заболеваниях пародонта // *Вестник Пензенского государственного университета*. 2022. N 1. С. 19–23. EDN: YKEZIB.

7. Achmit M., Aoussar N., Mellouki F., Ait Mhand R., Ibáñez M.D., Blázquez M.A., et al. *In vitro* antibacterial and biofilm inhibitory activity of the sawdust essential oil of *Tetraclinis articulata* (vahl) against catheter-associated *Staphylococcus aureus* clinical // *Current Research in Biotechnology*. 2021. Vol. 3. P. 1–5. DOI: 10.1016/j.crbiot.2020.12.001.

8. Khaliullina A., Kolesnikova A., Khairullina L., Morgatskaya O., Shakirova D., Patov S., et al. The antimicrobial potential of the hop (*Humulus lupulus* L.) extract against *Staphylococcus aureus* and *Oral Streptococci* // *Pharmaceuticals*. 2024. Vol. 17, no. 2. P. 162. DOI: 10.3390/ph17020162.

9. Нурузова З.А., Байматов Р.А., Жумамуродов С.Т. Воздействие различных факторов на биопленку микроорганизмов // *Научный электронный журнал «Иннов»*. 2019. N 2. С. 24–30. EDN: MGYJEX.

10. Bringel M., Jorge P.K., Francisco P.A., Lowe C., Sabino-Silva R., Colombini-Ishikiriama B.L., et al. Salivary proteomic profile of dogs with and without dental calculus // *BMC Veterinary Research*. 2020. Vol. 16. P. 298. DOI: 10.1186/s12917-020-02514-0.

11. Daep C.A., Novak E.A., Lamont R.J., Demuth D.R. Structural dissection and *in vivo* effectiveness of a peptide inhibitor of *Porphyromonas gingivalis* adherence to *Streptococcus gordonii* // *Infection and Immunity*. 2011. Vol. 79, no. 1. P. 67–74. DOI: 10.1128/iai.00361-10.

12. Elias S., Banin E. Multi-species biofilms: living with friendly neighbors // *FEMS Microbiology Reviews*. 2012. Vol. 36, no. 5. P. 990–1004. DOI: 10.1111/j.1574-6976.2012.00325.x.

13. Kayumov A.R., Khakimullina E.N., Sharafutdinov I.S., Trizna E.Y., Latypova L.Z., Lien H.T., et al. Inhibition of biofilm formation in *Bacillus subtilis* by new halogenated furanones // *The Journal of Antibiotics*. 2015. Vol. 68, no. 5. P. 297–301. DOI: 10.1038/ja.2014.143.

14. Задорина И.И., Шагмарданова Е.И., Галиуллин А.К., Байдамшина Д.Р., Тризна Е.Ю., Каюмов А.Р. Удаление зубного камня с помощью томата // *Биосистемы: организация, поведение, управление: тезисы докладов 76-й Всерос. с междунар. уч. школы-конференции молодых ученых (г. Нижний Новгород, 11–14 апреля 2023 г.)*. Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2023. С. 123. EDN: AQVQDQ.

15. Курина А.Б., Соловьева А.Е., Храпалова И.А., Артемьева А.М. Биохимический состав плодов томата различной окраски // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2021. Т. 25. N 5. С. 514–527. DOI: 10.18699/VJ21.058. EDN: MQKXGF.

16. Dengler V., Foulston L., DeFrancesco A.S., Losick R. An electrostatic net model for the role of extracellular DNA in biofilm formation by *Staphylococcus aureus* // *Journal of Bacteriology*. 2015. Vol. 197, no. 24. P. 3779–3787. DOI: 10.1128/jb.00726-15.

17. Hong B.-Y., Furtado Araujo M.V., Strausbaugh L.D., Terzi E., Ioannidou E., Diaz P.I. Microbiome profiles in periodontitis in relation to host and disease characteristics // *PLoS One*. 2015. Vol. 10, no. 5. P. e0127077. DOI: 10.1371/journal.pone.0127077.

18. Pandey A.K., Kumar S. Perspective on plant products as antimicrobials agents: a review // *Pharmacologia*. 2013. Vol. 4, no. 7. P. 469–480. DOI: 10.5567/pharmacologia.2013.469.480.

19. Tajkarimi M.M., Ibrahim S.A., Cliver D.O. Antimicrobial herb and spice compounds in food // *Food Control*. 2010. Vol. 21, no. 9. P. 1199–1218. DOI: 10.1016/j.foodcont.2010.02.003.

20. Lopez-Valverde N., Lopez-Valverde A., de Sousa B.M., Rueda J.A.B. Systematic review and meta-analysis of the antioxidant capacity of lycopene in the treatment of periodontal disease // *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. 2023. Vol. 11. P. 1309851. DOI: 10.3389/fbioe.2023.1309851.

REFERENCES

1. Amangulyev M.B., Khodjadurdyev H. Lycopene, production and properties. *International Scientific Journal "Symbol of Science"*. 2023;2(12-1):39-41. (In Russian). EDN: ROZBHX.

2. Vilkova I.V., Vandyshva A.S., Sakhaudtinova E.I. Effect of preparations for chemical removal of tartar. *Vestnik nauki*. 2023;2(12):1374-1384. (In Russian). EDN: IWNSAK.

3. Zadorina I.I., Sachenkova O.A., Kayumov A.R. Tartar destruction with tomato. In: *Sbornik tezisev 26-i Pushchinskoi shkoly-konferentsii molodykh uchenykh s mezhdunarodnym uchastiem "Biologiya – nauka XXI veka" = Proc. 26th Pushchinskaya school-conference of young scientists with international participation "Biology – science of the XXI century"*. 9–13 April 2023, Pushchino. Pushchino: Pushchino Scientific Center for Biological Research RAS; 2023, p. 219-220. (In Russian). EDN: RZAZWO.

4. Fageeh H.N., Fageeh H.I., Prabhu A., Bhandi S., Khan S., Patil S. Efficacy of vitamin C supplementation as an adjunct in the non-surgical management of periodontitis:

a systematic review. *Systematic Reviews*. 2021;10(1):5. DOI: 10.1186/s13643-020-01554-9.

5. Zakharova E.V. Ascorbic acid content in tomatoes of different varieties. *Chronos*. 2021;6(1):62-63. (In Russian). EDN: HPNYDS.

6. Romanova R.O., Kashlevskaya M.E., Levenkov D.S., Isyanov R.V., Katorgin M.S. Features of microbial biofilm formation in inflammatory periodontal diseases. *Vestnik of Penza state university*. 2022;1:19-23. (In Russian). EDN: YKEZIB.

7. Achmit M., Aoussar N., Mellouki F., Ait Mhand R., Ibáñez M.D., Blázquez M.A., et al. *In vitro* antibacterial and biofilm inhibitory activity of the sawdust essential oil of *Tetraclinis articulata* (vahl) against catheter-associated *Staphylococcus aureus* clinical. *Current Research in Biotechnology*. 2021;3:1-5. DOI: 10.1016/j.crbiot.2020.12.001.

8. Khaliullina A., Kolesnikova A., Khairullina L., Morgatskaya O., Shakirova D., Patov S., et al. The antimicrobial potential of the hop (*Humulus lupulus* L.) extract against

Staphylococcus aureus and Oral Streptococci. *Pharmaceuticals*. 2024;17(2):162. DOI: 10.3390/ph17020162.

9. Nuruzova Z.A. Baimatov R.A. Jumamurodov S.T. Effects of various factors on micro-organism biomembrane. *Innova*. 2019;2:24-30. (In Russian). EDN: MGYJEX.

10. Bringel M., Jorge P.K., Francisco P.A., Lowe C., Sabino-Silva R., Colombini-Ishikiriama B.L., et al. Salivary proteomic profile of dogs with and without dental calculus. *BMC Veterinary Research*. 2020;16:298. DOI: 10.1186/s12917-020-02514-0.

11. Daep C.A., Novak E.A., Lamont R.J., Demuth D.R. Structural dissection and *in vivo* effectiveness of a peptide inhibitor of *Porphyromonas gingivalis* adherence to *Streptococcus gordonii*. *Infection and Immunity*. 2011;79(1):67-74. DOI: 10.1128/iai.00361-10.

12. Elias S., Banin E. Multi-species biofilms: living with friendly neighbors. *FEMS Microbiology Reviews*. 2012;36(5):990-1004. DOI: 10.1111/j.1574-6976.2012.00325.x.

13. Kayumov A.R., Khakimullina E.N., Sharafutdinov I.S., Trizna E.Y., Latypova L.Z., Lien H.T., et al. Inhibition of biofilm formation in *Bacillus subtilis* by new halogenated furanones. *The Journal of Antibiotics*. 2015;68(5):297-301. DOI: 10.1038/ja.2014.143.

14. Zadorina I.I., Shagimardanova E.I., Galiullin A.K., Baidamshina D.R., Trizna E.Yu., Kayumov A.R. Tartar removal with tomato. In: *Biosistemy: organizatsiya, povedenie, upravlenie: tezisy dokladov 76-i Vseros. s mezhdunar. uch. shkoly-konferentsii molodykh uchenykh = Biosystems: Organization, Behavior, Management: Proc. 76th All-Russian International School Conference of Young Scientists*. 11-14

April 2023, Nizhnii Novgorod. Nizhnii Novgorod: National Research Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod; 2023, p. 123. (In Russian). EDN: AQVQDQ.

15. Kurina A.B., Solovieva A.E., Khrapalova I.A., Artemyeva A.M. Biochemical composition of tomato fruits of various colors. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2021;25(5):514-527. (In Russian). DOI: 10.18699/VJ21.058. EDN: MQKXGF.

16. Dengler V., Foulston L., DeFrancesco A.S., Losick R. An electrostatic net model for the role of extracellular DNA in biofilm formation by *Staphylococcus aureus*. *Journal of Bacteriology*. 2015;197(24):3779-3787. DOI: 10.1128/jb.00726-15.

17. Hong B.-Y., Furtado Araujo M.V., Strausbaugh L.D., Terzi E., Ioannidou E., Diaz P.I. Microbiome profiles in periodontitis in relation to host and disease characteristics. *PLoS One*. 2015;10(5):e0127077. DOI: 10.1371/journal.pone.0127077.

18. Pandey A.K., Kumar S. Perspective on plant products as antimicrobials agents: a review. *Pharmacologia*. 2013;4(7):469-480. DOI: 10.5567/pharmacologia.2013.469.480.

19. Tajkarimi M.M., Ibrahim S.A., Cliver D.O. Antimicrobial herb and spice compounds in food. *Food Control*. 2010;21(9):1199-1218. DOI: 10.1016/j.foodcont.2010.02.003.

20. Lopez-Valverde N., Lopez-Valverde A., de Sousa B.M., Rueda J.A.B. Systematic review and meta-analysis of the antioxidant capacity of lycopene in the treatment of periodontal disease. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. 2023;11:1309851. DOI: 10.3389/fbioe.2023.1309851.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Задорина Ива Ивановна,

к.в.н., младший научный сотрудник,
Казанский (Приволжский)
федеральный университет,
420008, г. Казань, ул. Кремлёвская, 18,
Российская Федерация,
✉ zadorina1994@icloud.com
<https://orcid.org/0000-0003-3083-8165>

Тризна Елена Юрьевна,

к.б.н., доцент, ведущий научный сотрудник,
Казанский (Приволжский)
федеральный университет,
420008, г. Казань, ул. Кремлёвская, 18,
Российская Федерация,
trizna91@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9881-0559>

Каюмов Айрат Рашитович,

д.б.н., доцент, заведующий кафедрой,
Казанский (Приволжский)
федеральный университет,
420008, г. Казань, ул. Кремлёвская, 18,
Российская Федерация,
kairatr@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7195-1557>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Iva I. Zadorina,

Cand. Sci. (Veterinary), Junior Researcher,
Kazan Federal University,
18, Kremlevskaya St., Kazan, 420008,
Russian Federation,
✉ zadorina1994@icloud.com
<https://orcid.org/0000-0003-3083-8165>

Elena Y. Trizna,

Cand. Sci. (Biology), Associate Professor,
Leading Researcher,
Kazan Federal University,
18, Kremlevskaya St., Kazan, 420008,
Russian Federation,
trizna91@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9881-0559>

Airat R. Kayumov,

Dr. Sci. (Biology), Associate Professor,
Head of the Department,
Kazan Federal University,
18, Kremlevskaya St., Kazan, 420008,
Russian Federation,
kairatr@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7195-1557>

Вклад авторов

И.И. Задорина – проведение исследования, написание черновика рукописи, написание рукописи – рецензирование и редактирование.
Е.Ю. Тризна – проведение исследования, написание черновика рукописи, написание рукописи – рецензирование и редактирование.
А.Р. Каюмов – научное руководство, написание черновика рукописи, написание рукописи – рецензирование и редактирование.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Информация о статье

Поступила в редакцию 29.11.2024.
Одобрена после рецензирования 19.12.2024.
Принята к публикации 28.02.2025.

Contribution of the authors

Iva I. Zadorina – investigation, writing – original draft, writing – review & editing.
Elena Y. Trizna – investigation, writing – original draft, writing – review & editing.
Airat R. Kayumov – supervision, writing – original draft, writing – review & editing.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.

Information about the article

The article was submitted 29.11.2024.
Approved after reviewing 19.12.2024.
Accepted for publication 28.02.2025.