УДК 547.541.2 DOI: 10.69537/VKNIIRAN.2025.22.3.004

ПРИМЕНЕНИЕ ФЛАВАНОИДОВ В ФАРМАКОЛОГИИ

© Гасанова Гюльшан Джаббар гызы (a), Салманова Чимназ Кафар гызы (a), Расулов Чингиз Князь оглу (a), Гейдарли Гюнай Заман гызы (a), Гасымова Фатима Иса гызы (a)

(a) Институт Нефтехимических процессов Министерства Науки и Образования

Аннотация. Флаваноиды находят весьма широкое применение в фармакологической промышленности. Они входят в состав целого ряда лекарственных препаратов, обладают набором различного рода фармакологической активности. Кроме того, они входят в состав различных частей растительных организмов и извлекаются из них различными физико-химическими методами. В этой статье нами рассмотрены основные направления применения флаваноидов в фармакологии и фармакохимической промышленности

Ключевые слова: флаваноиды, фармакохимия, фармакологическая практика, медицинские препараты, лекарственные средства

APPLICATION OF FLAVANOIDS IN PHARMACOLOGY

© Gasanova Gulshen Jabbar (a), Salmanova Chimnaz Qafar (a), Rasulov Chingiz Qnyaz (a), Heydarli Gunay Zaman (a), Qasymova Fatima Isa (a)

(a) Institute of Petrochemical Processes of Ministry of Science and Education

Abstract. Flavonoids are widely used in the pharmaceutical industry. They are part of a number of drugs and have a range of different pharmacological activities. In addition, they are part of various parts of plant organisms and are extracted from them using various physicochemical methods. In this article, we consider the main areas of application of flavonoids in pharmacology and the pharmacochemical industry

Key words: flavonoids, pharmacochemistry, pharmacological practice, medical products, drugs

Флаваноиды обладают весьма широким спектром практического применения. Флавоноиды действуют как стабилизаторы для парфюмерных масел или активных ингредиентов, например, для автозагаров, и/или уменьшают или устраняют неприятные запахи духов или активных ингредиентов, возникающие при хранении [1,2]

Флавоноиды, также известные как биофлавоноиды, представляют собой тип полифенольных вторичных метаболитов, содержащихся в растениях, широко используемых в рационе человека [3]. В этой работе описываются потенциальные возможности применения флавоноидов в качестве основных активных компонентов космецевтики. Влияние космецевтики на микроциркуляцию крови в коже заключается в усилении фактора, ограничивающего рост тканей, и регенерация для любого типа кожи является одной из наиболее важных альтернатив. Флавоноиды входят в состав различных активных компонентов многих косметических средств, в основном благодаря антиоксидантным и успокаивающим свойствам. Экстракция флавоноидов в средствах по уходу за кожей широко известна тем, что придает рецептурам местного применения защитные свойства кожи в косметической промышленности.

Ультрафиолетовое излучение (УФ-излучение) вызывает множество патологических состояний, таких как рак кожи – наиболее часто диагностируемая форма рака во всем мире [4]. Длины волн UVA (320–400 нм) и UVB (290–320 нм) могут вызывать такие эффекты, как фотостарение, повреждение ДНК и ряд клеточных изменений. UVA-излучение может повреждать ДНК, окислять липиды и образовывать опасные свободные радикалы, которые могут вызывать воспаление, изменять экспрессию генов в ответ на стресс и ослаблять иммунный ответ кожи. При небольшой глубине проникновения UVB-излучение более вредно, вызывая немедленные повреждения. Ультрафиолетовое излучение, испускаемое солнцем, считается необходимым для существования жизни, но вызывает проблемы, связанные с радиацией, особенно в коже. Фотозащитная активность растительных экстрактов и изолированных компостов, а также корреляция этих соединений с антиоксидантной активностью, были оценены во многих исследованиях. В данном обзоре представлены растительные соединения, представляющие интерес для косметической промышленности для использования в солнцезащитных средствах, такие как флавоноиды и циннаматы.

Однако, наибольший интерес представляет изучение роли флаваноидов в фармакологической практике. В работе [5] рассматриваются исследования биологической активности растительных флавоноидов в отбеливании кожи, антиоксидантном, противовоспалительном, противоаллергическом и бактериостатическом действии. Исследования показали, что растительные флавоноиды обладают выраженным антиоксидантным, а также отбеливающим, бактериостатическим, противовоспалительным и противоаллергическим действием. В качестве основы для разработки косметических средств обсуждались перспективы их применения.

Растительные ингредиенты использовались в уходе за кожей на протяжении тысяч лет благодаря своему удобству, а также разнообразию и обилию соединений с биологической активностью. Среди них полифенолы и, особенно, флавоноиды приобрели всё большую известность благодаря своим антиоксидантным и противовоспалительным свойствам. В данном исследовании были определены наиболее используемые растительные препараты в антивозрастных продуктах, выпущенных на рынок в 2011 году [6]. Анализ был повторен в 2018 году для новых и переработанных продуктов. Научные доказательства их применения в качестве активных ингредиентов в антивозрастной косметике и содержание в них флавоноидов также были собраны путём поиска в научных онлайн-базах данных.

В целом, в 2018 году наблюдался заметный рост использования растительных препаратов в антивозрастной косметике. Однако тремя наиболее распространёнными ботаническими видами в оба года были *Vitis vinifera, Butyrospermum parkii* и *Glycine soja,* что согласуется с большим количеством научных доказательств, подтверждающих их эффективность. Что касается функций растительных препаратов, то предпочтение отдаётся ДНК-защитным ингредиентам. Наиболее распространёнными флавоноидами были флаван-3-олы, проантоцианидины и антоцианы. Данное исследование представило обновлённый обзор рыночных тенденций использования растительных компонентов в антивозрастных средствах и документировало современное состояние научных данных о наиболее используемых растениях.

Косметика – это средства, предназначенные для нанесения на кожу и волосы с целью очищения, придания красоты, повышения привлекательности или улучшения внешнего вида [7]. Среди активных ингредиентов, обычно используемых в таких средствах, во всем мире наблюдается тенденция к использованию продуктов растительного происхождения благодаря их коммерческой привлекательности, безопасности и богатому составу, который часто ассоциируется с синергетическим или многофункциональным эффектом. Растительные экстракты богаты вторичными метаболитами, которые встречаются в растениях в широком структурном разнообразии. Фенольные соединения – вещества, структура которых характеризуется наличием одной или нескольких гидроксильных групп, связанных с ароматическим кольцом, – подразделяются на простые фенолы и полифенолы, которые, в свою очередь, подразделяются на танины и флавоноиды. Как флавоноиды, так и нефлавоноиды обладают различными интересными косметическими свойствами, такими как фотозащита, антивозрастное действие, увлажнение, антиоксидантное, вяжущее, противовоспалительное и антимикробное действие. В данной главе будут представлены и рассмотрены наиболее перспективные фенольные соединения для использования в косметических рецептурах.

Alpinia galanga – известное лекарственное растение в Юго-Восточной Азии, которое издавна используется в пищу и в медицине [8]. В различных частях этого лекарственного растения обнаружено большое количество флавоноидных фитохимических соединений. Флавоноиды широко известны как привлекательные соединения, которые могут быть использованы при разработке косметических или космецевтических продуктов благодаря их антиоксидантной, антивозрастной и многим другим потенциальным биологическим свойствам. Целью данного обзора является проиллюстрировать и обновить таксономический статус, а также описание вида, что будет полезно для строгой идентификации и аутентификации сырья или живых образцов *A. galanga*. Также представлены флавоноидные фитохимические соединения и биологическая активность этого лекарственного растения. В данном исследовании также обозначены будущие перспективы и направления исследований *A. galanga* и его флавоноидов.

Флавоноиды – один из важнейших классов природных полифенольных соединений, широко распространенных в растениях. Благодаря широкому спектру терапевтических свойств, включая антиоксидантное, противовоспалительное, фотопротекторное и депигментирующее действие, флавоноиды, как было показано, являются перспективными средствами для лечения ряда кожных заболеваний [9]. Однако их липофильная природа и плохая растворимость в воде неизменно приводят к ограниченной пероральной

биодоступности. Кроме того, они быстро разрушаются и метаболизируются в организме человека, что затрудняет их потенциальное участие в профилактике и лечении многих заболеваний. Поэтому для решения этих проблем были широко изучены различные системы доставки лекарственных средств через кожу. Местная доставка лекарственных средств не только предлагает альтернативный путь введения, но и обеспечивает пролонгированное высвобождение активного вещества в желаемом месте действия. Включение в липидные или полимерные наночастицы, по-видимому, является высокоэффективным подходом к доставке флавоноидов через кожу с хорошим потенциалом инкапсуляции и сниженной токсичностью. В данном обзоре основное внимание уделяется имеющимся в настоящее время рецептурам, используемым для местного или системного введения в кожу различных классов флавоноидов, с акцентом на их потенциальном применении в качестве терапевтических и профилактических средств.

Растет интерес к сокращению количества синтетических продуктов и добавок и замене их натуральными [10]. Фармацевтическая, косметическая и пищевая промышленность уделяют особое внимание природным и биологически активным химическим веществам, выделенным из растений или микроорганизмов. Основная задача здесь заключается в разработке эффективных и экологичных методов их выделения. В соответствии со стратегиями и правилами устойчивого развития и «зеленой» химии необходимо использовать «зеленые» растворители и экологически безопасные технологии. Применение глубоких эвтектических растворителей в качестве эффективных и биоразлагаемых растворителей представляется перспективной альтернативой традиционным методам. Они классифицируются как «зеленые» и экологичные, но, что самое главное, высокоэффективные экстракционные среды по сравнению с органическими растворителями. Цель данного обзора — представить последние данные по «зеленой» экстракции, а также биологическую активность и возможные области применения натуральных растительных ингредиентов, а именно фенолов, флавоноидов, терпенов, сапонинов и некоторых других. В данной статье подробно рассматриваются современные, экологичные и эффективные методы экстракции с использованием глубоких эвтектических растворителей (ГЭР). Обсуждаются новейшие результаты исследований, а также факторы, влияющие на эффективность экстракции, такие как содержание воды, типы доноров и акцепторов водородных связей, а также системы экстракции. Представлены также новые решения важной проблемы отделения диэтилстирольных аминов от экстракта и рециркуляции растворителей.

В работе [11] рассматриваются химические и генетические детерминанты окраски и аромата лепестков *Rosa canina L.*, дикой розы, ценимой за ее фармакологическое и косметическое применение. Сравнительный анализ белых и темно-розовых цветков *R. canina* показал, что первые содержат значительно более высокие уровни общих фенолов (ОФХ) и флавоноидов (ОФХ), в то время как последние отличаются повышенным содержанием общих антоцианов (ОАЦ). Эфирные масла в лепестках преимущественно состоят из алифатических углеводородов, причем фенольные соединения представлены главным образом флавонолами и антоцианами. Примечательно, что анализ экспрессии генов показал повышенную экспрессию большинства генов, связанных с окраской лепестков и биосинтезом аромата в белых бутонах по сравнению с темно-розовыми распустившимися цветками. Однако антоциансинтаза (АНС) и ее регуляторный ген

RhMYB1 демонстрируют сопоставимые уровни экспрессии в обоих цветках. Профилирование методом ЖХ-МС выявило рутин, кемпферол, кверцетин и их производные как ключевые флавоноидные компоненты, а также цианидин и дельфинидин как основные антоциановые соединения. Полученные данные указывают на потенциальное ингибирование биосинтеза антоцианов по принципу обратной связи в белых цветках. Эти данные открывают путь к целенаправленному улучшению характеристик цветков R. canina с помощью метаболических и генной инженерии.

В последнее время, в связи со значительным ростом интереса потребителей к экологически чистой косметике, большинство косметических компаний пытаются определить свою собственную концепцию экологически чистой косметики и выделить её среди других [12]. В данной работе авторы рассмотрели значимые попытки создания экологически чистой косметики, уделяя особое внимание разработке экологически чистых ингредиентов, и постараемся дать представление о подходах к разработке экологически чистых ингредиентов в косметике. Были изучены различные попытки разработки экологически чистых ингредиентов в крупных косметических компаниях с использованием соответствующих ключевых слов в поисковых системах, таких как Google и Scifnder. Среди результатов поиска и наших собственных кейсов были отобраны подходящие примеры, которые могли бы дать представление о сути. Более устойчивое использование возобновляемого сырья — важный первый шаг к разработке экологически чистых ингредиентов. Микроводоросли и переработанные пищевые отходы привлекают внимание как возобновляемые ресурсы. Потребители начинают осознавать важность экологически устойчивых методов переработки, таких как «зелёная химия» и «зелёная наука». Изменение желаемых физических свойств биополимеров, таких как тактильные ощущения и проницаемость кожи, с максимальным сохранением их природных характеристик, также является важной темой исследования. Несмотря на то, что было разработано множество различных устойчивых ингредиентов, оказывающих меньшее воздействие на окружающую среду и здоровье человека, их эффективность и цена по-прежнему являются препятствиями для их широкого использования. В последнее время активно проводятся исследования, направленные на повышение конкурентоспособности устойчивых ингредиентов с точки зрения эффективности и цены. Например, из переработанного жмыха семян камелии японской были получены высокоочищенные флавоноиды, ингибирующие 3-фосфоинозитид-зависимую киназу (PDK1), ключевой фактор в обратимости процесса старения, в качестве антивозрастного средства. Устойчивые ингредиенты следует разрабатывать с учетом не только устойчивости, но и эффективности и стоимости для более широкого применения. Для реализации этой цели потребуется тесное сотрудничество между промышленностью, научным сообществом и научно-исследовательскими институтами.

Экологичная косметика с использованием местных видов способствует устойчивому развитию как за счет сохранения видов, так и за счет создания ценности для местных сообществ, движение, которое все больше ценится потребителями [13]. Примером местного бразильского вида является *Passiflora cincinnata*, который богат фенольными соединениями и устойчив к каатинга, чрезвычайно враждебному бразильскому биому. В этом исследовании с использованием масс-спектрометрии и молекулярных сетей был определен химический состав вида и изучено влияние сухого и дождливого сезонов на его

антиоксидантную активность с помощью многомерного анализа. Химическая информация способствовала разработке формулы наноэмульсии с использованием метода спонтанного эмульгирования. Для этой разработки был применен центральный композитный дизайн экспериментов 22 + 2 аксиальных точек. Химический профиль *P. cincinnata* продемонстрировал обилие флавоноидов. Интенсивность метаболитов не зависела от разных времен года. Была показана высокая антиоксидантная активность, которая также не была затронута сезонностью. Наноэмульсии имели размер капель от 95 до 170 нм, ζ-потенциал от -19 до -38 мВ и PDI от 0,11 до 0,47 и были признаны стабильными после исследований стабильности. В результате удалось разработать потенциально новое косметическое средство против старения с использованием зелёного экстракта из местного вида, что позволило подчеркнуть преимущества природных ресурсов Бразилии.

Magonia pubescens A.St.-Hil (Sapindaceae) («tingui») — типичное лекарственное растение биома Серрадо. Это растение используется в качестве ларвицида и применяется в отравляющей рыбалке. Однако о его вторичных метаболитах известно немного [14,15]. В этом исследовании оно впервые описано как летучие компоненты *M. pubescens*, собранные методом парофазного анализа. Были проведены качественные фитохимические анализы. Кроме того, была оценена антиоксидантная активность этанольных экстрактов цветков и листьев, а также количественно определено общее содержание флавоноидов. Этанольные экстракты цветков (12,67 ± 0,05 эквивалента рутина (ЭВ)/г) и листьев (11,81 ± 0,05 эквивалента рутина/г). Экстракты листьев показали более высокие значения IC50 (18,14 ± 0,02 экв. рутина/г), чем экстракты цветков (31,19 ± 0,05 экв. рутина/г). С помощью газовой хроматографии в сочетании с масс-спектрометрией (ГХ-МС) в цветках *M. pubescens* было идентифицировано двадцать летучих соединений, основными из которых были бензиловая кислота (17,9%) и стирол (13,9%). Антиоксидантная активность *M. pubescens* может быть связана с наличием флавоноидов и танинов, но для полного понимания этой корреляции необходимы дальнейшие исследования. Идентифицированные летучие вещества имеют потенциал для использования в косметической промышленности из-за их социально-экономической значимости, а также могут способствовать пониманию репродуктивного успеха этого вида.

Rosa damascena Mill., широко известная как «Королева цветов», является ароматным и важным видом семейства розовых [16]. Она широко используется в парфюмерной и фармацевтической промышленности. Аромат и окраска цветков являются важными характеристиками этого декоративного растения. Целью данного исследования было изучение относительной экспрессии генов MYB1, CCD1, FLS, PAL, CER1, GT1, ANS и PAR на двух стадиях роста (S1 и S2) в двух морфах. Путь гена CCD1 тесно связан с биосинтезом летучих соединений. Результаты показали, что сверхэкспрессия MYB1, одного из важных факторов транскрипции в образовании аромата и цвета, в морфе Hot pink образца S2 увеличила экспрессию PAR, PAL, FLS, RhGT1, CCD1, ANS, CER1 и GGPPS. Стимулятор метилжасмонат (MeJA) оказал положительное и кумулятивное действие на экспрессию генов в большинстве генов, таких как FLS в ACC.26 образца S2, RhGT1, MYB1, CCD1, PAR, ANS, CER1 и PAL в ACC.1. Для дальнейшего изучения был проведен комплексный анализ для оценки связи между основными летучими соединениями и окраской. Полученные данные показывают, что роза с розовыми цветками имела более высокое содержание накопления флавоноидов и антоциана. Для разделения соединений эфирного масла анализ

ГХ/МС идентифицировал 26 соединений в четырех образцах. Наибольшее количество гераниола, одного из основных компонентов дамасской розы, было обнаружено в цветке ярко-розовой розы, 23,54%, под влиянием гормона MeJA.

С повышением уровня жизни людей косметика получила широкое распространение. Добавление отбеливающих ингредиентов в косметику стало необходимым. Натуральные отбеливающие ингредиенты обладают такими преимуществами, как минимальные побочные эффекты, высокая эффективность и безопасность, но их чрезмерное добавление вредно для организма человека [17]. Поэтому обнаружение натуральных отбеливающих ингредиентов в косметике очень важно. В данной статье обобщены исследования технологий обнаружения натуральных отбеливающих ингредиентов и сравниваются преимущества и недостатки высокоэффективной жидкостной хроматографии, прекколоночной/постколоночной дериватизации, тонкослойной хроматографии и метода тонкослойного сканирования. Авторы извлекают полифенолы из натуральных растений и тимин из натуральных животных для использования в косметических средствах.

Пищевые полифенолы чая обладают антиоксидантными, омолаживающими, противоморщинными, противоугревыми, антимикробными, противовоспалительными и осветляющими свойствами, что благотворно влияет на дермальную ткань [18]. В данной статье рассматривается потенциал местного применения полифенолов чая в уходе за кожей. Применение полифенолов чая в виде растительного экстракта для местного применения, способного проникать в дерму, хорошо изучено. Результаты этих исследований показывают, что полифенолы чая при правильном применении и в правильном количестве могут быть использованы для профилактики кожных заболеваний.

Исследования в области применения флаваноидов в косметической и парфюмерной промышленности также сообщались в работах [19-29].

Фитосомы представляют собой новую структуру, содержащую биоактивные фитокомпоненты трав, окруженные и связанные липидом. Большинство биоактивных компонентов фитопрепаратов представляют собой водорастворимые соединения, например, флавоноиды, гликозиды и т.д. [30] Флавоноиды — это основной класс биоактивных соединений, обладающих широкой терапевтической активностью. Большинство растительных флавоноидов, таких как глицирризиновая кислота и силимарин, также имеют косметическую ценность, помимо лечебной, при местном применении. Растительные флавоноиды оказывают местное действие при некоторых заболеваниях, таких как воспаление, отек, боль, грибковые инфекции и т. д. Но их использование при местном применении ограничено из-за плохой абсорбции через кожу. Фитосомы, вероятно, представляют собой систему, которая может улучшить абсорбцию фитокомпонентов через кожу, чтобы регулировать физиологию состава кожи. Улучшение функционирования кожи предполагает функциональную косметическую ценность фитосом. Как правило, проникновение соединений, связанных с фосфолипидами, происходит посредством взаимодействия с кожными структурами, что влияет на высвобождение фитокомпонентов. Скорость абсорбции из комплекса значительно увеличивается без повреждения эпидермиса, что предполагает потенциальное применение комплекса фитокомпонентов и фосфолипидов в косметических целях, а также для системного воздействия через кожу.

Косметика играет важную роль в улучшении нашей внешности и поддержании здорового образа жизни [31]. Она включает в себя широкий ассортимент средств для здоровья кожи, волос и зубов, отражающих личные и культурные предпочтения. Косметическая промышленность всё чаще использует натуральные ингредиенты, которые многие потребители ценят за их безопасность и эффективность. Аюрведа пропагандирует целостный подход к красоте, часто используя растительные компоненты. Одним из ключевых растений является жасмин самбак, или «могра», известный своим восхитительным ароматом и полезными соединениями, такими как гликозиды и флавоноиды. Жасмин часто встречается в таких продуктах, как масла для лица, сыворотки и увлажняющие кремы, где он помогает увлажнять кожу и регулировать выработку кожного сала. Он особенно эффективен для успокоения кожи и борьбы с акне. Продолжающиеся исследования свойств жасмина ещё больше подчёркивают его значение как в косметике, так и в традиционной медицине.

Рутин – это флавоноидное соединение, представляющее собой 3-рутинозид кверцетина. Он является основным компонентом плодов софоры японской (Sophora japonica), бобового растения семейства бобовых [32]. В почках софоры содержится около 20% рутина, а в цветках – около 8%. Благодаря относительно высокой концентрации рутина, рутин является одним из самых ранних доступных в больших масштабах. Флавоноиды в составе продукта недороги. Рутин может быть получен из софоры японской. В этой работе показано применение рутина в косметологии.

В ответ на риски, связанные с загрязняющими веществами, особое внимание уделяется разработке натуральной косметики с защитными свойствами [33]. Эти новые продукты созданы на основе инновационных активных ингредиентов, полученных путем глубокой переработки местных видов растений, которые очищают и удаляют загрязняющие примеси, создавая защитный барьер, который также стимулирует естественные защитные механизмы кожи. Работа сосредоточена на использовании лекарственного растения «страстоцвет» (*Passiflora incarnate*), выращенного в экологически чистых условиях, для получения жидкого экстракта, обогащенного активными фитохимическими веществами с антистрессовыми, восстанавливающими, тонизирующими, успокаивающими и очищающими свойствами, для особого ухода за кожей, ослабленной стрессом и загрязненной, а также со временем. Авторы объединили экстракт пассифлоры с активными растительными ингредиентами из жирных масел расторопши, конопли, шиповника и облепихи, с концентрированными экстрактами алтея, черной смородины и солодки, а также эфирным маслом лаванды, чтобы создать активный комплекс, богатый фитохимическими соединениями: полифенолами, флавонами, флавоноидами, антоцианами, процианидинами, полиненасыщенными жирными кислотами, тритерпеновыми сапонинами, каротиноидами и минералами, которые синергетически действуют, усиливая друг друга. Компания HOFIGAL создала новые эффективные косметические формулы, выполняющие следующие функции: очищение и удаление загрязняющих веществ (очищающие средства, гели для душа), защита кожи путем укрепления ее «естественного барьера» и естественных защитных механизмов (кремы, тонирующие эмульсии), антистрессовые средства (кремы, гели), поддержание увлажненности кожи, ее питания и клеточной регенерации (лосьоны, кремы). Таким образом, было разработано и оценено их эффективность: очищающее

молочко, очищающее масло для кожи вокруг глаз, крем для тела, защитный и увлажняющий дневной крем, шампунь «Антистресс».

Фитокосметика, раздел косметологии, в котором в косметических процедурах в основном используются растения и растительные экстракты, пользуется популярностью уже тысячи лет [34]. После периода, когда фитокосметика была отодвинута на второй план огромной волной интереса к синтетическим продуктам, она медленно, но верно возвращается в свои лучшие времена. Растительные соединения, среди которых выделяются флавоноиды, получают признание благодаря своей биологической активности, а именно антиоксидантной, омолаживающей, противовоспалительной, антимикробной и фотозащитной. Цель данной статьи — рассмотреть последние данные обширных исследований потенциала флавоноидов в косметических целях, чтобы продемонстрировать новейшие достижения и стимулировать больший интерес к этой области. В феврале и марте 2022 года был проведен поиск литературы в PubMed по ключевым терминам, включая «фитокосметика», «флавоноиды» и «антиоксидант». Для сохранения актуальности поиска годы публикации были ограничены периодом после 2010 года. Результаты были проверены с учетом критериев исключения дубликатов статей, нерелевантных исследований и статей на языках, отличных от английского. Антиоксидантная активность флавоноидов широко известна в различных растительных источниках. Их потенциал в косметике также очевиден и объясняется их химической структурой, а биологические механизмы их действия становятся все более понятными. В заключение следует отметить, что флавоноиды, как было показано, являются жизнеспособной альтернативой синтетическим антиоксидантам в косметических целях. Однако по-прежнему существует необходимость в оценке эффективных средств доставки и формул.

Сообщения о роли флаваноидов в косметической и парфюмерной промышленности также рассматривались в работах [35-39].

ЛИТЕРАТУРА

1. Pat. 2007118565A1. WO. 2006. Use of flavonoids / Rudolph Th., Buchholz H. /
2. Brand-Garnys E.E. Flavonoids: A review for cosmetic application. Part two // Journal of Applied Cosmetology. 2007. Vol. 25. N 4. Pp. 145-149.
3. Andrabi I., Kumar D., Sawhney G. Flavonoids: a key component of cosmeceuticals // Specialized Plant Metabolites as Cosmeceuticals. 2024. N 1. Pp. 43-63.
4. Nunes A.R., Vieira I.G., Queiroz D.B., Alves A.L. Use of Flavonoids and Cinnamates, the Main Photoprotectors with Natural Origin // Advances in Pharmacological and Pharmaceutical Sciences. 2018. N 2. Pp. 111-118.
5. Ting L., Liang Ch., Juan Y., Gong Sh. Research Progress of Plant Flavonoids in the Application of Cosmetics // Guengdong Chemical Industry. 2020. N 9. Pp. 105-107.
6. Ferreira M., Magalhaes M.C., Oliveira R., Lobo S. Trends in de use of botanicals in anti-aging cosmetics // FCS - Artigos em Revistas Científicas. 2021. N 6. Pp. 31-38.
7. Oliveira C.A., Dario M.F. Bioactive Cosmetics // Chapter in book Handbook of Ecomaterials. 2017. Pp. 1-23.
8. Tungmunnithum D., Tanaka N., Uehara A., iwashina T. Flavonoids Profile, Taxonomic Data, History of Cosmetic Uses, Anti-Oxidant and Anti-Aging Potential of Alpinia galanga (L.) // Cosmetics. 2020. Vol. 7. N 89. Pp. 1-8.

9. Costa R., Lima S.A., Cameiro P., Reis S. On the Development of a Cutaneous Flavonoid Delivery System: Advances and Limitations // Antioxidants (Basel). 2021. Vol. 10. N 9. Pp. 1376-1384.
10. Wawoczny A., Gillnet D. The Most Potent Natural Pharmaceuticals, Cosmetics, and Food Ingredients Isolated from Plants with Deep Eutectic Solvents // J. Agricult. Food Chem. 2022. Vol. 71. N 29. Pp. 10877-10900.
11. Jariani P., Shahnejat-Bushehri A., Naderi R., Zargar M. Molecular and Phytochemical Characteristics of Flower Color and Scent Compounds in Dog Rose (Rosa canina L.) // Molecules. 2024. Vol. 29. Pp. 3145-3152.
12. Yoo J-Ü., Ko J., Choi J., Kim H. Advances in the development of ingredients with both high perfomance and sustainability for clean beaty cosmetics // International Journal of Cosmetic Science. 2023. Vol. 45. N 52. Pp. 1-61.
13. Guimaraes C., Lima P., Sousa M.C., Araujo C. Eco-friendly Pro-age Cosmetic Using Green Extraction of *Passiflora cincinnata* // ACS Sustainable Chem. Eng. 2025. Vol. 13. N 10. Pp. 3907-3918.
14. Vladic J., Duarte A.R. Application of Green Technologies for Recovering Aromatic Compounds From Natural Resources // Front. Nutr. 2022. Vol. 9. Pp. 137-142.
15. Aguiar M., Santos K., Royo V., Fonseca F. Antioxidant activity, total flavonoids and volatile constituents of Magonia Pubescens A.St.-Hil // Journal of Medicinal Plant Research. 2015. Vol. 9. N 43. Pp. 1089-1097.
16. Sadat Kiani H., Noudehi M.S., Shokrpour M., Zargar M. Investigation of genes involved in scent and color production in *Rosa damascena* Mill // Scientific Reports. 2024. Vol. 14. Pp. 20576-20582.
17. Yanxi L., Xinzheng L. Research on Detection Methods and Applications of Natural Whitening Components in Cosmetics // E3S Web of Conferences. 2023. Vol. 385. Pp. 4005-4009.
18. Rajbhar K., Dawda H., Mukundan U. Tea Polyphenols for Skin Care // Research Journal Topical And Cosmetic Sci. 2015. Vol. 6. N 1. Pp. 1-6.
19. Aditi I., Dabral K. Role of Essential Oils and Bioactive Components for Manufacturing Cosmetic Items // Journal for Research in Applied Science and Biotechnology. 2023. Vol. 2. N 1. Pp. 35-54.
20. Mostafa S., Wang Y., Zeng W., Biao J. Floral Scents and Fruit Aromas: Functions, Compositions, Biosynthesis, and Regulation // Front. Plant Sci. 2022. Vol. 15. Pp. 432-437.
21. Shafie M.H., Mohd Lias K., Srisya N., Sharizal H. Antioxidant and Antimicrobial Activity of Plant Hydrosol and Its Potential Application in Cosmeceutical Products // Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products. 2022. Vol. 17. N 4. Pp. 124018-124026.
22. Joshe L., Pawar H.A. Herbal Cosmetics and Cosmeceuticals: An Overview // Natural Products Chemistry and Research. 2015. Vol. 3. N 2. Pp. 115-119.
23. Zhihua W., Ruting L., Meihao S., Xueli H. Current advances of *Carthamus tinctorius* L.: a review of its application and molecular regulation of flavonoid biosynthesis // Medicinal Plant Biology. 2024. Vol. 3. Pp. 4-11.
24. Deveoglu O., Karadag R. A Review on the Flavonoids – A Dye Source // International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences. 2019. Vol. 31. N 3. Pp. 188-200

25. Mans D., Grant A. "A thing of beauty is a joy forever". Plants and plant-based preparations for facial care in Suriname // Open Access Text. 2023. N 2. Pp. 31-38.
26. Aburjaj T. Plants used in cosmetics // Phytotherapy Research. 2003. N 3. Pp. 236-242
27. Shaaban H.A. Potential Use of Essential Oils and Their Individual Components in Cosmeceuticals: A Review // Annals of Biomedical Science and Enginieering. 2023. Vol. 7. Pp. 31-37.
28. Venkateswara R., Kiran S., Rohini P., Bhagyasree P. Flavonoid: A review on Naringenin // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2017. Vol. 6. N 5. Pp. 2778-2783.
29. Padole V., Sarade Sh., Rathod Sh., More S. Multivalent Role of Essential Oil in Cosmetics: A Review // Inter. J. Sci. Rev. Res. 2022. Vol. 73. N 2. Pp. 97-105.
30. Amit G., Ashawat M.S., Shallendra S., Swarnlata S. Phytosome: A Novel Approach Towards Functional Cosmetics // Journal of Plant Sciences. 2007. Vol. 2. N 6. Pp. 644-649.
31. Shah R., Padhiyar Dh., Khatiya H., Rathod Sh. Analysing the Impact of Jasminum sambac in Cosmetic Applications: A Comprehensive Review // International Journal of Pharmaceutical Sciences. 2024. Vol. 2. N 11. Pp.1441-1448.
32. Shaanxi P. Application of flavonoid rutin at cosmetic // Journal of Cosmetology Industry. 2023. N 2. Pp. 1-7.
33. Manea S., Tamas V., Carabela V., Dima A. Range of cosmetics based on natural extracts with role of protection against environmental pollution factors // INCD ECOIND International Symposium – SIMI 2016 "The Environmental and the industry". Proceedings book. 2016. Pp. 173-178.
34. Phuong Tran Ph., Hong L. Plant Flavonoids as Potential Natural Antioxidants in Phytocosmetics // Journal of Technical Education Science. 2022. Vol. 17. Special issue. Pp. 19-24.
35. Tumbarski Y., Ilieva V., Yanakieva V., Topuzova M. Application of propolis extracts as biopreservatives in a cosmetic product (hand cream) // Journal of Hygienic Engineering and Design. 2025. N 2. Pp. 234-244.
36. Ji-Kai Liu Natural Products in cosmetics // Natural products and Bioprospecting. 2022. Vol. 12. N 6. Pp. 40-42.
37. Zhao H., Masood H.A., Sher M. Unveiling the aesthetic secrets: exploring connections between genetic makeup, chemical, and environmental factors for enhancing/improving the color and fragrance/aroma of *Chimonanthus praecox* // Plant Biology. 2024. N 2. Pp. 276-286.
38. Wathoni N., Haerani A., Yuniarshih N., Haryanti R. A Review on herbal cosmetics in Indonesia // International Journal of Applied Pharmaceutics. 2018. Vol. 10. N 5. Pp. 13-16
39. Mirajkar R., Muttha Kh., Shaikh S., Mane S., Bikkad S. Formulation and Evaluation of an Antioxidant-Rich Foundation Stick Incorporating Aegle marmelos Fruit 2025. Vol. 6. N 4. Pp. 15509-15525.

REFERENCES

1. Pat. 2007118565A1. WO. 2006. Use of flavonoids / Rudolph Th., Buchholz H. /
2. Brand-Garnys E.E. Flavonoids: A review for cosmetic application. Part two // Journal of Applied Cosmetology. 2007. Vol. 25. N 4. Pp. 145-149.

3. Andrabi I., Kumar D., Sawhney G. Flavonoids: a key component of cosmeceuticals // Specialized Plant Metabolites as Cosmeceuticals. 2024. N 1. Pp. 43-63.
4. Nunes A.R., Vieira I.G., Queiroz D.B., Alves A.L. Use of Flavonoids and Cinnamates, the Main Photoprotectors with Natural Origin // Advances in Pharmacological and Pharmaceutical Sciences. 2018. N 2. Pp. 111-118.
5. Ting L., Liang Ch., Juan Y., Gong Sh. Research Progress of Plant Flavonoids in the Application of Cosmetics // Guengdong Chemical Industry. 2020. N 9. Pp. 105-107
6. Ferreira M., Magalhaes M.C., Oliveira R., Lobo S. Trends in de use of botanicals in anti-aging cosmetics // FCS - Artigos em Revistas Científicas. 2021. N 6. Pp. 31-38
7. Oliveira C.A., Dario M.F. Bioactive Cosmetics // Chapter in book Handbook of Ecomaterials. 2017. Pp. 1-23.
8. Tungmunnithum D., Tanaka N., Uehara A., iwashina T. Flavonoids Profile, Taxonomic Data, History of Cosmetic Uses, Anti-Oxidant and Anti-Aging Potential of Alpinia galanga (L.) // Cosmetics. 2020. Vol. 7. N 89. Pp. 1-8.
9. Costa R., Lima S.A., Cameiro P., Reis S. On the Development of a Cutaneous Flavonoid Delivery System: Advances and Limitations // Antioxidants (Basel). 2021. Vol. 10. N 9. Pp. 1376-1384.
10. Wawoczny A., Gillnet D. The Most Potent Natural Pharmaceuticals, Cosmetics, and Food Ingredients Isolated from Plants with Deep Eutectic Solvents // J. Agricult. Food Chem. 2022. Vol. 71. N 29. Pp. 10877-10900.
11. Jariani P., Shahnejat-Bushehri A., Naderi R., Zargar M. Molecular and Phytochemical Characteristics of Flower Color and Scent Compounds in Dog Rose (Rosa canina L.) // Molecules. 2024. Vol. 29. Pp. 3145-3152.
12. Yoo J-Ü., Ko J., Choi J., Kim H. Advances in the development of ingredients with both high perfomance and sustainability for clean beaty cosmetics // International Journal of Cosmetic Science. 2023. Vol. 45. N 52. Pp. 1-61.
13. Guimaraes C., Lima P., Sousa M.C., Araujo C. Eco-friendly Pro-age Cosmetic Using Green Extraction of *Passiflora cincinnata* // ACS Sustainable Chem. Eng. 2025. Vol. 13. N 10. Pp. 3907-3918.
14. Vladic J., Duarte A.R. Application of Green Technologies for Recovering Aromatic Compounds From Natural Resources // Front. Nutr. 2022. Vol. 9. Pp. 137-142.
15. Aguiar M., Santos K., Royo V., Fonseca F. Antioxidant activity, total flavonoids and volatile constituents of Magonia Pubescens A.St.-Hil // Journal of Medicinal Plant Research. 2015. Vol. 9. N 43. Pp. 1089-1097.
16. Sadat Kiani H., Noudehi M.S., Shokrpour M., Zargar M. Investigation of genes involved in scent and color production in *Rosa damascena* Mill // Scientific Reports. 2024. Vol. 14. Pp. 20576-20582.
17. Yanxi L., Xinzheng L. Research on Detection Methods and Applications of Natural Whitening Components in Cosmetics // E3S Web of Conferences. 2023. Vol. 385. Pp. 4005-4009.
18. Rajbhar K., Dawda H., Mukundan U. Tea Polyphenols for Skin Care // Research Journal Topical And Cosmetic Sci. 2015. Vol. 6. N 1. Pp. 1-6.

19. Aditi I., Dabral K. Role of Essential Oils and Bioactive Components for Manufacturing Cosmetic Items // Journal for Research in Applied Science and Biotechnology. 2023. Vol. 2. N 1. Pp. 35-54.
20. Mostafa S., Wang Y., Zeng W., Biao J. Floral Scents and Fruit Aromas: Functions, Compositions, Biosynthesis, and Regulation // Front. Plant Sci. 2022. Vol. 15. Pp. 432-437.
21. Shafie M.H., Mohd Lias K., Srisya N., Sharizal H. Antioxidant and Antimicrobial Activity of Plant Hydrosol and Its Potential Application in Cosmeceutical Products // Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products. 2022. Vol. 17. N 4. Pp. 124018-124026.
22. Joshe L., Pawar H.A. Herbal Cosmetics and Cosmeceuticals: An Overview // Natural Products Chemistry and Research. 2015. Vol. 3. N 2. Pp. 115-119.
23. Zhihua W., Ruting L., Meihao S., Xueli H. Current advances of *Carthamus tinctorius* L.: a review of its application and molecular regulation of flavonoid biosynthesis // Medicinal Plant Biology. 2024. Vol. 3. Pp. 4-11.
24. Deveoglu O., Karadag R. A Review on the Flavonoids – A Dye Source // International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences. 2019. Vol. 31. N 3. Pp. 188-200.
25. Mans D., Grant A. "A thing of beauty is a joy forever". Plants and plant-based preparations for facial care in Suriname // Open Access Text. 2023. N 2. Pp. 31-38.
26. Aburjaj T. Plants used in cosmetics // Phytotherapy Research. 2003. N 3. Pp. 236-242.
27. Shaaban H.A. Potential Use of Essential Oils and Their Individual Components in Cosmeceuticals: A Review // Annals of Biomedical Science and Enginieering. 2023. Vol. 7. Pp. 31-37.
28. Venkateswara R., Kiran S., Rohini P., Bhagyasree P. Flavonoid: A review on Naringenin // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2017. Vol. 6. N 5. Pp. 2778-2783.
29. Padole V., Sarade Sh., Rathod Sh., More S. Multivalent Role of Essential Oil in Cosmetics: A Review // Inter. J. Sci. Rev. Res. 2022. Vol. 73. N 2. Pp. 97-105.
30. Amit G., Ashawat M.S., Shallendra S., Swarnlata S. Phytosome: A Novel Approach Towards Functional Cosmetics // Journal of Plant Sciences. 2007. Vol. 2. N 6. Pp. 644-649.
31. Shah R., Padhiyar Dh., Khatiya H., Rathod Sh. Analysing the Impact of Jasminum sambac in Cosmetic Applications: A Comprehensive Review // International Journal of Pharmaceutical Sciences. 2024. Vol. 2. N 11. Pp.1441-1448.
32. Shaanxi P. Application of flavonoid rutin at cosmetic // Journal of Cosmetology Industry. 2023. N 2. Pp. 1-7.
33. Manea S., Tamas V., Carabela V., Dima A. Range of cosmetics based on natural extracts with role of protection against environmental pollution factors // INCD ECOIND – International Symposium SIMI 2016 "The Environmental and the industry". - Proceedings book. 2016.Pp. 173-178.
34. Phuong Tran Ph., Hong L. Plant Flavonoids as Potential Natural Antioxidants in Phytocosmetics // Journal of Technical Education Science. 2022. Vol. 17. Special issue. Pp. 19-24.
35. Tumbarski Y., Ilieva V., Yanakieva V., Topuzova M. Application of propolis extracts as biopreservatives in a cosmetic product (hand cream) // Journal of Hygienic Engineering and Design. 2025. N 2. Pp. 234-244.
36. Ji-Kai Liu Natural Products in cosmetics // Natural products and Bioprospecting. 2022. Vol. 12. N 6. Pp. 40-42.

37. Zhao H., Masood H.A., Sher M. Unveiling the aesthetic secrets: exploring connections between genetic makeup, chemical, and environmental factors for enhancing/improving the color and fragrance/aroma of *Chimonanthus praecox* // Plant Biology. 2024. N 2. Pp. 276-286.
38. Wathoni N., Haerani A., Yuniarshih N., Haryanti R. A Review on herbal cosmetics in Indonesia // International Journal of Applied Pharmaceutics. 2018. Vol. 10. N 5. Pp. 13-16.
39. Mirajkar R., Muttha Kh., Shaikh S., Mane S., Bikkad S. Formulation and Evaluation of an Antioxidant-Rich Foundation Stick Incorporating Aegle marmelos Fruit 2025. Vol. 6. N 4. Pp. 15509-15525.