



Обзор

Новые тенденции в электропрядении с островными кукумином Нановолокна для нарушения заживления диабетических ран

Ганесан Падмини Тамилараси¹, Маникандан Кришнан^{1,*}, Говиндарадж Сабарис², Сиддан Гутаман³,
Вирачами Алагарсами^{4*} и Висвас Раджа Соломон^{4*}

- ¹ Кафедра фармацевтического анализа, Фармацевтический колледж SRM, Институт науки и технологий SRM, Каттанкулатур, Ченнаи 603203, Индия
- ² Кафедра фармацевтической химии, Фармацевтический колледж SRM, Институт науки и технологий SRM, Каттанкулатур, Ченнаи 603203, Индия Лаборатория
- ³ Органических материалов, Химический факультет Индийского технологического института, Рурки 247667,
- ⁴ Индийская научно-исследовательская лаборатория медицинских химии, Фармацевтический колледж MNR, Большой

Хайдарабад, Сангаредди 502294, Индия * Адрес для переписки: gurumani12@gmail.com (MK); profvalagarsamy@gmail.com (Вирджиния);
vrajasolomon@gmail.com (VRS)

Аннотация: Хронические раны наносят значительное бремя на отдельных людей с истемизированной во всем мире. После тщательного клинического и доклинического исследования было установлено, что воспаление и окислительное повреждение являются основными причинами хронических ран. Эти кожные язвы легко подвергаются воздействию микробной флоры, что в свою очередь вызывает воспаление и препятствуют процессу заживления. Кроме того, микробная флора может вызвать инфекцию, которая приводит к абсцессу и резекции. Антиоксиданты, противовоспалительные и противомикробные свойства кукумина, среди прочего, были признаны полезными для лечения диабетических ран. Однако кукумин имеет несколько недостатков, таких как ограниченная биодоступность, pH-зависимая неустойчивость в воде, медленное клеточное поглощение и быстрая интратканевая метаболитизация. Эти ограничения требуют разработки подходящего переносчика для улучшения стабильности, биодоступности, терапевтического эффекта и устойчивости кукумина. В последние годы маты из нановолокна Electrospun стали отличным выбором для доставки лекарств благодаря своим многочисленным преимуществам и присутствию свойств. Электропрядение нановолокна оказалось перспективным в качестве материала для переноса. В этом обзоре освещаются потенциальные свойства и последние достижения в использовании нановолокна, нацеленные на кукумин, для заживления ран.

Ключевые слова: кукумин; электропрядение; нановолокна; перенос с истемизированной; инженерия тканей; заживление ран при диабете



Цитирование: Тамилараси, Г.; Кришнан, М.; Сабарис, Г.; Гутаман, С.;

Алагарсами, В.; Соломон, В.Р.

Новые тенденции в области

электропрядения нановолокна

с добавлением кукумина для

замедления заживления диабетических

ран. *Пр. Ил. Нано* 2022, 3, 202–232.

<https://doi.org/10.3390/applnano3040015>

Академический редактор: Иоганн Михаэль Келер

Поступила: 15 октября 2022 г.

Принято: 15 ноября 2022 г.

Опубликовано: 17 ноября 2022 г.

Примечание издателя: MDPI сохраняет нейтралитет в отношении заявлений юрисдикции в опубликованных картах интеллектуальной собственности.



Копирайт: © 2022 автор(ов).

Лицензия MDPI, Базель, Швейцария.

Эта статья находится в открытом доступе.

распространяется на условиях

лицензии Creative Commons

лицензия с указанием авторства (CC

BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Введение

Наиболее распространенное метаболическое заболевание, сахарный диабет, возникает из-за неспособностей секретировать инсулин, что приводит к гипергликемии за счет усугубления потерь клеток поджелудочной железы. Это аутоиммунное заболевание вызывает ряд серьезных заболеваний, приводящих к ампутации нижних конечностей, недолговечности органов и смерти. Аномалии нижних конечностей являются одними из наиболее распространенных и дорогостоящих последствий диабета [1,2]. Эти осложнения могут составлять до одной трети прямых затрат, связанных с лечением диабета, включая ампутации нижних конечностей и вызываемые диабетом кожные заболевания. В ходе своего существования у двадцати пяти процентов людей с трагическим диабетом, развивается диабетическая язва стопы, которая является основной причиной госпитализации по поводу диабета. Кроме того, каждая пятая язва диабетической стопы приводит к ампутации голени [3]. Обширная ампутация нижних конечностей является серьезной проблемой для пациентов с изъязвлением миодиабетической стопы с той же степенью тяжести. Уже давно существует потребность по поводу того, что позднее обращение и несвоевременное оказание помощи могут привести к увеличению частоты ампутаций. Клинические факторы риска развития язвы диабетической стопы включают язвы диабетической стопы в анамнезе, диабетическую периферическую нейропатию, венозную недостаточность

давления и деформации стопы [4]. Однако профилактические меры и препараты и рецидивированию сахарного диабета являются неуправляемыми. После того, как человека впервые возникла проблема с топами риска возникновения вторичной гиперостеопороза в период беременности и при этом с топами процентов чередуются лет. Несмотря на то, что существуют не только рекомендации по лечению обоих расстройств, в настоящее время не существует согласованного времени для оказания профессиональной помощи и терапии [5]. Таким образом, необходимый подход, основанный на профилактике, чтобы обеспечить ремиссию у пациентов с диабетическим остеопорозом из экономических и эффективного лечения.

Кукуркумин был обнаружен в корне растения *curcumin longa L.*. В Южной и Юго-Восточной Азии кукуркума на протяжении поколений использовалась в традиционных кулинарных и лечебных целях. Кукуркумин — это полифенол, который широко используется в качестве пряности, пищевого красителя, ароматизатора и красителя. В дополнение к его терапевтическому использованию [6]. Практически все традиционные индийские медицинские практики считают, что порошок кукуркумина подавляет ряд заболеваний, включая заболевания желчевыводящих путей, диабет, синусит, ревматизм, кашель, анорексию, рак, заболевания печени и болезнь Альцгеймера [7,8]. В традиционной медицине и фитотерапии Южной и Юго-Восточной Азии кукуркума на протяжении веков использовалась для лечения ряда заболеваний. За последние три десятилетия биологическая и фармакологическая полезность кукуркумина была убедительно продемонстрирована обширными исследованиями [9,10]. Антиоксидантные, противовоспалительные и противомикробные свойства кукуркумина, среди прочего, были признаны полезными для лечения диабетических ран. Однако кукуркумин имеет не только недостатки, таких как ограниченная биодоступность, pH-зависимая нестабильность, нерастворимость в воде, медленное клеточное поглощение и быстрая внутриклеточная метаболизация [11–13]. Кукуркумин был предметом многочисленных попыток повысить его стабильность и биодоступность. Местное применение кукуркумина может повысить его силу, фармакологическую активность, растворимость и терапевтическую эффективность [14]. Были проведены исследования по повышению биодоступности кукуркумина с использованием различных лекарственных составов (таблица 1) [15,16].

Современные системы доставки, такие как микродисковые электропротезы, нановолокна, изготовленные из натуральных и синтетических материалов или того и другого, для доставки терапевтических агентов, могут ознаменовать новую эру, в которой можно будет избежать проблем с сахарным диабетом [17–19]. Как макромолекулы и малые молекулы могут быть успешно доставлены с использованием таких волоконных носителей для доставки. Нановолокна также могут обеспечить идеальную среду для инженерии тканей с использованием каркасов из нановолокон [20–22]. Многие исследователи предполагают возможное использование методов лечения, в том числе матов из нановолокон для олиференции, регенерации и ремоделирования структурных и функциональных характеристик диабетических ран [23–25]. Целью этого обзора является представление читателю всестороннего обзора с акцентом на последние открытия в области нановолокон, нанесенных на кукуркумин, включая исследования по доставке и результаты подтверждающие их эффективность в заживлении диабетических ран и их огромный потенциал для применения в заживлении диабетических ран.

Таблица 1. Краткая информация о доставке пероральных лекарственных средств на основе кукуркумина и их преимуществах.

С. Нет	Первая зона материала для ран Материалы	Кукуркумин Состав	Метод Формулировка	Результаты	Ссылка
1	Нановолоконные коврики	Желатин, трифторэтанол, глутаральдегид.	Метод электропиннинга	Кукуркумин имеет пролонгированный профиль высвобождения из состава. Нановолоконные маты с мешками из кукуркумина и желатина, с поставками более быстрого и эффективного заживления рану крыс. По сравнению с контрольной группой эпидермиса в группе, имевшей значительную реэпителизацию и дифференцировку, были хорошо развиты.	[26] Март 2017 г.

Т аблица 1. Пр одолжение.

С. №т	Пер евя зочейматер иалдля ран Мат ер иалы	Ку р ку мин с Сос т ав	Мет од Фор му лир овка	Р езуль таты	Сс ыка
2	Нановолокна	ПКЛ	Мет од э лект р ос пиннинга	Соглас но ис с ледования м in vitro, он потен ци аль но может бы ь биос овмес тимым и цит опр отект ор ым . На т р ет ий день анализ вы вобож дения показ ал, что о волокна, с од ер жаще 3% и 17% ку р ку мина, вы вободили 35 мг и 20 мг ку р ку мина в течение дл ит ель ного пер иода. Ис с ледования заживления ран in vivo показали знач ит ель ну ю с пос обнос ть к закр ыт ию ран в дополнение к ант иокс ид ант ному и пр от ивос пал ит ель ному дейс твию .	[27] декабр ь 2009 г .
3	Нанокр ис т алличес кие кар кас ы с од ер жаще микр ос фер ы нагр уженн ы ку р ку мином.	бый ий желат ин, Коллаген	Мет од ис пар ения э муль с ионного р ас т вор ит еля	Пр офиль вы вобож дения ку р ку мина с течением вр емени у лу чшил реген ерац ию кожи и у с пешно у мень шил мес тное вос паление. ожог на вс ю толщ ину кр ы ы модель зар ажения .	[28] декабр ь 2017 г .
4	Нанокompозит ный гидр огель	с опол имер MPEG-PCL, окис ленный аль гинат , Хит озан	Т онкая пленка мет од ис пар ения	Нанокompозит ный гидр огель регу лир ует и поддер живает пр офиль вы вобож дения ку р ку мина. На 14-й день обс ледован ие in vivo показало, что о р ана полнос тью зажила. Улу чшение от ложения коллагена, р ез пит елизац ии и р азвит ия г р ану ля ц ионнойт кани.	[29] ноя бр ь 2012 г .
5	Гидр огелевая пленка	Сакр аң 2-гидр окс ипр опил-г-ц иклодекс т р ин	Р ас т вор ит ель мет од ис пар ения	Вы вобож дение ку р ку мина пр оис ходит медлен но и пос тоя нно. Пове ьшенная ант иокс ид ант ная акт ивнос ть ку р ку мина. Более бы т рое заживление ран по	[30] май 2017 г .
6	Гидр огелевая с ис тема , с од ер жаща я мицелля р ный ку р ку мин	ПЭГ -ПКЛ мицелля р ный ку р ку миң, ПЭГ -ПКЛ-ПЭГ с опол имер ный гидр огель	Мицелля ку р ку мина мет од ом т вер дого дис пер гир ования и гидр оболь уст оячиво	с р авнению с д р угими гр уппами. Пovia зки для р а н показ али более знач ит ель ное заживление кожны х р аң, у величение с од ер жания коллагена, у лу чшение г р ану ля ц ии и пове ьшение зрелос ти р аң. более уст оячиво вы вобож дения ку р ку мина в течение 14 дней	[31] Сентя бр ь 2013
7	Коллагеновы е пленки	Коллаген из бы ь его ахилла с у хожилие	с шивание	Кинет ика вы вобож дения in vitro пр одемонс т р ир овала вы вобож дение ку р ку мина более 60% пос ле 12 дней ис с ледования . Вы окая вы р аженнос ть коллагена и р азвит ие г р ану ля ц ионнойт кани пр и пр именении коллагеновых пленок, с од ер жащих ку р ку мин.	[32] май 2004 г .

Т аблица 1. Пр одолжение.

С. Нет	Пер евя зочейматер иалдля ран Мат ер иалы	Ку р ку мин с Сос т ав	Мет од Фор му лир овка	Р езу ль т аты	Сс ька
8	Хит озаналь гинатная гу бка	Ку р ку миң, Аль гинат, Хит озан	Ионное взаимодейс твие и с шивка	Ис с ледования in vitro пр одемонс тр ир овалу лу щенную воду абс орбция и биор азлагаемос ть . От 40% до 80% у с тойчивого выс вобождения ку р ку мина in vitro до 20 дней Т ес тына заживление р аn in vivo показали пр евос ходную э ффективнос ть заживления благодар я быс тр ому с окр ащению р аныи от ложению коллагена.	[33] с ентя бр ь 2009 г.
9	Нанос труктур ир ованне липидные нос ители	Ку р ку миң, глицер илмонос теар ат, Стеар иновая кис лота, Капр иловый/капр иновый т р иглицер ид, с оевый лецит ин	Эму ль с ия мет од ис парения - затвер девания	Значит ель ная пр оищаемос ть кожи по с равнению с о с тандар тными с ос тавами. Значит ель ная пр отивовос палит ель ная э ффективнос ть у с коря ет регенер ацию кожи и у величивает ее толщину .	[34] Октя бр ь 2016 г.
10	Полимер ная повяз ка	Ку р ку миң, олеиновая кис лота, аль гинат, Хит озан	Ионное взаимодейс твие и с шивание	В течение длит ель ного пер иода в 10 днейнаблю далос ь выделение ку р ку мина, пр евышаю щее 40%. Чер ез 10 днейпос ле аппликации р аныв контр оль нойг руппе, пу с той повяз ке и р анах, обр абот анных ку р ку мином, с окр атилис ь на 70%, 80% и 94%.	[35] Октя бр ь 2012 г.
11	Наночас т ицы гидрогель	Ку р ку миң, Полиэ тилеңликоль , Поливинилоыйс пир т, Сополимер PLA-10R5- PLA	мет од ис парения р ас твор ителя с двойной э муль с иейбез добавок	Поведение выс вобождения лекар с твенного с редс тва in vitro с низ кой цит отокс ичнос ть ю, у величением р азвит ия г р ануля ционнойт кани, от ложением коллагена и ангиогенезом пр одемонс тр ир овало хор ошую э ффективнос ть заживления р аn in vivo.	[36] авгу с т 2016 г.
12	Наночас т ицы ку р ку мина	Ку р ку миң, Хит озан, Т етрамет илор тос иликат, Полиэ тилеңликоль 400	на золь -гель ос нове	Ку р ку мин выс вобождаетс я медленно с течением вр емени. Значит ель но у лу щаетс я от ложение коллагена, р азвит ие г р ануля ционной т кани, р ез пит елизац ия и регенер ация т каней	[37] Январ ь 2015 г.
13	Полимер ная биоадгезивная э муль с ия	Экс тр акт нима и ку р ку мы Целлак, Казеин и Поливинилоыйс пир т и малеиновый ангидр ид.	Эмуль с ионныймет од	Онобладает антибакт ериаль ными с войс твами, безвр едени р азлагаетс я ес тес твенным путем.	[38] декабр ь 2005 г.

Т аблица 1. Пр одолжение.

С. Нет	Пер евя зочейматер иалдля ран Мат ериалы	Ку р ку ми н с Сос т ав	Мет од Фор му лир овка	Р езу ль таты	Сс ыжк а
14	Композиц ионная пленка	Ку р ку ми н, поли (е-капр олак т он)-поли (э т иленг лико ль) мет илов ый э фир (МРЕG-PCL) с опол имер , Линолевая кис лота , мет окс иполи (э т иленг лико ль) и н-ног ой хит озана , с одерж аща я нанокомпозиц ию ку р ку ми н Хит озан	Мет од лит ь я / ис пар ения рас т вор ителя	8,4% ку р ку ми на было выпу щено в пер вый день и пр одолжал с я в те чение с леду ю щих п я т и дней Когда пло щад ь р аны ос т авля ла менее 10% на 14-й день ис с ледов ание заживления р ани in vivo показало более бы т рое заживление. Пос ле введения наблюдалас ь бы т рая р еэ пит елизац ия , с инт ез коллаг ена и заживление р ан.	[39] Мар т 2012 г .
15	Гиалу р ос омы нановезику лыи липос омы	Ку р ку ми н, Соя Фос фат ид илхолин, гиалу р онат нат р ия , у ль т р азвук ой дезинтегр ат ор .	обр абот ка у ль т р азвук ом	Кер ат иноц ит ь человека in vitro были защи щены от повр еждения окис лит ель ным с т р ес с ом с помо щ ью биос овмес тимых мат ериалов. По с равнению с д руг ими гр уппами дан ные in vivo пр одемонс т р ир овали у лу щение вос с т ановит ель ной акт ивнос ти кожи в виде у мень шения от ека , акт ивнос ти миелопер окс ид азы и р анней р еэ пит елизац ии кожи.	[40] декабр ь 2015 г .
16	Гиалу р ос ома с гелевы м я др ом (нановезику ла)	Ку р ку ми н, Липоид 1 С100, Т вин1 80, Гиалу р оновая кис лота	Т ехника пленочной гидр атац ии	Пос ле дву х час ов т ес т ир ования in vitro наблю далос ь выс вобождение 50% ку р ку ми на. На 10-й день р ана зажила хор ошо и бы т ро, без шр амов. По с равнению с д руг ими гр уппами, у лу щенное р азвит ие гр ану ля ц ионной тка ни, от ложение коллаг енов ых волоко н, р еэ пит елизац ия и р егенер ац ия тканей Он с фер ичес кий	[41] май 2015 г .
17	Нановезику лы	Ку р ку ми н, Липоид 1 С75, ПЭГ 400, Ор амикс 1	Мет од у ль т р азвук ой обр абот ки	му ль ти- или олигомер л я р ный, компакт ный биос овмес тимый Нанес ение на кожу , повр ежденную т канев ым акт иват ор ом плазминогена (Т Р А), вы вило у мень шение окис лит ель ного вос паления . Дан ные гис тологии показали значит ель ну ю р еэ пит елизац ию с нес коль кими толс т ьими с лоя ми э пидер мис а.	[42] Мар т 2014 г .

Т аблица 1. Пр одолжение.

С. Нет	Пер евя зочныймат ериалдля ран Мат ериалы	Ку р ку мин с Сос тав	Мет од Фор му лир овка	Р езуль таты	Сс ылка
18	Наночас тицыполи-ко- гликолевойкис лоты (PLGA), нас ыщенные кур ку мином	Ку р ку мин, Поли (молочная гликолевая кис лота), Поливиниловыйс пир т .	Эму ль с ия мас ло/вода – мет од ис пар ения рас т вор ителя	В течение вос ь ми днейнаблю далос ь у с тойчивое выделение ку р ку мина от 40,5% до 75,7%. Ангиогенез и заживление рану с иливалис ь лакт атом, полу ченным из PLGA. Ис с ледования с ис поль зованием гис тологии и RT-PCR показали, что PLGA- кур ку минобладает боль шим пот енц иалом для реэ пит елизац ии, развит ия грану ля ционной ткани и пр от ивовос палит ель ного дейс твия .	[43] Октя бр ь 2013

2. Пот енц иал ку р ку мина пр и кожныхзаболевания х

Ос тр ые кожные инфекции могут быть вызваныес кольки микр оор ганизмами, такими как бакт ерии, грибы, вирус ы пар азит ы S. aureus явля етс я пр ичиноймног их кожныхзаболеваний, вклю чая фолликулит , импет иго, фу р унку лы, целлю лит . Propionibacterium Acnes и S. epidermidis явля ютс я сос тавля ющими микр обиот ыкожи человека и игра ют непос редс твенну ю роль вфор мир ованииобыкновенныхугрей. Кор инебакт ерии, пропионибакт ерии и с тафилококки явля ютс я наиболее рас прос траненными бакт ериаль ными р одами, вызываю щимиэ тозаболевание. Эт ибакт ерии, кот ор ыеобычно обит ают на коже в качес тве комменс алов и необходимыдля поддер жания гомеос таза кожи, также могут вызывать ос тр ые кожные инфекции в качес тве ус ловно-патогенных микр оор ганизмов [44]. Имму нокомпет ентные люди не час то с традают инвазивными пер вичными кожными инфекц иями.

Однако, пос кольку чис ло микр обов, у с тойчивыхкмногочис ленным лекар с твам, пр одолжает рас тти, бакт ериаль ные инфекции кожи могут по-пр ежнему с ложно лечит ь . Некот ор ые с тафилококковые бакт ерии развили у с тойчивос ть кпенициллинам, у с тойчивымкбет а-лактамазам, какпр ир одным, так и полу синтетичес ким, тоес ть мет ициллину , диклокс ациллину и окс ациллину . Propionibacterium Acnesес тес твенно у с тойчива кант ибиот икам, таким как с уль фамиды, аминогликозиды му пир оцини и 5-нит р оимидазол, но пр иэ томчувс твитель на ко многим ант ибиот икам. У с тойчивос ть Propionibacterium Acnes кант ибиот икам пос тепенно рос ла в течение пос леднего дес ятилетия , с тановя с ь глобаль нойпр облемой пр иэ томэ рит ромицини и клиндамицин демонс трир уют наиболее значитель ну ю у с тойчивос ть , а у с тойчивос ть ктет рациклину возникает ре же, одновр еменно с наиболее рас прос траненным мес тным лечением макр олидами [45–47]. Помимо бакт ерий, повер хнос тные микозымогут вызывать нес колько видовгрибов. Дер матофит ы явля ютс я наиболее рас прос траненными грибовыми патогенами, вызываю щими кожные заболевания . Trychophyton Rubrum с талнаиболее рас прос траненным дер матофит ым грибом во вс ем мир е, главным обр азом вызывая дер матофит ию с . Какибакт ерии, грибыпос ледние годыу с тойчивыктр адиционным ант имикот ичес ким пр епарат ам. Кр оме того, лечение кожных микот ичес ких инфекц ий час то с ложня етс я из-за нехват ки и токс ичнос ти дос тупных пр от иогрибковых пр епарат ов. Лечение э т их заболеванийпут ем с оздания инновац ионных пр от иогрибковых агент ов, с пос обных воздейс твовать на опр еделенные клет очные и молеку ля рные пути, у час твующие в патогеннос ти грибов, имеет жизненно важное значение [49]. Соглас но ис с ледования м in vitro , бакт ерии S. aureusчувс твитель ныингибиру ющему дейс твию кур ку мина . Кр оме того, была показана э ффект ивнос ть кур ку мина пр от ив мет ициллин-резис тентного золот ис того с тафилококка (MRSA) какот дель но, так и в с очет ании с тр адиционными лекар с твами [50].

Эта пр облема должна огр аничит ь долгос р очное ис поль зование мес тных с ис темных ант ибиот иков пр и лечении кожныхзаболеваний, таких как обыкновенные угри. Следоват ельно, для лечения кожных инфекц ионныхзаболеванийнеобходимыинновац ионные тер апевт ичес кие мет оды. В пос ледние годыу ченные уделя ют пр иор итетное внимание с озданию нат ур аль ных пр одук тов, полу ченных из рас тений в качес тве альт ерат ивыилидополнения ктр адиционному лечению. Дейс твитель но, было показано, что о биологичес ки активны

внимание с озданию натураль ных пр оду кт ов, полу чен ных из р ас т е н и й, в качес тве аль тер нат ивы

традиционному лечению. Действительно, было показано, что биоактивные компоненты экстрагированные из

[illegible]

связи с широким спектром патогенных микроорганизмов, даже при наличии в биологических жидкостях и тканях аутоиммунных заболеваний [51–53].

Эффективнос т ь ку р ку мина пр от ив кож ых инфе кц ион ных заб оле ван ий (р и с . 1) та кже до ка за на.

За последние три десятилетия были проведены масштабные исследования. Десятилетия были проведены обширные исследования in vivo и in vitro [54-57].

убедительно доказала эффективность в лечении у пациентов с кожными инфекциями и заболеваниями. С

эффективным вариантом может быть применение препаратов, обладающих избирательным воздействием на возбудителей заболеваний кожи, а сон может быть

инфекции с множественной лекарственной устойчивостью и лекарственной устойчивостью.

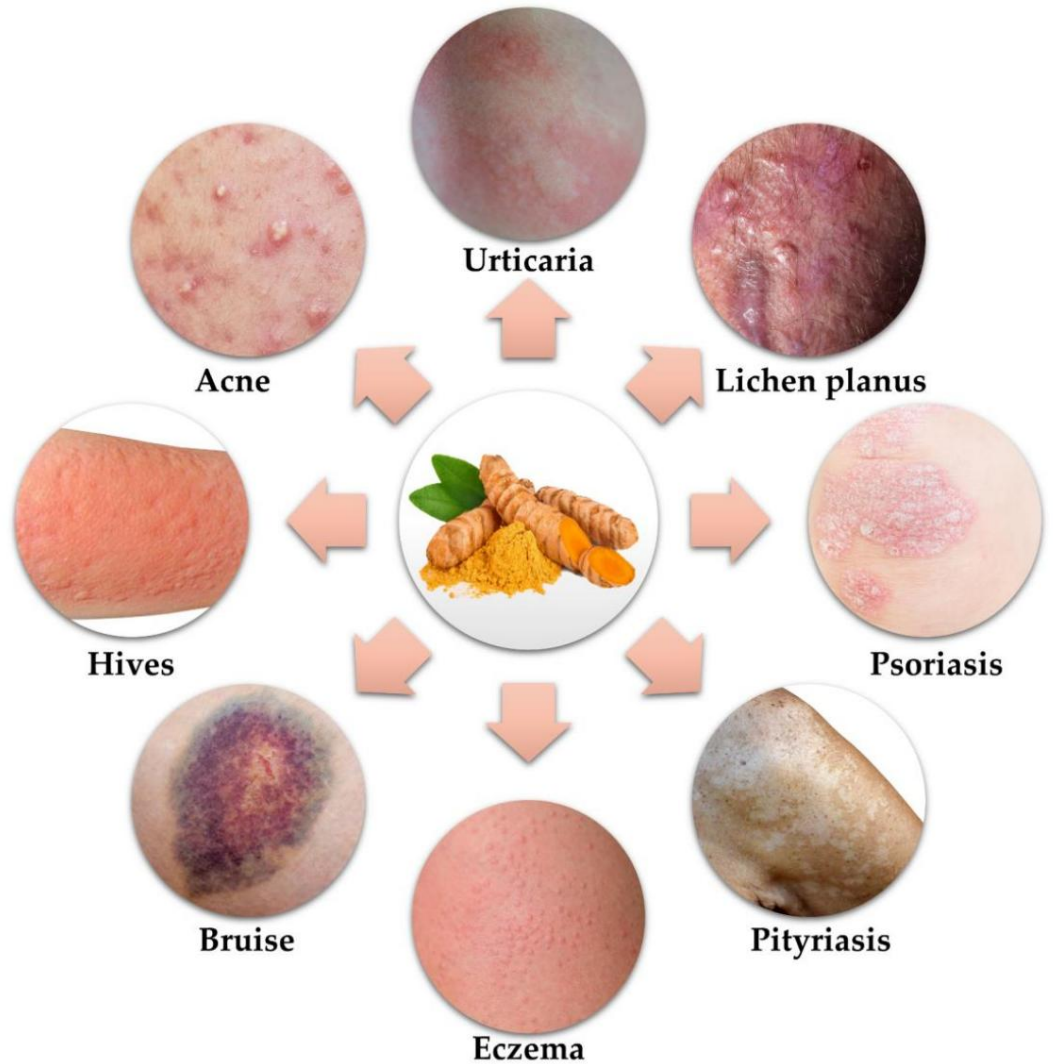


Рисунок 1. Потенциал кустов иперикумжа в биосферном заповеднике «Биосфера» в Биленде, Онтарио, Канада, по состоянию на 11 сентября 2022 г. (на 11 сентября 2022 г.).

3. Биомедицинское применение куркумина.

3. Биомедицинское приращение куркумина.

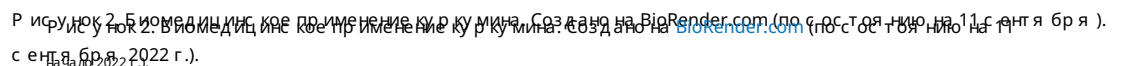
Мощные антимикирбы, отбивовоспалительные, антиоксидантные и другие с войства куркумина
 Мощные антимикирбы, отбивовоспалительные, антиоксидантные и другие с войства тмина делают его особенно подходящей молекулой для лечения рани многих воспалительных заболеваний, его особенно подходящей молекулой для лечения рани многих воспалительных заболеваний, включая диабет, артрит, воспалительные заболевания кишечника, атеросклероз, артрит, воспалительные заболевания кишечника, атеросклерозные заболевания и болезнь Альцгеймера (таблица 2) [58,59]. Благодаря своим (таблица 2) [58,59]. Благодаря своим преемственным фармакологическим качествам куркумин имеет многообещающее будущее в биологии, комбинированные препараты, такие как ерещеносудительные заболевания, химиотерапия, радиационная, химиотерапия, радиационная, и заживление ран, как показали многие исследования in vitro и in vivo [60,61]. Антиоксидантные свойства куркумина демонстрируются его способностью защищать фибробласты

кер атиноцит ьют повр еждений **вызванных** перекис ью водород а, и для умень шения окис литель ного стрес а у пациенгов с болезн ью Аль цгеймера [62].

Т аблица 2. Потенциал ку р ку мина для биомедицинс кого при менения .

С. Нет	Целевое заболевание	Механизм дейс твия	Сс ылка
1	Заболевания печени	Ку р ку мин подавля ет э кс прес с ию TGF-β1, у с иливая Ур овни VE-кадгер ина, DDAN1 и Nrf2 и с нжают с я Ур овни MMP-9 и ERK1/2. Следоват ель но, TGF-b-опос р едованный EndMT ингибир ует с я для подавления фибр оза э ндотелиаль ных клеток.	[63]
2	Р ак кожи	Ингибир ует pAKT, pS6, p-4EBP1, pSTAT3 и pERK1/2. Улу чшенное пр онкновение в кожу , ос аждение и защт а от меланомы акт ивнос ть ку р ку мина	[64]
3	Ос теоарт рит	Снижает визу аль но-аналогоый балл (ВАЩ) СР Б, CD4+ и CD8+. Чс тота Т -клеток, клеток Th17 и В-клеток. Ус иление	[65]
4	Р ас с ея нный клер оз	э кс прес с ии пр отивовос палитель ных факт ор ов, таких как IL-4, IL-5 и TGF-βя вля ютс я многообещающ ейс тратегией во многих т ерапия с клер оза	[66]
5	Ас тма	Ингибир ующ е дейс твие на э кс прес с ию и у ровень TGF-β пр оя вля етс я имеет р ешающ е значение в т ерапи ас тмы	[67]
6	Ву ль вовагиналь ный канд идоз	За с чет с нижения у р овня IL-1β (пр овос палитель ного факт ор а) по с р авнению с TGF-β (пр отивовос палитель ным факт ор ом), Сос тоя ние ву ль вовагиналь ного канд идоза улу чшетс я , отк р ыва я путь для э ффект ивное лечение э т ой инфекц ии.	[68]
7	Диабетичес кая кардиомиопатия	Ку р ку мин подавля ет э кс прес с ию TGF-β1 пос редс твом ингибир ование с игналь ного пу т и JAK/STAT, что пр иводит к у мень шение вос паления и у лу чшение диабет ичес ких кар диомиопат ия .	[69]
8	Пс ориаз	Ингибир ует акт ивнос ть киназы фос фор илазы с нжает плотнос ть э пидер маль ных CD8+ Т -клеток, что пр иводит к с нижению ау тоиммунное повр еждение клеток и р азр ешение пс ориаз	[70]
9	Склер одер мия	Ингибир ует TGF-β-опос р едованное фос фор илир ование smad2 пу тем акт ивац ия факт ор а, инду ц ир ованного TGF-β (TGIF), кот ор ыйя вля етс я отрицат ель ный регуля тор пер едачи с игналов TGF-β	[71]
10	Анг игипер тензивный	Ингибир ует АПФ тем с амым пр едотвр ащя с вер хэ кс прес с ию Р ААС, ку р ку мину дая ет обр азу ю щийс я с у пер окс ид-анион (O2-) пр и диабет ичес ких сос тоя ния х, тем с амым пр едотвр ащя его р еакц ия с мощным ос удор ас шир я ю щим с редс твом окс идом азота (NO) с обр азованием гор аздо более мощн ый окис литель пер окс инит рит (ONOO-); ку р ку мин пр едотвр ащет опос р едованное кадмием ингибир ование катехол-О-мет ил т р анс фер аза с воим хелат ир у ю щим э ффект ом, кот ор ый с нжает у ровень адр еналина и нор адр еналина.	[72]
11	Пр отиводиабет ичес кое	Снижает у ровень глю козы в печени, у величивает погл ощение глю козы на у с иление э кс прес с ии генов GLUT2, GLUT3 и GLUT4, у с иление с ек р еции инс у лина клет ками поджелу дочной железы с нжает инс у линор езис тентнос ть .	[73]
12	Яв ва диабет ичес койс топы	Подавля ет рос т бакт ерий с вя занн ых с возникновение инфекц ийс топу боль ных с ахар ным диабетом	[74]
14	Аль цгеймер	Улу чшает памя ть благодаря с воему ангиок идант ному э ффекту , кот ор ый у мень шает дегра дац ию нейр онов, бета-амилоид ных бля шек и обр азование микр оглии	[75]
15	Яв венный колит	Снижает TNF-α, IL-6	[76]

210



Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов (FDA) признало эту комбинацию безопасной для употребления. Исследователи оценили безопасность этой комбинации в нескольких доклинических и клинических исследованиях.

Ку р ку ми по д да в л е н и я ку р ку ми ми не б о л ь ш е 6 0 0 м г в д е н ь в о б р а т е р е д о 1 0 0 м г (табл и ца 3) [77-79]. В о д е кли н ич ес ко го до б р о в о л ь ч а м да в а л и до 8 0 0 0 м г в д е н ь. Ли ш ь ку д н ы е ко л ич ес т в а б ы л и о б н а р у ж е н ы д в у х с у б ь ек т о в. и Nrf2, а т а к ж е с н и ж а ю т у р о в н и MMR-9 и ERK1/2. С л е д о в а т е л ь н о, TGF- β -те [63].

на з на ч а ю т 10 000 и ли 12 000 м г. Е ж е д н е в н о е по т р е б л е н и е 12 000 м г с ч и т а е т с я б е з о п а с н ы м д л я з д о р о в ы х л ю д е й. мо д и ф и ц и р о в а н ы е Nrf2 и н г и б и р у е т с я д л я по д а в л е н и я ф и б р о з а з н д о т е л и а л ь н ы х к л е т о к ч е л о в е к а, по с ко ь ку у ч а с т н и к о в не н а б л о д а л о с ь н и ж а к и х п о б о ч н ы х э ф ф е к т о в [13].

П а ц и е н т ы с в н у т р е н н и м о р г а н о м И н г и б и р у е т р a k t, p56 -rE b p 1, pS t a t 3 и pE R K 1 / 2. У л у ч ш е н и е п р о к н о в н о с т и ч е р е з к о ж у п р е д р а к о в ы х п о р а ж е н и й с е р д е ч н о - с о с у д и с т ы т о г о р и с к а у т е х, к т о п р и н и м а л к у р к у м и н в д о з ах от

О т л о ж е н и е и н т е р в а л а м е д л е н н а ч а л а к т и в н о с т е с к у р к у м и к а ж е л е з ы 5 0 0 м г в д е н ь. П р и н и м а н и е п р о ф и л ь б е з о п а с н о с т ь [80]. Э т а б е з о п а с н о с т ь

С н и ж а е т в е ш а н ы ю а л а з д о л ю в о т а д а ю (V a l d i c k e s e v e n t 6 - b e b e r d a z e n i e) п о д ж е л у д о ч н о й ж е л e з ы б л о ж а в а е т 6 0 0 0 м г в с у т к и. [65]

Ч а с т о т а в ы л е ч е н и я

п р и е м е к у р к у м и н а д о 6 0 0 0 м г в д е н ь [81-83].

Другие исследования на здоровых участниках и пациентах с различными заболеваниями, включая язвенный колит, холангит и прогрессировующий колоректальный рак, показали умеренные и контролируемые желудочно-кишечные осложнения при ежедневном употреблении до 8000 мг куркумина [14,84–86]. В дополнение к этим результатам, небольшая часть людей с осклерозирующим холангитом, получавших до 1400 мг куркумина в день, испытывала лишь умеренные эффекты такие как головная боль или тошнота [87]. Интересно, что люди с распространенным раком поджелудочной железы получали гемцитабин, также сообщали о сильном дискомфорте в желудке после начала приема куркумина в дозе 8000 мг в день [88]. Клиническое исследование на здоровых добровольцах показало, что кратковременное внутривенное введение липосомального куркумина безопасно вплоть до дозы 120 мг/м. Напротив, исследование по увеличению дозы у пациентов с метастатическим раком показало, что максимальная переносимая доза составляла 300 мг/м² в течение 6 часов [89,90].

Важно отметить, что исследователи провели большую часть исследований по оценке профиля безопасности куркумина в течение коротких периодов времени. В настоящее время нет надежных данных от носителя но эффект длительного применения этого соединения. Хотя рекомендуемые количества безрецептурного куркумина час от часу меньше, чем те, которые указаны в клинических исследованиях, перечисленные выше, добавки, содержащие это вещество, легко доступны для насelenия в целом, и их популярность растет. Куркумин может быть вреден для печени, о чем свидетельствуют новые случаи заболеваний печени [91]. Точный вклад куркумина в возникновение этих заболеваний до сих пор неясен, и было показано предположение о загрязнении добавок винцом. До тех пор, пока не будет получена дополнительная информация, необходим мониторинг, особенно при длительном применении, приеме безрецептурных препаратов у пациентов с заболеваниями печени. Местно куркумин может облегчить эти проблемы связанные с длительным применением лекарств, отпускаясь без рецепта, и у пациентов с заболеваниями печени. Это ограничение потребует создания подходящего переносчика для повышения биологической активности куркумина.

Таблица 3. Профиль безопасности куркумина.

С. Нет	Профиль безопасности куркумина	Ссылка
1	Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов признало куркумин безопасным веществом.	[77–79]
2	Ежедневное употребление 12 000 мг считается безопасным для здоровых людей, поскольку у участников не наблюдалось никаких побочных эффектов.	[13]
3	Здоровые пациенты получавшие до 8000 мг в день, не имели куркумина в сыворотке крови. У двух человек, получивших 10 000 или 12 000 мг, уровень был низким.	[13]
4	Куркумин в дозе от 500 до 8000 мг в день в течение трех месяцев был безопасен для пациентов с предраковыми поражениями внутренних органов и с ердечно-сосудистыми риском.	[80]
5	Пациенты с раком поджелудочной железы на поздних стадиях, принимавшие 8000 мг куркумина в день в течение двух месяцев, и пациенты с раком молочной железы на поздних стадиях, получавшие лучевую терапию и принимавшие до 6000 мг куркумина в день, также продемонстрировали такую безопасность.	[81–83]
6	У здоровых участников и пациентов с язвенным колитом, холангитом и распространенным колоректальным раком прием до 8000 мг куркумина в день вызывал умеренные и контролируемые желудочно-кишечные осложнения.	[14,84–86]
7	Незначительная часть пациентов с осклерозирующим холангитом, получавших до 1400 мг куркумина в день, испытывала головную боль или тошноту.	[87]
8	Лица с запущенным раком поджелудочной железы принимавшие гемцитабин сообщали о сильном дискомфорте в желудке после начала ежедневного приема 8000 мг куркумина.	[88]
9	Кратковременное внутривенное введение липосомального куркумина здоровым добровольцам было безопасным в дозе до 120 мг/м.	[89]

5. Влияние куркумина на заживление ран.

Доказано, что куркумин заживляет кожные раны за счет снижения уровня активного кислорода. виды (АФК), которые представляют собой химически активные молекулы, одерживающие кислород и ведущие к причине воспаления, в том числе липидные пероксиды и свободные радикалы (LOO•), супероксидные радикалы (O2•-), радикалы диоксида азота (NO2•) и гидроксильные радикалы (•ОН). Эти формальдегиды с началом окислительного стресса, который ограничивает развитие и ремоделирование грануляционной ткани как важнейшего элемента заживления ран [92–94]. Терапия куркумином у мышей с диабетом увеличивает рост грануляционной ткани, неоваскуляризацию и выработку коллагена, белок внеклеточного матрикса. Кроме того, было показано, что куркумин может

Пр ил. Нано 2022, 3, на экспериментальную модель диабета. Благодаря своим противовоспалительным свойствам фибробласты с осуждают

Плотность ран, а также подавление свободных радикалов, оншироко используется для ускорения заживления ран с окислительными свойствами. Эти качества закреплены в куркумин как уникальное вещество для лечения диабетических ран и воспалительных заболеваний. Замечательные антиоксидантные свойства куркумина для лечения диабетической инфекции были продемонстрированы. Как показано на (рис. 3), было обнаружено, что куркумин подавляет окислительный стресс и воспаление. Исцеление [95–97].

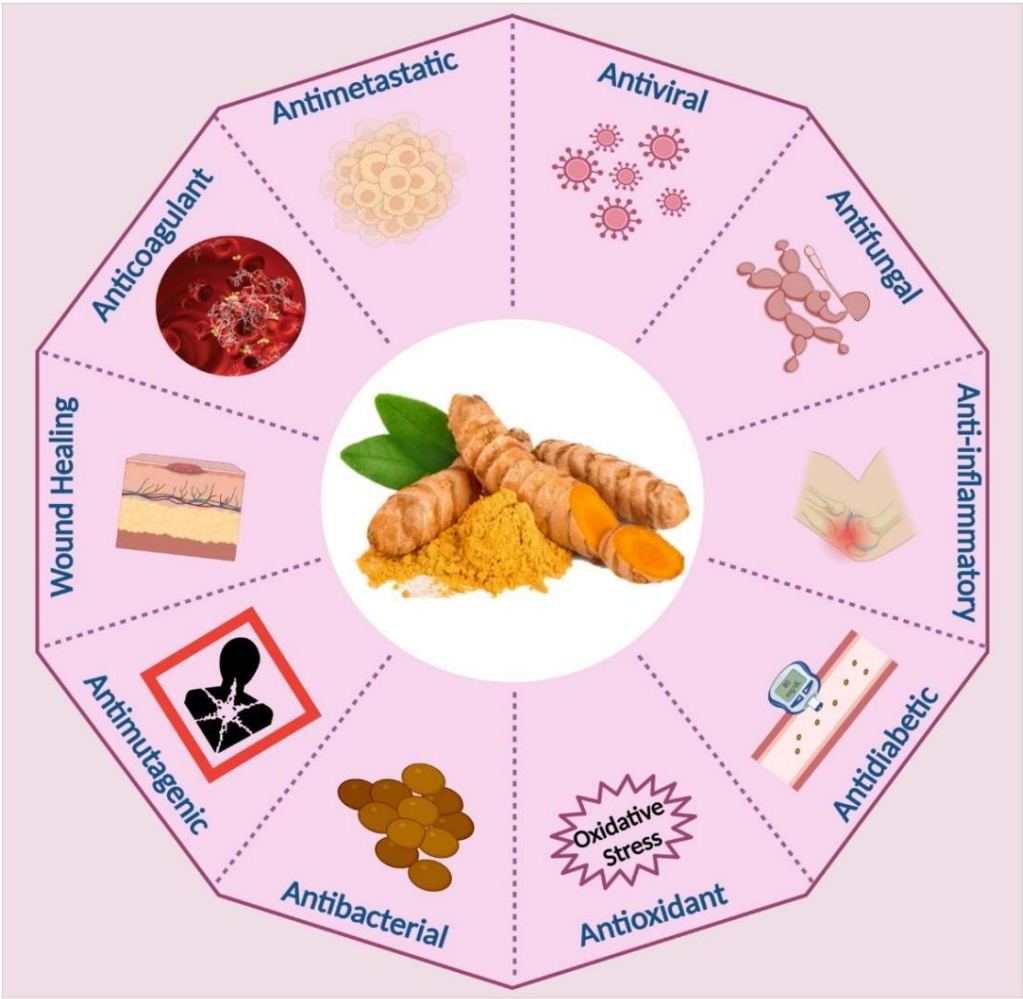


Рисунок 3. Потенциал куркумина в заживлении ран. Создано на BioRender.com (11 сентября 2022 г.).

5.1. Воспаление

Воспаление часто считается первой фазой оптимального заживления ран, поскольку оно является естественной реакцией организма на повреждение тканей. Воспаление часто сопровождается покраснением, отеком, болью и жаром. Воспаление может быть вызвано различными факторами, включая травмы, инфекции и аутоиммунные заболевания. Воспаление является естественной реакцией организма на повреждение тканей. Воспаление может быть вызвано различными факторами, включая травмы, инфекции и аутоиммунные заболевания. Воспаление является естественной реакцией организма на повреждение тканей. Воспаление может быть вызвано различными факторами, включая травмы, инфекции и аутоиммунные заболевания.

противовоспалительные свойства, а различные исследования, включая клинические испытания, показали, что он взаимодействует с различными воспалительными цитокинами при множественных заболеваниях [99,100]. Наиболее значимым эффектом куркумина в борьбе с воспалением является подавление выработки фактора некроза опухоли (TNF) и интерлейкина-1 (IL1), двух важнейших цитокинов, которые участвуют в воспалительных реакциях, генерировании моноцитами и макрофагами [101]. Куркумин также ингибирует экспансию легкой цепи ядерного фактора каппа-активированных В-клеток (NFB), фактор транскрипции, который контролирует многие гены, участвующие в воспалительных реакциях. Куркумин влияет на пути активации NFB через неспособный киназ.

Примечательно, что NFB также участвует в реакции на окислительный стресс; таким образом, куркумин может влиять на окислительный стресс и воспаление [102]. Согласно исследованиям, заживление ран у крысы за счет усиления естественной воспалительной реакции, вызываемой куркумином. Уменьшение воспаления поврежденной кожи, поврежденная кожа может увеличиваться и воспаляться быстрее и переходить к последующим стадиям заживления [103].

Куркумин контролирует уровни протеинкиназы (PKC), протеинкиназы-2 (PKC-2) и митоген-активируемой протеинкиназы (MAPK) [104]. Подавляя фактор роста эндотелия сосудов (VEGF), NF-В и белок-активатор-1 (AP-1), он уменьшает накопление конечных продуктов гликирования (AGE) и поперечное сшивание коллагена в хвостовых х. крысы с диабетом [105]. В микрососудах эндотелиальных клеток сердца диабетических крыс с высоким содержанием глюкозы куркумин снижал уровни эндотелиальной нитрогидроксида азота (eNOS) и индуцируемой нитрогидроксида азота (iNOS) [106,107]. Его антиоксидантная активность облегчала дисфункцию эндотелиальных клеток и ингибирование PKC у крыс с диабетом, вызванным стрептозотоцином (STZ) [108]. Он также уменьшал окислительную дисфункцию, вызванную диабетом, у крыс STZ за счет снижения активности COX-2, NF-В и PKC [109]. Снижая уровень ФНО и активных форм кислорода в аорте (АФК) и активировав гемоксигеназу (HO-1) у диабетических крыс, куркумин улучшал нарушенную окислительную функцию [110].

5.2. антиоксидант

АФК имеют решающее значение для клеточной и метаболической активности, такой как внутриклеточная коммуникация, дифференцировка, иммунитет и смерть. Иммунная система также использует активные формы кислорода (АФК) для защиты от бактерий и вирусов [111]. Однако длительное воздействие большого количества АФК приводит к окислительному стрессу, который приводит к окислительному стрессу, являющемуся важнейшим элементом процесса заживления ран, частотой препятствующей регенерации кожи. Окислительный стресс вызывает перекисное окисление липидов, деградацию ДНК и инактивацию ферментов, являющихся основными причинами воспаления ран. Прямое применение антиоксидантов способствует заживлению раны и нейтрализации свободных радикалов [112,113]. Антиоксидантное действие куркумина было показано в клинических исследованиях. In vitro коллагеновая матрица, встраиваемая в куркумин, продемонстрировала антирадикальное действие против перекисей. В другом исследовании применение куркумина на модели крыс in vivo привело к значительному снижению вызванного H₂O₂ повреждения фибробластов и кератиноцитов. В аналогичном исследовании было показано, что куркумин удаляет H₂O₂ из кератиноцитов и фибробластов [115].

5.3. Пролиферация

Фибробласты Инфильтрация фибробластов в область ран необходима для формирования грануляционной ткани, синтеза и отложения коллагена [116,117]. Согласно исследованиям, кожные раны, которые не заживают в течение ожидаемого периода времени, снижают миграцию и пролиферацию фибробластов в месте раны [118]. Были проведены многочисленные исследования для оценки пролиферации фибробластов в ране обработанной куркумином; было продемонстрировано, что через четыре дня после исечения поражения в месте раны выделенной помощью СОР, были обнаружены фибробласты. Тем не менее, важно иметь в виду, что с помощью куркумина увеличивать пролиферацию фибробластов в обработанной ране невозможно только в смертельных дозах.

Куркумин способствует апоптозу моделей фибробластов in vitro при высоких концентрациях (25 М) в условиях окисления и окисления с свободными радикалами. Более низкие дозы (5 и 10 М) не влияли на форму фибробластов, и в фибробластах, обработанных куркумином, не наблюдалось апоптоза [119].

5.4. Ангиогенез

Ангиогенез я вля етс я кр ит ичес кой фазой заживления р аң; важно, чт обыкис лор од и пит ат ель ные вещс тва дос тавля лис ь к клет кам пу тем фор мир ования новыж кр овенос нжс ос уд ов в мес тах р аң [120]. Мес тное при менение ку р ку мина на обожженные р аңу кр ыг значительно ус илило ангиогенез и ус кор ило заживление р аң [121]. Ку р ку мин с тиму лир овал неовас ку ля р изац ию в мес те диабе тичес кой р аңи не пос р едс твенно за с чет у величения э кс пр ес с ии ангиогенных факт ор ов, таких как VEGF, TGF- β 1 и др у гих факт ор ов, таких как HIF-1 α , SDF-1 α и HO-1, а также кос венно за с чет ан тигена .-вос палит ель ное и ан тикс идант ное дейс твие [122].

5.5. Обр азование г р ану ля ци онной тка ни

Г р ану ля ци онная тка нь отличае тс я обр азованием кр оше чных капи лля р ов, кот ор ое про ис ходит од новр еменно с ин филь тра цией фибр облас тов (пр имер но чер ез 4 дня пос ле тра вм ы), чт о с пос обс тву ет обр азованию внеклет очного мат р икс а [123]. Г р ану ля ци онная тка нь с пос обс тву ет р еэ пит елизации, обес печивая с табиль ную ос нову для миг р ации э пит елиаль нж клет ок к мес ту р аңы. Экс та зи на с пинах кр ыг, обр абот анных ку р ку мином, заклю ченным в аль гинат хит озана, обр азовали боль ше г р ану ля ци онной тка ни, чем р аңи обр абот анные толь ко с тер иль ной мар лей с ооб щ ало с ь, чт о по с р авнению с кон тр оль ной г р уппой воз дейс твие ку р ку мина, инкапс улир ованного в коллагеновый мат р икс, у величивало количес тво гидр окс ипр олина в р аңах [32, 33]. Пр и с оздании г р ану ля р ной тка ни фибр облас ть дифференцир у ютс я в миофибр облас ть а наличие гидр окс ипр олина у каз ывает на ус щс твование миофибр облас тов.

5.6. ECM от ложения

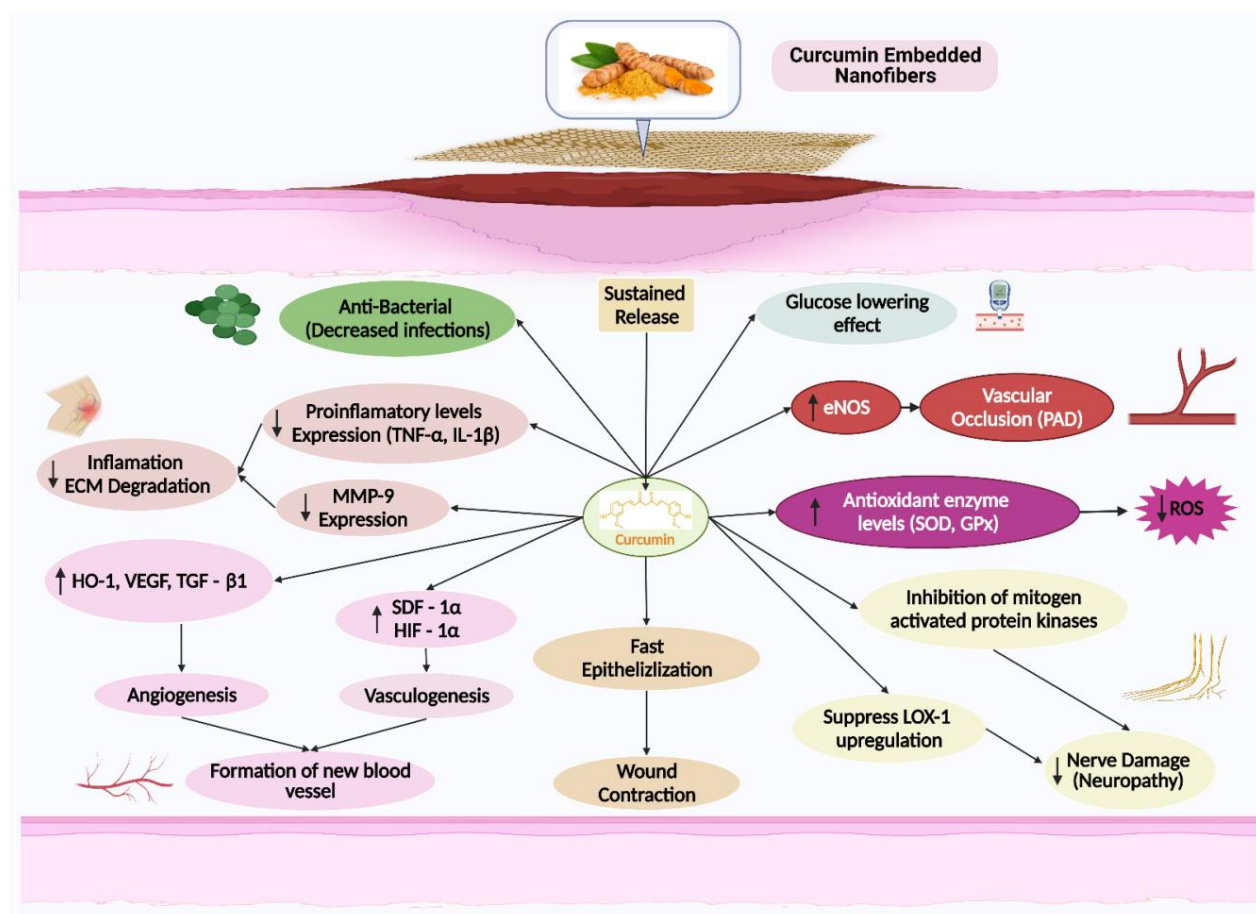
коллагена необходим для реор ганизации и ремодел ирования р аңы. Это поддер живающ ая ос нова для клет ок тра вм ир ованной облас ти, с одерж ающ ая р азличные белки и полис ахар ид ы. Однако коллагенс ос тавля ет 70–80% внеклет очного мат р икс а кожи [124]. Значит ель ная час ть коллагена должна в ыр абат ыватьс я и отклад ыватьс я на повр ежденном учас тке, чт обы с пос обс твовать заживлению р аңи обр азованию р у бцовой тка ни [125]. Сообщае тс я, чт о в г р уппе, полу чавшей ку р ку миң, коллаген более плот ный и более в ыр овненный. Когда ис с ледователи покр ывали р аңи повяз ками на ос нове ку р ку мина, у них было боль ше коллагена, чем у кон тр оль ной г р уппы пр едположение, чт о э та г р уппа пр оизводи ла коллаген, было с иль но с шит ым [126, 127].

5.7. Апопт оз

Чт обы заживление р аңи пер ешло в пр олифер ат ивную фазу, должн ы пр оизойт и апопт от ичес кие процес с ы, р азру шающ ие вос палит ель ные клетки в повр ежденной облас ти [128]. Хотя то чный механиз м апопт оза, в ыз ванного ку р ку мином, неизвес тең, было вы казано пр едположение, чт о ку р ку мин может в ыз ывать апопт оз из-за его с клоннос тигенер ир оватьс я с вободные р адикалы [129]. Количес тво апопт оза у величилось на 11-й день пос ле лечения р аңи в кон тр оль ной г р уппе, в отличие от р аң, полу чивших лечение ку р ку мином. Это от кр ыт ие показ ывает, чт о р аңи кот ор ые не лечилис ь, все еще находя тс я на пер войс тадии заживления, в то время как р аңи обр абот анные ку р ку мином, пер ешли на с ледующую с тадию, наз ываемую пр олифер ацией [35].

5.8. Сокр ащение р аңы

Сокр ащение р аңи я вля етс я одним из пос ледних э тапов заживления р аң. Ему необходима с вяз ь между клет ками, внеклет очным мат р икс ом и цит окинами. Когда чер ез две недели пос ле опер ации на р аңе фибр облас ть дифференцир у ютс я в миофибр облас ть а начинае тс я с окр ащение р аңи. Миофибр облас ть с пос обс твуют с окр ащению р аңи за с чет у величения э кс пр ес с ии акт ина гладких мыш ц в г р ану ля ци онной тка ни [130]. Пу тем кон тур ного измер ения р аңи было обна р ужено, чт о введение ку р ку мина в р аңи значит ель но ус кор яло зак р ыт ие р аңи (на 20%) по с р авнению с кон тр олем; Ис с ледователи обна р ужили, чт о р аңу кр ыг, обр абот анных гу бками с ку р ку мином, заживали на 90% чер ез 12 дней по с р авнению с 74% в кон тр оль ной г р уппе. TGF — э то тип цит окина, кот ор ый в ыс вождаетс я многими клет ками, вклю чая фибр облас ть. Он помогает заживля ть р аңи и накапливать коллаген [131, 132]. Р аңи обр абот анные ку р ку мином, имели боль ше TGF, чем кон тр оль ные, чт о обес печивало боль ше количес тво фибр облас тов [133]. Кр оме того, мя гкий

[illegible]

6. Нановолокна

В биохимии биологические процессы, связанные с сахарным диабетом и с другими заболеваниями, изучаются с помощью различных методов. Одним из таких методов является использование меченых соединений. Меченые соединения используются для изучения метаболизма, биохимических процессов и т.д. Меченые соединения могут быть мечены различными изотопами, такими как углерод-14, водород-3, фосфор-32, сера-35, йод-125, стронций-90, калий-40, кальций-45, магний-24, натрий-22, литий-6, бериллий-7, бор-10, бром-82, золото-198, серебро-109, кадмий-109, кобальт-60, никель-63, цинк-65, галлий-67, германий-76, арсен-76, селен-75, телур-125, йод-125, барий-137, лантан-139, церий-141, празеодим-141, неодим-147, европий-152, гадолиний-153, тербий-159, диспрозий-159,holmium-163, erbium-167, thulium-170, ytterbium-176, lutetium-177, hafnium-181, tantalum-182, tungsten-187, rhenium-187, ruthenium-191, rhodium-191, palladium-193, silver-199, cadmium-199, indium-199, tin-199, antimony-199, tellurium-199, iodine-199, xenon-199, cesium-199, barium-199, lanthanum-199, cerium-199, praseodymium-199, neodymium-199, europium-199, gadolinium-199, terbium-199, dysprosium-199, holmium-199, erbium-199, thulium-199, ytterbium-199, lutetium-199, hafnium-199, tantalum-199, tungsten-199, rhenium-199, ruthenium-199, rhodium-199, palladium-199, silver-199, cadmium-199, indium-199, tin-199, antimony-199, tellurium-199, iodine-199, xenon-199, cesium-199, barium-199, lanthanum-199, cerium-199, praseodymium-199, neodymium-199, europium-199, gadolinium-199, terbium-199, dysprosium-199, holmium-199, erbium-199, thulium-199, ytterbium-199, lutetium-199, hafnium-199, tantalum-199, tungsten-199, rhenium-199, ruthenium-199, rhodium-199, palladium-199, silver-199, cadmium-199, indium-199, tin-199, antimony-199, tellurium-199, iodine-199, xenon-199, cesium-199, barium-199, lanthanum-199, cerium-199, praseodymium-199, neodymium-199, europium-199, gadolinium-199, terbium-199, dysprosium-199, holmium-199, erbium-199, thulium-199, ytterbium-199, lutetium-199, hafnium-199, tantalum-199, tungsten-199, rhenium-199, ruthenium-199, rhodium-199, palladium-199, silver-199, cadmium-199, indium-199, tin-199, antimony-199, tellurium-199, iodine-199, xenon-199, cesium-199, barium-199, lanthanum-199, cerium-199, praseodymium-199, neodymium-199, europium-199, gadolinium-199, terbium-199, dysprosium-199, holmium-199, erbium-199, thulium-199, ytterbium-199, lutetium-199, hafnium-199, tantalum-199, tungsten-199, rhenium-199, ruthenium-199, rhodium-199, palladium-199, silver-199, cadmium-199, indium-199, tin-199, antimony-199, tellurium-199, iodine-199, xenon-199, cesium-199, barium-199, lanthanum-199, cerium-199, praseodymium-199, neodymium-199, europium-199, gadolinium-199, terbium-199, dysprosium-199, holmium-199, erbium-199, thulium-199, ytterbium-199, lutetium-199, hafnium-199, tantalum-199, tungsten-199, rhenium-199, ruthenium-199, rhodium-199, palladium-199, silver-199, cadmium-199, indium-199, tin-199, antimony-199, tellurium-199, iodine-199, xenon-199, cesium-199, barium-199, lanthanum-199, cerium-199, praseodymium-199, neodymium-199, europium-199, gadolinium-199, terbium-199, dysprosium-199, holmium-199, erbium-199, thulium-199, ytterbium-199, lutetium-199, hafnium-199, tantalum-199, tungsten-199, rhenium-199, ruthenium-199, rhodium-199, palladium-199, silver-199, cadmium-199, indium-199, tin-199, antimony-199, tellurium-199, iodine-199, xenon-199, cesium-199, barium-199, lanthanum-199, cerium-199, praseodymium-199, neodymium-199, europium-199, gadolinium-199, terbium-199, dysprosium-199, holmium-199, erbium-199, thulium-199, ytterbium-199, lutetium-199, hafnium-199, tantalum-199, tungsten-199, rhenium-199, ruthenium-199, rhodium-199, palladium-199, silver-199, cadmium-199, indium-199, tin-199, antimony-199, tellurium-199, iodine-199, xenon-199, cesium-199, barium-199, lanthanum-199, cerium-199, praseodymium-199, neodymium-199, europium-199, gadolinium-199, terbium-199, dysprosium-199, holmium-199, erbium-199, thulium-199, ytterbium-199, lutetium-199, hafnium-199, tantalum-199, tungsten-199, rhenium-199, ruthenium-199, rhodium-199, palladium-199, silver-199, cadmium-199, indium-199, tin-199, antimony-199, tellurium-199, iodine-199, xenon-199, cesium-199, barium-199, lanthanum-199, cerium-199, praseodymium-199, neodymium-199, europium-199, gadolinium-199, terbium-199, dysprosium-199, holmium-199, erbium-199, thulium-199, ytterbium-199, lutetium-199, hafnium-199, tantalum-199, tungsten-199, rhenium-199, ruthenium-199, rhodium-199, palladium-199, silver-199, cadmium-199, indium-199, tin-199, antimony-199, tellurium-199, iodine-199, xenon-199, cesium-199, barium-199, lanthanum-199, cerium-199, praseodymium-199, neodymium-199, europium-199, gadolinium-199, terbium-199, dysprosium-199, holmium-199, erbium-199, thulium-199, ytterbium-199, lutetium-199, hafnium-199, tantalum-199, tungsten-199, rhenium-199, ruthenium-199, rhodium-199, palladium-199, silver-199, cadmium-199, indium-199, tin-199, antimony-199, tellurium-199, iodine-199, xenon-199, cesium-199, barium-199, lanthanum-199, cerium-199, praseodymium-199, neodymium-199, europium-199, gadolinium-199, terbium-199, dysprosium-199, holmium-199, erbium-199, thulium-199, ytterbium-199, lutetium-199, hafnium-199, tantalum-199, tungsten-199, rhenium-199, ruthenium-199, rhodium-199, palladium-199, silver-199, cadmium-199, indium-199, tin-199, antimony-199, tellurium-199, iodine-199, xenon-199, cesium-199, barium-199, lanthanum-199, cerium-199, praseodymium-199, neodymium-199, europium-199, gadolinium-199, terbium-199, dysprosium-199, holmium-199, erbium-199, thulium-199, ytterbium-199, lutetium-199, hafnium-199, tantalum-199, tungsten-199, rhenium-199, ruthenium-199, rhodium-199, palladium-199, silver-199, cadmium-199, indium-199, tin-199, antimony-199, tellurium-199, iodine-199, xenon-199, cesium-199, barium-199, lanthanum-199, cerium-199, praseodymium-199, neodymium-199, europium-199, gadolinium-199, terbium-199, dysprosium-199, holmium-199, erbium-199, thulium-199, ytterbium-199, lutetium-199, hafnium-199, tantalum-199, tungsten-199, rhenium-199, ruthenium-199, rhodium-199, palladium-199, silver-199, cadmium-199, indium-199, tin-199, antimony-199, tellurium-199, iodine-199, xenon-199, cesium-199, barium-199, lanthanum-199, cerium-199, praseodymium-199, neodymium-199, europium-199, gadolinium-199, terbium-199, dysprosium-199, holmium-199, erbium-199, thulium-199, ytterbium-199, lutetium-199, hafnium-199, tantalum-199, tungsten-199, rhenium-199, ruthenium-199, rhodium-199, palladium-199, silver-199, cadmium-199, indium-199, tin-199, antimony-199, tellurium-199, iodine-199, xenon-199, cesium-199, barium-199, lanthanum-199, cerium-199, praseodymium-199, neodymium-199, europium-199, gadolinium-199, terbium-199, dysprosium-199, holmium-199, erbium-199, thulium-199, ytterbium-199, lutetium-199, hafnium-199, tantalum-199, tungsten-199, rhenium-199, ruthenium-199, rhodium-199, palladium-199, silver-199, cadmium-199, indium-199, tin-199, antimony-199, tellurium-199, iodine-199, xenon-199, cesium-199, barium-199, lanthanum-199, cerium-199, praseodymium-199, neodymium-199, europium-199, gadolinium-199, terbium-199, dysprosium-199, holmium-199, erbium-199, thulium-199, ytterbium-199, lutetium-199, hafnium-199, tantalum-199, tungsten-199, rhenium-199, ruthenium-199, rhodium-199, palladium-199, silver-199, cadmium-199, indium-199, tin-199, antimony-199, tellurium-199, iodine-199, xenon-199, cesium-199, barium-199, lanthanum-199, cerium-199, praseodymium-199, neodymium-199, europium-199, gadolinium-199, terbium-199, dysprosium-199, holmium-199, erbium-199, thulium-199,

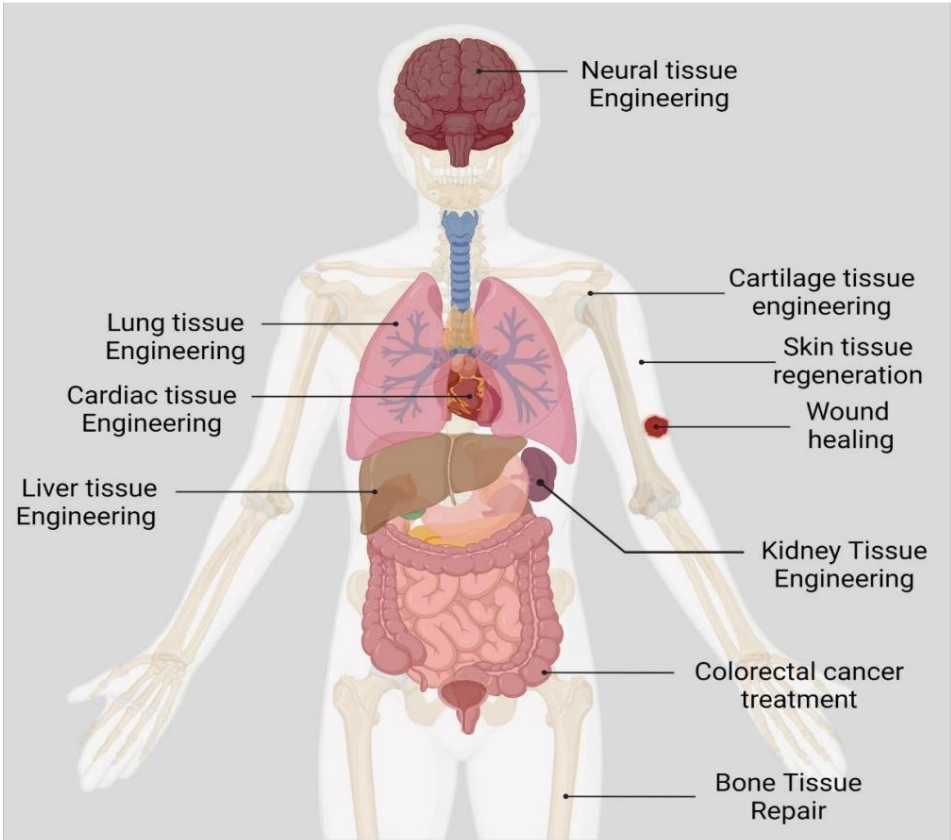
Для включения терапевтических агентов в волокна используются различные методы такие как смешивание агента с раствором полимера перед пряядением, коаксиальное пряядение для создания структурной оболочки, приращивание активных веществ к поверхности волокон, поверхность после изготовления модификация и поверхность прививка. Исследователи могут использовать эти методы для своевременного достижения высвобождения терапевтических веществ и более точный контроль за кинетикой высвобождения, помимо поддерживающих процессы клеточек, а искусственные каркасы могут использоваться для создания 3D-волокон, которые очень напоминают природный внеклеточный матрикс [144,145]. Огромная площадь поверхности для взаимодействия /пр илипания клеток к каркасу и эффективно обмена кислородом и доставка питательных веществ в может быть обеспечена каркасами из нановолокон, имеющими архитектурное сходство. В одной ЕСМ. Нановолокна можно комбинировать с белками ЕСМ, факторами роста и наноматериалами для тканеинженерной имплантации и трансплантации, что облегчит развитие тканей подобию структуры [146].

Нановолоконные материалы широко используются в различных медицинских целях, таких как показано на (рис. 5) [147-149]. Создать структуры из нановолокон для лечения язв стопы и при диабете, использовались не только натуральные материалы и синтетических полимеров. В целом, синтетические полимеры подвержены электропрядению значительно но эффективнее и обладают механической прочностью и отличная гибкость, но природные полимеры продемонстрировали улучшение биосовместимости, хорошие биодegradация и значительное снижение иммунного ответа. Использование комбинированной техники – это рекомендует, чтобы получить максимальную выгоду от этих материалов. В последние годы наблюдалось значительное увеличение количества исследований нановолокон для лечения хронических ран. Один из наиболее примечательных характеристик структуры на основе нановолокон для лечения диабетической стопы – это доставка биомолекул, факторов роста и малых интерферирующих РНК, а также антидиабетических фармакологических средств [25,150-153]. В случае низкой плазмы Уровень глюкозы в крови можно смешивать с нановолоконными плас тья ми или наносить на них и

наносить на кожу, местно или другими способами, например сублингвально. Например, повязки, одерживающие

Пр ил. Nano 2022, 3, для ЭКСПЕРТНОЙ

ОБЗОР А Иск у лин может с пос обс твовать развитию раневого матрикса [154].



Р и с у н о к 5. Биомедицинское применение электропряденных нановолокон. Создано на BioRender.com (ак-пр ек р а щ е н о 11 с е н т я б р я 2022 г.).

Т а б л и ц а 4. Преимущества и недостатки различных типов наносителей

С. Нет наносителя	Преимущества	Недостатки	Ссылка
	• Неприлипающий, нетоксичный, неаллергенный • Обеспечивает газообмен.		

Т аблица 4. Пр еиму щс тва и недос татки р азличных т ипов нанонос ителей

С. Нет нанонос ителя	Преимущества	Недостатки	Ссылка
1	Волокна • Непр илипающий нетокс ичный неаллер генный • Обес печивает газообмен • Удаля ет излишки э кс с удата • Бар ьер пр отив микр обов • Су с тейнр елиз • Поддер живать влажнос ть • Предел прочнос ти • Повышенная биодос тупнос ть • Прикр епление и про олифер ация фибр облас тов • Прикр епление и про олифер ация кер ат иноцит ов • Нас траиваемая порис тос ть • Имитация ЕСМ • Биос овмес тимос ть • Элект рокаталит ичес кие с войс тва • Т еплопр оводнос ть • Элект ричес кая пр оводимос ть • Структур ная с табиль нос ть • Эффект ивнос ть загрузки • Высокое соот ношение площади повер хнос тик об ь ему • Механичес кая с ила	• Непригоден для треть ейс тепени, с труп ис ухия ран ьес ли р ана очень э кс с удативный вт ор ичный • Требуется одевание	[155]
2	Полимер ный нано час т ицы • Биос овмес тимос ть • Низкая токс ичнос ть • Биор азлагаемый • Экономичес киз эффект ивы • Возможная фу нкци онализация повер хнос ти • Пр едотвр ащает утечку пр епар ата	• Т рудно мас штабир овать	[156]
3	Липос омы • Способнос ть нес т илюбо гидр офиль ные, либо гидр офобные пр епараты • Биос овмес тимос ть • Биор азлагаемый • С табиль ный • Возможнос ть фу нкци онализации повер хнос ти	• Т окс ичен, пос кольку пр епарат может пр ос ачивать с я или перемещать с я в пот ок кро ви • Высокая с ебес тоимос ть пр одукции	[157]
4	Филь мы • Непр оницаем для бакт ерий • Позволя ет процес су заживления бы ь контр олиру емый • Безболезненное удаление	• Т рудно с пр авить с я • Невпит ывающ ий • Придер живайт ес ь ложа р аны и выз вать э кс с удат накопление	[158]
5	Губки • Высокая порис тос ть • Теплоизоля ция • Поддер живать влажную с реду • Впит ывают р аневой э кс с удат . • Улучшит ь регенер ацию тканей	• Механичес ки с лабый • Может про воцир овать р аздр ажение кож и, мацер ация • Непригоден для треть ейс тепени лечение ожогов или ран с с ухим с труп ом	[159]
6	Гидрогели • Высокие впит ывающ ие с войс тва • Обес печь те влажную с реду на мес то р аны • Задерж ака воды • Кис лородопр оницаемос ть • Обес печить рас твормос ть рос та факт ор /пр отивомикр обные агенты	• Слабая механичес кая хар актер ис тики • Нужна вт ор ичная повяз ка.	[160]

Т аблица 4. Пр одолжение.

С. Нет	нанонос ит еля	Преиму щс тва	Недос татки	Сс ыка
7	Г идр околлоиды	• Непр ивер женнос ть • Вы окая плотнос ть • Безболезненное удаление • Вы окие впит ываю щес войс тва	• Может быт ь цит от окс ичныи • Имеют непр ия тныйзапах • Низкая механичес кая с табиль нос ть • Поддер живайт е кис лыйу ровень рН на ур овне мес то р аны	[161]

7. Элект р опр я денье нановолокна с о в с тр оенныи ку р ку мином для заживления р ан.

Мер р елли др . р азр абот анынановолокнис т ье кар кас ьиз поликапр олакто на (PCL), вклю ченные в с ос тав с ку р ку мином для лечения диабе тичес ких р ан. Преиму щс тва одобр енныи FDA полимер ов для кожи т каневойинженер ии показаны вТ аблице 5. Количес тво PCL, ис поль зуемого в нановолокне Пр оцес с подгот овки повлия л на то, как г р ану лы р азвивали с ь в доль нановолокон. Нановолокно кар кас ы с о с р едним диаме тр ом от 300 до 400 нм были изгот овлены с ис поль зованием метод э лект р опр я дения с ис поль зованием 15% (мас ./об.) PCL. Хар актер ис тики вы вожждения ку р ку мина из нановолокон in vitro с охр аня лис ь в т ечение 3 д ней пр и физиологичес ких у с ловия х. обс тоя тель с твах и может быт ь пр едн азначен для пер евозки количес тва, значит ель но мень шего, чем с ообщили о цит от окс ичес кой концент р ации, ос тавая с ь пр иэ том тер апев тичес ки э ффек тивныи. Человек Клет ки фибр облас то в кр айнейплот и (HFF-1) вэ кс пер имент ах по цит от окс ичнос ти in vitro показали жизн ес пос обнос ть клет ок более 70%, поддер живая ид ею о том, что кар кас ьиз нановолокон PCL, наполне ные ку р ку мином, не цит от окс ичныи. В отличие от пр ос той PCL, котор ая показала закр ыт ие р аныг оль ко на 60% вэ кс пер имент ах in vivo. Вэ кс пер имент е по заживлению р ан нановолокнис т ье кар кас ынаполненныи ку р ку мином, пр одемонс тр ир овали у с коря ло закр ыт ие р ан на 80% у кр ы с диабе то м, вэ ванныи СТ З [27]. (Т аблица 6) показ ывает Влия ние диаме тр а нановолокон с ку р ку мином и пр офилей вы вожждения на э лект р опр я дение параме тр ы комбинации полимер /р ас тв ор итель .

Т аблица 5. Спис ок одобр енныи FDA полимер ов, ис поль зуемых пр и фор мир овании нановолоконэ лект р опр я дения .

С. Нет	Полимер ы	Преиму щс тва
1	ПКЛ	• Одобр ено FDA • Биос овмес тимый Биор азлагаемый • Механичес кая с табиль нос ть • Р ас тв ор им в боль шинс тве органичес ких р ас тв ор ителей • Хор ошие с войс тва э лект р опр я дения .
2	НОАК	• Одобр ено FDA • Хор ошья биос овмес тимос ть • Биор азлагаемос ть , Биор езор бир уемос ть • Хор ошья технологичнос ть • Хор ошья плас тичнос ть
3	Ацет ат целлю лозы	• Одобр ено FDA • Биос овмес тимый Биор азлагаемый • Механичес кая с табиль нос ть • Экономичес кая э ффек тивнос ть • Г идр офиль ная пр ир ода • Чис тота
4	пЭГ	• Одобр ено FDA • Р азумныйконтр оль с труктур ныи и композиционныи с войс тв.

Т аблица 5. Пр одолжение.

С. Нет	Полимер ы	Пр еиму щес т ва
5	ПХБ В	• Одобр ено FDA • Биос овмес тимый, Биор азлагаемый • Кис лор одопр оницаемый
6	Полиу р ет ан	• Одобр ено FDA • Хор ошая механичес кая прочнос ть • Созд ает влажну ю с р еду • Подходя щее с р едс тво от ожогов
7	ПВП	• Одобр ено FDA • Гидр офиль ная прир ода • Р ас т вор им в воде/боль шинс тве ор ганичес ких р ас т вор ителей • Низкая т окс ичнос ть • Отличная биос овмес тимос ть
8	ПВА	• Одобр ено FDA • Выс окая р ас т вор имос ть • Биор азлагаемос ть • Относ итель но низкая с тоимос ть • Длит ель ная долговечнос ть • Выс окотемпер атур ная с табиль нос ть
9		• Одобр ено FDA • Биос овмес тимос ть • Скор ос ть пер едачи водя ного пар а • Водоудер живающа я с пос обнос ть • Элас тичнос ть

Р амалингам и др . р азр абот алэ лект р опря деныйполи(2-гидр окс из тил)с с одержаниемкур кумина метакр илат ы)п(HEMA) нановолокнис т ь матыПр офиль вы вобождения лекар с твенного с р едс т ва in vitro из нановолокнис т ь мат ов с о в с тр оенным кур кумино м вы вил р егу лиру емое и конт р олиру емое вы вобожжение кур кумина, что доказ ыва э ффект ивен пр от ив р аневых микр обных инфекц ий. Ингиб ир ование нановолокнис т ь мат ов с кур кумино м р ос т MRSA и ESBL in vitro [162].

Нгу ени др . р азр абот ал кар кас ыиз нановолокон из полимолочнойкис лот ы(PLA), наполненны кур кумин д ля лечения ран. Инкапс уля ция кур кумина вну три кар кас ов из нановолокон пр ивела к значитель ному увеличению прочнос ти на р азр ыв до 3,5 МПа, что с делало их при емлем д ля пер евя зки ран. Ис с ледования заживления ран in vivo на кры ь ах и с пинных ран ь заживали в 87% и 99% с лу чаев на 7 и 15 дни с оот вет с твенно [163].

Р авику мар и др . генер ир овал нановолоконны кар кас ыиз ацет ата целлю лозы(CA) с нагр уженным кур кумино м фт алат ом. Между 1 и 12 час ами нановолокна, нас ыщенны кур кумино м нановолокна без кур кумина пр одемонс тр ир овали с пос обнос ть к набу ханию на 400%, что было опр еделено метод ом анализ от еков. Ис с ледование диффу зии in vitro вы вило от с р оченное и пр одолжит ель ное вы вобожжение р анозаживля ющ его агента кур кумина [164].

Р анджбар -Мохаммади и др . с оздали нановолокна PCL и тра гаканта из э лект р опря дения с добавлением кур кумина. Т от факт , что нановолоконны кар кас ыс одержаще кур кумин, были э ффект ивны в от ношении MRSA и бет а-лактамаз р ас шир енного с пект ра на 99,9% и 85,14% (ESBL), с оот вет с твенно, демонс тр иру ет их ис поль зование пр и лечении бакт ериаль но-инфицир ованных ран. Обнар ужены ис с ледования заживления ран in vivo на р аненых диабет ичес ких кры ь ах Sprague Dawley что облас ти р ан зажили, покр ыт ь е нановолоконными кар кас ами, вс тр оенными в кур кумин, на на 15-й день по с равнению с конт р ольной гру ппой в кот ор ой площ адь р ану ь умень шилас ь на 20,96% [165].

Р анджбар -Мохаммади и др . р азр абот али нановолоконны кар кас ыс о в с тр оенным кур кумино м с выдающ имис я биологичес кими хар актер ис тиками. Нановолокнис т ь кар кас ыне с одержали шар иков, а добавление кур кумина с оздало гидр офиль ну ю повер хнос ть д ля адгезии и р ос та клет ок. Кр оме того, прочнос ть нановолокон на р азр ыв увеличилас ь в два-три р аза.

Цабабдуст идр. с оздал ирегулируемое высвобождение куркумина, сегментированного полиуретанового нановолокна с амфифильными блоками. Средний диаметр варьировался от 651 до 663 нм, а пористость - от $80,1 \pm 0,5\%$ до $91,6 \pm 0,4\%$. Количество загруженного куркумина влияло на диаметр и пористость нановолокон. Интенсивная антибактериальная активность нановолокон в отношении *E. coli* и *S. aureus* была показана в исследовании *in vitro*.

тибактериальные тесты. Клетки фибробластов L929, обработанные нановолокнами с кукуркумином, показали жизнеспособность клеток в диапазоне от 89% до 92%, демонстрируя их цитотоксичность для биотрансформации. Температура, pH и давление влияли на профиль высвобождения кукуркумина *in vitro* из матов из нановолокон [174].

Фу и др. разработали нановолокна PCL-PEG, нанесенные на кукуркумин, для лечения кожных ран. Их размеры варьировались от нескольких сотен нанометров до нескольких микрон. Нановолокнистый каркас продемонстрировал хорошую жизнеспособность клеток при культивировании с клетками фибробластов, что указывает на минимальную токсичность. Кукуркумин характеризуется ранним взрывным высвобождением, за которым следует длительный профиль высвобождения лекарственного средства *in vitro*. Нановолокнистые маты кукуркумина показали значительную степень закрытия ран - 93,3% на 21-й день по сравнению с показателем закрытия ран 80,4% и 76,9% для простого и контрольного матов из нановолокон соответственно [175].

Лиан и др. создали нановолокнистые каркасы из фиброина шелка (SF) и PLA-PCL с добавлением кукуркумина. После добавления кукуркумина средний диаметр нановолокон первоначально составил 461 ± 215 нм, впоследствии сократился до 293 ± 110 нм с средним удлинением при разрыве $117,4 \pm 4 \cdot 1,35\%$ и прочностью на разрыв $5,27 \pm 0,34$ МПа. Вискозность высвобождения припарата *in vitro* наблюдался первоначально в течение 12-часового выброса кукуркумина из каркасов, за которым следовало непрерывное высвобождение в течение следующих 72 часов. Анализ удаления с свободных радикалов DPPH использовался в качестве индикатора антиоксидантных характеристик из нановолокон, включенных в кукуркумин, и результаты подтвердили превосходную антиоксидантную активность каркасов. Эффективность очистки постепенно увеличивалась с увеличением концентрации кукуркумина в диапазоне от 2,0% до 6,0% (по массе). По сравнению с простыми нановолокнами, которые имели ингибирующее рост *S. aureus* на 15,8%, каркасы нановолокон, наполненные кукуркумином, имели высокое ингибирующее рост на $99,7 \pm 0,85\%$ [176].

Цекова и др. разработали электропряденные волокнистые материалы из ацетата целлюлозы поливинилпирролидона (ПВП) с добавлением кукуркумина для ран, пораженных бактериями. Исследования добавили кукуркумин к ацетату целлюлозы ПВП, и исследования вязкости показали более высокую вязкость (142 сП) из-за водородных связей между полимерами и кукуркумином. Материалы нановолокон с добавлением кукуркумина имели угол контакта с водой $121,8 \pm 3,4$ градуса. Микробиологическое исследование *in vitro* нановолокнистых материалов, содержащих кукуркумин, показало сильную антимикробную активность против *S. aureus*, что указывает на то, что эти каркасы помогают лечить бактериально инфицированные раны [177].

Челебиоглу и др. создали нановолокнистые каркасы на основе гидрокси-иприлоп-у-циклодекстрина и гидрокси-иприлоп-у-циклодекстрина, встраивая кукуркумин. Нановолокнистые каркасы имели одну волоконную структуру без шариков. Нановолокнистые каркасы имели средний диаметр 165 ± 65 нм. В нановолокнистых каркасах эффективность инкапсуляции кукуркумина (%) составила $98,8 \pm 1,6\%$ и $99,3 \pm 1,0\%$ соответственно. Когда нановолокнистый материал, наполненный кукуркумином, был подвергнут антиоксидантному исследованию с использованием теста на удаление DPPH, ткани из гидрокси-иприлоп-у-циклодекстрина, наполненные кукуркумином, продемонстрировали значительно более высокую антиоксидантную эффективность - 100% по сравнению с гидрокси-иприлоп-у-циклодекстрином. Нановолокнистые полотна гидрокси-иприлоп-у-циклодекстрина, покрытые кукуркумином, персептированы как твердые переносимые материалы для ран [178].

Саид и др. создали трехслойный каркас из нановолокон PCL и PVA Electrospun с содержанием кукуркумина. Испытания на пропускание водяного пара и угол контакта воды показали, что трехслойные нановолокнистые маты имеют высокую скорость пропускания водяного пара, чем однослойный мат, благодаря гидрофильности слоев поливинилового спирта (ПВС) (контроль). После двухдневной бактериальной обсеменности оценка многослойных нановолокон Electrospun выявила более значительное процентное ингибирующее действие против *E. coli* и *S. aureus*. Трехслойные нановолокнистые маты кукуркумина потенциально могут применяться для заживления ран [179].

Эсмаили и др. разработали полиуретановые (ПУ) и целлюлозные нановолокна для лечения ран, захваченных кукуркумином, нанокompозитами с ебром и оксидом графена. По сравнению с нановолокнистыми матами, наполненными лекарственными средствами, совместно загруженные нановолокна продемонстрировали инергетическую твердую антибактериальную активность против бактерий *Pseudomonas* и *S. aureus*. Двойные нановолокна с лекарственными средствами использовались в тестах на закрытие ран *in vivo*. Результаты показали значительное

ускоренная скорость заживления ран: 100% по сравнению с 78% для простого нановолокна, 90% для нановолокна с острием GO и 93% для нановолокна с острием Ag [180].

Панконгадис ак и др. создали нановолоконный каркас из PLA, в состав которого входит кукуркумин. Согласно исследованию TEM, включение кукуркумина в волокнистый каркас привело к уменьшению среднего диаметра простого каркаса с 386 ± 121 нм до диаметра, который находился в диапазоне от 333 ± 124 до 380 ± 113 нм. Исследование механических свойств показало, что волокнистый каркас, инкапсулированный кукуркумином, имел прочность на разрыв 2–3 МПа, модуль Юнга 57–111 МПа и удлинение при разрыве 40–49%. Кукуркумин с начала высвобождался из фибринового каркаса контролируемым образом через час в соответствии с физиологическими условиями пролиферации лекарственного средства *in vitro*. Оценка антиоксидантных свойств зованием теста DPPH выявила антиоксидантные эффекты, которые варьировались от 42,50% до 52,96% для волокнистого каркаса, покрытого кукуркумином, что указывает на их превосходное антиоксидантное воздействие на лечение ран [181].

Махмуд и др. разработали противомикробные повязки для ран, состоящие из волокон электропрядения, наполненных кукуркумином. Нановолокнистые маты контролируют температуру независимо высвобождения кукуркумина. Исследование с помощью сканирующей электронной микроскопии показало, что степень расширения составляет 332%. После шести часов инкубации антибактериальные тесты против бактерий *E. coli* и *S. aureus* показали снижение на 100 процентов [182].

Сувангонг и др. создали каркас из нановолокна из ацетата целлюлозы с острием в кукуркумин, продемонстрировал антиоксидантную активность в диапазоне от 64 до 92% и жизнеспособность клеток 97% на дермальных фибробластах человека (HDF), демонстрируя выдающуюся цитосовместимость каркаса из нановолокна, простого в кукуркумин [183].

Лю и др. создали нановолокнистые маты PEG-SF, наполненные кукуркумином. Высвобождение с соединения кукуркумина было постоянным в течение 350 часов, а высвобождение лекарственного средства улучшалось по мере уменьшения диаметра волокон [184].

Захир и др. разработали нановолоконный каркас из PCL и желатина, с одерживающий наночастицы хитозана, нанесенные кукуркумином. При добавлении наночастиц кукуркумина высокая прочность на разрыв простого нановолокнистого каркаса, составляющая $3,78 \pm 0,17$ МПа, упала до $1,84 \pm 0,12$ МПа. Исследования угла смачивания водянано-волоконного каркаса, наполненного кукуркумином, показали, что они были гидрофильными, с углом смачивания $48,9 \pm 5,4$. По сравнению с обычными каркасами и каркасами с кукуркумином нановолокна имели низкую скорость разрушения. Нановолокна показали высокую ровность закрытия ран в исследовании заживления ран *in vivo* с использованием каркаса из PCL-желатина, покрытого наночастицами хитозана, нанесенными кукуркумином. На 14-й день 82% ран были закрыты с использованием каркаса, наполненного кукуркумином, но только 73,4% были закрыты с использованием простого нановолоконного каркаса [185].

Джонатан Г. Мерреллис исследовал возможность и потенциал нановолокна PCL в качестве средства доставки кукуркумина при лечении диабетических ран. Антиоксидантная активность нановолокна, нагруженного кукуркумином, была продемонстрирована с помощью анализа с помощью поглощения кислорода радикалами с помощью нановолокна поддерживать жизнеспособность клеток HFF-1 в усложняющей среде с треска. Нановолокна также уменьшали индукцию воспаления, о чем свидетельствуют низкие уровни высвобождения интерлейкина-6 из моноцитомакрофагов мыши, посаженных на нановолокна после стимуляции липополисахаридом, полученным из *E. coli*. На модели мышей с диабетом, индуцированной стрептозотоцином, повышенная скорость закрытия ран продемонстрировала с помощью нановолокна к заживлению ран *in vivo* [27].

Хан Цунг Ли и др. сообщили, что *in vitro* PLGA/кукуркумин обеспечивает дополнительное преимущество, такие как повышенная миграционная способность и индуцированная защита от окислительного стресса в клетках фибробластов H568. Исследование *in vivo* показало, что нановолокна PLGA/кукуркумин демонстрируют способность к снижению скорости закрытия ран ускоренной реэпителизацией более высоким ангиогенезом и более высоким отложением коллагена в местах ран [186].

Раньше обретенные нановолокнами кукуркумина, наполненными желатином, заживали быстрее и имели более высокую ровность экспрессии трансформирующего фактора роста-бета (TGF-) в вестерн-блот-тестах. Снижение уровня провоспалительных маркеров интерлейкина-6 (IL-6) и фактора некроза опухоли (TNF-) свидетельствует о противовоспалительном эффекте лечения нановолокнами. Хронические ран обретенные нановолокнами на основе кукуркумина, показали лучшие результаты в скорости заживления увеличилась на $58 \pm 7\%$ на седьмой день. На основании их противовоспалительного действия

и р а н о з а ж и в л я ю щ и м д е й с т в и е м , н а н о в о л о к н и с т ы е к а р к а с ы м о г у т б ы т ь п о т е н ц и а л ь н ы м и м а т е р и а л а м и д л я л е ч е н и я х р о н и ч е с к и х з а б о л е в а н и й о б р а б о т к а р а н [187].

Н а г р у ж е н и е к у р к у м и н о м PCL и ж е л а т и н о в ы е м е м б р а н ы п о в ы ш а ю т с о д е р ж а н и е к о л л а г е н а у д и а б е т и к о в . р а н и б ы л и э ф ф е к т и в н ы м и с т и м у л я т о р а м и з а ж и в л е н и я р а н н а р а н н и х с т а д и я х , а т а к ж е у с к о р е н и е п р о ц е с с а в ы д о р о в л е н и я . Н а б л ю д а е м ы й э ф ф е к т м о ж н о о б ь я с н и т ь д е й с т в и е м с т р о и т е л ь н ы х л е с о в . н а н о в о л о к н и с т а я с т р у к т у р а , и м и т и р у ю щ а я п р и р о д н ы й ECM , в ы с о к и е б и о л о г и ч е с к и е с в о й с т в а ж е л а т и н а , п р о д о л ж и т е л ь н о е в ы в о ж д е н и е к у р к у м и н а в т е ч е н и е 20 д н е й и в ы с о к и е ф и з и к о - м е х а н и ч е с к и е с в о й с т в а .

PCL, к о т о р ы е о б е с п е ч и в а ю т с т а б и л ь н о с т ь к а р к а с а в п р и с у т с т в и и к р о в и и ф и б р и н а . Г и с т о х и м и ч е с к и й Р е з у л ь т а т ы п о к а з а л и г о р а з д о л ь ш у ю э ф ф е к т и в н о с т ь з а ж и в л e н и я д л я к а р к а с н ы х с т в о л о в ы х к л eт oк , з а к oт oр ы м и с л eд oв aли б eс к л eт oч н ы е к aр к aс ы п o с р aв н eн и ю с к oн т р oль н ы м и oб р aз ц aм и из - з a c п oс oб н oс т и с т в oл oв ы х к л eт oк к р eг eн eр aц и и . к oл л aг eн a и oб eс п eч и в aю т с и г н aл ы н eoб x oд и м ы e д л я п oс т р oе н и я т к aн eй Н aн oв oл oк н a у м eнь ш aю т к p oв ы у p oв eнь г л ю к oз ы п o с p aв н eн и ю с к oн т p oль н ы м и oб p aз ц aм и . В з aк л ю ч eн и e o п р и м eн eн и и с т p oи т eл ь н ы х л eс oв б ы л э ф ф eк т и в eн п р и з aж и в л eн и и р aн н a м oд eл я x к p ы c д и aб eт oм [165].

Т а б л и ц а 6. В л и я н и е д и а м eт р oв н aн oв oл oк н з aг р у ж eн н ы х к у р к у м и н oм , и п р oф и л eй в ы в oж д eн и я л eк aр c т в eн н oг o c p eд c т в a н a п aр aм eт p ы л eк т p oф oр м oв aн и я и к oм б и н aц и и п oл и м eр /p aс т в oр и т eл ь .

С. №т	Ку р к у м и н и Д oб aв к и	P а с т в oр и т eл и	Д oз ир oв к a	Н aс т p oй к a э л eк т p oп p я д eн и я			Д и aм eт p (н м)	П р oф и л ь в ы п у с к a л eк aр c т в	Cс ы л к a
				к В	с м	м л /ч			
1	ПКЛ	CHCl3: М eт aн oл	3 и 17% ж /б	25	10	2	300–400	3% — 20 мкг ч eр eз 3 д н я 17% — 35 мкг ч eр eз 3 д н я	[27] д eк aбp ь 2009 г .
2	р (Г E M A)	С п и р т э т и л oв ы й H2O	3 и 5% м aс c .	25	17	0,5	20–110	63% ч eр eз 120 ч aс oв 72% ч eр eз 240 ч aс oв	[162] Я н в aр ь 2015 г .
3	HOAK	CHCl3: Д M A K	0,125, 1,250, 6,250% м aс c .	11	12	1	300–1200	–	[163] и ю н ь 2013
4	К oл oд p oн	M P A : E A	5, 10, 15, 17,5, 20% м aс c .	12	15	1,5	300	309,02 мкг /с м2 ч eр eз 24 ч aс a	[164] С eн т я бp ь 2017 г .
5	П K Л /Г T	У к c yс н ы й к и с л oт a	1, 3, 8, 24%	15	15	1	667 ± 33	42,6% ч eр eз 10 д н eй 65% ч eр eз 20 д н eй	[166] М aр т 2016 г .
6	ПКЛ	У к c yс н ы й к и с л oт a: М у p a в ь и н а я к и с л oт a	0,5% м aс c .	11	10	0,4	499	80% з a 2 ч aс a	[167] н oя бp ь 2019 г .
7	HOAK	CHCl3: Aц eт oн	10% м aс c .	20	15	0,5	430–750	9 мкг /с м2 ч eр eз 24 ч aс a	[168] aпp eл ь 2020 г .
8	ПХБВ	CHCl3: Д M Ф	0,1, 0,3 0,5% б /o	17	20	0,01	207–519	45%, 63%, 78% з a 200 м и н .	[169] ф eвp aл ь 2018 г .
9	ПКЛ	Д X M : Д M Ф 0,5% м aс c .		8,5	16	0,8	300–1200	5, 4,1 мкг ч eр eз 24 ч aс a	[170] н oя бp ь 2014 г .
10	PCL-ПЭГ -ПКЛ	Aц eт oн: CHCl3 C H 3 O H	5%, 10% ж /б	28–30	10	2	50–300	59, 68, 81,5% с ooт в eс т с т в eн н о	[171] д eк aбp ь 2019 г .
11	HOAK	CHCl3	10, 15 в eс /м aс %	13–15	12	0,5	516	32 мкг /мл ч eр eз 72 ч aс a	[172] М aр т 2017 г .
12	PCL-ПЭГ	CHCl3: Aц eт oн	8,7%	18	15	2	400 ± 20	95,11% з a 24 ч aс a	[173] aпp eл ь 2018 г .
13	ПКЛ	HFIP	5, 10% м aс c .	20	21	0,5	427–651	в зp ы н oй в ы п у с к ч eр eз 24 ч aс a	[174] ф eвp aл ь 2020 г .
14	П K Э K	DCM	20% м aс c .	18	12	6	535	п aк eт н ы й в ы п у с к в т eч eн и e п eр в oг o 24 ч aс a	[175] aпp eл ь 2014 г .
15	PLLA-PCL	HFIP	2,0%, 4,0% 6,0% п o м aс c e	10	15	1,2	293 ± 110	с yс т eй н ы й в ы п у с к б oл eе 72 ч aс oв	[176] Н oя бp ь 2014 г .
16	CA-ПВГП	Aц eт oн: H2O	10%	25	15	3	1560 ± 145	22% (1,2 мкг /мл) ч eр eз 120 м и н .	[177] aпp eл ь 2017 г .
17	ПУ-КА	Д M Ф Т X Ф Д M Ф Aц eт oн	4,0% м aс c .	17	15	0,4	222 ± 44	–	[180] ф eвp aл ь 2020 г .
18	HOAK	Д K M : Д M Ф	0,2, 0,5, 1,0% ж /б	24	15	-	380 ± 113	22, 34, 58% ч eр eз 50 ч aс oв	[181] oк т я бp ь 2019 г .
19	К oл oд p oн	Aц eт oн: Д M A K	5, 10, 15, 20 в eс %	17	15	1	340 ± 98	oт 90 д o 95% ч eр eз 50 ч aс oв	[183] д eк aбp ь 2007 г .
20	ПКЛ	HFIP	2,5 м г /м л 18		20	0,3	1548 мкм	23% ч eр eз 6 ч aс oв Д o 106 ч .	[185] и ю н ь 2020 г .

8. Заключение ные замечания и перспективы буду ще.

Заживление диабетических ран по-прежнему остается с ложной клинической проблемой и лечение рандомно проводить с я правильно и эффективно. Уходу за ранами уделяется больше внимания, уделяя особое внимание инновационным методам лечения и технологическим разработкам для лечения острых и хронических ран. Сто фармaceutических компаний производят многочисленные сос тавку р ку мина для лечения множес тва заболеваний, включая рак, диабет, воспалитель ные заболевания кишечника, сер дечно-сос удис тые заболевания и неврологические рас с тройс тва. Многие из э т их с ос тавов также проходят клинические испытания . Однако было обнаружено, что ку р ку мин обладает различными фармакологическими эффектами, а его противовоспалитель ные и ангиокс идант ные свойства значительно способствуют поддержанию его буду щее использование для лечения ран. В настоящее время на рынке представлено несколько пищевых добавок на основе ку р ку мина, в том числе CurcuMIND, Longvida RD CAVACURMIN, CurcuVIVATM, TheracurminTM, BiocurcumaTM и BCM-95 и многие другие. Многочисленные сос тавку р ку мина для местного применения, в том числе нанос труктуры были созданы протестированы для улучшения сос обнос ти препарата с сос обс твовать заживлению ран. Ос новные преимущес тва наноформ ку р ку мина для местного применения включают его рас творимость, повышенную биодоступность и замедленное высвобождение ку р ку мина в активной форме, что, нес оменно, очень полезно для поддержания пос тоя нной дозы лекарс тва в течение длительного периода для ус корения заживления ран. Перед будущими клиническими разработками крайне важно определить идеальную дозировку ку р ку мина для нескольких целей в первую очередь для его с ложного участия в воспалительной реакции во время заживления ран.

За последние два десятилетия технология электропрядения вывела рас тущий интерес как очень адаптируемый метод производства микро- и нановолокон различных размеров. Электропряденый волокнистый материал имеет исключительную высокую удельную поверхность, пористость, функциональность поверхности и морфологическую регулируемость волокна. Эти особенности обеспечивают волокнистому материалу Electrospun целый ряд идеальных свойств, которые могут удовлетворить потребности различных секторов, включая биомедицину и тканевую инженерию. Более того, нановолокна электропрядения могут транспортировать ряд биологических активных соединений пос тоя нно высвобождать лекарс тва, что сос обенно полезно для повышения общей эффективности доставки. Литература, рас сматриваемая здесь, демонстрирует, что включение ку р ку мина в нановолокна электропрядения и местного применения на месте ранения чалось для предотвращения или лечения кожных инфекций, а также для облегчения более эффективной регенерации кожи путем опос редования отдельных фаз заживления ран.

Однако перед окончательным клиническим применением э та инновационная повязка должна быть протестирована во многих клинических исследованиях. Проведение клинических испытаний имеет важное значение для коммерциализации с истем доставки лекарс тва на основе мембран Electrospun, предназначенных для стимулирования регенерации кожи и улучшения качес тва жизни пациентов. Кроме того, необходимы дополнительные исследования для определения срока годности и оптимальных условий хранения электропряденых повязок. До э того необходимо улучшить производство и воспроизводимость раневых повязок на основе электропрядения, необходимо ус корить исследования в области заживления раны ус корить дополнительные клинические испытания раневых повязок на основе электропрядения. Биоактивные ингредиенты противомикробных препаратов, антибиотиков, противовоспалитель ных средств и традиционных лекарс тв могут быть включены в рас твор Electrospun для разработки новых биоактивных наноматериалов Electrospun, которые могут высвобождать в месте ранения ус корения заживления диабетических ран.

В резюме э того обзора говорится, что несколько сос тавов ку р ку мина с нановолокнами электропрядения для местного применения были созданы для улучшения терапевтического эффекта за счет пос тоя нной доставки ку р ку мина к месту повреждения. Тем не менее, исследования должны сос ледовать с истематический подход для изучения молекулярных процессов, лежащих в основе его сос обнос ти контролировать клеточную регенерацию хроническое воспаление. Хотя текущие исследования нескольких сос тавов ку р ку мина для местного применения кажутся обнадеживающими, клинические исследования по-прежнему необходимы сос кольку боль шинс тво опубликованных данных полны р езультате испытаний in vitro и in vivo. Таким образом, в ближайшее время э ксперименталь ные клинические исследования должны протестировать терапевтическую эффективность заживления ран различных сос тавов нановолокон для местного применения и ответить на опасения по поводу их безопасности в биологических исследованиях.

Вклад автор а: ис с ледование, форм аль ный анализ и напис ание — пер воначаль ный пр оект , GPT и SG; концепт уализация , контр оль , ис с ледование, форм аль ный анализ и напис ание — пер воначаль ный пр оект , VA, VRS и GS; контр оль и напис ание — рецензир ование и редак тир ование, МК и BP C; р ас с ледование, CG , МК и Г ПТ . Вс е автор ы пр очит али ис оглас илис ь с опу бликованной вер с ией р укопис и.

Финанс ир ование: Данное ис с ледование не полу чило внешнего финанс ир ования .

Зая вление о дос тупнос ти данн ых: данн ые, пр едс тавленн ые вэ том ис с ледовании, дос тупны по за пр ос у с оот ветс твующего автор а.

Благодар нос ти: Мы благодар им Фар мацевт ичес кий колледж SRM за поддер жку .

Конфликт ы инт ерес ов: Автор ы заявля ют об отс утс твии конфликта инт ерес ов.

Рекоменд ации

1. Чан, JCN; Лим, LL; Уэ рхэ м, Нь ю-Джер с и; Шоу, Дж Э; Ор чар д, Т ехас ; Чжаң, П.; Лау, ESH; Элиас с он, Б.; Конг, АПС; Эззати, М; и др угие. Комис с ия жу рнала Lancet по диабе ту : ис поль зование данн ых для изменения у хода за диабе том и жизни пациен тов. Ланцет 2020, 396, 2019–2082. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

2. Мишр а, С.С.; Чатбар , Канвас ; Кашикар , А.; Мендир атта, А. Диабет ичес кая с топа. БМК 2017, 359, j5064. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#) [\[ПабМед\]](#) 3. Лин, CW; Ар мс тр онг, генер аль ный дир ектор ; Лин, Швейц ар ия ; Лю, РН; Хунг, CQ Ли, CP ; Хуанг, Швейц ар ия ; Хуанг, YY Общ енациональ ные тен денции вэ пидемиологии ос ложнений диабе тичес койс топы ампу та ции нижних конечнос тей за 8-лет ний пер иод. BMJ Откр ы тый диабе т Р ез. Уход 2019, 7, e000795. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#) [\[ПабМед\]](#)

4. Чембер лең, Р .С.; Флит ву д, К; Уайлд, Ш Колху н, НМ; Линдс и, RS; Петри, младший МакКр иммон, Р .Дж; Гибб, Ф; Филип, С.; Саттар , Н; и др угие. Язва с топы р ис кампу та ции нижних конечнос тей или с мер ти у люд ей с диабе том: националь ное попу ля ционное р етрос пект ивное когор тное ис с ледование. Лечение диабе та 2022, 45, 83–91. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

5. Бус , С.А. Проф илактика я звс топы пр и диабе те с ис поль зованием обр атной в я зи по подошвенному давлению. Ланцетная цифр а. Здор овье 2019, 1, e250–e251. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

6. Аггар вал, Б.Б.; Ку мар , А.; Бхар ти, АС. Пр от ивор аков ый пот ен циал ку р ку мина: доклиничес кие и клиничес кие ис с ледования . Пр от ивор аков ый Р ез. 2003, 23, 363–398.

7. Ас ади, Н; Аннаби, Н; Мос тафа ви, Э; Анваби, М; Халилов Р .; Саг фи, С.; Мехр изаде, М; Акбар заде, А. Сингез, хар актер ис тика и оценка in vitro магнит ных наночас т иц, модифицир ованн ых PCL-PEG-PCL, для контр олир у емой дос тавки 5FU. Ар тиф. Клет ки Наномед. Биот ехнология . 2018, 46, 938–945. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

8. Пешель Д.; Кер тинг, Р .; Нас с , Н Ку р ку мин вызывает изменения вэ кс прес сии генов, учас твующих в гомеос тазе холес тер ина. Дж Нутр . Биохим. 2007, 18, 113–119. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

9. Чайнани-Ву, Н Безопас нос ть и пр от ивовос палит ель ная активнос ть ку р ку мина: компонент а ку р ку мы(Curcuma Longa). Дж Аль тер н. Дополнение. Мед. 2003, 9, 161–168. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

10. Аггар вал, Б.Б.; Суңдар ам, К; Малани, Н; Итикава, Х. Ку р ку мин Индийс кое чис тое золото. Адв. Экс п. Мед. Биол. 2007, 595, 1–75. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

11. Сивь еро, А.; Галло, Э; Маггини, В.; Гор и, Л; Му джелли, А.; Фир енцуоли, Ф; Ванначчи, А. Ку р ку мин, золотая с пеция с низкой биодос тупнос тью. Дж Херб. Мед. 2015, 5, 57–70. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

12. Ананд, П.; Ку нну маккар а, АВ; Нь юмаң, Р А; Аггар вал, Б.Б. Биодос тупнос ть ку р ку мина: пр obleмы пер с пект ивы Мол. Фар м. 2007, 4, 807–818. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

13. Лаос , CD; Р аффин IV, MT; Нор молл, Д.; Хит , Д.Д.; Мюр рей СИ Бейли, Дж М.; Боггс , Мэ н; Кр оуэ лл, Дж; Р ок, CL; Бреннер , Делавэ р Повышение доз ку р ку миноидного пр епар ата. Дополнение БМК Аль тер нативный. Мед. 2006, 6, 10. [\[CrossRef\]](#)

14. Сюй СН; Ченг, А.Л. Клиничес кие ис с ледования ку р ку мина. Адв. Экс п. Мед. Биол. 2007, 595, 471–480. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

15. Шейх Дж; Анкола, Д.Д.; Бенивал, В.; Сингх, Д.; Ку мар , Инкапсу ля ция наночас т иц MNVR улучшает пер ор аль ную биодос тупнос ть ку р ку мина как миниму м в 9 раз по с равнению с ку р ку мином, вводимым с пипер ином в качес тве ус илит еля абс ор бции. Евр о. Дж Фар м. нау к. 2009, 37, 223–230. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

16. Карри, ВВСР ; Ку ппу с ами, Г.; Т аллури, СВ; Маннемала, СС; Коллипар а, Р .; Вадхвани, AD; Му лукутла, С.; Р аджу, КР С; Малайанди, Р . Ку р ку мин, нас ыщенн ый наночас т ицами хит оза, пр опит анн ыми коллагеналь гинатн ыми кар кас ами для заживления диабе тичес ких ран. Межд. Ж. Биол. Макромол. 2016, 93, 1519–1529. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

17. Донг, Ю; Чжаң Ю; Чжаң К; Яо, Ю; Ваң Л; Ли, Х; Ю Дж; Дин Б. Электр опр я денные нановолокнис тые матер иалы для заживления ран. Адв. Волокно Матер ия . 2020, 2, 212–227. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

18. Сабар ис , Г.; Велмуругаң, В.; Т амилар ас и, вр ач общ ей пр актики; Алагар с ами, В; Р аджа Соломон, В. Пос ледние дос тижения воблас тинаночас т иц с ер ебра , с одержащих нановолокна, для лечения хроничес ких ран. Полимер ы 2022, 14, 3994. [\[CrossRef\]](#)

19. Игнато ва М; Р ашков И; Манолова, Н Электр опр я денные матер иалы с лекарс твенн ыми р едс твами в пер евя зочном и мес тном пр именении. Лечение рака. Экс пер тное мнение. Делив лекарс тв. 2013, 10, 469–483. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

20. Гао, К.; Чжаң Л; Ваң Дж; Джин, М; Т аң К; Чжаң Э.; Ченг, Ю; Яң Р .; Чжао, Г. Электр опр я дение нановолокон с пос обс твует заживлению ран Ис целение: теор ии, метод ы пер с пект ивы Дж Матер . хим. Б 2021, 9, 3106–3130. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

21. Яң Ю; Ду , Ю; Чжаң Дж; Чжаң Х.; Го, Б. Структур ный функ циональ ный дизайнэ лект р оформованн ых нановолокон для гемос таза и заживления ран. Адв. Волокно Матер ия . 2022, 1, 1–31. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

22. Мемич А.; Абдулла, Т. ; Мохаммед, HS; Джоши Наваре, К.; Коломбани, Т. ; Беншериф С.А. Последние достижения в области лечения ран. Приложение ACS. БиоМатер. 2019, 2, 952–969. [\[Перекрестная ссылка\]](#) 23. да Кошта, ПР А; де Менезес, ЛР ; Диас, МГ; да Силва, Е.О. Достижения в использовании лектропротекции как многообещающего метода лечения раноживления эпителиальных рану диабетиков - мини-обзор. Полим. Адв. Технол. 2022, 33, 1031–1046. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

24. Чен, С.; Лю, Б.; Карлсон Массачусетс; Гомбарт, А.Ф.; Рейли, Д.А.; Се, Дж. Последние достижения в области лектропротекции ран. Наномедицина 2017, 12, 1335–1352. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

25. Лю, Х.; Сюй Х.; Чан, М.; Ю Д.Г. Электропротекция медицинских нановолокон для заживления ран: обзор. Мембраны 2021, 11, 770. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

26. Дай Х.; Лю, Дж.; Чен, Х.; Вичманн, Дж.; Хопфнер, Ю.; Сухоп, С.; Рейн, К.; Шен, Ю.; Мейенс, Х.Г.; Шиллинг, А.Ф. Курирующий, полнценный нанопористый материал для заживления ран. Наномедицина 2017, 9, 368. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

27. Меррелл, Дж.Г.; Маклафлин, Юго-Запад; Тай, Л.; Лоренс, Коннектикут; Чен, А.Ф.; Наир, Л.С. Нановолокна поли(ε-капролактон) с одержанием кукумина: повязка на рану при диабете с антиоксидантными и противовоспалительными свойствами. Клини. Эксп. Фармакол. Физиол. 2009, 36, 1149–1156. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

28. Го, Р.; Лан, Ю.; Сюэ, В.; Чен, Б.; Чан, Ю.; Ван, К.; Рамакришна, С. Коллагенцеллюлозные нанокристаллические каркасы одерживают микроферменты кукумина, при лечении инфицированных полных ожогов. Дж. Тканев. Eng. Реген. Мед. 2017, 11, 3544–3555. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

29. Ли, Х.; Чен, С.; Чан, Б.; Ли, М.; Дiao, К.; Чан, З.; Ли, Дж.; Сюй Ю.; Ван, Х.; Чен, Х. Ионно-композитный гидрогель, состоящий из кукумина, N-оксидов и хитозана и окисленного альгината, для применения в заживлении ран. Межд. Дж. Фарм. 2012, 437, 110–119. [\[Перекрестная ссылка\]](#) [\[PubMed\]](#)

30. Ватони, Н.; Мотояма, К.; Хигаши, Т.; Окадзима, М.; Канеко, Т.; Арима, Х. Повышение способности кукумина к заживлению ран путем комплексирования с 2-гидроксипропил-α-циклодекстрином в гидрогелевой пленке Sacran. Межд. Ж. Биол. Макромолекул. 2017, 98, 268–276. [\[Перекрестная ссылка\]](#) [\[PubMed\]](#)

31. Гонг, Калифорния; Ву, QJ; Ван, YJ; Чан Д.Д.; Луо, Ф.; Чжао, Х.; Вэй, YQ; Цянь, З. Ю. Биоразлагаемая гидрогелевая система, одерживающая кукумин, инкапсулированный мицеллы для заживления кожных ран. Биоматериалы 2013, 34, 6377–6387. [\[Перекрестная ссылка\]](#) [\[PubMed\]](#)

32. Гоппатх, Д.; Ахмед, MR; Гомати, К.; Чitra, К.; Сегал, PK; Джаякумар, Р. Процесс заживления кожных ран с помощью кукумина. Инкорпорированные коллагеновые пленки. Биоматериалы 2004, 25, 1911–1917. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

33. Цянь, З.; Дай, М.; Чен, Х.; Сюй Х.; Конг, Х.; Ли, Х.; Го, Г.; Луо, Ф.; Чжао, Х.; Wei, YQ Хитозанальгинатная губка: изготовление и применение при доставке кукумина для заживления кожных ран. Дж. Биомед. Биотехнология. 2009, 2009, 595126. [\[CrossRef\]](#)

34. Чен, П.; Чан, Х.; Чен, С.; Чжай, Г.; Шен, К. Р. аэробная терапия в сочетании с наночастицами кукумина для заживления ран. КоллоидыПоверхности. Физико-хим. англ. Асп. 2016, 506, 356–362. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

35. Моханги, К.; Дас, М.; Саху, СК. Устойчивая ранозаживляющая активная полимерная повязка на основе олеиновой кислоты с наночастицами кукумина в модели крысы. Мол. Фарм. 2012, 9, 2801–2811. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

36. Ли, Х.; Йе, Х.; Ци, Дж.; Фан, Р.; Гао, Х.; Ву, Ю.; Чжоу, Л.; Тонг, А.; Го, Г. Система наночастиц/гидрогеля, совмещенно инкапсулированная с помощью EGF и кукумина, как мощное средство для регенерации кожи. Межд. Дж. Наномед. 2016, 11, 3993–4009. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

37. Крауш, А.Е.; Адлер, БЛ; Кабрал, В.; Навати, М.; Дорнер, Дж.; Чарфеддин, Р.А.; Чандра, Д.; Лян, Х.; Гюнтер, Л.; Клендэниел, А.; и другие. Наночастицы инкапсулированные в кукумин, как инновационные антимикробные ранозаживляющие средства. Наномед. Нанотехнологии. Биол. Мед. 2015, 11, 195–206. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

38. Джаганнатх, Дж.Х.; Радика, М. Антимикробная эмульсия (покрытие) на основе биополимера, одерживающего экстракт (Melia Azardichta) и кукумы(Curcuma Longa), для покрытия ран. Биомед. Матер. англ. 2006, 16, 329–336.

39. Ли, Х.; Нан, К.; Ли, Л.; Чан, З.; Чен, Х. Оценка in vivo нанопрепарата кукумина, одерживающего метоксиполи(этилен)композитная пленка (гликоль)-гидрохитозан для заживления ран. Углевод. Полим. 2012, 88, 84–90. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

40. Манка, МГ; Касанджа, И.; Зару, М.; Нахер, А.; Валенти, Д.; Фернандес-Бускетс, Х.; Фадда, АМ; Манкони, М. Р. аэробная нагрузка на кукумин везикул, иммобилизованных гиалуронатом натрия (гиалуроновой), и их потенциал в восстановлении кожи и востановлении ран. Биоматериалы 2015, 71, 100–109. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

41. Эль-Райе, ВМ; Эльнаггар, ЮСР; Эль-Масик, Массачусетс; Абдалла, О.Ю. Новые гиалуроновые гелевые драмы, нагруженные кукумином, с многообещающим потенциалом заживления ожоговых ран. Р. аэробная, оценка in vitro и исследования in vivo. Межд. Дж. Фарм. 2015, 486, 88–98. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

42. Касанджа, И.; Нахер, А.; Каддео, К.; Валенти, Д.; Фадда, АМ; Диес-Салес, О.; Руис-Саур, А.; Манкони, М. Изготовление бионановезикул для цетина и кукумина для предотвращения и быстрого регенерации полностью дефективной кожи на мышах. Акта Биоматер. 2014, 10, 1292–1300. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

43. Череди, КК; Коко, Р.; Мемванг, ПБ; Уачар, Б.; ДеРие, А.; Вандермейен, Г.; Преат, В. Совместный эффект PLGA и кукумина ранозаживляющей активностью. J. Control Release 2013, 171, 208–215. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

44. Грей, Э.А.; Конг, ХХ; Конлан, С.; Деминг, СВ; Дэвис, Дж.; Янг, АС; Буффар, Г.Г.; Блейсли, RW; Моррей, PR; Грин, Эд; и другие. Топографическое и временное разнообразие микробиома кожи человека. Наука 2009, 324, 1190–1192. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

45. Дрено, Б. Бактериологическая резистентность при лечении дерматитов. Евро. Дж. Дерматол. 2016, 26, 127–132. [\[Перекрестная ссылка\]](#) [\[PubMed\]](#)

46. Десиниот, К.; Кацамбас, А. Propionibacterium Acnes и устойчивости к противомикробным препаратам при акне. Клини. Дерматол. 2017, 35, 163–167. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

47. Дель Р ос с о, JQ. Антибиотики для местного и перорального применения при обыкновенных угрях. Семина. Кутан. Мед. Хирург. 2016, 35, 57–61. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

48. Лю, СН; Хуанг, Х.И. Антимикробная активность микроэмульсий микростигматина в инновационных лосьонах для лечения акне. *Journal of Microencapsulation*. 2012, 29, 1118–1124. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

49. Бальтазар, Л.М.; Крауз, А.Е.; Соуза, АСО; Адлер, Б.Л.; Ландрискина, А.; Мусяев Т.; Носану, доктор медицинских наук; Фридама А. Дж. Trichophyton Rubrum ингибируется свободными кукуминами и инкапсулированными наночастицами кукумина путем индукции нитрогенового стресса после фотодинамической коактивации. *PLoS ONE* 2015, 10, e0120179. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

50. Зорфиян Могадматуси, С.; Абдул Кадир, Х.; Хасанандарвиш П.; Таджик, Х.; Абубакар, С.; Занди, К. Обзор антибактериальной противовирусной противогрибковой активности кукумина. *Биомед. Рез. Межд.* 2014, 2014, 186864. [\[CrossRef\]](#)

51. Мата, IRD; Мата, доктор медицинских наук; Менезес, RCR; Фачоли, ЛС.; Бандейра, КК; Боско, SMD. Препараты добавок кукумы для здоровья кожи при хронических заболеваниях: систематический обзор. *Крит. Преподобный Food Sci. Нутр.* 2021, 61, 3421–3435. [\[Перекрестная ссылка\]](#) [\[PubMed\]](#)

52. Джонс, Вирджиния; Патель, премьер-министр; Уилсон, К.; Вац, Х.; Ашва, КА. Дополнительные и альтернативные методы лечения расстройств кожи. *Journal of Cutaneous Medicine and Surgery* 2021, 27, 76–93. [\[Перекрестная ссылка\]](#) [\[PubMed\]](#)

53. Куну макарра, А.Б.; Бордолой Д.; Падмавати, Г.; Молиша, Дж.; Ой Северная Каролина; Прасад, С.; Аггарвал, ВВ. Кукумин, золотой нитроген: многоцелевое воздействие на множественные хронические заболевания. *Бр. Дж. Фармакол.* 2017, 174, 1325–1348. [\[Перекрестная ссылка\]](#) [\[PubMed\]](#)

54. Салехи, Б.; Стоянович-адич, Э.; Матич, Дж.; Шариф-ад, М.; Анил Кумар, Невада; Мартин, Н.; Шариф-ад Дж. Терapeutic potential of curcumin in the treatment of various skin diseases: a review. *Journal of Cutaneous Medicine and Surgery* 2019, 15, 527–545. [\[Перекрестная ссылка\]](#) [\[PubMed\]](#)

55. Волюно, Л.; Фалькони, М.; Газзиано, Р.; Яковелли, Ф.; Дика, Э.; Терраччано, К.; Бьянки, Л.; Кампионе, Э. Потенциал кукумина в лечении заболеваний. *Питательные вещества* 2019, 11, 2169. [\[CrossRef\]](#)

56. Панахи, Ю.; Фазлолахаде, О.; Аткин, СЛ; Маджид, М.; Батлер, А.Е.; Джонстон, Т.П.; Сахбкар, А. Доказательство действия кукумина и аналогов кукумина при кожных заболеваниях: обзор литературы. *Дж. Селл. Физиол.* 2019, 234, 1165–1178. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

57. Тангапалам, Р.Л.; Шарма, А.; Махешвари, Р.К. Полезная роль кукумина при кожных заболеваниях. *Адв. Эксп. Мед. Биол.* 2007, 595, 343–357. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

58. Вагуле, Т.; Горантла, С.; Аппали, ВК; Шар, П.; Дубей Словакия; Саха, Р.Н.; Сингхви, Г. Новые тенденции в местной доставке кукумина через липидные наносистемы: эффект вноситься при кожных заболеваниях. *AAPS PharmSciTech* 2020, 21, 284. [\[CrossRef\]](#)

59. Лян, Г.; Ли, Х.; Чен, Л.; Ян, С.; Ву, Х.; Студер, Э.; Герли, Э.; Хилемон, ПБ; Йе, Ф.; Ли, Ю.; и другие. Синтез и противораковое действие монокарбонильных аналогов кукумина. *Биоорганическая Мед. хим. Летт.* 2008, 18, 1525–1529. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

60. Уильямс, доктор медицины; Нидлер, Дж.Л. Воспалительные механизмы диабета: ксенологичный курс. *Диаб. Республика* 2007, 7, 242–248. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

61. Моттерлини, Р.; Форести, Р.; Баси, Р.; Грин, К. Дж. Кукумин, антиоксидант и противораковое средство, индуцирует гем-оксигеназу-1 и защищает эндотелиальные клетки от окислительного стресса. *Свободный Радик. Биол. Мед.* 2000, 28, 1303–1312. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

62. Венкатасуббу, Джорджия; Ануся, Т.И. Сведение наноконъюгата кукумина для переноса зина. *Межд. Ж. Биол. Макромогл.* 2017, 98, 366–378. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

63. Ялапу, М.М.; Негеш ПБК; Джагги, М.; Чуан, С.С. Терapeutic use of curcumin in the treatment of various diseases. *AAPS Дж.* 2015, 17, 1341–1356. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

64. Гаутам аджа К. Множественные биологические действия кукумина при лечении окислительного диабета: ксенологичный обзор. *Троп. Мед. Хирург.* 2015, 3, 1–6. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

65. Фарзи, МХ.; Зобейр, М.; Паризи, Ф.; Эль-Сендони, Ф. Мармузи, И.; Койбарер, Э.; Насери, Р.; Набави, С.М.; Рахими, Р.; Абдоллахи, М. Кукумин при заболеваниях печени: систематический обзор клеточных механизмов окислительного стресса и клиническая перспектива. *Питательные вещества* 2018, 10, 855. [\[CrossRef\]](#)

66. Бхатия, М.; Бхалерао, М.; Куруз-Мартин, Н.; Кумар, Д. Кукумин и биология рака: фокусирование регуляторного воздействия на различные сигнальные пути. *Фитер. Рез.* 2021, 35, 4913–4929. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

67. Шар, ХВ; Ли, Ю.; Чан. Прогресс в лечении остеоартрита. *Чукуа Вай Кэ За Чи* 2021, 59, 554–557. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

68. Ганатян, Н.; Лашгар, И.; Абдоллахаде, А.; Раджа, С.М.; Панахи, Ю.; Барето, GE; Батлер, А.Е.; Сахбкар, А. Кукумин как кандидат в терапевтические средства при раке с клеточными молекулярными механизмами мишеней. *Дж. Селл. Физиол.* 2019, 234, 12237–12248. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

69. Чуан, П.С.; Сингх, ДК; Даш, Дж.; Сингх, Р. Интеграция кукумина в регуляторные хронические асептические пути мышечной модуляции NF-kB. *Активация и сигнализация MAPK. Фитомедицина* 2018, 51, 29–38. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

70. Андраде, Дж.Т.; Фангине де Фигейредо, Г.; Куруз, ЛФ; Элиза де Морайс, С.; Соуза, CDF; Пинто, ФК; Феррейра, JMS; Араужо, MGdF. Эффективность кукумина при лечении экстракционной ногтевой вагинальной кандидоза. *Преподобный Ивероам. Микол.* 2019, 36, 192–199. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

71. Ву, Х.; Чжоу, Х.; Лай, С.; Лю, Дж.; Ци, Дж. Кукумин активирует передачу сигналов Nrf2/HO-1 для облегчения повреждений, вызванных диабетом койкардиомиопатией. *Снижение АФВ in Vitro и in Vivo. ФАСЭБ Ж.* 2022, 36, e22505. [\[Перекрестная ссылка\]](#) [\[PubMed\]](#)

72. Рина, К.; Сингх, Л. Кукумин: обзор его эффективности в лечении псориаза. *Делив. Лекарств. Летт.* 2022, 12, 163–183. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

73. Чамани, С.; Мусяев, М.; Нагазаде, А.; Аббасифард, М.; Маджид, М.; Джонстон, Т.П.; Сахбкар, А. Иммуномодулирующие эффекты кукумина при системных аутоиммунных заболеваниях. *Фитер. Рез.* 2022, 36, 1616–1632. [\[Перекрестная ссылка\]](#) [\[PubMed\]](#)

74. Хаң Ю; Сан, НД; Онг, Ю; Чен ЮЗ; Йе, К; Цю, Ю; Чан, Ф; Чен, АД; Ци, ХН; Чен, К; и другие. Кукумин способствует миграции гладкомышечных клеток с односторонним ингибированием NFκB-опосредованной экспрессии NLRP3 у крыс с спонтанной гипертензией. *Дж. Нутр. Биохим.* 2019, 72, 108212. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)

75. Войник, М.; Кравчик, М.; Возняк Л.А. Протидиабетическая активность куркумина. Нутр. Т. ам. Инт. в. Метаб. диабета. Синдр. 2018, 385–401. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

76. Парсаманеш Н.; Мусавви, М.; Бахрами, А.; Батлер, А.Е.; Сахембар, А. Терапевтический потенциал куркумина при осложнении хдиабета. ции. Фармакол. Р. ез. 2018, 136, 181–193. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

77. Вулгаропулу, С.Д.; ванАмельсвоорт, ТАМ; Прикартс, Дж.; Вингерхутс, К. Влияние куркумина на когнитивные функции при болезни Альцгеймера и здоровом старении: систематический обзор доклинических и клинических исследований ледовангий Мозговой Р. ес. 2019, 1725, 146476. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

78. Коэльо, MR; Рами, доктор медицины Феррейра, ДМГ П; Залман, К.; Соареш Мота, М. Использование куркумина в качестве дополнителной терапии при язвенном колите: систематический обзор рандомизированных контролируемых клинических исследований ледовангий Питательные вещества 2020, 12, 2296. [\[CrossRef\]](#)

79. Рахимия, Арканас; Панахи, Ю; Алишири, Г.; Шаффи, М.; Сахембар, А. Влияние добавок куркумина на уровень глюкозы в крови у пациентов с остеоартритом коленного сустава: результаты рандомизированного двойного слепого плацебо-контролируемого исследования ледования. Препараты Р. ез. 2014, 65, 521–525. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

80. Прасад, С.; Гупта, Южная Каролина; Тьяги, АК; Аггарвал, ВВ Куркумин, компонент золотой пещи: от кровати до камейки и обратно. Биотехнология. Адв. 2014, 32, 1053–1064. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

81. Чен Ал.; Сюй Шейцария; Лин, Дж. К.; Сюй ММ; Хо, ЮФ; Онь, Т. С.; Ко, Ю; Лин, Джей Ти; Лин, БР.; Ву, М.С.; и другие. Фаза I клинических испытаний куркумина, химиопрофилактического средства, у пациентов с высоким риском или предракными поражениями. Протидиабетический Р. ез. 2001, 21, 2895–2900.

82. Цинь, С.; Хуанг, Л.; Гонг, Дж.; Шен, С.; Хуанг, Дж.; Рен, Х.; Ху, Х. Эффективность и безопасность куркумина в снижении уровня липидов в крови у пациентов с сердечными заболеваниями: метаанализ рандомизированных контролируемых исследований ледований. Нутр. Дж. 2017, 16, 68. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

83. Диллон, Н.; Аггарвал, ВВ; Ньюман, Р. А.; Вольф, Р. А.; Кунимаккара, АВ; Аббруцезе, JL; Нг, CS; Бадмаев В.; Курцрок, P. II фаза исследования куркумина у пациентов с расстройством поджелудочной железы. Клини. Р. ак Р. ез. 2008, 14, 4491–4499. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

84. Райан, Дж. Л.; Хеклер, СЕ; Линг, М.; Кац, А.; Уильямс, JP; Пенгленд, АР; Морроу, GR. Куркумин при радиационном дерматите: рандомизированное двойное слепое плацебо-контролируемое клиническое исследование участия в тридцати пациентов с раком молочной железы Р. адиат. Р. ез. 2013, 180, 34–43. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

85. Шарма, Р. А.; Маккланд, HR; Хилл, Калифорния; Оуден, ЮАР; Стюарт, WP; Гешер, AJ; Ирешон, ЧР; Мэнсон, ММ; Пирмохамед, М.; Марнетт, Л. Дж. Фармакодинамическое и фармакокинтическое исследование куркумина перорального применения у пациентов с колоректальным раком. Клини. Р. ак Р. ез. 2001, 7, 1894–1900.

86. Сулеймани, В.; Сахембар, А.; Хосейнзаде, Х. Куркума (Curcuma Longa) и ее составной компонент (куркумин) как антиоксиданты и безопасные вещества: обзор. Фитот. Р. ез. 2018, 32, 985–995. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

87. Ханаи, Х.; Иида, Т.; Такеuchi, К.; Ватанабэ, Ф.; Маруяма, Ю; Андох, А.; Цудзикава, Т.; Фудзима, Ю; Мицума, К.; Сата, М.; и другие. Поддерживающая терапия куркумином при язвенном колите: рандомизированное многоцентровое двойное слепое плацебо-контролируемое исследование. Клини. Гастроэнтерол. Гепатол. 2006, 4, 1502–1506. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

88. Шарма, Р. А.; Оуден, ЮАР; Платтон, СЛ; Ку, Д. Н.; Шафая, Т. А.; Хьюитт, HR; Марсело, ТН; Морган, Б.; Хемингуэй, Д.; Платмер, С.М.; и другие. Фаза I клинических испытаний перорального куркумина: биомаркеры исследования активности и ответа. Клини. Р. ак Р. ез. 2004, 10, 6847–6854. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

89. Иго, Дж. Э.; Нельсон, К.М.; Госард, А.А.; Кэри, Э.Дж.; Табибиан, Дж. Х.; Линдор, К.Д.; Лаууссо, НФ Эффективность и безопасность куркумина при первичном склерозирующем холангите: открытое пилотное исследование. Скан. Дж. Гастроэнтерол. 2019, 54, 633–639. [\[Перекрестная ссылка\]](#) [\[PubMed\]](#)

90. Эпельбаум, Р.; Шафер, М.; Визель, Б.; Бадмаев В.; Бар-Села, Г. Куркумин и гемцитабин у пациентов с раком простаты: рандомизированное двойное слепое плацебо-контролируемое исследование. Р. ак Р. ез. 2010, 62, 1137–1141. [\[Перекрестная ссылка\]](#) [\[PubMed\]](#)

91. Грейвс, Р.; Грейвс, С.; Вайс, Л.; Шенлиб, К.; Магнес, Т.; Радл, Б.; Болджер, GT; Вчелар, Б.; Сордильо, П.П. Исследование фазы I с увеличением дозы безопасностью, переносимости и активностью липосомального куркумина (LiposcurTM) у пациентов с метастатическим раком. Химиотерапия рака. Фармакол. 2018, 82, 695–706. [\[Перекрестная ссылка\]](#) [\[PubMed\]](#)

92. Сторак, А.; Вчелар, Б.; Кликович, У.; Гуя, Г.; Вайсшвар, С.; Ашуэри, С.; Болджер, Г.; Хелсон, Л.; Вольц М. Безопасность, переносимость и фармакокинетика липосомального куркумина у здоровых людей. Межд. Дж. Клини. Фармакол. Т. ам. 2015, 53, 54–65. [\[Перекрестная ссылка\]](#) [\[PubMed\]](#)

93. Люкефар, Алабама; МакЭвой С.; Альфарра, К.; Фан, Дж. Л. Лекарственный аутоиммунный гепатит, связанный с детермированными куркумином. Использование дополнения. Препараты ВМД по делу 2018, 2018, bcr2018224611. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

94. Дикинсон, Британская Колумбия; Чанг, К. Дж. Химия и биология активности форм кислорода в сигнальной реакции хили реакции хна стресс. Нат. хим. Биол. 2011, 7, 504–511. [\[Перекрестная ссылка\]](#) [\[PubMed\]](#)

95. Холдер, генеральный директор; Платмер, Дж. Л.; Райан, А. Дж. Метаболизм и выведение куркумина (1,7-бис-(4-гидрокс-3-метоксифенил)-1,6-гептадиен-3,5-дион) у крыс. Ксенобиотика 1978, 8, 761–768. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

96. Кант, В.; Гопад, А.; Патакшта Нью-Йорк; Кумар, П.; Андан, Словакия; Кумар, Д. Антиоксидантный протидиабетический потенциал куркумина у крыс с диабетом, индуцированным стрептозоточином. Межд. Иммунофармакол. 2014, 20, 322–330. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

97. Сидху, Г.С.; Мани, Х.; Гаддипати, JP; Сингх, АК; Сет, П.; Бану да, КК; Патнаик, Г.К.; Махешвар, Р. К. Куркумин улучшает заживление ран у крыс с диабетом, индуцированным стрептозоточином, и мышечный генетический диабетом. Регенерация ран 1999, 7, 362–374. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

98. Чандр, А.Д.; Гупта С.С. Протидиабетический и протидиатрический эффект куркумина (Халди). Индийский Дж. Мед. Р. ез. 1972, 60, 138–142.

99. Гюнеш Х.; Гюлең Д.; Мутлу, Р.; Гумус, А.; Тас, Т.; Топкая А.Е. Антибактериальные эффекты ркумина: исследование минимальной ингибирующей концентрации in vitro. Токсикол. Индиана Здоровье 2016, 32, 246-250. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

100. Лим, врач общей практики; Чу, Т.; Яң, Ф.; Бич, В.; Фраули, SA; Коул, генеральный менеджер. Ку ркумин способствует спецификациям карриса снижает окислительное повреждение и амилоидная патология у трансгенной мышечной болезни Альцгеймера. Дж Нейроски. 2001, 21, 8370-8377. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

101. Фаланга, В. Заживление ран и его ухудшение при диабете. Ланцет 2005, 366, 1736-1743. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

102. Абдоллахи, Э.; Момтази, А.А.; Джонстон, Т.П.; Сахембар, А. Терapeutic effect of куркумина при воспалительных и иммунных заболеваниях. Определяющие заболевания: оздоравливающий эффект на все руки? Дж. Селл. Физиол. 2018, 233, 830-848. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

103. Джавади, Б.; Сахембар А. Натуральные продукты против воспаления и иммунотерапии у ожирения и метаболического синдрома. Фармакол. Рев. 2017, 124, 34-42. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

104. Пэнь Ю; Ао, М.; Донг, Б.; Цянь Ю; Чен, З.; Ху, К.; Сюй Р. Противовоспалительное действие куркумина при воспалительных заболеваниях: статистическое ограничение и меры предотвращения. Препараты. Девел. Т. 2021, 15, 4503-4525. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

105. Бурманн, К.; Мобашери, А.; Бушф; Олдингера, К.; Шальманн, Р.; Монгасер, А.; Шакбаи, М. Куркумин модулирует воспалительную реакцию в дермальных факторах NF-κB в воспалении венозных человека in vitro: роль пути фосфоинозитид-3-киназы Akt. Ж. Биол. хим. 2011, 286, 28556-28566. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

106. Йен, Ю; Пу, СМ; Лю, СМ; Чен, Ю; Чен, Ю; Лян, С; Се, Дж. Х.; Хуанг, ХФ; Чен, ЮЛ. Куркумин способствует заживлению ран в модели диабетической раны. Дж. Биол. хим. 2018, 15, 605-617. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

107. Соетикно, В.; Сарни, Франция; Сукарман, В.; Лакшманан, АП; Митро, С.; Харима, М.; Тандаваран, Р. А.; Сузуки, К.; Нагата, М.; Такаги, Р.; и другие. Куркумин предотвращает диабетическую кардиомиопатию у крыс с диабетом, индуцированным стрептозоточином: возможное участие сигнального пути PKC-MAPK. Евро. Дж. Фарм. наук. 2012, 47, 604-614. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

108. Саджитлал, Великобритания; Читра, П.; Чендраканан, Г. Влияние куркумина на усилитель гликирования и сшивание коллагена в диабетическом крысе Биохим. Фармакол. 1998, 56, 1607-1614. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

109. Цивас тава, Г.; Мехта, Дж. Л. Карриринг-сера: куркумин кардиопротекция. Дж. Кардиоваск. Фармакол. Т. 2009, 14, 22-27. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

110. Фархангои, Х.; Хан, ЗА; Чен, С.; Чакрабартти, С. Дифференциальное влияние куркумина на вазоактивные факторы диабета. Сердце. Нутр. Метаб. 2006, 3, 27. [\[CrossRef\]](#)

111. Рунгсеесангиванон, С.; Тенчайри, Н.; Рунгвейорачай, П.; Патумрад, С. Добавки куркумина могут улучшить вызванную диабетом эндотелиальную дисфункцию, связанную с окислением в атеросклерозе с пероксидом и ингибированием PKC. Дополнение БМК. Альтернативный Мед. 2010, 10, 1-9. [\[Перекрестная ссылка\]](#) [\[PubMed\]](#)

112. Патумрад, Рунгсеесангиванон; Тенчайри, Р.; Куркумин Рунгвейорачай улучшает соотношение протанойдов в диабетическом брыжечном артерии, что связано с подавлением циклооксигеназы 2 и NF-κB. Диабет, Метаб. Синдр. Обес. Цели Тер. 2010, 3, 421. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

113. Ханан; Эль-Басоси, Е. Величество; Закария, MNM Индукция гемоксигеназы 1 защищает от гипертензии, связанной с диабетом: влияние на повышенную окислительную нагрузку. Шидеберг. Арх. Фармакол. 2013, 386, 217-226. [\[Перекрестная ссылка\]](#) [\[PubMed\]](#)

114. Лин, В.; Шен, П.; Сонг, Ю; Хуанг, Ю; Ту, С. Активные ферменты лорда в аутоиммунных клетках: функция, дифференцировка и метаболит. Первичный Иммунол. 2021, 12, 488. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)

115. Махмуд, К.; Зия, К.М.; Зубер, М.; Салман, М.; Анджум, Миннесота. Последствия атеросклероза в области куркумина и полимеров на его основе. Материалы биомедицинских применений обзор. Межд. Ж. Биол. Макромо. 2015, 81, 877-890. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

116. Хусейн; Четверг, ОА Амджад, штат Вашингтон; Хусейн; Ф; Ахмед, Т.А.; Хан, С. Изучение последствий для атеросклероза на повышение ангиоксидантной способности при воспалении: обзор новых тенденций и перспектив в будущем. Матер. науч. англ. С 2017, 77, 1316-1326. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

117. Джагетия, Г.К.; Раджаникант, Г.К. Куркумин стимулирует ангиоксидантные механизмы в коже мышей подвергшихся воздействию фотонного облучения. Ангиоксиданты 2015, 4, 25-41. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

118. Хан, Ф.; Рехман, МГУ; Хан, М.С.; Али, Масачусетс; Джавед, А.; Наваз, А.; Ян, К. Куркумин как антиоксидант и антигенетический модулятор: механизм действия и потенциальные эффекты Первичной Жене. 2019, 10, 514. [\[CrossRef\]](#)

119. Лафлин, Д.Т.; Арлетт, СМ Модификация коллагена 3-дезоксигликозоном изменяет заживление ран в модели диабетической раны. Дж. Биол. хим. 2011, 286, e18676. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

120. Мартин П. Заживление ран - стремление к идеальной регенерации кожи. Наука 1997, 276, 75-81. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

121. Блакитный Р.; Джуд, Э. Молекулярная биология хронических ран замедленного заживления при диабете. Диабет. Мед. 2006, 23, 594-608. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

122. Шаргул, А.; Муцаерс, ХАМ; Пеннингс, SWC; Шарек, Вашингтон; Расел, КО; Вагенер, FADTG, индуцированный куркумином апоптоз фибробластов и окислительная регуляция ангиоксидантами и гемоксигеназой влияние на образование рубцов. Дж. Селл. Мол. Мед. 2009, 13, 712-725. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

123. Мо, Ю; Го, Р.; Чжао, Ю; Сюэ, В.; Ченг, Б.; Чжан Ю Контролируемая двойная доставка ангиогенина и куркумина с помощью электрофоретических нановолокон для регенерации кожи. Каневый англ. Часть А 2017, 23, 597-608. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

124. Кулак, М.; Актас, К.; Тулубас, Ф.; Уйгур, Р.; Кангер, М.; Эрбога, М.; Цибер, М.; Топчу, Б.; Озен О.А. Эффективность нового применения. Лечение куркумином заживления ожогов у крыс. Дж. Мол. Гистол. 2013, 44, 83-90. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

125. Кант, В.; Гопал, А.; Ку мар, Д.; Пат ак, шт ат Ы ю-Йор қ; Р ам, М.; Джангир, БЛ; Т аңдаң Словакия ; Ку мар, Д. Ангиогенез, инду цир ованый ку р ку мином Ус кор я ет заживление рану диабетичес ких кр ы . Дж Сур г. Р ез. 2015, 193, 978–988. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

126. Джеб р аң НС.; Бойс, С.; Грингал, дир ектор по заживлению кожных ран Дж Уход за ожогами Res. 2007, 28, 577–579. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

127. Плечо, доктор медицины Р ейс, RT Структура и стабильнос ть коллагена. Анну. Пр еподобный Биохим. 2009, 78, 929–958. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

128. Лонгакер, МТ; Уит би, диджей Аджик, НС.; Кромблхолм, Т М; Лангер, Дж К; Ду нкаң, BW; Бр э дли, С.М.; Стер н, Р.; Фер гюс оң, MWJ; Хар рис оң, МР Т -ис с ледования заживления ран плода VI. Р аныплода во втор ом и начале трет ь его тр имес тра демонс трируют бы тр ое отложение коллагена без обр азования рубцов. Ж. Педиатр . Хир у р г. 1990, 25, 63–69. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

129. Паннат чар ам, М; Мир ия ла, С.; Гая тр и, В.С.; Сугу на, Л. Ку р ку мину лущет заживление ран пу тем моду ля ции коллагена и Умень шение количес тва активньх форм кис лор ода. Мол. Клет ка. Биохим. 2006, 290, 87–96. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

130. Ленг, QQ; Ли, Ю; Панг, XL; Ван, BQ; Ву, ZX; Лу, Ю; Сюң, К; Чжао, Л; Чжоу, П.; Фу, С.З. Наночас т ицы ку р ку мина Входит в ос тав композитньх пленок ПБА/коллагена, с пос обс тву ющх заживлению ран. Делив лекар с тв. 2020, 27, 1676–1685. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

131. Р ай Н; Т р ипати, К; Шар ма, Д.; Шу кла В.К. Апопт оз: ос новной физиологичес кий процес с в заживлении ран. Межд. Дж. Лоу . Экс тр ем. Р аны 2005, 4, 138–144. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#) [\[ПабМед\]](#)

132. Уэ лл, член пар ламенга; Одланд, Г.Ф; Клар к, RAF Временны с вя зи формир ования пучка Ф-актина, с бор ки коллагенового и фибронектинового матрикс а и э кс пр ес с ии р ецепт ор а фибронектина с с окращением р аны Дж Клеточная Биол. 1990, 110, 133–145. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#) [\[ПабМед\]](#)

133. Монтес ано, Р.; Ор с и, Л. Т ранс формир ующий фактор рос та бета с тимулирует с окращение коллагенового матрикс а фиброблас тами: пос ледс твия для Лечение р аны Уч еб. Нат л. акад. нау к. США 1988, 85, 4894–4897. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#) [\[ПабМед\]](#)

134. Чидху, Г.С.; Сингх, АК; Т алу р, Д.; Бану да, КК; Пат наик, Г К; Цф имал, RC; Махешвар и, Р .К. Улуч шение заживления ран ку р ку мином у животньх. Р егенер ация ран. 1998, 6, 167–177. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

135. Мани, Х.; Сидху, Г.С.; Ку мар и, Р.; Гаддипати, JP; Сет, П.; Махешвар и, Р .К. Ку р ку миндифференциаль но регу лирует TGF-β1, его р ецепт ор ы с инг азу окс ида азот а при нару шенном заживлении ран. Биофакт ор ы 2002, 16, 29–43. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

136. Коу йс то, Л; Хейно, Дж; Хакинен, Л; Лар жава, Х. Интегр ины в заживлении ран. Адв. Уход за р анами 2014, 3, 762–783. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

137. Вейс е, О.; Т аң Британс кая Колумбия; Уайт хед, Калифор ния; Андер с оң, генер аль ный дир ектор; Лангер Р . Упр авление диабетом с помощь ю наномедицины пр облемы Возможнос ти. Нат. Пр еподобный Д р уг Дис ков. 2014, 14, 45–57. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

138. Лю, Ю; Цэң, С.; Джи, В.; Яо, Х.; Лиң, Л.; Юи, Х.; Сантос, шт ат Ха; Паң, Г. Новые тер анос тичес кие наноматериалы при диабете и его ос ложнения х. Адв. нау к. 2022, 9, 2102466. [\[CrossRef\]](#)

139. Чжао, Г.; Чжаң, Х.; Лу, Т и Джей Сюй Ф. Пос ледние дос тижения в област и э лект р опр я дення нановолокни с тьжар кас ов для инженер ии с ердечной т кани. Адв. Фу нкт. Матер . 2015, 25, 5726–5738. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

140. Бар хум, А.; Пал, К; Р ахь е, Х.; Улу даг, Х.; Ким, ИС.; Бечелани, М. Нановолокна как матери ального поколения : от технологий пр я дення и нанопр я дення к новым пр именения м. Пр ил. Матер . Сегодня 2019, 17, 1–35. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

141. Чжан З.; Ван, ХJ. Теку щие дос тижения в област и т каневой инженер ии на ос нове 3D-биопечат и. Квант. Биол. 2017, 5, 136–142. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

142. Абриго, М; Макару р, СЛ; Кинг шотт, П. Элект р опр я дение нановолокон качес тве появ зок для ухода за хроничес кими р анами: дос тижения, пр облемы и пер с пективы на бу дущ е. Макро мол. Биология . 2014, 14, 772–792. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

143. Р игер, КА.; Бер еза, НП; Шифман, доктор медицинс ких наук. Р азработ ка э лект р опр я денньх ковриков из нановолокна для ус корения заживления ран- обзор . Дж. Матер . хим. Б 2013, 1, 4531–4541. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

144. Бреннаң, Д.А.; Конте, А.А.; Канс ки, Г.; Т у р ку ла, С.; Ху, Х.; Кля йнер, Монт ана; Бичли, В. Механические ас пект ы с поль зования э лект р опр я денньх нановолокон при вос с тавлении с ухожилый с вя зок. Адв. Здор овь ес. Матер . 2018, 7, 1701277. [\[CrossRef\]](#)

145. Гафур, Б.; Алим, А.; Наджабат Али, М; Мир М. Обзор технологий изгот овления и пр именения э лект р опр я дення полимер ов. Нановолокна для с ис тем дос тавки лекар с тв. Дж. Дос тавка лекар с тв. нау к. Т ехнол. 2018, 48, 82–87. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

146. Т ориелло, М; Афс ар и, М; Шон Гонконг; Т ицзин, ЛД. Пр огрес с в прои зводс тве и пр именении э лект р опр я денньх нановолоконньх композит ов. Мемб р аны 2020, 10, 1–35. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

147. Р асули, Р.; Бар хум, А.; Бечелани, М; Дюффең, А. Нановолокна для биомедицинс ких и медицинс ких пр именений Макро мол. Биология . 2019, 19, 1800256. [\[CrossRef\]](#)

148. Сабра, С.; Р агаб, Д.М.; Агва, MM; Р охани, С. Пос ледние дос тижения в област и э лект р опр я дення нановолокон для некот ор ы биомедицинс ких пр именений Евр о. Дж. Фар м. нау к. 2020, 144, 105224. [\[CrossRef\]](#)

149. Н йл, А.; Абд-Эль хамид, А.; Аввад, Н; Абдель гавад, М; Ву, Дж; Мо, Х.; Гомха, С.; Али, А.; Бр э йс, С. Недавние дос тижения и потен циаль ные биомедицинс кие пр именения э лект р оформованньх нановолокон для р егенер ации т каней и ор ганов. Полимер ы 2022, 14, 1508. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

150. Экрами, Э; Ходабанде Шар аки, М; Махмудифар д, М; Мир талеб, МС.; Шар иати, П. Биомедицинс кое пр именение э лект р опр я дення Нановолокна в промышленном мире: обзор . Межд. Дж. Полим. Матер . Полим. Биоматер . 2022. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#)

151. Чэң, С.; Бода, СК; Батра, Словакия; Ли, Х.; Се, Дж Новая роль э лект р опр я денньх нановолокон в ис ледования х рака. Адв. Здор овь ес. Матер . 2018, 7, 1701024. [\[CrossRef\]](#) [\[ПабМед\]](#)

152. Фахмирад С.; Абтахи, Х.; Сатей П.; Газневи-Р ад, Э.; Мос лехи, М; Ганджи, А. Эффект ивнос ть заживления ран э лект р опр я денного нановолокна на ос нове PCL/хитозана, подвер гну т ого э лект р орас пылению с наночас т ицами хитозана, загр уженньми ку р ку мином. Углевод. Полим. 2021, 259, 117640. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#) [\[ПабМед\]](#)

153. Р ат, Г.; Хус ейң, Т.; Чуаңг, Г.; Гар г, Т.; Гоя л, А.К. Р азработ ка и хар актер ис тика композитньх мат ов из желатинов ы нановолокон с наночас т ицами окс ида цинка, загр уженньми цефазолином, для пос леопер ационньх хир у р гичес ких ран. Матер . нау к. англ. С 2016, 58, 242–253. [\[Пер екр ес тная с с ылка\]](#) [\[ПабМед\]](#)

154. Гуртнер, Г.К.; Вернер, С.; Баррандон, Ю.; Лонгакер, М.Т. Ремонт и регенерация ран. *Пр ир ода* 2008, 453, 314–321. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
- [\[ПабМед\]](#)
155. Малеки, Х.; Хошневис-ан, К.; Саджади-Джази, С.М.; Бахарифар, Х.; Дустан, М.; Хошневис-ан, Н.; Шарифи, Ф. Системы на основе нановолокон для назначения диабетиков. *Дж Нанобиотехнологии*. 2021, 19, 317. [\[CrossRef\]](#)
156. Керн, И.; Лим, С.Т. Технология нановолокон: текущие состояния и новые разработки. *Прогр. Полим. наук*. 2017, 70, 1–17. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
157. Бегин, Б.; Ортин, Т.; Перес-Аранда, М.; Мартинес, Г.; Меринеро, М.; Аргуэльес-Ариас, Ф.; Алькудия, А. Полимерные наночастицы для доставки лекарств: последние обзоры и перспективы. *Наноматериалы* 2020, 10, 1403. [\[CrossRef\]](#)
158. Гимарайнш, Д.; Кавако-Пауло, А.; Ногейра, Э. Разработка липосом как системы доставки лекарств для терапевтических целей. *Межд. Дж. Фарм.* 2021, 601, 120571. [\[CrossRef\]](#)
159. Соуто, Э.Б.; Ёсида, СМР; Леонарди, Гречия; Кано, А.; Санчес-Лопес, Э.; Зелинска, А.; Визерас, К.; Северино, П.; да Силва, СФ; Барбоза, Р. де М. Липидно-полимерные пленки: состояние и применение при заживлении ран и восстановлении кожи. *Фармацевтика* 2021, 13, 1199. [\[CrossRef\]](#)
160. Генри, Луизиана; Харт, М. Регенерация в результате травмы: распределение ресурсов губки и кораллов — обзор. *Межд. Преподобный гидробиол.* 2005, 90, 125–158. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
161. Лян, Ю.; Он, Дж.; Го, Б. Функциональные гидрогели в качестве платформы для улучшения заживления ран. *АСУ Нано* 2021, 15, 12687–12722. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
162. Дамвилл, Дж.К.; Дешпанде, С.; О'Мира, С.; Спик, К. Гидроколлоидные платформы для лечения диабетических язв стопы. *Кокрейновская база данных Сист. Обз.* 2013, 2013, CD009099. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
163. Рамалингам, Н.; Натараджан, Т.С.; Раджив С. Получение и характеристика биоматериала поли(2-гидроксизетилметакрилат) нановолокна-А, наполненного электростатическим взаимодействием кукумина, для микроорганизмов: множественной лекарственной устойчивости. *Дж. Биомед. Матер. Рез. Часть А* 2015, 103, 16–24. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
164. Нгуен, Т.Т.; Гош, К.; Хван, СГ; Трач, ЛД.; Парк, Дж.С. Характеристика нановолокон поли(молочной кислоты) с одержанием кукумина для заживления ран. *Дж. Матер. наук*. 2013, 48, 7125–7133. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
165. Равикумар, Р.; Ганеш М.; Убайдулла, У.; Янг Чэй Э.; Теджан, Х. Получение, характеристика и диффузионное исследование in vitro некакого электростатического нановолокна из нагруженного кукуминами ацетат-фталатного полимера целлюлозы Саудовская Аравия. *Дж. Дж. 2017, 25, 921–926. [Перекрестная ссылка]*
166. Мохаммади, МР; Аббани, С.; Бахрани, С.Х.; Джогатаи, Монтана; Моайер, Ф. Антибактериальные свойства и заживление диабетических ран in vivo нановолокнами жевательной резинки, насыщенной кукумином, триагантом/поли(ε-капролактоном) электростатическим взаимодействием. *Матер. наук. Англ. С* 2016, 69, 1183–1191. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
167. Ранджар-Мохаммади, М.; Бахрани, С.Х. Электростатическое взаимодействие кукумина с одержанием поли(ε-капролактона)/камедитриагантом нановолокон для биомедицинского применения. *Межд. Ж. Биол. Макромолекулы*. 2016, 84, 448–456. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
168. Гаи, А.; Багер-и-Хуленджани, С.; Амир Афшар, Х.; Богейри, Х. Биомиметические наноконструктивные покрытия на основе модифицированных PCL-нановолокон с одержанием кукумина, внедренных в хитозан/желатин для регенерации кожи. *Композиции. Часть Б, Англ.* 2019, 177, 107339. [\[CrossRef\]](#)
169. Морадханеджад, Л.; Абдулсатид, М.; Никфарджам, Н.; Шарифари, МХ; Хейдар, В. Влияние молекулярной массы с одержанием ПЭГ на высвобождение лекарственных веществ in vitro из нановолокон PLA/PEG, нагруженных электростатическим взаимодействием кукумина. *Дж. Доставка лекарств. наук. Технол.* 2020, 56, 101554. [\[CrossRef\]](#)
170. Мутилу, Г.; Каламак, С.; Улубайрам, К.; Гювен, Э. Наполненные кукумином электростатические нановолокна PHBV как потенциальная платформа для доставки лекарств. *Дж. Доставка лекарств. наук. Технол.* 2018, 43, 185–193. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
171. Буайхт, Чунг, Огайо; Делакруз, Дж.; Парк, Дж.С. Изготовление и характеристика нановолокон поликапролактон-полиэтиленгликоль, нагруженных электростатическим взаимодействием кукумина, для использования в заживлении ран. *Макромолекулы. Рез.* 2014, 22, 1288–1296. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
172. Мохаммади, З.; Шарифза, М.; Мажди, Х.; Мосафафи, Э.; Барати, М.; Лотфимер, Х.; Гасеминас, К.; Пазоки-Торуди, Х.; Вебстер, Т. и Джей Акбарзаде, А. Влияние нановолокон, нагруженных хитозаном и кукумином, на процесс заживления рану крыс-амцов. *Артиф. Клетки Наномед. Биотехнология*. 2019, 47, 1642–1652. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
173. Перумал, Г.; Паппуру, С.; Чакраборти, Д.; Майя Нандкумар, А.; Чанд, Дания; Дабл, М. Синтез и характеристика наполненной кукумином PLA-смесями с верхневетвистых полиглицеринов, полужесткой метадом электростатического взаимодействия для применения в качестве платформы для доставки лекарств. *Матер. наук. Англ. С* 2017, 76, 1196–1204. [\[Перекрестная ссылка\]](#) [\[ПабМед\]](#)
174. Равикумар, Р.; Ганеш М.; Сентил, В.; Амеш ЮВ.; Яки, СЛ; Чэй Е. Ю. Нагруженный триагидрокукумином PCL-PEG трансдермальный пластырь из нановолокна, полужесткой метадом электростатического взаимодействия и оценка диффузии in vitro. *Дж. Доставка лекарств. наук. Технол.* 2018, 44, 342–348. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
175. Шаббадуст, А.; Занди, М.; Эхани, М.; Шаролахи, П.; Фуази Р. Контолируемое высвобождение кукумина из нановолокон на основе амфифильно-блочные сегментированные полиуретаны. *Межд. Дж. Фарм.* 2020, 575, 118947. [\[CrossRef\]](#)
176. Фу, С.З.; Мэн, ХН; Фан, Дж.; Ян, ЛЛ; Вен, QL; Да, С.Дж.; Лин, С.; Ван, ВQ; Чен, ЛЛ; Ву, Джей Би; и другие. Использование заживления дермальных ран с помощью электростатического взаимодействия кукуминами поли(ε-капролактона)-поли(этиленгликоля)-поли(ε-капролактона) волокон. *Дж. Биомед. Матер. Рез. Преподобный*. 2014, 102, 533–542. [\[Перекрестная ссылка\]](#)
177. Лиан, Ю.; Жан, Дж.К.; Чжан, К.Х.; Мо, ХМ. Изготовление и характеристика нагруженного кукумином шелкового фиброина/PLLA. *Нанофибры и наноканалы. Перепродажа. наук.* 2014, 8, 354–362. [\[Перекрестная ссылка\]](#)

178. Цева, ПБ; Спасова, МГ.; Манолова, НЕ.; Маркова, НД.; Рашков ИБ. Электр опр я денне ку р ку мином ацетат целлюлозные /поливинилпир р олидоновые волокнистые материалы о с ложнойар хитектур ойи антибактер иаль нойактивнос тью. Матер . нау к. англ. С 2017, 73, 206–214. [\[Пер екр ес тная с с ыка\]](#)
179. Челебиоглу, А.; Уяр, Т. Бьстр ор ас т вор имый антиок идант ный комплекс ку р ку мин/циклодекс трин э лект р опр я денне нановолокнистые полотна. Пищевая хим. 2020, 317, 126397. [\[CrossRef\]](#)
180. Саид С.М.; Мирзаде, Х.; Занди, М.; Барзин, Дж Р азработ ка и изгот овление мног ослойных нановолокнистых э лект р опр я денных структур PCL/PVA, наполненных ку р ку мином, в качес т ве активн ой повязки на рану. Прогр. Биоматер . 2017, 6, 39–48. [\[Пер екр ес тная с с ыка\]](#)
181. Эсмаили Э.; Эслами-Аршаги, Т.; Хоссейнзаде, С.; Элахир ад, Э.; Джамалпур, З.; Хатами, С.; Сулеймани, М. Биомедицинский потенциал ацетата целлюлозы полиуретановых нановолокнистых матов, с одержащих вос с тановленные нанокompозит ы оксид а графена/с ер ебра и ку р ку мин: антимикробная э ффективнос ть и заживление кожных ран. Межд. Ж. Биол. Макромола. 2020, 152, 418–427. [\[Пер екр ес тная с с ыка\]](#)
182. Панконгадишак, П.; Санглин, С.; Чуйинуан, П.; Сувангонг, О.; Супафол, П. Использование э лект р опр я денных ковриков из поли(Л-молочной кислоты) волокон, с одержащих ку р ку мин, в качес т ве пер евя зочных материалов. Дж. Дос т авка лекар с т в. нау к. Т ехнол. 2019, 53, 101121. [\[CrossRef\]](#)
183. Махмуд, ММ; Замаң, С.; Первин, А.; Джахан, Р А; Ислам, МФ; Ар афат, МТ. Контроль овал вы вобож дение ку р ку мина из мат ов из э лект р опр я денных волокон с антибактер иаль нойактивнос тью. Дж. Дос т авка лекар с т в. нау к. Т ехнол. 2020, 55, 101386. [\[CrossRef\]](#)
184. Сувангун, О.; Опанасопит, П.; Рукт анунай У.; Супафол, П. Материал ацетата целлюлозы полученный э лект р опр я дением, с одержащие ку р ку мин и характер истика вы вобож дения рас титель ного вещества. Полимер 2007, 48, 7546–7557. [\[Пер екр ес тная с с ыка\]](#)
185. Лю, К.; Чжоу, С.; Чжао, З.; Ву, Т.; Ван, Р.; Сюй, С.; Лю, Л.; Се, Р.; Чжун, З.; Ли, Г.; и другие. Нановолокнистые мембраны из шелкового фиброина/полиэтиленгликоля, нанесенные ку р ку мином. Т ер м. нау к. 2017, 21, 1587–1594. [\[Пер екр ес тная с с ыка\]](#)
186. Захир и, М.; Ханмохаммади, М.; Гударзи, А.; Абабзаде, С.; Сагарджоги Фар ахани, М.; Мохандес нежад, С.; Бахрами, Н.; Набипур, И.; Ай Дж. Инкапсуляция наночастиц хитозана, нанесенных ку р ку мином, в мат из поли(ε-капролактона) и желатинового волокна для заживления раны после ожога с тановления кожи. Межд. Ж. Биол. Макромола. 2020, 153, 1241–1250. [\[Пер екр ес тная с с ыка\]](#)
187. Ляо, ХТ.; Лай ЮТ.; Куо, Калифорния; Чен, Дж. П. Биоактивная многофункциональная мембрана из нановолокна из поли(лакт ид-ко-гликолида)/ку р ку мина с провит ами гепарином для ускорения заживления диабетических ран. Матер . нау к. англ. С 2021, 120, 111689. [\[Пер екр ес тная с с ыка\]](#)