

УДК 59.084

ЭКЗОПОЛИСАХАРИДЫ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ В ЗАЖИВЛЕНИИ ОЖГОВЫХ РАН У КРЫС

Н.А. Фокина¹, Г.Т. Урядова¹, Н.Ю. Селиванов², Л.В. Карпунина¹

¹ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, г. Саратов

²ФГБУН Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН

Принята к публикации: 17 мая 2021.

Опубликована: 28 июня 2021.

Показано влияние экзополисахаридов *Lactococcus lactis* В-1662 и *Streptococcus thermophilus* и пленочных покрытий, созданных на их основе, на заживление ожоговых ран у крыс.

Ключевые слова: молочнокислые бактерии, *Lactococcus lactis*, *Streptococcus thermophilus*, экзополисахариды, пленочные покрытия, животные, крысы, ожог.

Введение.

Среди полисахаридов различного происхождения особое место занимают экзополисахариды (ЭПС), продуцируемые бактериями, которые находят все большее применение в различных отраслях сельского хозяйства, медицине. В литературе встречаются сведения о ранозаживляющей способности ЭПС, но эти сведения не многочисленны [1-3].

Методика исследований.

Объектом исследований являлись экзополисахариды *Lactococcus lactis* В-1662 и *Streptococcus thermophilus*, а также пленочные покрытия, созданные на их основе.

Экзополисахариды *L. lactis* В – 1662 и *S. thermophilus* выделены нами ранее [4, 5]. Показано, что препарат экзополисахаридов *L. lactis* В – 1662 имеет в своем составе глюкозу, ксилозу в соотношении 1:1 и следовые количества рамнозы (5,8%). Препарат экзополисахаридов *S. thermophilus* состоит из рамнозы, галактозы и маннозы в соотношении 1:2:1 с присутствием следов глюкозы (4,4%).

Для создания пленочного покрытия в качестве основы использовали водный раствор ЭПС (1%) *L. lactis* В-1662, *S. thermophilus*, в качестве структурообразователя – карбоксиметилцеллюлозу (1,5 %) (КМЦ) («Fluka», Швейцария), пластификатора – глицерин (10%), в качестве растворителя – физиологический раствор (0,85% NaCl). Раствор ЭПС, КМЦ и глицерин смешивали в разных соотношениях (1:1:0,1). В результате получали однородный, прозрачный, студнеобразный гель, который, застывая, образовывал пленку.

Изучение влияния ЭПС молочнокислых бактерий проводили на животных (крысы), которые были разделены на 7 групп: . 1 группа – интактные животные (без ожога), 2 группа – животные, у которых вызывали ожог, 3 группа – животные, у которых вызывали ожог и после ожога наносили коммерческий препарат 5% декспантенол («Пантодерм», АО «АКРИХИН», Россия), 4 группа – животные, которым после ожога наносили 0,6% раствор ЭПС *L. lactis* В-1662, 5 группа – животные, которым после ожога наносили 0,6% раствор ЭПС *S. thermophilus*, 6 группа – животные, которым после ожога наносили пленочное покрытие на основе ЭПС *L. lactis* В-1662, 7 группа – животные, которым после ожога наносили пленочное покрытие на основе ЭПС *S. thermophilus*.

Ожог степени IIIa моделировали на самках белых беспородных крыс массой 270-300 г, прошедших карантин в течение 14 суток по методу [6]. Экспериментальные исследования выполнены в соответствии с требованиями Федерального закона от 01.12.1999 г. «О защите животных от жестокого обращения» и положениями «Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях»

(Страсбург, 18.03.1986 г.). Крысы находились в виварии при стандартных условиях содержания и кормления. Нанесение 5% декспантенола, ЭПС и пленочных покрытий на место ожога осуществляли сразу же после воспроизведения ожога и далее ежедневно в течение 28 суток. О процессе заживления ожога судили по изменению площади поврежденной поверхности, восстановлению шерстного покрова, зарастанию ран через 1, 3, 5, 7, 10, 14, 21 и 28 сутки.

Результаты исследований.

При изучении влияния ЭПС *L. lactis* В – 1662 и *S. thermophilus* на заживление ожоговых ран были обнаружены различия в группах животных.

В группе животных (2) у которых вызывали ожог, через 1 сутки образовывалась небольшая сухая корка темно-красного цвета с ровными краями. Цвет и форма корки (струпа) оставались неизменными в течение всего эксперимента, отслоения струпа не происходило. На 7 сутки отмечали прорастание шерстки на месте ожога. Через 10 суток наблюдали сокращение площади корки. Полное заживление ожога и восстановление шерстного покрова у крыс этой группы происходило через 28 суток.

При нанесении 5% декспантенола животным (группа 3) наблюдали идентичную картину, как у крыс в группе 2. Также через сутки образовывалась корка темно-красного цвета с ровными краями, площадь которой начинала уменьшаться с 14 суток. Отшелушивания корки на протяжении всего эксперимента не происходило. Прорастание шерстки также наблюдали на 7 сутки. Заживление раны происходило к 25 суткам, а шерстный покров полностью восстанавливался к 28 суткам эксперимента.

При нанесении на ожоговую рану животным ЭПС *L. lactis* В-1662 (группа 4) через 1 сутки также наблюдали образование корки красного цвета с ровными краями. Начиная уже с 1 суток, происходило уменьшение площади ожога. На 5 сутки было замечено прорастание шерсти на поверхности ожога. На 7 сутки наблюдали отшелушивание корки, а на 10 сутки и её отслоение. На 23 сутки наблюдали полное заживление и зарастание шерстью ожоговых ран.

При нанесении ЭПС *S. thermophilus* животным (группа 5) также через сутки наблюдали уменьшение площади раны. Однако, площадь раны у крыс 5 группы была значительно меньше, чем у животных 4 группы, раны которых обрабатывали ЭПС *L. lactis* В-1662. На 5 сутки начиналось более интенсивное прорастание шерсти у крыс по сравнению с животными 4 группы. Слушивание и отслоение корки наблюдали в то же время, что и у животных 4 группы – на 7 сутки. Заживление раны и полное восстановление шерстного покрова наблюдали на 23 сутки, как и в случае обработки ран у крыс ЭПС *L. lactis* В-1662 (4 группа). Однако было замечено, что в случае обработки ран у крыс ЭПС *S. thermophilus* шерстный покров визуально был более густой и равномерный, чем у крыс, раны которых обрабатывали ЭПС *L. lactis* В-1662.

При изучении влияния пленочных покрытий, созданных на основе ЭПС *L. lactis* В-1662 и *S. thermophilus*, на заживление ожогов у крыс было показано, что динамика заживления ожоговых ран контрольных (2 и 3) и опытных групп (6 и 7) животных отличалась. В контрольных группах (2 и 3) животных на 1 сутки на месте ожога наблюдали сухую темно-красного цвета корку с ровными краями. На протяжении всего эксперимента цвет и форма корки (струпа) не изменялись, уменьшалась только их площадь, начиная с 10 суток для 2 группы (ожог без лечения) и 14 суток для 3 группы (где для лечения применяли 5% декспантенол), отделения струпа от поверхности кожи не происходило. Полное заживление ожоговой раны и восстановление шерстного покрова во 2 группе наблюдали только на 28 сутки. У крыс 3 группы полное заживление раны наблюдали к 25 суткам, а шерстный покров полностью восстанавливался лишь к 28 суткам.

У крыс, которым в ходе эксперимента на рану наносили гель, созданный на основе ЭПС лактококка, который по мере застывания образовывал пленочное покрытие (группа 6), на 1 сутки эксперимента наблюдали образование сухой корки на поверхности раны желто-бурого цвета. На 5 сутки корка начинала шелушиться и отслаиваться от кожи. К 21 суткам происходило практически полное заживление раны, о чем судили по площади ожога, которая

была в 10 раз меньше, чем к этому времени во 2 группе животных. Полное заживление кожи было отмечено на 23 сутки, а полное восстановление шерстного покрова происходило на 25 сутки.

При применении для обработки ожога пленочного покрытия, созданного на основе ЭПС стрептококка, у животных 7 группы, также как и у животных 6 группы, через сутки на поверхности раны наблюдали образование сухой корки желто-бурого цвета. Однако было замечено, что заживление ран у данной группы животных, в отличие от крыс 6 группы, начиналось уже с первых суток, корка была меньшего размера. На 5 сутки корка еще больше светлела и начинала отделяться от поверхности кожи. К 21 суткам на месте раны отмечали лишь небольшое покраснение кожи и практически полное восстановление шерстного покрова. Нагноения ран ни в одной группе животных не наблюдали. За время наблюдения у животных всех групп нарушений функций пищеварения и мочеотделения отмечено не было, гибели крыс в ходе эксперимента также не происходило.

Заключение.

Таким образом, ЭПС *L. lactis* В-1662 и *S. thermophilus* и пленочные покрытия, созданные на их основе, способствуют заживлению ожогов степени IIIa у крыс с полным восстановлением кожно-шерстного покрова. При применении пленочного покрытия, созданного на основе ЭПС *S. thermophilus*, заживление ожоговой раны наступало раньше на двое суток.

Список литературы

1. Правдивцева, М.И. Влияние лаксаранов на процесс заживления ран у животных / М.И. Правдивцева, Л.В. Карпунина, Е.Н. Бухарова // Аграрная наука в XXI веке; проблемы и перспективы: сборник науч. статей VI Всероссийской науч. - практ. конф. Саратов, 2012. – С. 82 – 84.

2. Lloyd, L.L. Carbohydrate polymers as wound management aids / L.L. Lloyd, J.F. Kennedy, P. Methacanon [et al.] // Carbohydrate Polymers. – 1998 – V. 37, N 3 – P. 315 – 322.
3. Leibovich, S.J. Promotion of wound repair in mice by application of glucan / S.J. Leibovich, D. Danon // Journal Reticuloendothel Soc. – 1980 – V. 1 – P. 1 – 11.
4. Фокина, Н.А. Выделение экзополисахарида из *Lactococcus lactis* при различных условиях культивирования / Н.А. Фокина, Г.Т. Урядова, Л.В. Карпунина // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 12. – С. 40 – 42.
5. Фокина, Н.А. Влияние условий культивирования на продукцию экзополисахарида *Streptococcus thermophilus* / Н.А. Фокина, Г.Т. Урядова, Л.В. Карпунина // Изв. Саратов. ун-та. Нов.сер. Сер. Химия. Биология. Экология. – 2018. – Т. 18, вып. 2. – С. 179 – 181.
6. Пономарь, Н.С. Влияние препарата ионизированного серебра на репаративную регенерацию кожи и подлежащих тканей при моделировании термических и химических ожогов у крыс / Н.С. Пономарь // Биомедицина. – 2012. – № 1. – С. 143 – 148.

Сведения об авторах

Фокина Н.А., ФГБОУ ВО ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова»

Урядова Г.Т., ФГБОУ ВО ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова»

Селиванов Н.Ю., ФГБУН Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН

Карпунина Л.В., ФГБОУ ВО ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова»

EXOPOLYSACCHARIDES OF MILK BACTERIA IN HEALING OF BURN WOUNDS IN RATS

Fokina N.A., Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov

Uryadova G.T., Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov

Selivanov N.Yu., Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms RAS

Karpunina L.V., Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov

It is shown the effect of exopolysaccharides *Lactococcus lactis* B-1662 and *Streptococcus thermophilus* and film coatings based on them on the healing of burn wounds in rats.

Key words: lactic acid bacteria, *Lactococcus lactis*, *Streptococcus thermophilus*, exopolysaccharides, film coatings, animals, rats, burns.