

УДК 59.084

DOI 10.23648/UMBJ.2018.32.22701

ДЕЙСТВИЕ ЭКЗОПОЛИСАХАРИДОВ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ НА ПРОЦЕСС ЗАЖИВЛЕНИЯ ОЖОГОВ У КРЫС

Н.А. Фокина¹, Г.Т. Урядова¹, А.Ю. Тяпкин¹, Л.Н. Шорина², Л.В. Карпунина¹

¹ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова»,
г. Саратов, Россия;

²ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет
им. Н.Г. Чернышевского», г. Саратов, Россия

e-mail: fockina.nadejda@yandex.ru

*Цель исследования – изучить влияние экзополисахаридов (ЭПС) молочнокислых бактерий *Lactococcus lactis* B-1662 и *Streptococcus thermophilus* на заживление ожогов у самок белых крыс.*

*Материалы и методы. Использовали ЭПС *Lactococcus lactis* B-1662 и *Streptococcus thermophilus*, 5 % декспантенол. Животные (самки белых крыс), взятые для эксперимента, были разбиты на 5 групп: 1-я группа – без ожога, 2-я группа – с ожогом, 3-я группа – ожог и коммерческий препарат 5 % декспантенол, 4-я группа – ожог и 0,6 % раствор ЭПС *L. lactis* B-1662, 5-я группа – ожог и 0,6 % раствор ЭПС *S. thermophilus*. Ожог моделировали под эфирным наркозом на межлопаточном пространстве крысы дном пробирки, наполненной кипящей водой (2/3 объема) в течение 30 с (ожог степени IIIa). Для определения микрофлоры брали смывы с поверхности ожогов в течение всего эксперимента (28 сут).*

*Результаты. У животных с ожогом (2-я группа) через 10 сут наблюдали сокращение площади корки, а полное заживление ожога и восстановление шерстного покрова происходило через 28 сут. В 3-й группе крыс площадь ожоговой корки начала уменьшаться только с 14-х сут, однако полное восстановление шерстного покрова наблюдали через 25 сут. У крыс 4-й и 5-й групп, леченых ЭПС *L. lactis* B-1662 и *S. thermophilus*, значительное сокращение площади ожога наблюдали уже на 3-и и 1-е сут соответственно с окончательным заживлением к 23-м сут. Изучение микрофлоры показало, что количество мезофильных аэробных и факультативных анаэробных микроорганизмов в 5-й группе крыс, раны которых обрабатывали ЭПС *S. thermophilus*, к моменту заживления раны было в 1,25 раза меньше по сравнению с другими группами крыс. При обработке ран ЭПС *L. lactis* B-1662 и *S. thermophilus* отмечали также значительное уменьшение количества бактерий группы кишечной палочки и стафилококка относительно других групп.*

*Выводы. Таким образом, ЭПС *Lactococcus lactis* B-1662 и *Streptococcus thermophilus* способствуют заживлению ожогов степени IIIa у крыс с полным восстановлением кожно-шерстного покрова, при этом отмечается значительное уменьшение числа бактерий группы кишечной палочки и стафилококков. Наилучший регенерирующий эффект выявлен в отношении ЭПС *S. thermophilus*.*

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

Введение. В последние годы полисахариды всё шире находят применение в медицине, ветеринарии, фармацевтической, пищевой, химической, текстильной промышленности, при добыче нефти и в ряде других областей народного хозяйства. Среди полисахаридов различного происхождения значительное место занимают экзополисахариды (ЭПС), продуцируемые бактериями. Все это требует от исследователей не только изыскания новых

источников получения, но также и изучения их свойств. В состав многих препаратов, применяемых в медицине и ветеринарии, входят ЭПС различных бактерий [1–3]. Значительное внимание уделяется ЭПС молочнокислых бактерий, поскольку, как известно из литературы, они обладают антимикробными, иммуномодулирующими, ранозаживляющими свойствами [3–6], но эти сведения немногочисленны и касаются в основном лактобацилл [6].

Цель исследования. Изучение влияния экзополисахаридов молочнокислых бактерий *Lactococcus lactis* В-1662 и *Streptococcus thermophilus* на процесс заживления ожогов у крыс.

Материалы и методы. В работе использовали ЭПС, выделенные нами ранее [7, 8] из культуры *Lactococcus lactis* В-1662, полученной из Всероссийской коллекции микроорганизмов (г. Пушкино), и культуры *Streptococcus thermophilus*, полученной из ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» (г. Москва), а также коммерческий препарат – 5 % декспантенол в форме крема («Пантодерм», АО «АКРИХИН», Россия).

Исследование проводили на белых беспородных крысах-самках массой 270–300 г, прошедших карантин в течение 14 сут. Крысы находились в виварии при одинаковых условиях содержания и кормления. Экспериментальные исследования выполнены в соответствии с требованиями федерального закона от 01.12.1999 «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). За сутки до эксперимента крысы были продепилированы путем выщипывания обозначенной для ожога поверхности. Для проведения эксперимента крысы были разделены на 5 групп (n=6): 1-я группа – животные без ожога; 2-я группа – животные, у которых вызывали ожог; 3-я группа – животные, у которых вызывали ожог и которым после ожога наносили коммерческий препарат – 5 % декспантенол; 4-я группа – животные, которым после ожога наносили 0,6 % раствор ЭПС *L. lactis* В-1662; 5-я группа – животные, которым после ожога наносили 0,6 % раствор ЭПС *S. thermophilus*. Моделирование ожога проводили под эфирным наркозом на межлопаточном пространстве крысы дном пробирки с кипящей водой (2/3 объема) площадью 2×2 см² [9] в течение 30 с (ожог степени IIIa). Нанесение 5 % декспантенола и бактериальных ЭПС проводили сразу же после моделирования ожога и далее ежедневно в течение 28 сут эксперимента. О процессе заживления

ожога судили по оценке площади ожога и застывания ран [9], которую проводили на 1, 3, 5, 7, 10, 14, 21 и 28-е сут. Для определения количества мезофильных аэробных и факультативных анаэробных микроорганизмов (МАФАНМ) в смывах с поверхности ожоговых ран использовали мясо-пептонный агар; для бактерий группы кишечной палочки (БГКП) – среды Кесслер и Эндо; для стафилококков – солевой бульон и желточно-солевой агар. Смывы для определения микрофлоры брали в течение эксперимента также через 1, 3, 5, 7, 10, 14, 21 и 28 сут.

Статистическую обработку полученных данных осуществляли с помощью методов параметрического и непараметрического анализа с использованием пакетов прикладных программ Statistica 8.0 for Windows (StatSoft-Russia) и Microsoft Office Excel 2007.

Результаты и обсуждение. В процессе исследований было показано, что процессы заживления в группах животных существенно отличались (табл. 1). Во 2-й группе животных, у которых вызывали ожог, через 1 сут 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-е сут отмечали прорастание шерстки на месте ожога. Через 10 сут наблюдали сокращение площади корки. Полное заживление ожога и восстановление шерстного покрова у крыс этой группы происходило через 28 сут.

При нанесении 5 % декспантенола животным (группа 3) наблюдали идентичную группе 2 картину. Также через сутки образовывалась корка темно-красного цвета с ровными краями, площадь которой начинала уменьшаться с 14-х сут. Отшелушивания корки на протяжении всего эксперимента не происходило. Прорастание шерстки также наблюдали на 7-е сут. Заживление раны происходило к 25-м сут, как видно из табл. 1, а шерстный покров полностью восстанавливался к 28-м сут эксперимента.

При нанесении на ожоговую рану животным ЭПС *L. lactis* В-1662 (группа 4) через 1 сут также наблюдали образование корки красного цвета с ровными краями. Начиная

уже с 1-х сут происходило уменьшение площади ожога (табл. 1). На 5-е сут было замечено прорастание шерсти на поверхности ожога. На 7-е сут наблюдали отшелушивание корки, а на 10-е сут – ее отслоение. На 23-е сут отмечали полное заживление и зарастание шерстью ожоговых ран.

При нанесении ЭПС *S. thermophilus* животным (группа 5) также через сутки наблюдали уменьшение площади раны (табл. 1). Однако, как видно из табл. 1, площадь раны была значительно меньше, чем у животных 4-й группы, раны которых обрабатывали ЭПС *L. lactis*

В-1662. На 5-е сут начиналось более интенсивное прорастание шерсти у крыс по сравнению с животными 4-й группы. Случивание и отслоение корки наблюдали в то же время, что и у животных 4-й группы, – на 7-е сут. Заживление раны и полное восстановление шерстного покрова наблюдали также на 23-е сут, как и в случае обработки ран ЭПС *L. lactis* В-1662 (4-я группа). Однако было замечено, что в случае обработки ран ЭПС *S. thermophilus* шерстный покров визуально был более густой и равномерный, чем у крыс, раны которых обрабатывали ЭПС *L. lactis* В-1662.

Таблица 1

Влияние экзополисахаридов *L. lactis* В-1662 и *S. thermophilus* на ожоги у крыс

Время, сут	Площадь ожога, см ²			
	2-я группа, ожог	3-я группа, ожог + 5 % декспантенол	4-я группа, ожог + ЭПС <i>L. lactis</i> В-1662	5-я группа, ожог + ЭПС <i>S. thermophilus</i>
1	2,80±0,10	2,40±0,20	2,20±0,10*	1,50±0,20*
3	3,00±0,30	3,00±0,20	1,50±0,22*	1,50±0,20*
5	2,40±0,20	2,60±0,30	1,50±0,20*	1,20±0,30*
7	2,10±0,22	2,50±0,21	1,25±0,08*	1,10±0,30*
10	0,50±0,12	2,00±0,14*	1,20±0,13*	1,10±0,12*
14	0,40±0,12	0,20±0,08	0,20±0,05	0,20±0,14
21	0,10±0,05	0,08±0,17	0,02±0,05*	0,02±0,05*
23	0,10±0,05	0,10±0,05	-	-
25	0,10±0,05	-	-	-
28	-	-	-	-

Примечание. * – $p \leq 0,05$ относительно 2-й группы.

Важным показателем в заживлении ожогов является изменение состава микрофлоры, поскольку основной причиной осложнений ожогов служат инфекции, вызванные чаще всего бактериями группы кишечной палочки, стафилококками и др. [10–13]. В связи с этим значительный интерес представляло исследование микрофлоры (общей обсемененности МАФАНМ, БГКП и стафилококками) смывов с поверхности ран у крыс всех групп.

В процессе исследований выявлено, что значительных изменений микрофлоры при

изучении количества МАФАНМ у животных большинства групп не происходило. Исключение составляли животные 5-й группы, раны которых обрабатывали ЭПС *S. thermophilus*. У них к моменту заживления раны количество МАФАНМ было в 1,25 раза меньше по сравнению с другими группами крыс. Небольшое увеличение количества МАФАНМ наблюдали во 2, 3, 4 и 5-й группах животных (табл. 2) в период с 3-х по 21-е сут. Возможно, это объясняется разгаром инфекционного процесса.

Таблица 2

Влияние экзополисахаридов *L. lactis* В-1662 и *S. thermophilus* на количество МАФАНМ на поверхности ожогов у крыс, КОЕ/мл

Время, сут	1-я группа, без ожога (интактная)	2-я группа, ожог	3-я группа, ожог + 5 % декспантенол	4-я группа, ожог + ЭПС <i>L. lactis</i> В-1662	5-я группа, ожог + ЭПС <i>S. thermophilus</i>
1	$(2,5 \pm 0,20) \times 10^5$	$(2,5 \pm 0,21) \times 10^5$	$(3,5 \pm 0,22) \times 10^5*$	$(2,5 \pm 0,29) \times 10^5*$	$(2,5 \pm 0,24) \times 10^5*$
3	$(2,5 \pm 0,21) \times 10^5$	$(3,0 \pm 0,12) \times 10^5$	$(4,5 \pm 0,26) \times 10^5$	$(3,0 \pm 0,16) \times 10^5*$	$(2,5 \pm 0,22) \times 10^5*$
5	$(2,5 \pm 0,21) \times 10^5$	$(4,0 \pm 0,21) \times 10^5*$	$(6,0 \pm 0,33) \times 10^5$	$(4,0 \pm 0,24) \times 10^5*$	$(3,0 \pm 0,29) \times 10^5*$
7	$(2,5 \pm 0,21) \times 10^5$	$(6,0 \pm 0,25) \times 10^5*$	$(7,0 \pm 0,24) \times 10^5*$	$(5,0 \pm 0,21) \times 10^5*$	$(4,0 \pm 0,22) \times 10^5*$
10	$(2,5 \pm 0,21) \times 10^5$	$(5,0 \pm 0,13) \times 10^6*$	$(6,0 \pm 0,21) \times 10^6*$	$(5,0 \pm 0,21) \times 10^5*$	$(4,0 \pm 0,22) \times 10^5*$
14	$(2,5 \pm 0,21) \times 10^5$	$(4,0 \pm 0,17) \times 10^5*$	$(5,0 \pm 0,24) \times 10^5*$	$(5,0 \pm 0,26) \times 10^5*$	$(4,0 \pm 0,37) \times 10^5*$
21	$(2,5 \pm 0,21) \times 10^5$	$(2,5 \pm 0,12) \times 10^5*$	$(4,0 \pm 0,13) \times 10^5$	$(2,5 \pm 0,11) \times 10^5*$	$(2,0 \pm 0,13) \times 10^5*$
28	$(2,5 \pm 0,21) \times 10^5$	$(2,5 \pm 0,21) \times 10^5*$	$(2,5 \pm 0,21) \times 10^5*$	$(2,5 \pm 0,21) \times 10^5*$	$(2,0 \pm 0,21) \times 10^5*$

Примечание. * – различия достоверны ($p \leq 0,05$) относительно 2-й группы.

При определении бактерий группы кишечной палочки, как видно из табл. 3, было обнаружено их уменьшение в группе крыс с ожогом (2-я группа) по сравнению с интактными животными (1-я группа). В 4-й и 5-й группах животных, обработанных ЭПС *L. lactis* В-1662 и *S. thermophilus* соответственно, происходило значительное их уменьшение (табл. 3).

При выявлении стафилококков на поверхности ожогов во 2-й группе животных по сравнению с интактными животными было отмечено небольшое увеличение числа бактерий (табл. 4). В 3-й группе животных количество стафилококков было практически идентично количеству бактерий во 2-й группе, однако достоверно больше, чем у крыс группы 1.

Таблица 3

Влияние экзополисахаридов *L. lactis* В-1662 и *S. thermophilus* на количество БГКП на поверхности ожогов у крыс, КОЕ/мл

Время, сут	1-я группа, без ожога (интактная)	2-я группа, ожог	3-я группа, ожог + 5 % декспантенол	4-я группа, ожог + ЭПС <i>L. lactis</i> В-1662	5-я группа, ожог + ЭПС <i>S. thermophilus</i>
1	$(2,0 \pm 0,20) \times 10^3$	$(1,0 \pm 0,20) \times 10^3 \bullet$	$(1,0 \pm 0,20) \times 10^3$	$(1,0 \pm 0,20) \times 10^3$	$(1,0 \pm 0,20) \times 10^3$
3	$(5,0 \pm 0,12) \times 10^3$	$(3,0 \pm 0,12) \times 10^3 \bullet$	$(1,0 \pm 0,26) \times 10^4*$	$(3,0 \pm 0,21) \times 10^3$	$(2,0 \pm 0,22) \times 10^3*$
5	$(5,0 \pm 0,21) \times 10^3$	$(4,0 \pm 0,21) \times 10^3 \bullet$	$(2,0 \pm 0,33) \times 10^4*$	$(3,0 \pm 0,20) \times 10^3*$	$(1,0 \pm 0,29) \times 10^3*$
7	$(1,0 \pm 0,25) \times 10^4$	$(1,0 \pm 0,25) \times 10^4$	$(2,0 \pm 0,24) \times 10^4*$	$(1,0 \pm 0,25) \times 10^3*$	$(1,0 \pm 0,22) \times 10^3*$
10	$(1,0 \pm 0,13) \times 10^4$	$(1,0 \pm 0,13) \times 10^4$	$(1,0 \pm 0,21) \times 10^4$	$(1,0 \pm 0,21) \times 10^3*$	$(1,0 \pm 0,22) \times 10^3*$
14	$(1,0 \pm 0,17) \times 10^4$	$(1,0 \pm 0,17) \times 10^4$	$(1,0 \pm 0,24) \times 10^4$	$(1,0 \pm 0,17) \times 10^3*$	$(1,0 \pm 0,37) \times 10^3*$
21	$(1,0 \pm 0,12) \times 10^4$	$(1,0 \pm 0,20) \times 10^4$	$(1,0 \pm 0,13) \times 10^4$	$(1,0 \pm 0,12) \times 10^3*$	$(1,0 \pm 0,13) \times 10^3*$
28	$(1,0 \pm 0,12) \times 10^4$	$(1,0 \pm 0,12) \times 10^4$	$(1,0 \pm 0,13) \times 10^4$	$(1,0 \pm 0,12) \times 10^3*$	$(1,0 \pm 0,13) \times 10^3*$

Примечание. * – $p \leq 0,05$ относительно 2-й группы; \bullet – $p \leq 0,05$ относительно 1-й группы.

Таблица 4

Влияние экзополисахаридов *L. lactis* В-1662 и *S. thermophilus* на количество стафилококков на поверхности ожогов у крыс, КОЕ/мл

Время, сут	1-я группа, без ожога (интактная)	2-я группа, ожог	3-я группа, ожог + 5 % декспантенол	4-я группа, ожог + ЭПС <i>L. lactis</i> В-1662	5-я группа, ожог + ЭПС <i>S. thermophilus</i>
1	$(1,0 \pm 0,20) \times 10^5$	$(1,0 \pm 0,20) \times 10^3 \bullet$	$(1,0 \pm 0,20) \times 10^3$	$(1,0 \pm 0,20) \times 10^3$	$(1,0 \pm 0,22) \times 10^3$
3	$(2,0 \pm 0,12) \times 10^5$	$(2,0 \pm 0,12) \times 10^5 \bullet$	$(3,0 \pm 0,24) \times 10^5 *$	$(2,0 \pm 0,21) \times 10^4 *$	$(2,0 \pm 0,12) \times 10^4 *$
5	$(2,0 \pm 0,21) \times 10^5$	$(3,0 \pm 0,21) \times 10^5 \bullet$	$(4,0 \pm 0,21) \times 10^5 *$	$(4,0 \pm 0,20) \times 10^4 *$	$(3,0 \pm 0,20) \times 10^4 *$
7	$(2,0 \pm 0,25) \times 10^5$	$(5,0 \pm 0,25) \times 10^5 \bullet$	$(6,0 \pm 0,25) \times 10^5 *$	$(4,0 \pm 0,25) \times 10^4 *$	$(2,0 \pm 0,27) \times 10^4 *$
10	$(2,0 \pm 0,13) \times 10^5$	$(4,0 \pm 0,13) \times 10^5 \bullet$	$(5,0 \pm 0,13) \times 10^5 *$	$(2,0 \pm 0,21) \times 10^4 *$	$(1,0 \pm 0,21) \times 10^4 *$
14	$(2,0 \pm 0,17) \times 10^5$	$(3,0 \pm 0,17) \times 10^5 \bullet$	$(4,0 \pm 0,24) \times 10^5 *$	$(1,0 \pm 0,17) \times 10^3 *$	$(1,0 \pm 0,15) \times 10^3 *$
21	$(1,0 \pm 0,12) \times 10^5$	$(2,0 \pm 0,12) \times 10^5 \bullet$	$(3,0 \pm 0,13) \times 10^5 *$	$(1,0 \pm 0,12) \times 10^3 *$	$(1,0 \pm 0,20) \times 10^3 *$
28	$(1,0 \pm 0,12) \times 10^5$	$(2,0 \pm 0,12) \times 10^5 \bullet$	$(2,0 \pm 0,13) \times 10^5 *$	$(1,0 \pm 0,12) \times 10^3 *$	$(1,0 \pm 0,12) \times 10^3 *$

Примечание. * – $p \leq 0,05$ относительно 2-й группы; \bullet – $p \leq 0,05$ относительно 1-й группы.

В группах крыс 4 и 5, обработанных ЭПС *L. lactis* В-1662 и *S. thermophilus*, было обнаружено значительное снижение числа стафилококков по сравнению со 2-й и 3-й группами. Следует отметить, что нагноения ран ни в одной группе крыс не происходило.

Заключение. Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что ЭПС *Lactococcus lactis* В-1662 и *Streptococcus thermophilus* способствуют заживлению ожогов степени IIIа у крыс с пол-

ным восстановлением кожно-шерстного покрова, при этом отмечается значительное уменьшение числа бактерий группы кишечной палочки и стафилококков. Наилучший регенерирующий эффект выявлен в отношении ЭПС *S. thermophilus*. Способность исследуемых ЭПС оказывать положительное влияние на заживление ожоговых ран у животных в перспективе может найти применение в медицине и ветеринарной практике.

Литература

1. Ботвинко И.В. Экзополисахариды бактерий. Успехи микробиологии. 1985; 20: 79–122.
2. Ермольева З.В., Вайсберг Г.Е. Стимуляция неспецифической резистентности организма и бактериальные полисахариды. М.: Медицина; 1976. 184.
3. Ширококов В.П. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология. Винница: Нова Книга; 2015. 896.
4. Онищенко Г.Г., Алёшкин В.А., Афанасьев С.С., Поспелова В.В. Иммунобиологические препараты и перспективы их применения в инфектологии. М.: ГОУ ВУНМЦ Минздрава РФ; 2002. 608.
5. Мизина П.Г. Фитопленки в фармации и медицине. Фармация. 2000; 5–6: 38–40.
6. Правдивцева М.И., Карпунина Л.В., Бухарова Е.Н. Влияние лаксаранов на процесс заживления ран у животных. Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы: сб. науч. статей VI Всероссийской науч.-практ. конф. Саратов; 2012: 82–84.
7. Фокина Н.А., Урядова Г.Т., Карпунина Л.В. Влияние условий культивирования на продукцию экзополисахарида *Streptococcus thermophilus*. Известия Саратовского ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2018; 18 (2): 179–181.
8. Фокина Н.А., Урядова Г.Т., Карпунина Л.В. Выделение экзополисахарида из *Lactococcus lactis* при различных условиях культивирования. Аграрный научный журнал. 2016; 12: 40–42.

9. Пономарь Н.С. Влияние препарата ионизированного серебра на репаративную регенерацию кожи и подлежащих тканей при моделировании термических и химических ожогов у крыс. Биомедицина. 2012; 1: 143–148.
10. Вазина И.П., Вазина В.А., Зудина Т.И. Шок и сепсис как причины смерти обожженных. Вестник хирургии им. И.И. Грекова. 1988; 140 (6): 58–62.
11. Herruzo-Cabrera R., Garcia-Torres V., Garcia-Caballero J., Fernandez-Arjona M., Mariscal-Sistia-ga F., Rey-Calero J. Intensive decolonization effect on the microbiological flora of burn patients admitted to a burn intensive care unit. Annals of burns and fire disasters. 1997; 10 (3): 146–151.
12. Merrell S.W., Saffle J.R., Larson C.M., Sullivan J.J. The declining incidence of fatal sepsis following thermal injury. The journal of trauma. 1989; 10: 1362–1366.
13. Воробьев А.В., Быков А.С., Пашков Е.П., Рыбакова А.М. Микробиология. М.: Медицина; 2003. 336.

EFFECT OF EXOPOLYSACCHARIDES OF LACTIC ACID BACTERIA ON BURN HEALING IN RATS

N.A. Fokina¹, G.T. Uryadova¹, A.Yu. Tyapkin¹, L.N. Shorina², L.V. Karpunina¹

¹Saratov State Vavilov Agrarian University, Saratov, Russia;

²Saratov State University named after N.G. Chernyshevsky, Saratov, Russia

e-mail: fokina.nadejda@yandex.ru

The aim of the paper is to study the effects of exopolysaccharides (EPS) of lactic acid bacteria Lactococcus lactis B-1662 and Streptococcus thermophilus on burn healing in female white rats.

Materials and Methods. We used EPS of Lactococcus lactis B-1662 and Streptococcus thermophilus, 5 % dexpanthenol. Experimental animals (female white rats) were divided into 5 groups: Group 1 – without burns, Group 2 – with burns, Group 3 – burns treated with 5 % dexpanthenol, Group 4 – burns treated with 0.6 % solution of EPS of L. lactis B-1662, Group 5 – burns treated with 0.6 % solution of EPS of S. thermophilus. The 3rd-degree burns were simulated under ether anesthesia on the interscapular space with the test glass filled with boiling water (2/3 volume; 30 seconds). To determine the microflora, washings were taken daily from the burn surface during the experiment (28 days).

Results. The animals belonging to Group 2 demonstrated the reduction of the crustlike surface of a healing skin lesion in 10 days, but the complete burn healing and restoration of the body hair coat was observed only after 28 days. In rats belonging to Group 3, the reduction of the crustlike surface was marked only in 14 days, however, the complete restoration of the body hair coat was observed after 25 days. In rats belonging to Groups 4 and 5, treated with EPS of L. lactis B-1662 and S. thermophilus, a significant reduction in the burn area was observed as soon as the 3rd and the 1st days. Complete healing was noticed by the 23rd day. The study of microflora showed that the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms in Group 5 (the wounds were treated with EPS of S. thermophiles) by the time of wound healing was 1.25 times as small as in other groups of rats. Treating wounds with EPS of L. lactis B-1662 and S. thermophilus also led to a significant decrease in the number of Escherichia coli bacteria and staphylococcus in comparison with other groups.

Conclusion. Thus, exopolysaccharides of Lactococcus lactis B-1662 and Streptococcus thermophilus contribute to the 3rd-degree burn healing in rats, to complete restoration of cutaneous and body hair coat, and to significant decrease in the number of Escherichia coli and Staphylococcus bacteria. The best regenerating effect was revealed while treating rats with EPS of S. thermophilus.

Keywords: lactic acid bacteria, Lactococcus lactis, Streptococcus thermophilus, exopolysaccharides, rats, burns.

References

1. Botvinko I.V. Ekzopolisakharidy bakteriy [Bacterial exopolysaccharides]. *Uspekhi mikrobiologii*. 1985; 20: 79–122 (in Russian).
2. Ermol'eva Z.V., Vaysberg G.E. *Stimulyatsiya nespetsificheskoy rezistentnosti organizma i bakterial'nye polisakharidy* [Stimulation of non-specific body resistance and bacterial polysaccharides]. Moscow: Meditsina; 1976. 184 (in Russian).
3. Shirobokov V.P. *Meditsinskaya mikrobiologiya, virusologiya i immunologiya* [Medical microbiology, virology and immunology]. Vinnitsa: Nova Kniga; 2015. 896 (in Russian).

4. Onishchenko G.G., Aleshkin V.A., Afanas'ev S.S., Pospelova V.V. *Immunobiologicheskie preparaty i perspektivy ikh primeneniya v infektologii* [Immunobiological drugs and prospects for their use in infectiousology]. Moscow: Minzdrav RF; 2002. 608 (in Russian).
5. Mizina P.G. Fitoplenki v farmatsii i meditsine [Phytofilms in pharmacy and medicine]. *Farmatsiya*. 2000; 5–6: 38–40 (in Russian).
6. Pravdivtseva M.I., Karpunina L.V., Bukharova E.H. Vliyanie laksaranov na protsess zzhivleniya ran u zhivotnykh [Laksaran effect on wound healing in animals]. *Agrarnaya nauka v XXI veke: problemy i perspektivy: sb. nauch. statey VI Vserossiyskoy nauch.-prakt. konf.* [Agrarian science in the 21st century: Problems and prospects: Proceedings of the 6th All-Russian research-to-practice conference]. Saratov; 2012: 82–84 (in Russian).
7. Fokina N.A., Uryadova G.T., Karpunina L.V. Vliyanie usloviy kul'tivirovaniya na produktsiyu ekzopolisakharida *Streptococcus thermophilus* [The effect of cultivation conditions on exopolysaccharide of *Streptococcus thermophilus*]. *Izvestiya Sarat. un-ta. Nov. ser. Ser. Khimiya. Biologiya. Ekologiya*. 2018; 18 (2): 179–181 (in Russian).
8. Fokina N.A., Uryadova G.T., Karpunina L.V. Vydelenie ekzopolisakharida iz *Lactococcus lactis* pri razlichnykh usloviyakh kul'tivirovaniya [Isolation of exopolysaccharide from *Lactococcus lactis* under various culture conditions]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal*. 2016; 12: 40–42 (in Russian).
9. Ponomar' N.S. Vliyanie preparata ionizirovannogo serebra na reparativnuyu regeneratsiyu kozhi i podlezhashchikh tkaney pri modelirovanii termicheskikh i khimicheskikh ozhogov u krysa [Effect of ionized silver on reparative regeneration of the skin and underlying tissues while simulating thermal and chemical burns in rats]. *Biomeditsina*. 2012; 1: 143–148 (in Russian).
10. Vazina I.R., Vazina V.A., Zudina T.I. Shok i sepsis kak prichiny smerti obozhzhennykh [Shock and sepsis as the cause of death in burned individuals]. *Vestnik khirurgii im. I.I. Grekova*. 1988; 140 (6): 58–62 (in Russian).
11. Herruzo-Cabrera R., Garcia-Torres V., Garcia-Caballero J., Fernandez-Arjona M., Mariscal-Sistiaga F., Rey-Calero J. Intensive decolonization effect on the microbiological flora of burn patients admitted to a burn intensive care unit. *Annals of burns and fire disasters*. 1997; 10 (3): 146–151.
12. Merrell S.W., Saffle J.R., Larson C.M., Sullivan J.J. The declining incidence of fatal sepsis following thermal injury. *The journal of trauma*. 1989; 10: 1362–1366.
13. Vorob'ev A.V., Bykov A.S., Pashkov E.P., Rybakova A.M. *Mikrobiologiya* [Microbiology]. Moscow: Meditsina; 2003. 336 (in Russian).