

konferentsii «Perspektivy razvitiya selskokhozyaystvennogo i avtotraktornogo mashinostroeniya v Respublike Kazakhstan» posvyashch. 15-letiyu nezavisimosti Respubliki Kazakhstan: sb. nauch. tr. / KazNIIMESKh. Almaty, 2007 – S. 278-283.

8. Toktonaliev, B.S. Modelirovanie potochnoy linii kupaniya ovets / Y.Dzh. Osmonov, B.S. Toktonaliev i dr. // Materialy mezhdunarod. konferentsii «Perspektivy razvitiya selskokhozyaystvennogo i avtotraktornogo mashinostroeniya v Respublike Kazakhstan» posvyashch. 15-letiyu nezavisimosti Respubliki Kazakhstan: sb. nauch. tr. / KazNIIMESKh. Almaty, 2007 – S. 200-205.

9. Toktonaliev, B.S. Filtratsiya akaritsidnoy zhidkosti cherez sorbent pod vakuum / Y.Dzh. Osmonov, B.S. Toktonaliev i dr. // Materialy mezhdunarod. konferentsii «Perspektivy razvitiya selskokhozyaystvennogo i avtotraktornogo mashinostroeniya v Respublike Kazakhstan» posvyashch. 15-letiyu nezavisimosti Respubliki Kazakhstan: sb. nauch. tr. / KazNIIMESKh. Almaty, 2007 – S. 177-183.

10. Saati.T.L. Matematicheskie metody issledovaniya operatsiy / T.L. Saati. – Moskva, 1963. – 207 s.

11. Obshchesoyuznye normy tekhnologicheskogo proektirovaniya ovtsevodcheskikh predpriyatiy. SNTF 5-85. – Moskva: Kolos, 1986.

12. Toktonaliev, B.S. Poisk sposobov detoksikatsii akaritsidnykh rastvorov / Y.Dzh. Osmonov, B.S. Toktonaliev i dr. // Vestnik Kyrgyzskogo agrarnogo universiteta. 2007. – No. 3. – S. 151-153.

13. Pat. 102 Kyrgyzskaya Respublika, MPK8 A 61 D 11/00. Pribor dlya polucheniya dannykh pri opredelenii kontsentratsii akaritsida v rastvore / Y.Dzh. Osmonov, B.S. Toktonaliev, Ch.T. Umetalieva, N.S. Karaeva, Z.A. Nariev, D.A. Omorbekova; zayavitel i patentoobladatel Y.Dzh. Osmonov, N.S. Karaeva. – 20080005.2; zayavl. 24.07.08; opubl. 28.02.10, Byul. No. 2. – 4 s.: il.

14. Teoretiko-metodicheskie osnovy osnovy mekhanizatsii trudoemkikh protsessov v ovtsevodstve. / [Y.Dzh. Osmonov. U.T. Zhusupov. Ch.T. Umetalieva, Z.A. Nariev]. – Bishkek, 2007. – 164 s.



УДК 619:616.5.001.17 С.В. Чернигова, Ю.В. Чернигов, Н.А. Погорелова, А.В. Горбатенко
S.V. Chernigova, Yu.V. Chernigov, N.A. Pogorelova, A.V. Gorbatenko

НАНОМАТЕРИАЛ ИЗ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ – СОВРЕМЕННОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИМПЛАНТАТОВ ТРАХЕИ

BACTERIAL CELLULOSE NANOMATERIAL AS A MODERN MATERIAL TO MAKE TRACHEAL IMPLANTS

Ключевые слова: биотехнология, животные, эксперимент, имплантат, дефект трахеи, стеноз трахеи, реконструктивная хирургия, биосовместимость, бактериальная целлюлоза, наноматериал, макрофибриллы.

На протяжении многих лет актуальной проблемой остаются патологии трахеи, приводящие к ухудшению и/или нарушению функции дыхания. Наиболее распространенными являются стенозы трахеи, причиной которых могут быть травмы различной степени тяжести, хронические патологии, а также ятрогенные факторы, которые могут развиваться в результате введения в трахею

проводников для проведения диагностических исследований, обеспечения искусственной вентиляции лёгких, анестезиологии, реаниматологии и другое. Целью исследования являлось обоснование возможности применения имплантата, выполненного из бактериальной целлюлозы, для закрытия окончатого дефекта трахеи. На первом этапе исследования определяли структурные характеристики бактериальной целлюлозы и композиционных материалов, полученных на её основе. Предметом исследования являлся имплантат, выполненный из наноматериала на основе полисахарида (бактериальной целлюлозы). На втором этапе в эксперименте определяли эффективность применения бактериальной целлюлозы для

замещения окончатых дефектов трахеи. Объектом исследования служили 20 кроликов породы Серый великан обоего пола, подобранные по принципу аналогов. В результате исследований определены морфологические характеристики структуры бактериальной целлюлозы. Образцы имели нанопористую трехмерную сетчатую структуру со случайным расположением макрофибрилл толщиной 150-160 нм без предпочтительной ориентации. Макрофибриллы представляют собой левовращающую спираль из фибрилл толщиной 50-60 нм. Влагоудерживающая способность гелевых пленок бактериальной целлюлозы составляет $80,35 \pm 0,33$ г/г, набухающая – $6,92-3,82$ г/г, коэффициент газовой проницаемости – $817 \text{ мл/м}^2 \cdot 24 \text{ ч} \cdot 0,1 \text{ мПа}$. Физические и химические характеристики наноматериала позволяют использовать его в качестве имплантата для замещения дефекта трахеи. Отсутствие воспаления и отторжения имплантата из бактериальной целлюлозы в области внедрения свидетельствует о его биосовместимости с органами животных. Применение имплантата из бактериальной целлюлозы при замещении дефекта трахеи в эксперименте на кроликах позволяет восстанавливать анатомическую целостность дыхательных путей, обеспечивает надёжную герметизацию дефекта трахеи. Результаты эксперимента открывают перспективу использования имплантатов из бактериальной целлюлозы в пластике трахеальных дефектов.

Keywords: *biotechnology, animals, experiment, implant, tracheal defect, tracheal stenosis, reconstructive surgery, biocompatibility, bacterial cellulose, nanomaterial, microfibrils.*

Over the years tracheal pathologies have remained an urgent problem leading to aggravation and/or violation of the

breathing function. The most common pathologies are tracheal stenosis the cause of which may be injuries of various severity, chronic pathologies, as well as iatrogenic factors which may develop as a result of the introduction of conductors into the trachea for diagnostic tests, artificial lung ventilation, anesthesiology, resuscitation and others. The research goal was to substantiate the possibility of using an implant made of bacterial cellulose for closing the window defect of trachea. At the first stage of study, the structural characteristics of bacterial cellulose and composite materials obtained on its basis were determined. The research target was the implant made of polysaccharide-based nanomaterial (bacterial cellulose). At the second stage, in the experiment, the effectiveness of using bacterial cellulose to replace tracheal defects was determined. Twenty comparable giant gray 20 rabbits of both sexes were used in the experiment. The morphological characteristics of the bacterial cellulose structure were determined. The tested samples had a nanoporous three-dimensional structure with a random arrangement of 150-160 microfibrils with no preferred orientation. Microfibrils are levorotatory spiral with thickness of 50-60 nm. Water holding capacity of bacterial cellulose gel films is $80.35 + 0.33$ g g; swelling capacity – $6.92-3.82$ g g; gas permeance coefficient is $817 \text{ mL m}^2 \times 24 \text{ hours} \times 0.1 \text{ mPa}$. The physical and chemical characteristics of the nanomaterial enable its use as an implant to replace a tracheal defect. The absence of inflammation and rejection of the implant from bacterial cellulose in the implantation area indicates its biocompatibility with animal organisms. The use of an implant from bacterial cellulose in the replacement of a tracheal defect in an experiment on rabbits can restore the anatomical integrity of the airways and provides reliable sealing of the tracheal defect. Experimental results open up the prospects of using implants made of bacterial cellulose in the plastic surgery of tracheal defects.

Чернигова Светлана Владимировна, д.в.н., доцент, декан фак-та ветеринарной медицины ИВМиБ, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. E-mail: sv.chernigova@omgau.org.

Чернигов Юрий Владимирович, д.в.н., гл. н.с., отдел животноводства, Омский аграрный научный центр. E-mail: ychernigov@mail.ru.

Погорелова Наталья Анатольевна, к.б.н., доцент каф. продуктов питания и пищевой биотехнологии, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. E-mail: na.pogorelova@omgau.org.

Горбатенко Алёна Владимировна, аспирант каф. диагностики, внутренних незаразных болезней, фармакологии, хирургии и акушерства, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. E-mail: av.gorbatenko@omgau.org.

Chernigova Svetlana Vladimirovna, Dr. Vet. Sci., Assoc. Prof., Dean, Veterinary Medicine Dept., Omsk State Agricultural University named after P.A. Stolypin. E-mail: sv.chernigova@omgau.org.

Chernigov Yuriy Vladimirovich, Dr. Vet. Sci., Chief Staff Scientist, Animal Breeding Division, Omsk Agricultural Scientific Center. E-mail: ychernigov@mail.ru.

Pogorelova Natalya Anatolyevna, Cand. Bio. Sci., Assoc. Prof., Omsk State Agricultural University named after P.A. Stolypin. E-mail: na.pogorelova@omgau.org.

Gorbatenko Alena Vladimirovna, post-graduate student, Omsk State Agricultural University named after P.A. Stolypin. E-mail: av.gorbatenko@omgau.org.

Актуальность

На протяжении многих лет актуальной проблемой остаются патологии трахеи, приводящие к ухудшению и/или нарушению функции дыхания

[1]. Наиболее распространенными являются стенозы трахеи, причиной которых могут быть травмы различной степени тяжести, ставшие следствием транспортных аварий, падения с высоты и

других механических факторов. Другой группой причин, приводящих к дефектам трахеи, являются, хронические патологии, например, онкологические заболевания, а также ятрогенные факторы, которые могут развиваться в результате введения в трахею проводников для проведения диагностических исследований, обеспечения искусственной вентиляции лёгких, анестезиологии, реаниматологии и другое [2]. Присоединение патогенной микрофлоры в травмированной области может провоцировать развитие септических осложнений как на локальном, так и на организменном уровнях [3-6]. К сожалению, консервативное лечение возможно только при «свежих» патологических изменениях, пока не сформировался грубый рубец. Во всех других случаях остро стоит вопрос о закрытии дефекта для обеспечения герметизации дыхательных путей. В связи с этим остро стоит вопрос о выборе имплантационного материала, который соответствовал бы всем требованиям, предъявляемым к средствам и материалам для выполнения реконструктивно-восстановительных операций [7].

Целью исследования являлось обоснование возможности применения имплантата, выполненного из бактериальной целлюлозы, для закрытия окончатого дефекта трахеи.

Объект и методика эксперимента

Научные исследования проводили в рамках выполнения темы НИР АААА-А16-116040610034-2 «Разработка хирургических средств и методов для повышения качества жизни животных и оценки продуктивных свойств». Площадками для выполнения исследований являлись кафедра диагностики, внутренних незаразных болезней, фармакологии, хирургии и акушерства факультета ветеринарной медицины и учебно-научная лаборатория «Биохимия продуктов питания» агротехнологического факультета Омского ГАУ. На первом этапе исследования определяли структурные характеристики бактериальной целлюлозы и композиционных материалов, полученных на её основе. Предметом исследования являлся имплантат, выполненный из наноматериала на основе полисахарида

(бактериальной целлюлозы). Для изучения структуры бактериальной целлюлозы использовали растровую электронную микроскопию (РЭМ) и сканирующую зондовую микроскопию. С целью выявления химической структуры бактериальной целлюлозы применяли метод инфракрасной (ИК) спектроскопии. ИК-спектры были получены с использованием спектрофотометра Perkin Elmer FTIR System Spectrum BX, оборудованного одной горизонтальной ячейкой ATR Golden Gate. Тридцать два скана были получены в диапазоне 4000-500 см⁻¹ с разрешением 4 см⁻¹.

На втором этапе, в эксперименте, определяли эффективность применения бактериальной целлюлозы для замещения окончатых дефектов трахеи. Объектом исследования служили 20 кроликов породы Серый великан обоего пола массой тела 4-4,5 кг. Опытные и контрольные животные были подобраны по принципу аналогов. Кормление осуществляли гранулированным кормом при свободном доступе к воде. Кроликов содержали в индивидуальных клетках в условиях вивария. Экспериментальные исследования проведены в соответствии с положением Европейской Конвенции о защите позвоночных животных.

Результаты исследования и их обсуждение

Биосинтез образцов бактериальной целлюлозы осуществляли при статическом культивировании симбиотической культуры *Medusomyces gisevii*. Симбитон *Medusomyces gisevii* состоит из уксуснокислых бактерий и дрожжей, преимущественно *Gluconacetobacter*, *Acetobacter* и *Zygosaccharomyces* [8, 9]. По окончании культивирования симбиотическую культуру энергично встряхивали для удаления прикрепленных бактериальных клеток. Пленки целлюлозы, синтезированные на поверхности воздух/жидкость, удаляли из культуральной жидкости и очищали от остатков питательной среды путем промывания деионизированной водой. Далее для полного удаления примесей и включенных в матрицу бактериальной целлюлозы клеток пленки промывали 0,1 М NaOH при комнатной температуре (30°C) в течение 1 ч. После этого пленки высушивали на воздухе при

комнатной температуре и хранили в пластиковой пленке.

Химическая структура чистой целлюлозы представляет собой повторяющиеся звенья D-глюкопиранозы, связанные β-1,4-гликозидными связями.

ИК-спектр бактериальной целлюлозы имел все пики, которые имела растительная кристаллическая целлюлоза Avicel PH-101, но без какого-либо дополнительного пика, что свидетельствует о том, что в бактериальной целлюлозе отсутствуют примеси белков и остатки бактериальных клеток. Эти результаты подтверждают, что образцы, используемые для получения нанокмозитов, состоят из очищенной целлюлозы (рис. 1).

Растровая электронная микроскопия пленки из бактериальной целлюлозы показала, что образец представляет собой нанопористую трехмерную сетчатую структуру со случайным расположением микрофибрилл без какой-либо предпочтительной ориентации и множества пустых промежутков между ними (рис. 2). На изображении поперечного сечения пленки бактериальной целлюлозы (рис. 2 б) определяется пластинчатая структура, фибриллы однородные и ориентированы вдоль поверхности образца, их толщина составляет величину порядка 150 нм.

В результате исследований установлены оптимальные условия биосинтеза бактериальной

целлюлозы, определяющие ее максимальный выход 3,76 г/л и конверсии редуцирующих веществ 0,2 г БЦ/г Дглюкозы. Определены морфологические характеристики структуры бактериальной целлюлозы. Образцы имели нанопористую трехмерную сетчатую структуру со случайным расположением макрофибрилл толщиной 150-160 нм без какой-либо предпочтительной ориентации. Макрофибриллы представляют собой левовращающую спираль из фибрилл толщиной 50-60 нм. Влагуудерживающая способность (WNC) гелевых пленок бактериальной целлюлозы составляет $80,35 \pm 0,33$ г/г и набухающая способность $WAC = 6,920 - 3,82$ г/г. Прочностные характеристики, коэффициент газовой проницаемости составляет $817 \text{ мл/м}^2 \cdot 24 \text{ ч} \cdot 0,1 \text{ мПа}$. Доля фракции Ia бактериальной целлюлозы – 0,45.

На втором этапе исследований изучали биологическую совместимость имплантата из бактериальной целлюлозы и его способности интегрироваться с окружающими тканями. Для этого провели хирургическую операцию по внедрению образца из бактериальной целлюлозы в широкую мышцу спины (рис. 3 а, б). Оценка биосовместимости включала локальную реакцию тканей в зоне хирургического вмешательства (гиперемия, отёк, серозный или гнойный выпот), миграцию имплантата, развитие некроза окружающих имплантат тканей.

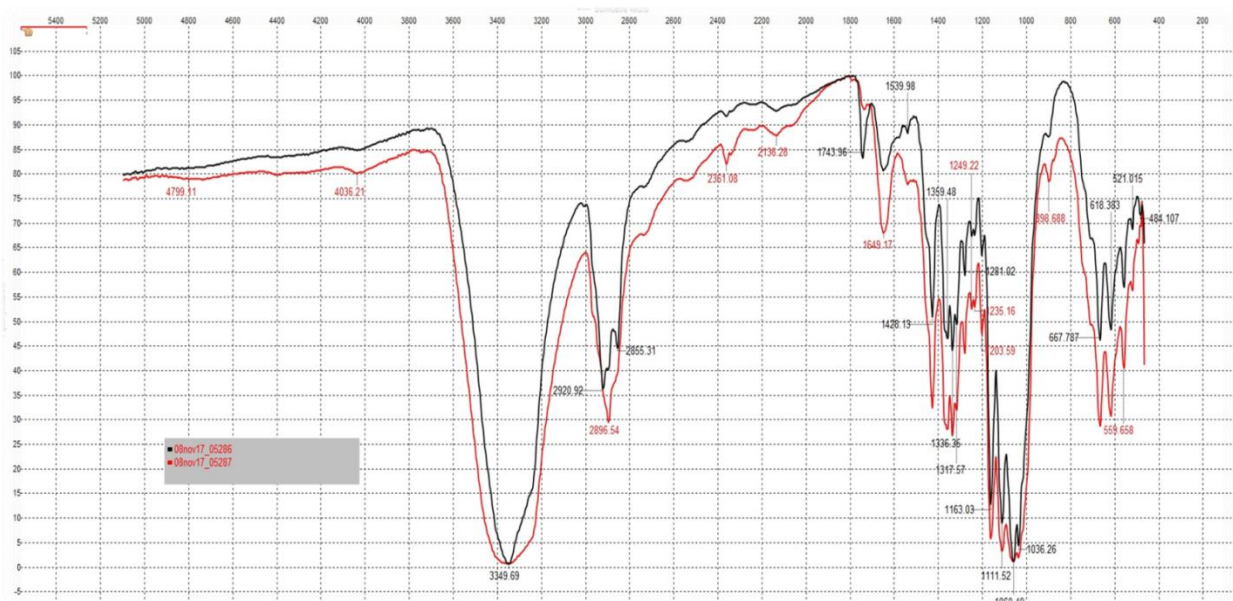


Рис. 1. ИК-спектр бактериальной целлюлозы

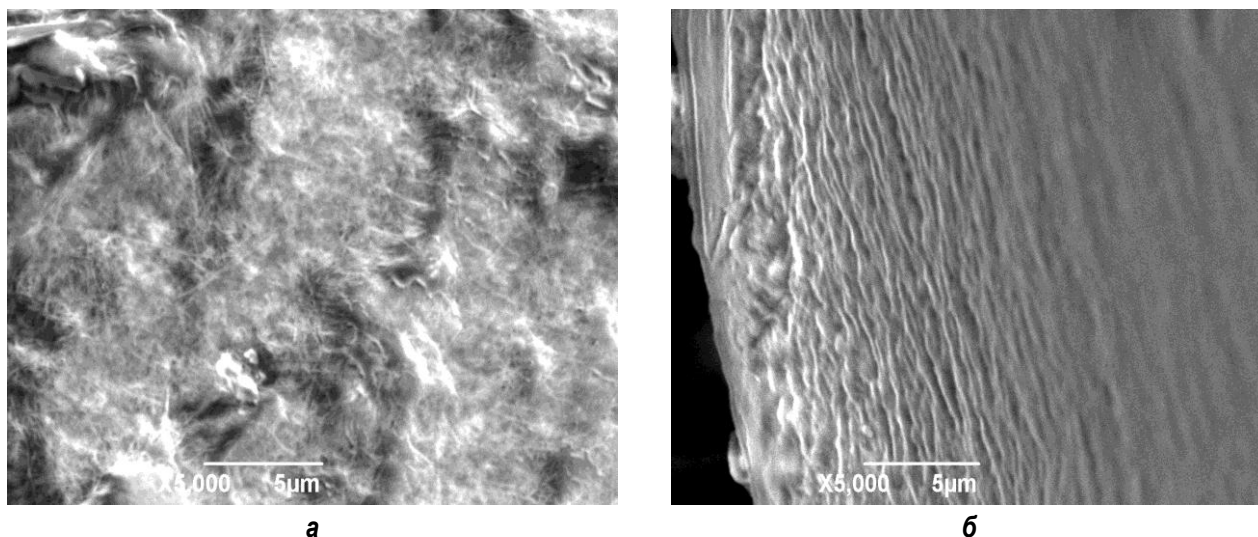


Рис. 2. Растровая электронная микроскопия пленки из бактериальной целлюлозы: а – изображение поверхности; б – поперечное сечение

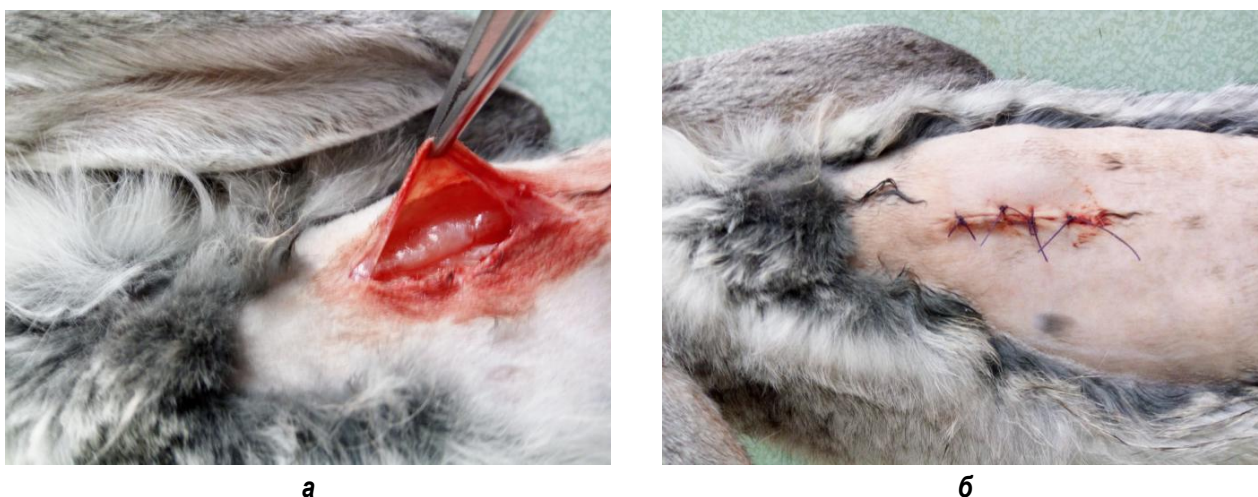


Рис. 3. Ход операции по внедрению имплантата из бактериальной целлюлозы: а – размещение имплантата в широкую мышцу спины; б – внешний вид раны после операции

На всём этапе эксперимента у животных (n=10) в области внедрения имплантата не регистрировали клинических признаков воспаления. У кроликов операционные раны заживали по первичному натяжению. Патоморфологических различий в реакции окружающих имплантат тканей не установлено, это свидетельствует о его биологической совместимости с тканями животных. На 7-е сутки наблюдали незначительную воспалительную реакцию мышц спины, что связываем главным образом с ответной реакцией организма на операционную травму. Через 6 мес. вокруг имплантата определялась фиброзная капсула, без признаков воспаления в окружающих тканях (рис. 4).

Вторая серия эксперимента (n=10) включала моделирование окончатого дефекта трахеи кролика 1,5x1,5 см и закрытие полученного дефекта имплантатом из бактериальной целлюлозы. За прооперированными животными вели систематическое наблюдение, которое включало оценку общего клинического статуса, особое внимание уделяли качеству дыхания, акту глотания. Пальпаторно исследовали вентральную часть шеи в области хирургического вмешательства: оценивали состоятельность кожных швов, наличие или отсутствие эмфиземы, гематом, сером и абсцессов.



Рис 4. Внешний вид зоны внедрения имплантата из бактериальной целлюлозы через 6 мес. после операции



а



б

Рис. 5. Этапы операции по моделированию дефекта трахеи:
а – выделение и фиксация трахеи кролика лигатурами;
б – моделирование окончательного дефекта трахеи

б – моделирование окончательного дефекта трахеи

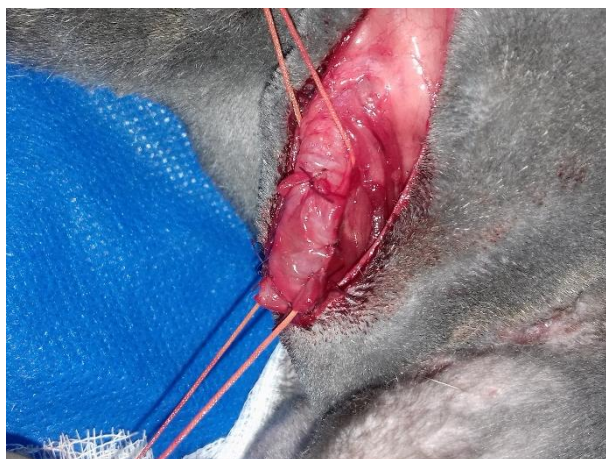
Оперативное вмешательство выполняли под нейролептанальгезией (сочетание рометара и золетила в дозировках, соответствующих массе тела животного). Кроликов фиксировали на операционном столе, в дорсовентральном положении. В вентральной части шеи выстригали шерсть, кожу обрабатывали настойкой йода 5%-ного двукратно.

При помощи скальпеля разрезали кожу по средней линии шеи от середины щитовидного хряща на 4-5 см каудальнее. После рассечения кожи, подкожной клетчатки и собственной фасции, раневыми крючками раздвигали грудино-подъязычные мышцы и выделяли трахею. Затем под трахею подводили лигатуры-держалки (рис. 5 а). Фиксируя трахею хирургическим инструментом, скальпелем рассекали продольно и поперёк хрящевые кольца, моделируя окончательный дефект 1,5х1,5 см (рис. 5 б). Затем из контейнера брали имплантат из бактериальной целлюлозы 1,8х1,8 см (рис. 6 а). Далее при помощи шовного материала ПГА полигликоидной нити 1,5 метричности, непрерывным герметичным швом имплантат фиксировали к стенке трахеи (рис. 6 б). После ушивания дефекта трахеи двумя кетгутowymi швами сближали грудино-подъязычные мышцы. Рану послойно ушивали с наложением кожных швов.

У экспериментальных животных, которые входили во вторую серию исследований на протяжении 6 мес. наблюдений, основные физиологические показатели (дыхание, приём корма) соответствовали нормативным значениям контрольной группы интактных животных. Это позволило заключить, что разработанный имплантат из бактериальной целлюлозы способен герметично закрывать дефект трахеи, интегрируясь с тканями организма животного. Результаты эксперимента открывают перспективу использования в пластике трахеальных дефектов имплантатов из бактериальной целлюлозы.



а



б

Рис. 6. Завершающий этап операции по установке имплантата трахеи: а – имплантат из бактериальной целлюлозы; б – закрытие дефекта трахеи

Выводы

1. Бактериальная целлюлоза имеет нанопористую трехмерную сетчатую структуру со случайным расположением макрофибрилл толщиной 150-160 нм без предпочтительной ориентации. Макрофибриллы – это левовращающиеся спирали из фибрилл толщиной 50-60 нм.

2. Физические и химические характеристики наноматериала из бактериальной целлюлозы: влагоудерживающая ($80,35 \pm 0,33$ г/г) и набухающая ($6,92-3,82$ г/г) способность, коэффициент газовой проницаемости (817 мл/м²·24 ч·0,1 мПа) позволяют использовать его в качестве имплантата для замещения дефекта трахеи.

3. Отсутствие воспаления и отторжения имплантата из бактериальной целлюлозы в области внедрения свидетельствует о его биосовместимости с органами и тканями животных.

4. Применение имплантата из бактериальной целлюлозы при замещении дефекта трахеи в эксперименте на кроликах позволяет восстанавливать анатомическую целостность дыхательных путей, обеспечивает надёжную герметизацию дефекта трахеи.

Библиографический список

1. Выжигина, М. А. К вопросу о стенозах трахеи / М. А. Выжигина, В. Д. Паршин, В. М. Мизиков. – Текст: непосредственный // Анестезиология и реаниматология. – 2005. – № 6. – С. 70-72.

2. Реконструктивная хирургия и микрохирургия рубцовых стенозов трахеи / В. Д. Паршин [и др.]. – М.: ГЭОТАР Медиа, 2007. – 136 с. – Текст: непосредственный.

3. Чернигова, С. В. Современные принципы классификации сепсиса животных / С. В. Чернигова, Ю. В. Чернигов. – Текст: непосредственный // Вестник ветеринарии. – 2013. – № 1 (64). – С. 47-49.

4. Special aspects of systemic inflammation course in animals / S.V. Chernigova [et al.] // Veterinary World. – 2019. – 12 (7): 932-937.

5. Безрук, Е. Л. Раневой диализ в профилактике и лечении хирургической инфекции у животных / Е. Л. Безрук – Абакан: Изд-во ФГБОУ ВО «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова», 2016. – 224 с. – Текст: непосредственный.

6. Чернигова, С. В. Роль провоспалительных медиаторов в развитии септических осложнений у животных / С. В. Чернигова, Ю. В. Чернигов. – Текст: непосредственный // Ветеринарная патология. – 2011. – № 1-2 (36). – С. 92-96.

7. Чернигова, С. В. Эффективность применения раневого покрытия «DermaRM» у животных с термическими ожогами / С. В. Чернигова [и др.]. – Текст: непосредственный // Вестник Омского ГАУ. – 2019. – № 2 (34). – С. 131-139.

8. Islana, G.A., Mukherjeeb, A., Castro, G.R. (2015). Development of biopolymer nanocomposite for silver nanoparticles and ciprofloxacin controlled release. *Int. J. Biol. Macromol.* 72: 740-750.

9. Li, Ying, et al. (2015). Bacterial cellulose-hyaluronan nanocomposite biomaterials as wound dressings for severe skin injury repair. *J. Mater. Chem. B.* 3. 3498-3507. 10.1039/C4TB01819B.

References

1. Vyzhigina, M.A. K voprosu o stenozakh trakhei / M. A. Vyzhigina, V. D. Parshin, V. M. Mizikov // Anesteziologiya i reanimatologiya. - 2005. – No. 6. – S. 70-72.
2. Rekonstruktivnaya khirurgiya i mikrokhirurgiya rubtsovykh stenozov trakhei / V.D. Parshin [i dr.]. – Moskva: GEOTAR Media, 2007. – 136 s.
3. Chernigova, S.V. Sovremennye printsipy klassifikatsii sepsisa zhivotnykh / S.V. Chernigova, Yu.V. Chernigov // Vestnik veterinarii. – 2013. – No. 1 (64). – S. 47-49.
4. Special aspects of systemic inflammation course in animals / S.V. Chernigova [et al.] // Veterinary World. – 2019. – 12 (7): 932-937.
5. Bezruk, E.L. Ranevoy dializ v profilaktike i lechenii khirurgicheskoy infektsii u zhivotnykh / E.L. Bezruk – Abakan: Izdatelstvo FGBOU VO «Kha-kasskiy gosudarstvennyy universitet im. N.F. Katanova», 2016. – 224 s.
6. Chernigova, S.V. Rol provospalitelnykh mediatorov v razvitii septicheskikh oslozhneniy u zhivotnykh / S.V. Chernigova, Yu.V. Chernigov // Veterinarnaya patologiya. – 2011. – No. 1-2 (36). – S. 92-96.
7. Effektivnost primeneniya ranevogo pokrytiya «DermaRM» u zhivotnykh s termicheskimi ozhogami / S.V. Chernigova [i dr.] // Vestnik Omskogo GAU. – 2019. – No. 2 (34). – S. 131-139.
8. Islana, G.A., Mukherjeeb, A., Castro, G.R. (2015). Development of biopolymer nanocomposite for silver nanoparticles and ciprofloxacin controlled release. *Int. J. Biol. Macromol.* 72: 740-750.
9. Li, Ying, et al. (2015). Bacterial cellulose-hyaluronan nanocomposite biomaterials as wound dressings for severe skin injury repair. *J. Mater. Chem. B.* 3. 3498-3507. 10.1039/C4TB01819B.



УДК 639.294:636.524

В.Г. Луницын, О.А. Маташева
V.G. Lunitsyn, O.A. Matasheva

НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ СЕЛЕКЦИОННО-ПЛЕМЕННОЙ РАБОТЫ
В ПАНТОВОМ ОЛЕНЕВОДСТВЕ РОССИИ

CERTAIN RESULTS OF SELECTIVE BREEDING WORK
IN VELVET ANTLER DEER INDUSTRY IN RUSSIA

Ключевые слова: марал, пятнистый олень, селекционно-племенная работа, продуктивность, порода, породный тип, панты, приплод.

В материале приведены итоги тридцатилетней работы по сохранению и улучшению генофонда сибирского марала и уссурийского пятнистого оленя в Алтайском регионе. Кратко изложены используемые методы селекционно-племенной работы в пантовом оленеводстве и результаты ее практической реализации – две породы и два породных типа. Алтае-саянская порода состоит из пяти линий: курдюмская, абайская, теньгинская, верхуймонская и новоталицкая. Живая масса рогачей 250-300 кг, маралух – 170-220 кг, высота в холке – 150-155 см. Масса пантов от 6,5 до 7,1, выход приплода – 68-72,4%, убойный выход – от 53,2 до 57,1%. Животные теньгинского типа старше 7 лет имеют живую массу:

самцы 270-330 кг, самки 240-250 кг. Средняя пантовая продуктивность свыше 9,0 кг, выход приплода более 75%, шебалинский тип – соответственно, 267-315 и 190-247 кг, продуктивность – не менее 7,9 кг пантов на рогача и 3,0 кг на перворожка, выход приплода – от 75 до 87 телят на сто маралух. Пантовые олени алтае-уссурийской породы с живой массой свыше 110-140 кг, матки – 80-110 кг, высота в холке 95-115 см и продуктивностью свыше 1,1 кг пантов, не менее 75 телят на сто маток.

Keywords: maral (*Cervus elaphus sibiricus*), sika deer (*Cervus nippon*), selective breeding work, productiveness, breed, breed type, velvet antlers, calf crop.

This paper discusses the results of thirty-year-long work on the maintenance and improvement of Siberian maral and