

*Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ставропольский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации*

БИОТЕХНОЛОГИЯ: ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

**МАТЕРИАЛЫ XI МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

Часть I

Ставрополь, 2025

УДК 60(063)
ББК 35 30.600.6я431
Б 63

БИОТЕХНОЛОГИЯ: ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ: материалы XI междунар. науч.-практ. конф. в двух частях. Часть I – Ставрополь: Изд-во СтГМУ, 2025. – 248 с.

ISBN 978-5-89822-909-2 (Ч. I – 248 с.)
ISBN 978-5-89822-910-8

Члены редакционной коллегии:

А.Б. Ходжаян – д. м. н., профессор;
Н.А. Федыко – д. м. н., профессор;
М.В. Топчий – к. б. н., доцент;
Т.М. Чурилова – к. б. н., доцент.

Ответственный редактор:

В.Н. Мажаров – к.м.н., доцент, ректор СтГМУ

В сборнике представлены материалы XI международной научно-практической конференции по перспективным проблемам биотехнологии лекарственных средств, актуальным вопросам экологической, пищевой, медицинской биотехнологии, химии, биологии, экологии, медицинской диагностики, биоэтическим проблемам современной науки, особенностям преподавания в медицинском вузе.

Рецензенты:

Коробкеев А.А. – д.м.н., профессор, проректор по научной и инновационной работе Ставропольского государственного медицинского университета.

Жарникова И.В. – д.б.н., старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник научно-производственной лаборатории препаратов для диагностики особо опасных и других инфекций ФКУЗ «Ставропольский противочумный институт» Роспотребнадзора.

УДК 60(063)
ББК 35 30.600.6я431
Б 63

*Материалы публикуются в авторской редакции.
Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом СтГМУ.*

ISBN 978-5-89822-909-2 (Ч. I – 248 с.)
ISBN 978-5-89822-910-8

© Ставропольский государственный
медицинский университет, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ

<i>Андросова Е.Н., Чачина С.Б.</i> Получение биоэтанола на основе источников лигноцеллюлозы и крахмала.....	8
<i>Борисенко П.Г.</i> Перспективы использования биотехнологии для биофильтрации воды.....	9
<i>Вахрушева Ю.С., Черенков И.А.</i> Учебная лабораторная установка для электрохимического получения биосовместимых гидрогелей.....	12
<i>Воробьева Е.О.</i> Климатически нейтральные технологии: классификация, проблемы применения и пути решения.....	15
<i>Гевандова М.Г., Голубева А.В., Потупчик А.М.</i> Распространенность паразитозов в Ставропольском крае и описание клинического случая малярии.....	18
<i>Гомзина А.О., Чачина С.Б.</i> Анализ численности дождевых червей в нефтезагрязненной почве в условиях биоремедиации.....	24
<i>Дударев Н.В., Воробьева Е.О.</i> Влияние на экологию бытового и промышленного мусора.....	27
<i>Евдокимова А.А., Воробьева Е.О.</i> Влияние урбанизации на водные экосистемы и популяции рыб.....	29
Получение микробиологических препаратов для повышения коэффициента извлечения металлов из руд.....	32
<i>Зимина Д.А.</i> Приготовление микробиологических препаратов на основе железooksисляющих бактерий для выщелачивания металлов из руд.....	35
<i>Ильичева А.С., Чачина С.Б.</i> Вермиремедиация почв с использованием дождевых червей.....	37
<i>Ильичева А.С., Чачина С.Б.</i> Рекультивация почв с использованием микробиологических препаратов.....	39
<i>Ильичева А.С., Денисова Е.П.</i> Биотестирование очищенных почв после рекультивации.....	41
<i>Маковец А.Е., Чачина С.Б., Денисова Е.П.</i> Сравнение питательных сред для выделения железа в процессе биовыщелачивания.....	43
<i>Мурадова С.С., Раджаббаева Х., Маматкулова Ф.</i> Оценка возможностей использования CRISPR-технологии <i>Bacillus megaterium</i> для производства экологически чистых продуктов в условиях изменения климата для сохранения растений картофеля.....	45
<i>Осипова Е.А., Журишкина Е.В., Кульминская А.А.</i> Методика долгосрочного хранения мутантного штамма дрожжей <i>S. cerevisiae</i> 1-TAE-1.....	47
<i>Паюта А.А., Флёрова Е.А., Зайцева Ю.В.</i> Элементный состав мышц чехони из водохранилищ верхней Волги.....	49
<i>Перчиков Р.Н., Арляпов В. А.</i> Медиаторный биосенсор на основе биопленки микроорганизмов для экспресс-определения индекса биохимического потребления кислорода в поверхностных водах.....	51
<i>Филозов В.С., Володарский М.О., Санников М.В., Смирнов И.С., Ашихмина М.С.</i> Оценка влияния лиофилизации на сохранность <i>Streptococcus thermophilus</i>	54
<i>Чемезова В.Ю.</i> Сравнение характеристик традиционного дизельного топлива с биодизельным топливом, полученным из переработанного машинного масла.....	57

Раздел 2 ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ

<i>Азоян Д.Т.</i>	
Черeda в мясных полуфабрикатах	59
<i>Баранова К. О., Чачина С. Б.</i>	
Зерновые культуры как источник растительного белка и углеводов: основа здорового питания	61
<i>Билык И.В.</i>	
Анализ и прогнозирование развития мягкого творожного продукта.....	63
<i>Голик А. Б., Русев Н. А., Бочаров Н. М. Андиралов А. Ю., Макушева Е. Н.</i>	
Исследование стабильности наноэмульсии комплекса жирорастворимых витаминов А, D, E, К при различных показателях кислотности среды.....	64
<i>Горбанов И.А., Гиро Т.М.</i>	
Влияние специализированной кормовой добавки на формирование мясных характеристик баранины и оценка её потенциала в производстве обогащённых пищевых продуктов	65
<i>Григорова А.А., Салманова Д.А.</i>	
Современные методы контроля физико-химических показателей молока и молочных продуктов	68
<i>Гузov М.Ю., Салманова Д.А.</i>	
Современные методы культивирования пивных дрожжей	69
<i>Евсютина И.С. Чачина С.В.</i>	
Оценка жизненного цикла производства биоэтанола из отходов бананов, картофеля и папайи	71
<i>Журавлёв Д.Е., Салманова Д.А.</i>	
Обзор возможных направлений использования лактоферрина, полученного из коровьего молока	73
<i>Забезаева М.Ю., Салманова Д.А.</i>	
Анализ современных инструментальных методов контроля молока-сырья по показателям качества и безопасности	75
<i>Загитко Ю.П.</i>	
Физико-химические свойства препарата пектиназ культуры гриба <i>Lentinus edodes</i> 480	78
<i>Илютикова А.А., Чачина С.Б.</i>	
Белки в вине: исследование качественного состава	80
<i>Камнева Е.Д., Салманова Д.А.</i>	
Современные методы, используемые для определения фальсификации молока-сырья	81
<i>Козлова Е.А., Кудякова А.А., Чачина С.Б.</i>	
Определение влияния физических методов обработки на активность трипсина в соевом изоляте.....	83
<i>Копать Н.В., Жиленок Д.Д.</i>	
Сравнительный анализ химического состава йогуртов белорусских и российских производителей	86
<i>Кострыкина С.А., Зябзева К.Н.</i>	
Использование калины саржента в технологии мучных кондитерских изделий	88
<i>Краева Е. С.</i>	
Еда будущего жужжит: биотехнологический взгляд на белок из насекомых	90
<i>Курбанова А., Курдова Б., Италмазова Ш., Муханова С., Атаджанов А.</i>	
Продукция, производимая из загрязненного молока и обезжиренного молока в пищевой промышленности Туркменистана	92
<i>Кучина Д.Е., Власова Е.А.</i>	
Оценка качества тонизирующих (энергетических) напитков.....	94
<i>Лияскина И.Г.</i>	
Экспериментальное определение антибактериальной активности <i>Nedusarum coronarium</i> по отношению к грамтрицательной культуре <i>Escherichia coli</i> диско-диффузионным методом.....	97
<i>Малаев Т.М., Набиева Ж.С., Асембаева Э.К.</i>	
Исследование антимикробной активности местных штаммов молочнокислых бактерий	98

<i>Оразбердиева Б.</i>	
Условия переработки животноводческих продуктов и обеспечения продовольственной безопасности в Туркменистане	101
<i>Подорожная И.В., Ветохин С.С.</i>	
Сопоставительная оценка кислотностей йогуртов, изготовленных из отечественных и зарубежных сухих заквасок, с требованиями стандарта.....	103
<i>Рудаева П.В, Измайлова А.М.</i>	
Антипитательные факторы плодово-ягодных вин и других алкогольных напитков (уреаза).....	106
<i>Русанова Е.И.</i>	
Потребительские предпочтения: исследование отношения потребителей к микопroteinу на основе опроса.....	108
<i>Рычев И.А., Баринова Е.В., Власова Е.А.</i>	
Влияние способа производства на органолептические показатели качества и выход творога.....	111
<i>Салманова Д.А., Журавлёв Д.Е.</i>	
Использование куркумы в производстве функциональных молочных продуктов.....	113
<i>Санников М.В., Смирнов И.С., Володарский М.О., Лаврентьев Ф.В.</i>	
Перспективы криоконсервации <i>Lactobacillus animalis</i>	115
<i>Скоромникова С.В.</i>	
Определение нуклеопротеинов, гликопротеинов и хромопротеинов в растительных протеинах	117
<i>Смирнов И.С., Санников М.В., Володарский М.О., Лаврентьев Ф.В.</i>	
Перспективы криоконсервации <i>Streptococcus thermophilus</i>	119
<i>Стацев А.И., Григорьев М.А.</i>	
Возможность применения лекарственных растений в производстве функциональных и спортивных напитков	121
<i>Таланов И.А., Баринова Е.В., Власова Е.А.</i>	
Применение металлосодержащих каркасных соединений для извлечения флавоноидов из ягод черной смородины	125
<i>Чиркова П.А., Полякова А.А.</i>	
Съедобные насекомые: экологически чистый и устойчивый источник пищи будущего.....	128
<i>Шагин В.П.</i>	
Применение гидроколлоидов в напитках	130

Раздел 3 СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ BIOTEХНОЛОГИЯ

<i>Абдуллаева Г., Нарбаева А., Дурдыева А., Халджанов Г.</i>	
Правила хранения и переработка семян растений в условиях Туркменистана	132
<i>Абдуллаева Г., Нарбаева А., Халджанов Г., Душимова Д.</i>	
Современные аспекты содержания и производства продукции животноводства в Туркменистане	135
<i>Аныев Д.Б.</i>	
Изучение некоторых инженерных факторов, влияющих на омагничивание ирригационной воды.....	137
<i>Белик В.С.</i>	
Микроклональное размножение в сельскохозяйственной биотехнологии: преимущества и перспективы для редких растений.....	139
<i>Гармонов Д.А., Ожимкова Е.В., Хитров А.А.</i>	
Водные растворы водоросли <i>Laminaria digitata</i> как стимуляторы роста льна культурного.....	142
<i>Даудов И.Л., Гайсумов Я. А., Исмаилов А. А.</i>	
Разработка генетически модифицированных растений, устойчивых к засухе, засолению почв, вредителям и болезням.....	144
<i>Евлагин В.Г., Евлагина Е. Г., Юматов Е.Н.</i>	
Состав, свойства белков шелка и их современные направления применения.....	146
<i>Евлагин В.Г., Евлагина Е. Г., Лейнвебер Е.Ф.</i>	
Современные направления применения листьев шелковицы	150

<i>Колосов С.Е., Карпова Е.Д., Фирсова А.М., Евлагина Д.Д.</i> Применение молекулярно-генетических и биотехнологических методов в животноводстве	153
<i>Кузнецова Т.А., Ма Жуцзин</i> Перспективы культивирования микроводорослей с целью получения пигментного комплекса.....	156
<i>Муминов С.А., Реджепов Г.Ш., Шыхиева А.Г.</i> Фитаза и её роль в повышении продуктивности птиц	158
<i>Пыгамов Ш.О.</i> Развитие сельскохозяйственной биотехнологии в Туркменистане.....	161
<i>Родыгина Ю.К., Худяева М.В., Ерофеева А.В., Чеботарь В.К.</i> Биотехнологический потенциал эндофитных бактерий семян яровой пшеницы и ярового рапса.....	164
<i>Соболева Н.В., Липатова О.А.</i> Использование лактобифадола-форте в рационе коров и его влияние на молочную продуктивность и качество молока	166
<i>Соколова, Е.В. Ожимкова</i> Костра льна как перспективное сырье для получения биотоплива	169
<i>Флюрик Е.А., Шурбенкова С.Б., Болтовский В.С.</i> Влияние способа обработки и степени измельчения лузги гречихи на рост микрозелени	170
<i>Халджанов Г., Джапаров Джейхун, Бахрамов Мердан, Аразова К., Тачмедов С.</i> Внедрение новых биотехнологий в производство	173
<i>Центроев З.М.</i> Использование информационных технологий и искусственного интеллекта в ветеринарии	176
<i>Центроев З.М.</i> Растения как источник патогенных микроорганизмов.....	177
<i>Шукуров А.А.</i> Инновации и автоматизация в биотехнологическом производстве сельского хозяйства.....	179
<i>Шукуров А.А., Хаджиева М.</i> Роль агробиотехнологий в устойчивом сельском хозяйстве.....	181

Раздел 4 БИОЭТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

<i>Антипов Е.В., Киселева О.Н., Сиднев А.А.</i> Принципы биоэтики, соблюдаемые при проведении научных исследований с участием лабораторных животных.....	185
<i>Данилова Е.А., Обедина С.А., Казакова Д.А.</i> Биоэтические проблемы использования стволовых клеток при трансплантациях	187
<i>Ростина Г.В., Моногарова В.С., Севостьянова И.В.</i> Реабилитация наркозависимых: биоэтические аспекты	189

Раздел 5 ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

<i>Бондарь Т.П., Савельева Д.А.</i> Исследование кандидатных маркеров гранул нейтрофилов крови в диагностике анкилозирующего спондилита.....	193
<i>Гизатуллина К.И., Мухаметдинова А.Р., Уразбахтина Ю.О.</i> Остеопороз: причины, диагностика и современные методы денситометрии	194
<i>Евстигнеева Е.П., Сеченева Е.В., Моргунов Н.Р.</i> Исследование тепловых процессов новорожденного для оптимизации в диагностике состояния	197
<i>Иванова В.Н., Бондарь Т. П., Ишкова Н.М.</i> Комплексная лабораторная диагностика заболеваний, вызванных папилломавирусной инфекцией, в учреждениях первичной медико-санитарной помощи базового и специализированного профиля.....	199

<i>Ишкова Н.М., Иванова В.Н., Байчоров Э.Х., Бондарь Т.П.</i> Диагностика заболеваний щитовидной железы методом тонкоигольной аспирационной биопсии у жителей Северо-Кавказского региона	201
<i>Колодина М.В.</i> Перспективы интеграции биобанков животных и человека в единую систему зооэпидемиологического надзора.....	203
<i>Лазовская О.И., Теран Н.Д., Леонтьев В.Н.</i> Анализ взаимодействия лидокаина с сывороточным альбумином человека методом флуоресцентной спектроскопии.....	205
<i>Лазунина Е.А.</i> Роль холестерина в организме человека и механизм развития атеросклероза	208
<i>Миرونенко Е.А., Тохов Ю.М.</i> Изучение чувствительности блох к современным смесевым инсектицидам	210
<i>Рожкина А.А.</i> Медицинская интеллектуальная система для диагностики заболеваний кожи	212
<i>Сеченева Е.В., Моргунов Н.Р., Евстигнеева Е.П.</i> Обзор медицинских датчиков для ARDUINO	214
<i>Шевченко Т.С.</i> Белки и микро-РНК крови – биомаркеры в диагностике болезни Альцгеймера.....	215

Раздел 6 МЕДИЦИНСКИЕ БИОТЕХНОЛОГИИ

<i>Брехова С.А.</i> Современные методы экстракорпорального оплодотворения	218
<i>Денисова Е.П., Михеева А.П., Филиппова У.А.</i> Получение хитозана из личинок <i>Hermetia illucens</i> (чёрной львинки)	220
<i>Джелдубаева Э.Р., Ярмолюк И.С., Назырова Л.Э., Аединова Д.З.</i> Влияние пробиотического микробного консорциума при экспериментальном диабете: оценка массы тела и показателей мочи	222
<i>Жилинская Н.Т., Муста Оглы Н.М., Кабанов А.В., Бландов А.Н.</i> Физико-химические свойства этанольных экстрактов из лишайника <i>Cladonia rangifera</i>	224
<i>Мухаметдинова А.Р., Гизатуллина К.И., Уразбахтина Ю.О.</i> Современные аспекты диагностики и лечения сахарного диабета.....	226
<i>Лябин М.П.</i> Биотехнологии в медицине: достижения и проблемы	228
<i>Моргунов Н.Р., Сеченева Е.В., Евстигнеева Е.П.</i> Роль фильтров низких частот в анализе биологических данных	230
<i>Пономарева Д.И., Уразбахтина Ю.О.</i> Трансплантация костного мозга	233
<i>Пантюхина С.А., Селиверстова П.О., Романова Я.А.</i> Сравнительный анализ свойств крио- и гидротелей поливинилового спирта.....	235
<i>Чачина С.Б., Филиппова У.А. Михеева А.П.</i> Антибактериальные свойства чайного гриба (комбучи).....	238

Раздел 7 ТЕПЛОФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

<i>Галиева А.А., Гусаров А. В.</i> Исследование частотных характеристик пассивных четырёхполосников методом входных комплексных сопротивлений	240
<i>Налбандян А.А., Саркисян Р.К., Жлобо Р.А.</i> Анализ работы кожухотрубных вертикальных теплообменников	242
<i>Саркисян Р.К., Жлобо Р.А.</i> Исследование конструктивных особенностей пластинчатых теплообменников.....	244
<i>Фатеева В.А., Саркисян Р.К., Жлобо Р.А.</i> Исследование сильфонных теплообменников	246

Вахрушева Ю.С., Черенков И.А.

Удмуртский государственный университет

**УЧЕБНАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО
ПОЛУЧЕНИЯ БИОСОВМЕСТИМЫХ ГИДРОГЕЛЕЙ**

В последние десятилетия активно развивается электрохимическая биофабрикация – новое биотехнологическое направление, нацеленное на создание объемных гидрогелевых конструкторов, содержащих живые клетки, для задач экологии и биомедицины, предполагающие использование методов электрохимии [1-3]. Очевидно, что понимание принципов этого способа биофабрикации, анализ его достоинств и ограничений невозможен без практической подготовки, которую следует начинать с периода школьного обучения. Ограничивающими факторами являются недоступность профессионального оборудования и его высокая стоимость, необходимость специализированных помещений и требования биобезопасности в работе с клеточными культурами.

Анализ работ в области электрохимической биофабрикации показал, что принципы этой технологии основаны на относительно простых методических подходах [1-3], которые могут быть реализованы в школьной лаборатории или на базе учреждений дополнительного образования. Основные представления о некоторых приемах электрохимической биофабрикации можно получить, используя относительно простое оборудование, недорогие реактивы, а также безопасные и доступные для культивирования микроорганизмы.

Целью нашей работы стало изготовление и практическая апробация лабораторной установки для демонстрации принципов электрохимической биофабрикации в образовательном процессе и выполнения исследовательских проектов обучающимися.

В основу разработки положены исследования условий получения объемных объектов из альгинатного гидрогеля методом электрохимической фабрикации. Принцип получения альгинатного геля основан на взаимодействии раствора альгината натрия с ионами кальция, что позволяет получить плотный гидрогель альгината кальция [1, 2]. При электрохимическом способе изготовления альгинатного геля в среду вводится нерастворимая соль кальция – например, карбонат. Полученная взвесь сохраняется в жидком состоянии, так как содержание свободных ионов кальция в среде незначительно. Для получения гидрогеля используется электрохимическая реакция разложения воды, при которой на аноде образуются протоны, что приводит к разложению карбоната и освобождению ионов кальция. Ионы кальция, взаимодействуя с альгинатом, способствуют образованию вокруг электрода гелеобразных структур. Исходный раствор альгината натрия хорошо смешивается с другими гелеобразователями и наполнителями (желатином, поливиниловым спиртом и др.), что позволяет получать электрохимическим способом многокомпонентные биосовместимые гели. Описаны условия электрохимического получения альгинатных гидрогелей с использованием солей железа [3], а также электрохимическая фабрикация гидрогелей хитозана и получение гидрогелей с электроактивными полимерами [2].

В условиях школьной лаборатории предлагается использование коммерчески доступного пищевого альгината натрия и клеток зеленых водорослей (мы использовали лабораторную культуру *Scenedesmus sp.*). Отметим, что использование иммобилизованных в гидрогеле водорослей – одно из актуальных направлений биотехнологии [4].

Электрохимическую ячейку можно изготовить самостоятельно. В нашей установке используются кюветы для спектрофотометрии, под размер которых на 3D-принтере были изготовлены крышки из полиэтилентерефталата для закрепления электродов (рис. 1). Электродами служили грифели для автоматических карандашей диаметром 0,5 и 2 мм. Тонкие грифели более хрупкие и требуют более аккуратного обращения, но позволяют получать трубчатые конструкции с малым внутренним диаметром. По-видимому, можно использовать грифели любой мягкости в зависимости от задач и условий эксперимента [5]. Мы применяли электроды из грифелей марок В, 2В фирмы «Koh-I-Noor».

Для простого демонстрационного эксперимента потребуются два грифеля, которые помещают в раствор, содержащий альгинат натрия (1-1,5% масс.) и частицы карбоната кальция (1-2% масс.). Растворы готовили на дистиллированной воде. Для демонстрации работы с клетками в рабочий раствор вносили взвесь водорослей, перемешивали и помещали в кювету.

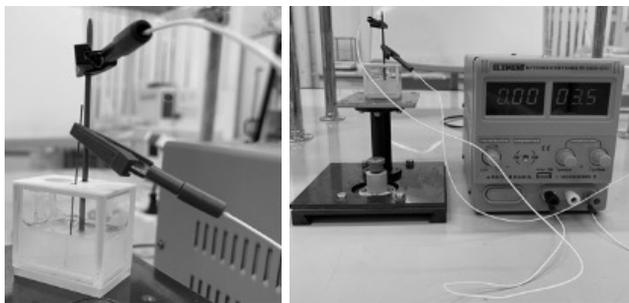


Рис. 1. Установка для изучения электрохимического получения гидрогеля альгината. Справа ячейка с раствором гелеобразователя и электродами. Анодом (положительным электродом) служит грифель диаметром 0,5 мм («мягкость» 2В), катодом служит грифель диаметром 2 мм (2В). Слева – общий вид установки во время эксперимента.

Электроды присоединяли к лабораторному блоку питания и устанавливали напряжение 1,5-4,5 В. Через 10–15 минут вокруг анода формировался визуально заметный трубчатый гидрогелевый конструкт (рис. 2), который (предварительно обесточив ячейку) можно снять с электрода (рис. 2, 3). Для лучшей сохранности конструкта можно поместить его в раствор хлорида кальция. Бесклеточные гели мы выдерживали в 1 М растворе, а гели с иммобилизованными водорослями в растворе с концентрацией 0,1 М.

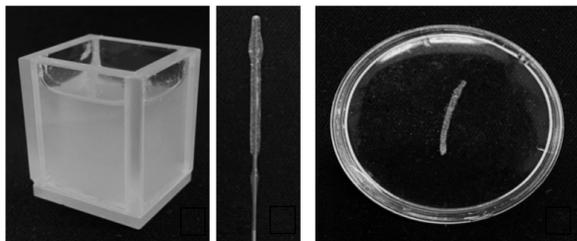


Рис. 2. Эксперимент с иммобилизацией в гидрогель водорослей *Scenedesmus sp.*:
 А) кювета с взвесью водорослей в рабочем растворе (альгинат натрия+карбонат кальция);
 Б) гидрогель с водорослями на электроде; В) трубчатый гидрогелевый конструкт в инкубационном растворе хлорида кальция.

Время эксперимента и подаваемое напряжение являются факторами, определяющими объем геля и форму полученного конструкта (рис. 3). Видно, что гидрогелевые трубчатые конструкты можно получать при относительно низких значениях приложенного потенциала, что может способствовать сохранению жизнеспособности клеток.



Рис. 3. Гидрогелевые конструкты (альгинат+поливиниловый спирт), полученные при разном напряжении и времени эксперимента.

При наличии оборудования, для более корректных экспериментов рекомендуется использовать трехэлектродную схему подключения, включающую электрод сравнения, а формирование геля производить с помощью потенциостата [2].

Таким образом, для получения первоначальных представлений об электрохимической биофабрикации можно использовать простую лабораторную установку, доступные безопасные реактивы и клетки зеленых водорослей как модельный объект. Описанные эксперименты станут основой для разработки лабораторных работ для школьников и студентов, а также использоваться для исследовательских проектов обучающихся. Полученные гидрогелевые конструкты с водорослями имеют потенциал практического использования в экологических биотехнологиях для иммобилизации клеток и создания биоактивных покрытий [4].

Список использованной литературы

1. Cheng Y., Luo X, Betz J, Payne G.F, Bentleyb W., Rubloff G.W. Mechanism of anodic electrodeposition of calcium alginate // *Soft Matter*. 2011. Vol. 7, № 12. P. 5677-5684.

2. Da Silva A.C., Wang J., Minev I.R. Electro-assisted printing of soft hydrogels via controlled electrochemical reactions // *Nat. Commun.* 2022. Vol. 13, № 1. P. 1-10.
3. Massana Roquero D., Othman A., Melman A., Katz E. Iron (III)-cross-linked alginate hydrogels: A critical review // *Mater. Adv. Royal Society of Chemistry.* 2022. Vol. 3, № 4. P. 1849-1873.
4. Tong C.Y., Derek C.J.C. Bio-coatings as immobilized microalgae cultivation enhancement: A review // *Sci. Total Environ.* 2023. Vol. 887, № May. P. 163857.
5. Annu, Sharma S., Jain R., Raja A. N. Review – Pencil Graphite Electrode: An Emerging Sensing Material // *J. Electrochem. Soc.* 2020. Vol. 167, № 3. P. 037501.

БИОТЕХНОЛОГИЯ: ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

**МАТЕРИАЛЫ XI МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

Часть I

Компьютерная верстка О. Г. Слисарь

Подписано в печать 22.05.2025 г.
Формат 60x84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 14,4.
Заказ № 228. Тираж 30 экз.

**Ставропольский государственный медицинский университет,
355017, г. Ставрополь, ул. Мира, 310.**