



НАУЧНЫЙ
ФОРУМ
nauchforum.ru

ISSN 2541-8386



№5(78)

НАУЧНЫЙ ФОРУМ:
МЕДИЦИНА, БИОЛОГИЯ
И ХИМИЯ

МОСКВА, 2025



НАУЧНЫЙ ФОРУМ: МЕДИЦИНА, БИОЛОГИЯ И ХИМИЯ

*Сборник статей по материалам LXXVIII международной
научно-практической конференции*

№ 5(78)
Июнь 2025 г.

Издается с ноября 2016 года

Москва
2025

УДК 54/57+61+63

ББК 24/28+4+5

Н34

Председатель редколлегии:

Лебедева Надежда Анатольевна – доктор философии в области культурологии, профессор философии Международной кадровой академии, член Евразийской Академии Телевидения и Радио.

Редакционная коллегия:

Арестова Инесса Юрьевна – канд. биол. наук, доц. кафедры биоэкологии и химии факультета естественнонаучного образования ФГБОУ ВО «Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева», Россия, г. Чебоксары;

Карабекова Джамия Усенгазиевна – д-р биол. наук, гл. науч. сотр. Биолого-почвенного института Национальной Академии Наук Кыргызской Республики, Кыргызская Республика, г. Бишкек;

Сафонов Максим Анатольевич – д-р биол. наук, доц., зав. кафедрой общей биологии, экологии и методики обучения биологии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный педагогический университет», Россия, г. Оренбург.

Н34 Научный форум: Медицина, биология и химия: сб. ст. по материалам LXXVIII междунар. науч.-практ. конф. – № 5(78). – М.: Изд. «МЦНО», 2025. – 30 с.

ISSN 2541-8386

Статьи, принятые к публикации, размещаются на сайте научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

ISSN 2541-8386

ББК 24/28+4+5

© «МЦНО», 2025

Оглавление	
Статьи на русском языке	4
Химия	4
Раздел 1. Химия	4
1.1. Аналитическая химия	4
МЕМБРАННЫЙ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИЙ СЕНСОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕТИЛПИРИДИНИЯ ХЛОРИДА Руженко-Мизовцова Наталья Александровна	4
1.2. Высокомолекулярные соединения	14
СПОСОБЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ СВОЙСТВБИОРАЗЛАГАЕМЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ Кун Алёна Дмитриевна Безнаева Ольга Владимировна Кириш Ирина Анатольевна	14
Articles in English	23
Biology	23
Hidden 1. General biology	23
1.1. Biogeochemistry	23
STRATEGIES FOR THE PREVENTION AND CONTROL OF AEROMONIASIS IN TROUT Afet Suleymanova	23

СТАТЬИ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

ХИМИЯ

РАЗДЕЛ 1. ХИМИЯ

1.1. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

МЕМБРАННЫЙ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИЙ СЕНСОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕТИЛПИРИДИНИЯ ХЛОРИДА

Руженко-Мизовцова Наталья Александровна

*старший преподаватель,
Луганский государственный университет
имени Владимира Даля,
РФ, г. Луганск*

MEMBRANE POTENTIOMETRIC SENSOR FOR DETERMINATION OF CETYLPIRIDINIUM CHLORIDE

Nataliya Ruzhenko-Mizovtsova

*Lecturer,
Lugansk state University
named after Vladimir Dahl,
Russia, Lugansk*

Аннотация. Разработана методика количественного определения содержания цетилпиридиния хлорида (Cetylpyridinium chloride, CPC) с применением мембранного потенциометрического сенсора, отличающаяся высокой чувствительностью (10^{-5} моль/литр) и селективностью.

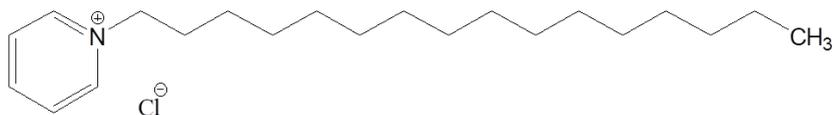
Abstract. This work is devoted to the development methods for quantitative determination of cetylpyridinium chloride (CPC) content using a membrane potentiometric sensor has been developed. The developed techniques provide sufficient sensitivity, accuracy and selectivity for determination.

Ключевые слова: поверхностно-активные вещества (ПАВ); цетилпиридиния хлорид (ЦПХ); гетерополикислоты; ионный ассоциат; мембранный потенциометрический сенсор.

Keywords: Surface-active agents (surfactants); cetylpyridinium chloride (CPC); heteropoly acids; ionic associate; sensor membranes; potentiometric sensor.

К веществам, с которыми население контактирует повседневно, относятся синтетические поверхностно-активные вещества (ПАВ), которые используются в различных сферах производства и быта как моющие средства, эмульгаторы, пищевые добавки, бактерицидные средства и т.п. Объемы выпуска и ассортимент синтетических детергентов ежегодно увеличиваются. В последнее время благодаря своим свойствам широко распространились средства группы катионные ПАВ (КПАВ). К КПАВ относятся четвертичные аммониевые соединения (ЧАС), соли аминов, полимерные КПАВ. Сильными дезинфицирующими и антисептическими свойствами отличаются ЧАС, такие как алкилпиридиний галогениды, алкилтриметиламмоний галогениды и другие, широко используемые во всех странах мира. Но вместе с массовым использованием ПАВ также будут накапливаться в различных живых организмах и других объектах, включая природные и сточные воды, промышленные выбросы и бытовые товары. Поэтому разработка методов для определения этих веществ имеет большое практическое значение [4, 10].

Одним из представителей этой группы веществ является цетилпиридиний хлорид (ЦПХ). С химической точки зрения – это органическое соединение, содержащее в молекулярной структуре шестичленный гетероцикл с атомом азота, обладающий ярко выраженными протоноакцепторными свойствами:



Цетилпиридиния хлорид (ЦПХ) – антисептик, бактерицидное вещество, используемое для местного применения, особенно в стоматологии и медицине. Он эффективен против широкого спектра бактерий, грибов и вирусов. Данное ПАВ используется как компонент некоторых типов ополаскивателей полости рта, зубных паст, таблеток, спреев для горла, дыхания, назальных. В качестве бактерицидов широкого спектра действия, антистатики и смягчителей для текстильной промышленности, компонентов моющих и дезинфицирующих препаратов, используется для получения органобentonитов и как компонент ополаскивателей.

Возрастающие требования к качеству лекарственных препаратов, способствуют непрерывному развитию и усовершенствованию методов их аналитического контроля. Это в значительной мере относится к оценке качества фармацевтических, лечебно-косметических и антисептических средств [10].

Анализ содержания поверхностно-активных веществ в составе как промышленных товаров, так и в объектах окружающей среды является важной аналитической проблемой, которая решается путем использования следующих химических (метод двухфазного титрования; титрование с тетрафенилборатом; титрование хлорной кислотой в смеси бензол-хлороформ; метод Пифера и Волиша; метод коагуляции; ЦПХ гетерополикислотами) и физико-химических (оптический; спектрофотометрический, ЯМР-спектроскопия и т.п.) методов анализа [2,6,9,13]. Не смотря на свою эффективность, все приведенные методики имеют ряд недостатков – требуют значительной пробы подготовки, использование токсичных органических растворителей, субъективное восприятие изменения окраски индикатора при определении точки эквивалентности, определение концентрации по хлорид-аниону, а не по органическому катиону, что значительно увеличивает вероятность появления ошибок в процессе анализа. Таким образом, несмотря на большое количество методов определения четвертичных аммониевых солей, актуальной проблемой аналитической химии остается разработка простых и доступных методик их количественного определения в различных объектах.

Нами предложена новая методика количественного определения цетилпиридиния хлорида методом прямой потенциометрии с использованием потенциометрического сенсора, чувствительного к органическому катиону цетилпиридиния. Для получения электрод-активного вещества (ЭАВ) сенсорного электрода были использованы гетерополикислоты (ГПК) структуры Кеггина такие как 12-молибденофосфорная (МФК), 12-молибденкремниевая (МКК), 12-вольфрамофосфорная

(ВФК), которые характеризуются постоянством состава, ионообменными и окислительно-восстановительными свойствами [11,12]. Данные соединения способны образовывать стойкие малорастворимые в воде и хорошо растворимые в органических растворителях соединения с катионом цетилпиридиния.

Данный метод количественного определения представляет собой альтернативу существующим методикам и характеризуется безопасностью, чувствительностью, селективностью, простотой выполнения и относительно невысокой стоимостью.

Экспериментальная часть

В данной работе использовали цетилпиридиний хлорид (ЦПХ) фармакопейной чистоты и 12-молибденофосфорную кислоту ($\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}\cdot 26\text{H}_2\text{O}$) марки «ч.д.а». Для изготовления мембраны потенциометрического сенсора использовали мембраны следующего состава: полимерная матрица – поливинилхлорид (ПВХ) С-70 «х.ч.», растворитель – циклогексанон (ЦГ) «ч.д.а.», электродноактивное вещество – $(\text{ЦПХ})_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$, пластификатор-дибутилфталат (ДБФ) «х.ч.».

Пластифицированные поливинилхлоридные мембраны синтезировали по стандартной методике [1,11]. Важным условием при синтезе мембраны является ее гомогенность, которая обеспечивается полным растворением ЭАВ в мембранном растворителе. Навеску ПВХ массой 0,45г растворили в 4,5 мл ЦГ при нагревании 60°C и постоянном перемешивании до гомогенного состояния. Навески ЭАВ массой от 0,001 до 0,1 г растворили в 1.1 мл мембранного пластификатора (ДБФ) на водяной бане при постоянном перемешивании до полного растворения. Полученный раствор ЭАВ вливали в раствор полимерной матрицы, перемешивали до образования прозрачной гомогенной смеси без пузырьков воздуха. Готовую смесь переносили в чашку Петри. Полученная таким образом мембрана после испарения ЦГ в течение 3-5 суток при комнатной температуре (18-22°C) представляла собой тонкую прозрачную эластичную бесцветную пленку, из которой вырезали диск ИСЭ мембраны диаметром 1 см и наклеивали его на торец поливинилхлоридной трубки, оставляли подсушиваться (в течение суток).

Перед использованием ИСЭ вымачивали в растворе ЦПХ с концентрацией, соответствующей среднему значению диапазона определяемых серий ($1\cdot 10^{-3}$ моль/л).

Для регистрации электродных характеристик использовали электрохимическую ячейку:

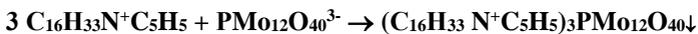
Ag	AgCl, KCl, (нас.)	Исследу- емый рас- твор ЦПХ	Мем- брана ИСЭ	Стандар- тный раствор (10 ⁻³ моль/л) ЦПХ	AgCl KCl (нас.)	Ag
----	-------------------------	--------------------------------------	----------------------	--------------------------------------------------------------------	-----------------------	----

Потенциометрические измерения проводились при комнатной температуре на иономере И-130. Для построения графика $E=f(pC)$ готовили серию стандартных водных растворов цетилпиридиний хлорида с концентрациями от 10⁻² до 10⁻⁶ моль/л. Кислотность растворов регулировали при помощи растворов H₂SO₄ и NaOH.

Результаты и их обсуждение

Реакцию взаимодействия между органическим катионом ПАВ и гетерополианионами структуры Кеггина было исследовано спектрофотометрическими и электрохимическими методами [11,12].

Соотношение реагирующих веществ изучали методом амперметрического титрования, основанного на реакции взаимодействия между органическим катионом (ОК) цетилпиридиния и ГПА МФК с образованием малорастворимого соединения. По результатам амперметрического титрования установлено, что соотношение ЦПХ:ГПК составляет 3:1, т.е. реакция взаимодействия между гетерополианионом $PMo_{12}O_{40}^{3-}$ и тремя молекулами ОК цетилпиридиния в водной среде при pH = 2–5 имеет вид:



В ассоциатах, образованных органическими катионами цетилпиридиния и ГПА $PMo_{12}O_{40}^{3-}$ наблюдается устойчивое соотношение ГПА: органический катион равный 3:1, что подтверждает ассоциативный электростатический характер взаимодействия.

Образовавшийся малорастворимый осадок был использован как электродноактивное вещество при разработке ИСЭ, обратимого к ОК цетилпиридина.

Для проведения исследования влияния состава электродно-активного вещества на электродную функцию ИСЭ, обратимых к катиону ЦПХ, были синтезированы мембраны со следующим составом:

1. ПВХ=29,9 %, ДБФ=69,77 %, ЭАВ=0,33 %
2. ПВХ= 29,8 %, ДБФ=69,54 %, ЭАВ =0,66 %
3. ПВХ=29,7 %, ДБФ= 69,31 %, ЭАВ = 0,99 %

При увеличении концентрации ЭАВ в мембране нижний предел функционирования ИСЭ смещается в область меньших концентраций (Рисунок 1), но при увеличении содержания ЭАВ до 0,99 % в мембране наблюдается увеличение крутизны электродной функции.

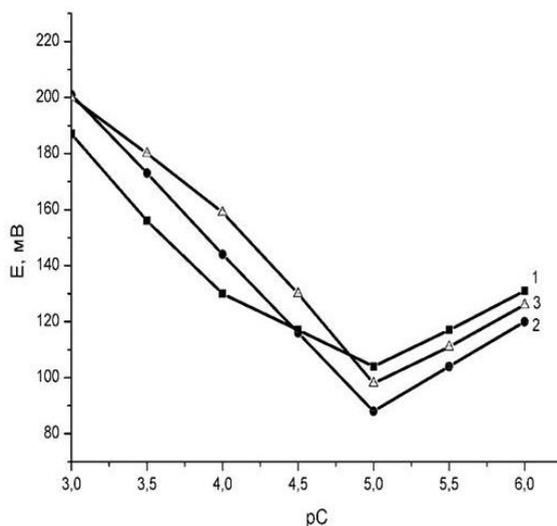


Рисунок 1. Зависимость ЭДС ИСЭ на ЦПХ от количества ЭАВ, содержание ЭАВ 1 – 0,33 %, 2 – 0,66 %, 3 – 0,99 %

Изучено влияние величины рН на крутизну электродной функции и интервал линейности определяемых концентраций (рисунок 2). Установлено, что лучшие характеристики ИСЭ наблюдаются при рН=4-7, при меньших значениях рН сужается диапазон линейности электродных функций, значительно изменяется наклон и верхний предел определения (до 10^{-4} моль/л).

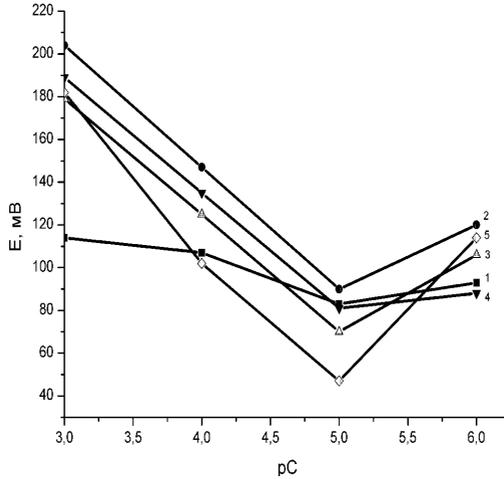


Рисунок 2. Влияние pH на наклон электродной функции ИСЭ на ЦПХ, содержание ЭАВ=0,66 %, 1 – pH=2; 2 – pH=4; 3 – pH=5; 4 – pH=7; 5 – pH=10

Еще одной важной электродной функции ИСЭ является его селективность к потенциал-определяемому иону на фоне возможного ряда мешающих ионов.

Определена селективность ИСЭ, обратимого к катиону цетилпиридиния относительно катионов Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} (рисунок 3).

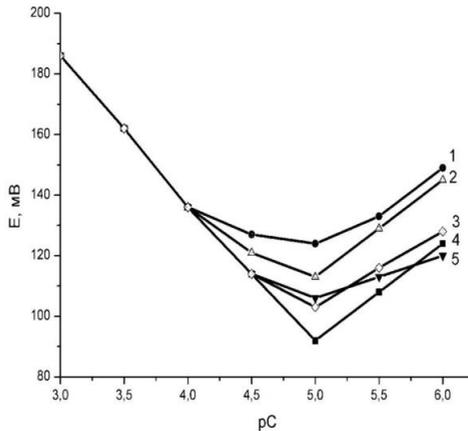


Рисунок 3. Определение потенциометрического коэффициента селективности ИСЭ

Коэффициенты селективности ИСЭ были определены методом смешанных растворов, который базируется на измерении потенциалов в смешанных растворах с постоянным содержанием мешающего иона j при переменной концентрации определяемого иона.

Таблица 1.

**Потенциометрические коэффициенты селективности ИСЭ,
обратимого к катиону цетилпиридиния**

Мешающий ион	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
Коэффициент селективности K_{ij} ИСЭ	0,01	0,01	0,1	0,1

Исходя из этих данных, можно сделать вывод, что катионы K^+ , Na^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} и Mg^{2+} не оказывают существенного влияния на электродную функцию разработанного ИСЭ ($K_{ij} < 1$).

Таблица 2.

**Основные электродные характеристики разработанных ИСЭ,
обратимого к катиону цетилпиридиния**

Содержание ЭАВ, %	Интервал линейности, моль/л	S, мВ/рС	Время отклика, с	Продолжительность жизни ИСЭ, сутки	Интервал рН
0,33	10^{-3} - 10^{-4}	57	60-80	30-40	4-5
0,66	10^{-3} - 10^{-5}	56,6	30-60	30-45	4-7
0,99	10^{-4} - 10^{-5}	61	25-30	30-45	4-5

Следовательно, анализ электродных характеристик (таблица 2) доказывает, что наилучшими показателями обладает ИСЭ с массой ЭАВ 0,01 мг (0,66 %).

Полученные результаты позволили применить разработанный сенсорный электрод для потенциометрического определения цетилпиридиния в модельных образцах субстанции и лечебно-профилактических средств.

Для апробирования методики определения цетилпиридиния хлорида было смоделировано средство для полоскания ротовой полости (содержание ЦПХ 0,01 %), который помещали в электрохимическую ячейку с разработанным сенсорным и хлорсеребряным электродами. С помощью иономера измерили электродвижущую силу и по калибровочному графику определяли концентрацией ЦПХ в испытуемом растворе. Метрологические характеристики метода приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Результаты определения ЦПХ в испытуемом растворе методом прямой потенциометрии (n = 5, p = 0,95)

Введено, г	Найдено, г	Метрологические характеристики метода
10,0	12,0	X=10,6
	11,0	S=2,3
	11,0	Sx=1,52
	9,0	Sr=0,15
	10,0	$x \pm \sigma = 10,6 \pm 0,2$

Таким образом, исследование характеристик разработанного потенциометрического сенсора, обратимого к катиону цетилпиридиния, позволило определить оптимальные параметры и условия работы сенсорного электрода и разработать новый экспресс-метод электрохимического анализа ЦПХ характеризуется высокой чувствительностью, селективностью и хорошей воспроизводимостью результатов.

Список литературы:

1. Камман К. Работа с ионоселективными электродами. М.: Мир, 1980. С. 283.
2. Колотвин А.А., Лобачев А.Л. Определение приоритетных катионных поверхностно-активных веществ в водах методами твердофазной экстракции и ВЭЖХ // VI Всероссийская конференция. “Экоаналитика-2006”. Самара, 26-30 сентября 2006г., Самара. 2006. С.169
3. Кулапина Е.Г., Михалева О.В., Макарова Н.М.. Применение потенциометрических сенсоров для определения катионных ПАВ в лекарственных препаратах. Проблемы теоретической и экспериментальной химии: Тезисы докладов 17 Российской молодежной научной конференции, Екатеринбург, 17-20 апр., 2007. Екатеринбург: Урал. гос. ун-т. 2007, с. 117-118.
4. Ланге К.Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение.– СПб.: Профессия, 2004- 240 с.
5. Масюта З.В., Николенко Н.В. Количественный анализ ионогенных ПАВ методом совместной адсорбции с красителями //Вопросы химии и хим. технологии . – 2005. – №4. – С. 9-12.
6. Николенко Н.В. Адсорбционно-фотометрическое определение катионных поверхностно-активных веществ в водных растворах с применением метиленового синего в качестве реагента и силикагеля в качестве адсорбента /Николенко Н.В., Масюта З.В., Плаксиенко И.Л., Тулюпа Ф.М. // ЖАХ. – 1999. – Т.54. – №3. – С. 268-271.

7. Руженко-Мизовцова Н.О. Визначення вмісту цетилпіридиній хлориду в промисловій продукції методом амперметричного титрування/ Н.О. Руженко-Мизовцова, О.В. Лабяк, В.І. Ткач//Вопросы химии и химической технологии.– 2010.–№7– С. 76–79.
8. Руженко-Мизовцова Н.А. Мембранный потенциометрический сенсоры для определения деквалиния хлорида в лечебно-профилактической продукции/ Н.А. Руженко-Мизовцова, В.В. Мирошников// Вестник: научный журнал «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» – 2021. – №9 (51) – С.40-46.
9. Супрунович В.І. Електрохімічні методи аналізу: навч. посібник / В.І. Супрунович, І.Л. Плаксієнко, Ю.І. Шевченко – Дніпропетровськ : УДХТУ, 2006. – 413 с.
10. Swarbrich J. Encyclopedia of pharmaceutical technology // NY City Press. – 2007. – Vol.3. – P.1435-2092.
11. Ткач В.І. Гетерополіаніони як аналітичні реагенти на азотвміщуючі органічні речовини. – Дніпропетровськ: ДДУ, 1995. – 196с.;
12. Ткач В.І., Карандєєва Н.І., Циганок Л.П., Вишнікин А.Б. Використання гетерополіаніонів структури Кеггіна в аналізі органічних та неорганічних сполук. Монографія / В.І. Ткач [та ін.]. – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2002. – 184 с.;
13. Чернова Р.К. Электрохимические и аналитические свойства электродов, селективных к поверхностно-активным веществам / Чернова Р.К., Кулапина Е.Г., Матерова Е.А., Кулапин А.И., Третьяченко Е.В. // Журн. аналит. химии. – 2000. – № 7. – С.705-713.

1.2. ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

СПОСОБЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ СВОЙСТВБИОРАЗЛАГАЕМЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Кун Алёна Дмитриевна

*аспирант,
Российский биотехнологический
университет (РОСБИОТЕХ),
РФ, г. Москва*

Безнаева Ольга Владимировна

*канд. техн. наук, доц.,
Российский биотехнологический
университет (РОСБИОТЕХ),
РФ, г. Москва*

Кири Ирина Анатольевна

*д-р хим. наук, проф.,
Российский биотехнологический
университет (РОСБИОТЕХ),
РФ, г. Москва*

METHODS FOR REGULATING THE PROPERTIES OF BIODEGRADABLE POLYMERIC MATERIALS

Alyona Kun

*Postgraduate student,
Russian Biotechnological University
(ROSBIOTECH),
Russia, Moscow*

Olga Beznaeva

*Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH),
Russia, Moscow*

Irina Kirsh

*Doctor of Chemical Sciences, Professor,
Russian Biotechnological University
(ROSBIOTECH),
Russia, Moscow*

Аннотация. Биоразлагаемые полимеры различной природы имеют огромное значение в контексте устойчивого развития. В настоящей статье описаны основные подходы к их модификации, включая химические, физические и ферментативные методы, с акцентом на улучшение растворимости, механических свойств и биологической активности. Рассмотрены примеры сшивания и сополимеризации, а также экологические риски, связанные с использованием синтетических компонентов.

Abstract. Biodegradable polymers of various origins are of high importance in the context of sustainable development. This paper describes the main approaches to their modification, including chemical, physical, and enzymatic methods, with an emphasis on improving solubility, mechanical properties, and biological activity. Examples of cross-linking and copolymerization are considered, as well as environmental risks associated with the use of synthetic components.

Ключевые слова: биоразлагаемые полимеры; химическая модификация; сшивание; поликапролактон; полимолочная кислота; хитозан; биодegradация; экологическая безопасность; упаковка; медицина.

Keywords: biodegradable polymers; chemical modification; cross-linking; polycaprolactone; polylactic acid; chitosan; biodegradation; environmental safety; packaging; medicine.

Методы усовершенствования биоразлагаемых полимеров постоянно развиваются: ведутся разработки новых полимеров и сополимеров, а также исследования по улучшению свойств существующих материалов. Причины для активизации исследований в области биоразлагаемых полимерных материалов (БПМ) заключаются в острой необходимости снижения негативного воздействия на окружающую среду, устойчивого потребления и управления отходами. В России ежегодно образуется около 750 тыс. тонн полимерных отходов, из которых лишь 3-10 % перерабатывается [1; 21].

Модификация биоразлагаемых полимеров улучшает их свойства, такие как прочность и термостабильность, для применения в медицине, упаковке и сельском хозяйстве. Это достигается через химическую

и физическую модификацию, позволяя создавать материалы с антимикробными свойствами и высокой стабильностью.

Физическая модификация включает изменение свойств без химических изменений полимерной цепи, например, путем изменения морфологии или структуры. Химическая модификация, в свою очередь, направлена на улучшение свойств полимеров через изменение химической структуры, введение новых функциональных групп или создание сополимеров. Важную роль при модификации играет соотношение гидрофобности и гидрофильности: скорость гидролиза может зависеть от гидрофильности полимера [10; 15].

Сшивание – это процесс соединения полимерных цепей с образованием трехмерной сетчатой структуры, что улучшает механическую прочность, химическую стойкость и термическую стабильность. Методы сшивания включают физический (воздействие ионизирующего излучения), химический (с использованием реагентов) и фотохимическое (с использованием УФ-излучения) [13; 16].

Сшитые полимеры обладают повышенной прочностью, устойчивостью к теплу и сниженной растворимостью, что замедляет их био-разложение. Эти улучшенные характеристики делают их применимыми в медицине, упаковке и системах доставки лекарств [5; 6].

Прививка (графтинг) – это метод химической модификации, при котором на полимерные цепи добавляются боковые цепи или мономеры, отличные от основной структуры. Этот процесс позволяет целенаправленно изменять физические, химические и биологические свойства биоразлагаемых полимеров, улучшая их совместимость с другими материалами, а также их адгезию, увеличивая гидрофильность и вводя биоактивные функции. Существует несколько методов графтинга:

- а) графтинг через – сополимеризация мономера с полимером, содержащим реакционноспособные группы;
- б) графтинг на – присоединение предварительно синтезированных полимерных цепей к активным центрам основного полимера;
- в) графтинг из – инициирование полимеризации мономеров прямо из основной цепи.

Прививка гидрофильных мономеров к гидрофобным полимерам значительно увеличивает водопоглощение и биоразлагаемость. Также можно прививать биоактивные молекулы для создания систем доставки лекарств или биосенсоров [8].

Блок-сополимеризация является ключевым методом химической модификации полимеров, позволяющий создавать материалы с уникальными свойствами за счет сочетания различных полимерных блоков

в одной макромолекуле. Блок-сополимеры состоят из двух или более гомополимерных блоков, каждый из которых обладает отличительными свойствами.

Одним из методов является «живая полимеризация», при которой полимерная цепь растет без остановки до исчерпания мономера, позволяя добавлять новые мономеры для формирования блоков. Примеры включают живую анионную и радикальную полимеризацию. Секвенционная полимеризация требует строгого контроля времени и условий реакции, обеспечивая полную конверсию каждого мономера перед добавлением следующего, что позволяет создавать блоки с четкой последовательностью [7; 11].

Гибридные сополимеры, получаемые привитой радикальной полимеризацией, сочетают свойства синтетических и природных полимеров, что делает их полезными в биомедицине и упаковке. Полимераналогичные превращения изменяют функциональные группы на уже сформированных полимерах, улучшая их свойства, такие как гидрофильность и механическая прочность. К ним относятся гидролиз, сульфонирование и функционализация [18].

Деградация как метод модификации биоразлагаемых полимеров изменяет их структуру и свойства, такие как растворимость и механическая прочность. Процесс может быть инициирован химическими реагентами, ферментами или излучением. Гидролиз, окисление и фотодеградация позволяют контролировать скорость разложения, что особенно важно для медицинских применений [12].

Перспективные материалы на биооснове, такие как полилактиды, полиэферы и полигидроксиалканоаты, обладают широкими возможностями моделирования структуры и свойств, приближаясь по характеристикам к традиционным синтетическим полимерам. Несмотря на высокую стоимость и сложности оптимизации, продолжаются исследования для улучшения их свойств и разработки эффективных методов переработки.

Полилактид (ПЛА) – это биоразлагаемый термопластичный полиэфир, который разлагается через гидролитическую и микробиологическую деградацию. ПЛА имеет хорошую механическую прочность и прозрачность, легко поддается обработке, среди недостатков относительно низкая термическая стабильность, медленное разложение без промышленного компостирования. Гидролитическое расщепление начинается с проникновения воды в материал, что приводит к разрыву эфирных связей и образованию мономеров молочной кислоты. Эти мономеры могут использоваться микроорганизмами как источник углерода и энергии, превращаясь в углекислый газ и воду в аэробных

условиях или в метан и воду в анаэробных условиях. Несмотря на то, что ПМК считается одним из самых дешевых биоразлагаемых полимеров, его стоимость все еще выше, чем у полиэтилена и полистирола. Поэтому ведутся разработки более энергоэффективных методов его производства с использованием катализаторов на основе циркония, гафния, золота и платины для повышения стереоспецифичности. Скорость биоразложения ПЛА составляет около 6 месяцев, что требует исследований по созданию сополимеров с регулируемой скоростью разложения [9; 19].

Добавление функциональных групп значительно улучшает физико-механические свойства ПЛА. В работе [2] рассматривается химическая модификация концевых функциональных групп полилактидов (гидроксильных, карбоксильных) с получением акрилатных производных через образование уретанопроизводных ПЛА при взаимодействии с диизоцианатами.

Поливиниловый спирт (ПВС) – синтетический полимер, получаемый гидролизом поливинилацетата. Его молекулярная структура включает гидроксильные группы, что влияет на водорастворимость и физические свойства. ПВС водорастворим, нетоксичен, обладает хорошими пленкообразующими свойствами. Биоразложение ПВС начинается с абиотического гидролиза, что облегчает микробное разложение. Микроорганизмы расщепляют полимер на мелкие соединения, превращая их в углекислый газ, воду и биомассу [4].

Одним из перспективных природных полисахаридов является хитозан – продукт деацетилирования хитина, второго по распространенности полисахарида после целлюлозы. Хитозан обладает аморфно-кристаллической структурой и полиморфизмом, а его биоразложение зависит от химической структуры, молекулярного веса, степени деацетилирования, влажности, температуры, кислотности среды и наличия микроорганизмов. Хитозан хорошо растворим в разбавленных водных растворах одноосновных кислот благодаря наличию первичных аминогрупп. Он является биосовместимым, биоразлагаемым, антимикробным и нетоксичным материалом, но имеет ограниченную механическую прочность и растворимость в воде. Разработаны методы синтеза производных хитозана с высокой степенью замещения, которые находят применение в парфюмерии, косметологии и фармацевтике.

Хитозан, получаемый из хитина панцирей ракообразных и насекомых, подвергается гидролитическому расщеплению, в ходе которого полимерные цепи разрываются на более мелкие фрагменты под действием воды. Этот процесс может ускоряться в присутствии кислот

или щелочей. Далее ферменты, такие как хитиназы и лизоцим, вырабатываемые микроорганизмами, расщепляют хитозан на моносахариды и олигосахариды, разрывая гликозидные связи между мономерами глюкозамина. Микроорганизмы используют эти продукты в качестве источника углерода и энергии, что приводит к их метаболизму с образованием воды, углекислого газа и биомассы [3; 14; 23].

Существует три основных направления модификации хитозана: реакции функциональных групп полисахарида, привитая и блок-сополимеризация с синтетическими мономерами, а также получение смешанных композиций с другими полимерами. В результате могут быть улучшены растворимость, биологическая активность, механическая прочность хитозана. Широко используются алкилирование, сульфатирование и ферментативные модификации хитозана. Сополимеризация хитозана, включая привитую полимеризацию и сшивание, с другими полимерами помогает преодолеть его недостатки, такие как ограниченная гибкость и низкое термическое сопротивление. Обычно модификация хитозана осуществляется синтетическими полимерами, которые не поддаются биоразложению и требуют летучих органических растворителей, что создает экологические риски [17].

Поликапролактон (ПКЛ) – это биоразлагаемый полукристаллический синтетический полиэфир, состоящий из повторяющихся молекул капролактона, соединенных эстерными связями. Каждый повторяющийся элемент представляет собой шестичленный кольцевой лактон с гидроксильной группой, которая реагирует с другими молекулами капролактона для образования полимерной цепи. Поликапролактон имеет хорошую растворимость, смешиваемость с другими полимерами и медленное биоразложение. Среди недостатков отмечают низкую температуру плавления, что ограничивает его использование. Биоразложение ПКЛ происходит через гидролитическую деградацию, за которой следует микробиологическое разложение [20].

Поликапролактон и его сополимеры, обладающие высокой механической прочностью и биосовместимостью, могут быть объединены с хитозаном для создания новых гибридных сополимеров. Это сочетание позволит улучшить гидрофобные свойства хитозана и его функциональность.

Примером является получение привитого сополимера капролактона с хитозаном через фталоилзащищенный хитозан, что обеспечивает самокатализ и улучшенную растворимость в водных и органических растворах. В 2004 году был впервые получен фталоилхитозан, который служил универсальным промежуточным продуктом

для региоселективных модификаций хитозана. Прививка гидрофобного ПКЛ к гидрофильному хитозану происходила преимущественно по гидроксильным группам, оставляя аминогруппы свободными. Фталоильные группы, введенные в хитозан, улучшали его растворимость в органических растворителях, таких как ДМФА и ДМСО, позволяя осуществить прививку ПКЛ в гомогенной системе [22].

Разработан одностадийный метод синтеза сополимера хитозана с ПКЛ через полимеризацию с раскрытием цикла с использованием метансульфоновой кислоты в качестве растворителя и катализатора. Протонирование аминогрупп в кислой среде способствовало прививке ПКЛ к гидроксильным группам, что улучшило растворимость полученного сополимера и позволило легко перерабатывать его в нановолокна [24].

Таким образом, модификации биоразлагаемых полимеров направлены на расширение их применения и повышение конкурентоспособности по сравнению с традиционными синтетическими пластиками, что может привести к положительным изменениям в экологии и здоровье человека.

Список литературы:

1. Кочуров Б.И., Блинова Э.А. Оценка экологических последствий использования полимерных изделий // Теоретическая и прикладная экология. – 2020. – №. 4. – С. 210–215.
2. Шашкова В.Т., Матвеева И.А., Глаголев Н.Н. Направленная модификация полилактида введением акрилатных группировок по данным ИК-спектроскопии, гель-проникающей хроматографии и дифференциально-термического анализа // Журнал физической химии. – 2016. – Т. 90. – № 10. – С. 1452–1457. – DOI 10.7868/S0044453716100241.
3. Ali G. et al. Applications of chitin and chitosan as natural biopolymer: Potential sources, pretreatments, and degradation pathways // Biomass conversion and biorefinery. – 2022. – Vol. 14. – №. 4. – Pp. 4567–4581. DOI:10.1007/s13399-022-02684-x
4. Aslam M., Kalyar M.A., Raza Z.A. Polyvinyl alcohol: A review of research status and use of polyvinyl alcohol based nanocomposites // Polymer Engineering & Science. – 2018. – Vol. 58. – № 12. – P. 2119–2132. DOI: 10.1002/pen.24855
5. Cheng Q. et al. Dual cross-linked hydrogels with injectable, self-healing, and antibacterial properties based on the chemical and physical cross-linking // Biomacromolecules. – 2021. – Vol. 22. – № 4. – P. 1685–1694. DOI: 10.1021/acs.biomac.1c00111
6. Demirci S. Chemically cross-linked poly (β -cyclodextrin) particles as promising drug delivery materials // ACS Applied Polymer Materials. – 2021. – Vol. 3. – №. 12. – P. 6238–6251. DOI: 10.1021/acsapm.1c01058

7. Dey A., Haldar U., De P. Block copolymer synthesis by the combination of living cationic polymerization and other polymerization methods // *Frontiers in Chemistry*. – 2021. – Vol. 9. – P. 644547. DOI: 10.3389/fchem.2021.644547
8. Du R. et al. Characteristics and advantages of surface-initiated graft-polymerization as a way of “grafting from” method for graft-polymerization of functional monomers on solid particles // *European Polymer Journal*. – 2020. – Vol. 127. – P. 109479. DOI: 10.1016/j.eurpolymj.2020.109479
9. Ebrahimi F., Ramezani Dana H. Poly lactic acid (PLA) polymers: from properties to biomedical applications // *International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials*. – 2022. – Vol. 71. – №. 15. – P. 1117–1130. DOI:10.1080/00914037.2021.1944140
10. Foster J.C., Akar I., Grocott M.C., Pearce A.K., Mathers R.T., O’Reilly R.K. 100th Anniversary of Macromolecular Science Viewpoint: The Role of Hydrophobicity in Polymer Phenomena // *ACS Macro Letters*. – 2020. – Vol. 9. – No. 11. Pp. 1700–1707. DOI: 10.1021/acsmacrolett.0c00645
11. Karayianni M., Pispas S. Block copolymer solution self-assembly: Recent advances, emerging trends, and applications // *Journal of polymer science*. – 2021. – Vol. 59. – № 17. – P. 1874–1898. DOI: 10.1002/pol.20210430
12. Kliem S., Kreutzbruck M., Bonten C. Review on the biological degradation of polymers in various environments // *Materials*. – 2020. – Vol. 13. – №. 20. – P. 4586. DOI: 10.3390/ma13204586
13. Kolhe A., Chauhan A., Dongre A. A Review on various methods for the Cross-linking of Polymers // *Research Journal of Pharmaceutical Dosage Forms and Technology*. – 2022. – Vol. 14. – No. 2. – Pp. 183–188. DOI: 10.52711/0975-4377.2022.00029
14. Li Q. et al. Applications and properties of chitosan // *Applications of Chitan and Chitosan*. – CRC Press, 2020. – Pp. 3–29. DOI: 10.1177/08839115920070040
15. Luckachan G.E., Pillai C.K.S. Biodegradable Polymers: A Review // *Journal of Polymers and the Environment*. – 2021. – Vol. 29. – Pp. 1273–1292. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10924-011-0317-1>
16. Maitra J., Shukla V.K. Cross-linking in hydrogels – a review // *American Journal of Polymer Science*. – 2014. – Vol. 4. – No. 2. – Pp. 25–31. DOI: 10.5923/j.ajps.20140402.01
17. Pokhrel S., Yadav P.N. Functionalization of chitosan polymer and their applications // *Journal of Macromolecular Science, Part A*. – 2019. – Vol. 56. – № 5. – Pp. 450–475. DOI: 10.1080/10601325.2019.1581576
18. Purohit P. et al. Polymer Grafting and its chemical reactions // *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. – 2023. – Vol. 10. – P. 1044927. DOI: 10.3389/fbioe.2022.1044927
19. Ramezani Dana H., Ebrahimi F. Synthesis, properties, and applications of polylactic acid-based polymers // *Polymer Engineering & Science*. – 2023. – Vol. 63. – №. 1. – P. 22–43. DOI:10.1002/pen.26193

20. Sachan R., Warkar S.G., Purwar R. An overview on synthesis, properties and applications of polycaprolactone copolymers, blends & composites // *Polymer-Plastics Technology and Materials*. – 2023. – Vol. 62. – № 3. – Pp. 327–358. DOI: 10.1080/25740881.2022.2113890
21. Samir A., Ashour F.H., Abdel Hakim A.A., Bassyouni M. Recent advances in biodegradable polymers for sustainable applications // *Materials Degradation*. – 2022. – Vol. 6. – Article number: 68. DOI: 10.1038/s41529-022-00277-7.
22. Sanchez-Salvador J.L., Balea A., Concepcion Monte M., Negro C., Blanco A. Chitosan grafted/cross-linked with biodegradable polymers: A review // *International Journal of Biological Macromolecules*. – Vol. 178. – 2021. – Pp. 325–343. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2021.02.200
23. Suresh P.V. Enzymatic technologies of chitin and chitosan // *Enzymatic technologies for marine polysaccharides*. – CRC Press, 2019. – Pp. 449–466. DOI:10.1201/9780429058653-20
24. Wang Z., Zheng L., Li C., Zhang D., Xiao Y., Guan G., Zhu W. A novel and simple procedure to synthesize chitosan-graft-polycaprolactone in an ionic liquid // *Carbohydrate Polymers*. – Vol. 94. – Is. 1. – 2013. – Pp. 505–510. DOI: 10.1016/j.carbpol.2013.01.090
25. Zhang W. Cross-linked biopolymeric films by citric acid for food packaging and preservation // *Advances in Colloid and Interface Science*. – 2023. – Vol. 314. – P. 102886. DOI: 10.1016/j.cis.2023.102886

ARTICLES IN ENGLISH

BIOLOGY

HIDDEN 1. GENERAL BIOLOGY

1.1. BIOGEOCHEMISTRY

STRATEGIES FOR THE PREVENTION AND CONTROL OF AEROMONIASIS IN TROUT

Afet Suleymanova

*PhD in biology, Assistant Professor,
Scientific Research Institute
of Veterinary Medicine,
Ministry of Agriculture of Azerbaijan,
Chief of the Department
of Fish and Bee Diseases,
Azerbaijan, Baku*

СТРАТЕГИИ ПРОФИЛАКТИКИ И БОРЬБЫ С АЭРОМОНИОЗОМ У ФОРЕЛИ

Сулейманова Афет Валентин кызы

*д-р философии по биологии, доцент,
Ветеринарный научно-исследовательский
институт при Министерстве сельского
хозяйства Азербайджана,
Азербайджан, г. Баку*

Abstract. During 2012-2022, we conducted studies on the prevalence of parasitic diseases among trout species in the Republic of Azerbaijan.

A total of 668 specimens were examined using the complete parasitological dissection method. The bacterial furunculosis caused by the pathogens from the species *Aeromonas salmonicida*, *Aeromonas hydrophila*, *Pseudomonas fluorescens*, and *Vibrio anguillarum* recorded in brown (*Salmo fario*) and rainbow trout (*Salmo gairdneri*). The species *Aeromonas salmonicida* demonstrated the highest pathogenicity. The prevalence rate of furunculosis was 56.8 %. Several veterinary drugs were tested, and the highest effectiveness was observed in the drug “Antibak-100.” This preparation was tested and implemented in trout farms in Azerbaijan.

Аннотация. В период с 2012-2022 гг. нами были проведены исследования по распространению паразитарных заболеваний среди форелевых рыб в условия Азербайджанской республики. Всего было исследовано 668 экземпляров методом полного паразитологического вскрытия. У исследованных видов пятнистой (*Salmo fario*) и радужной (*Salmo gairdneri*) форели был выявлен бактериальный фурункулез, вызванный возбудителями, принадлежащим видам *Aeromonas salmonicidae*, *Aeromonas hydrophila*, *Pseudomonas fluorescens* и *Vibrio anguillarum*. При этом, наибольшей патогенностью отличался вид *Aeromonas salmonicidae*. Процент зараженности фурункулезом составил 56.8 %. В целях оздоровительных мероприятий по борьбе с фурункулезом был применен ряд ветеринарных препаратов, наибольшей эффективностью отличался препарат “Antibak-100”. Этот препарат был испытан и внедрен в форелевых хозяйствах Азербайджана.

Keywords: trout, Causative Agent, Furunculosis, Prevalence Rate, Antibacterial Drug

Ключевые слова: форелевые рыбы, Возбудитель, Фурункулез, Зараженность, Антибактериальный препарат

Introduction

Fish are susceptible to various diseases like other living beings. Although the negative impact of diseases that may be recorded among fish inhabiting natural water basins is not strongly felt. This effect is much more pronounced in pond-based commercial fishery farms. Fish that contract diseases experience stunted growth, disruption of reproductive organ functions, deterioration of meat quality to an unfit state, and, in some cases, mass mortality [9, 5, 3, 8]. Therefore, one of the most critical issues in the effective organization and development of commercial pond-based fishery farms is to recognize the symptoms of common fish diseases, understand their causes and the biological characteristics of the pathogens, and implement timely and

effective control measures against these diseases. Developing the country's fishing industry is essential to meet the demand for fish meat and its various products. At the same time, the timely detection of infectious and invasive diseases that seriously hinder the development of fisheries, as well as the development and implementation of a system of comprehensive control measures against them, is of particular significance [9, 4].

BACTERIAL DISEASES OF FISH

Bacterial diseases of fish are hazardous because controlling them in an aquatic environment is very difficult. The technological conditions of fish reproduction, the degree of intensification processes, and the overall level of fish farming culture during each biotechnological cycle of cultivation and maintenance significantly impact the manifestation and course of bacterial diseases [5].

Among fish raised in natural fishing reservoirs, the most dangerous bacterial pathogens affecting species such as trout and sturgeon include *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Chondrococcus*, *Mycobacterium*, and others. However, aeromonosis in fish holds the most significant practical significance, see Fig. 1. (A, B, C).



Figure 1. Diseases and causative agents in trout infected with different species of aeromonosis. A. Aeromonosis, *Aeromonas hydrophila*; B. Pseudomonosis, *Pseudomonas fluorescens*; C. Vibriosis, *Vibrio anguillarum*

Furunculosis in Salmonids

Clinical Symptoms and Pathogenesis

This disease induces hematological disorders in the bloodstream of the fish. Infected fish commonly exhibit open wounds at the base of the dorsal and abdominal fins. Furunculosis occurs in two stages, although sometimes a mixed stage can be observed. In the muscle stage, trophic ulcers form, and

large, hard or soft furuncles appear on the body surface. The interior of the swelling is filled with blood, pus, and large quantities of bacteria. When the swelling matures, it ruptures and deep ulcers form in its place [6].

Etiology

The causative agent of the disease is a bacterium called *Aeromonas salmonicida*, measuring 0.8-0.5 micrometres. Furunculosis in salmonids is an infectious disease characterised by the formation of abscesses in the muscle tissue, their rupture leading to red ulcers, significant changes in internal organs, the rapid development of pathological processes, and mass mortality among fish. This bacterium is found in water and silt. Limited water pollution and the decay of plant matter contribute to its persistence and even proliferation [6].

Epizootic Data

All studies were conducted at the Chaykend salmon hatchery, Zagatala rainbow trout hatchery, Sheki Kirkhbulak trout hatchery, and the Goranboy "Agdja" trout hatchery. The contamination of water with organic matter is one of the main factors contributing to the emergence of the disease in natural water reservoirs [9].

Clinical Symptoms and Pathological Changes in Anatomy in Bacterial Diseases of Trout

Pathological anatomical changes include spotting in the liver and reddened abdominal area. During the progression of the disease, a hemorrhagic inflammatory process develops between the epidermis and dermis, and central trophic ulcers are observed as a result of tissue degradation (Fig. 2, A, B) [6].



Figure 2. Trout infected with the disease caused by *Aeromonas salmonicida*

Control and Prevention Measures

As a result of scientific research, a preparation called “Antibak-100” was proposed by us for prevention and treatment against bacteria causing aeromonosis in trout (*Aeromonas salmonicida*, *A. hydrophila*, *Pseudomonas fluorescens*, *Vibrio anguillarum*). The antibacterial efficacy of this preparation was tested under farm conditions [7]. The drug was used according to a specific scheme: 0.5–1 g per 1 kg of live fish weight was mixed into the feed and administered to the fish, achieving 100 % treatment effectiveness against the disease. The results obtained under laboratory conditions indicated the need for further application under broader farming conditions. For this purpose, research and trial experiments were conducted at the “Agca Trout” farm in the Goranboy district.

In other experiments conducted to determine the effectiveness of Antibak-100, a total of 73 trout were separately caught from each of two different channels of the same farm and underwent bacteriological examination. Therefore, 29 of the 73 trout (39.7 %) seen from the first channel and 33 trout (45.2 %) from the second channel were infected by furunculosis. The fish in the first channel were treated with Antibak-100 at a dosage of 0.5–1 g per kg of live weight (once daily for 5 days), and the fish were kept in test ponds with a water temperature of 26°C. The fish from the second channel were kept as a control group.

On the 10th day of the experiment, 52 fish from the first channel and 43 from the control channel were examined. The fish treated with Antibak-100 achieved a 100 % therapeutic effect [9]. In the control group, the infection rate remained unchanged [2, 1].

Conclusion

After reviewing and analyzing the above findings and conducting production trials of the Antibak-100 preparation, we reached the following conclusions:

- Under farm conditions, Antibak-100, administered at 0.5–1 g per kg of live trout, demonstrated 100 % therapeutic effectiveness against *Aeromonas salmonicida*.
- This antibacterial drug must be used on a larger scale in trout farms to combat *Aeromonas salmonicida* infections.

References:

1. Сулейманова А.В. Изучение распространения и разработка методов борьбы с паразитарными заболеваниями радужной форели (*Salmo gairdneri*) и речной форели (*Salmo fario*) в Азербайджанской Республике // Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции «Современные тенденции и успехи в борьбе с зооантропонозами сельскохозяйственных животных и птиц», Махачкала, 2020. – С. 393-399.

2. Bakiyev S., Smekenov I., Zharkova I., Kobegenova S., Sergaliyev N., Absatirov G., Bissenbaev A. Characterization of atypical pathogenic *Aeromonas salmonicida* isolated from a diseased Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) // *Heliyon*. – 2023. – Vol. 9, № 7. – Art. e17775. – DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e17775.
3. Dersseh M.G. et al. Pond water quality and its relation to fish yield and disease occurrence in small-scale aquaculture in arid areas // *PLOS ONE*. – 2023. – Vol. 18, № 6. – e0286352. – DOI: 10.1371/journal.pone.0286352.
4. Khatua R. Biosecurity Measures Used in Aquaculture // *Fisheries and Aquaculture Journal*. – 2022. – Vol. 13, № 4. – P. 1–5. – DOI: 10.35248/2150-3508.22.13.337.
5. Kibret M., Dersseh D. Current risks of microbial infections in fish and their prevention methods: A review // *Microbial Pathogenesis*. – 2023. – Vol. 185. – Art. 105168. – DOI: 10.1016/j.micpath.2023.105168.
6. Kim J.H., Choresca C.H., Shin S.P., Han J.E., Jun J.W., Park S.C. Biological control of *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* infection in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) using *Aeromonas* phage *PAS-1* // *Transboundary and Emerging Diseases*. – 2015. – Vol. 62, № 1. – P. 81–86. – DOI: 10.1111/tbed.12088.
7. Kot B., Kwiatek K., Janiuk J., Witeska M., Pękala-Safińska A. Antibacterial activity of commercial phytochemicals against *Aeromonas* species isolated from fish // *Pathogens*. – 2019. – Vol. 8, № 3. – Art. 142. – DOI: 10.3390/pathogens8030142.
8. Meena D.K. et al. Impact of shifting abiotic factors in aquaculture on fish breeding and reproduction: a review // *Blue Biotechnology*. – 2025. – Vol. 1. – Article 27. – DOI: 10.1186/s44315-025-00027-9.
9. Suleymanova A.V. Distribution and Control of Parasitic Diseases in the Fish Farm Pools of Azerbaijan Republic // *Egyptian Journal of Veterinary Sciences*. – 2023. – T. 54, № 1. – C. 13–22. – DOI: 10.21608/ejvs.2022.148833.1363.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

**НАУЧНЫЙ ФОРУМ:
МЕДИЦИНА, БИОЛОГИЯ И ХИМИЯ**

*Сборник статей по материалам LXXVIII международной
научно-практической конференции*

№ 5(78)
Июнь 2025 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 19.06.25. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 1,88. Тираж 550 экз.

Издательство «МЦНО»
123098, г. Москва, ул. Маршала Василевского, дом 5, корпус 1, к. 74
E-mail: med@nauchforum.ru

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 1

16+



НАУЧНЫЙ
ФОРУМ
nauchforum.ru