

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ

**Студенттер мен жас ғалымдардың
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»
XIX Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XIX Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»**

**PROCEEDINGS
of the XIX International Scientific Conference
for students and young scholars
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»**

**2024
Астана**

УДК 001

ББК 72

G99

«ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024» студенттер мен жас ғалымдардың XIX Халықаралық ғылыми конференциясы = XIX Международная научная конференция студентов и молодых ученых «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024» = The XIX International Scientific Conference for students and young scholars «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024». – Астана: – 7478 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.

ISBN 978-601-7697-07-5

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 001

ББК 72

G99

ISBN 978-601-7697-07-5

**©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2024**

7. Kenny C., Priyadarshini A. Review of Current Healthcare Waste Management Methods and Their Effect on Global Health // Healthcare - 2021. - Vol. 9. - № 3. - P. 284.
8. Wyss K.M., Li J.T., Advincula P.A., Bets K. V., Chen W., Eddy L., Silva K.J., et al. Upcycling of Waste Plastic into Hybrid Carbon Nanomaterials // Adv. Mater. - 2023. - Vol. 35. - № 16.
9. Saleh T.A. Applications of nanomaterials to environmental remediation // Surface Science of Adsorbents and Nanoadsorbents 2022. - P. 291–315.
10. Gogotsi Y. What Nano Can Do for Energy Storage // ACS Nano - 2014. - Vol. 8. - № 6. - P. 5369–5371.
11. Khot L.R., Sankaran S., Maja J.M., Ehsani R., Schuster E.W. Applications of nanomaterials in agricultural production and crop protection: A review // Crop Prot. - 2012. - Vol. 35. -P. 64–70.
12. Khashij M., Mokhtari M., Dalvand A., Haghirsadat F., Fallahzadeh H., Hossein Salmani M. Recycled PET/metal oxides nanocomposite membrane for treatment of real industrial effluents: Membrane fabrication, stability, antifouling behavior, and process modeling and optimization // J. Mol. Liq. - Elsevier B.V., 2022. - Vol. 364. -P. 119966.

УДК 54.057

СИНТЕЗ Cu@PC И Cu/CuO@PC КОМПОЗИТНЫХ ТРЕКОВЫХ МЕМБРАН ДЛЯ УДАЛЕНИЯ РОКСИТРОМИЦИНА

Алесханова Саида Хусеновна

sidaaleshanova@gmail.com

магистрант 1 курса, ЕНУ им.Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

Научный руководитель – А.А.Машенцева

Широкое применение фармацевтических препаратов, в частности, антибиотиков в медицине и ветеринарии повышают растущую обеспокоенность к их широкому распространению в окружающей среде из-за их высокой биологической активности. Это по крайней мере частично, связано с тем, что фармацевтические препараты присутствующие в сточных водах больниц почти всегда попадают неочищенными в городскую канализационную систему и, в конечном счете, в городские очистные сооружения. Сточные воды медицинских учреждений — это сильнодействующие и вредные фармацевтические препараты, которые включают в себя антибиотики, гормоны, ферменты, анестетики, психофармацевтические препараты, дезинфицирующие средства и т.д. Среди этих веществ антибиотики представляют особый интерес, поскольку стойкая и токсическая природа антибиотиков делает практически невозможной их элиминацию традиционными методами очистки на очистных сооружениях. Перспективным решением является применение гетерогенного фотокатализа с применением катализаторов. Эта высокоэффективная технология может быть устойчивой, рентабельной и энергоэффективной [1,2].

Макролиды, такие как эритромицин, кларитромицин, рокситромицин и азитромицин являются вторыми по значимости препаратами. Этот класс антибиотиков, используемых в терапии человека после таких антибиотиков как [пенициллин](#), [цефалоспорины](#) и [цефамицины](#).

Рокситромицин (ROX), ((E)-эритромицин-9-[O-[(2-метоксиэтокси)-метил]оксим]), относится ко второму поколению полусинтетический макролидный антибиотик, производное эритромицина А (рисунок 1). Его молекула состоит из 14-членного лактонового кольца, единицы дезозамина и единицы кладинозы. ROX — наименее активный из 14-членных макролидов. [3]

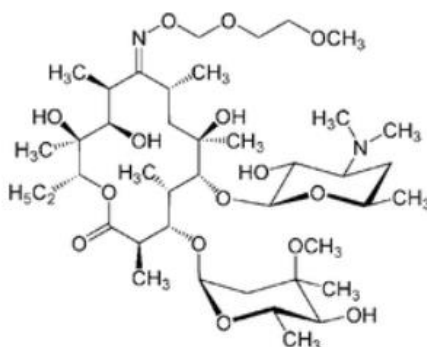


Рисунок 1. Химическая структурная формула рокситромицина (ROX)

Согласно Решению Европейского союза 495/2015 антибиотики макролидного ряда, в том числе азитромицин, кларитромицин и эритромицин, включены в «список требующих особого внимания» веществ, за количеством которых в водной среде следует вести строгий контроль [4]. Эритромицин и соответствующие производные неоднократно обнаруживаются в сточных водах и реках многих стран [5].

В целом, некоторые антибиотики могут быть удалены из водоемов различными методами, такими как адсорбция, нанофильтрация, коагуляция, электролиз или даже биodeградация [6]. Эти методы обеззараживания обширно используются на предприятиях по очистке сточных вод, особенно в развитых странах, хотя эти методы очень дороги, требуют больших площадей и не очень эффективны. В качестве альтернативы стоит выделить химическую трансформацию посредством advanced oxidation processes (АОП), особенно с участием полупроводниковых фотокатализаторов [7]. Эти процессы основаны на каталитической фотодеградации органических загрязнителей в водном растворе, они намного эффективнее традиционных методов, а также безопасны для окружающей среды. АОП производят сильно окисленные частицы, такие как радикалы и другие реактивные частицы, которые посредством цепной реакции разлагают органические загрязнители в растворе, обеспечивая полную минерализацию [8].

Фотокатализ — полезная технология удаления загрязняющих веществ. Он привлек внимание многих исследователей из-за его потенциального применения в очистке воды и воздуха. Среди всех фотокатализаторов, катализаторы на основе композитных трековых мембран (КТМ) имеют такие преимущества, как низкая стоимость, структурная стабильность, нетоксичность и устойчивость к фотокоррозии. КТМ интересны своим потенциальным применением для решения экологических проблем, а также для решения проблемы загрязнения антибиотиками. Чтобы увеличить скорость фотодеградации, исследователи разработали множество методов улучшения активности или увеличения светопоглощения модифицированных фотокатализаторов на основе КТМ. Свойства делокализованных сопряженных структур в процессах электронного переноса были широко изучены, чтобы показать, что они могут эффективно активировать быстрое фотоиндуцированное разделение зарядов и относительно низкую рекомбинацию зарядов.

Первоначально нами были наработаны полимерные темплаты на основе полимерной поликарбонатной пленки, облученной ускоренными ионами криптона с плотностью пор 4×10^7 пор/см². На стадии химического травления (раствор травления – 6 М NaOH) получены ТМ с диаметром пор 380-420 нм. Размерность пор устанавливался методом проточной порометрии с использованием уравнения Хагена-Пуазейля [9].

Химический темплатный синтез состоит из нескольких последовательных стадий: сенсбилизации и активации темплата и завершающей стадии осаждения.

Сенсбилизация: образец ТМ помещается на 6 мин в раствор, содержащий 50 гр/л SnCl₂ и 60 мл/л 37% HCl, после чего 2-3 мин промывается под проточной горячей водой.

Активация: сенсibilизированный образец ПК ТМ выдерживается 6 мин в растворе 0,1 гр/л PdCl₂ and 10 мл/л HCl (37%).

Состав раствора активированная полимерная матрица погружалась в раствор осаждения (Таблица 1) и фиксировалась, по окончании процесса осаждения образцы промывали в деионизированной воде и высушивали в инертной атмосфере.

Таблица 1 – Условия синтеза КТМ на основе микротрубок меди с использованием различных типов восстановителей

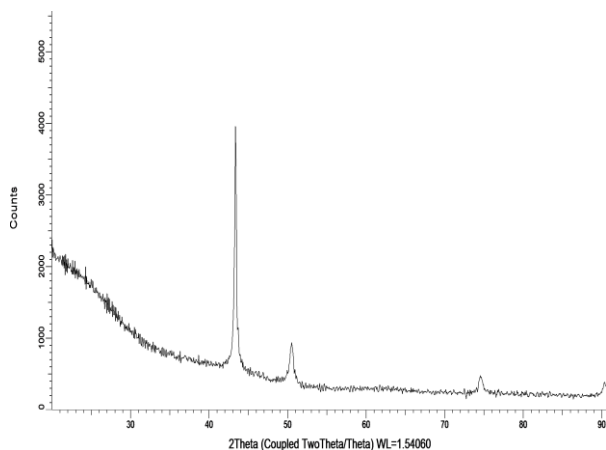
Восстановитель	Состав раствора ХО	Условия синтеза	Ист.
Глиоксильная кислота	CuSO ₄ ×5H ₂ O – 7,63 г/л Этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА) - 10,26 г/л Лаурил сульфат натрия - 4,0 мг/л глиоксильная кислота – 8,14 г/л	pH= 12,65-13,49 (12,0 М КОН), Т= 65-70 °С, Время осаждения - 60 сек	[10]

Структурный и фазовый анализ синтезированных образцов исследовали методом рентгеновской дифракции. Детальные данные кристаллической структуры приводятся в таблице 2.

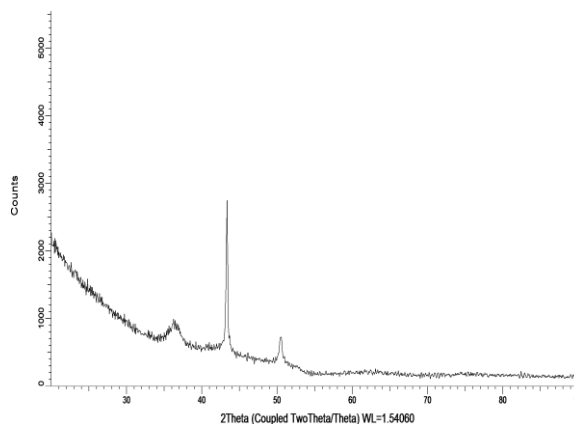
Таблица 2 – Структурные данные композитов Cu_gly@PC, Cu/CuO_gly@PC согласно данным рентгеновской дифрактометрии

pH	Фаза/ Содержание фазы, %	Тип структуры	hkl	2θ°	d, Å	L, nm	Параметр ячейки, Å	FWHM	СК, %
12,65	Cu/100	Кубич.	111	43,38	2,08	35,98	a=3.60862	0,264	100
			200	50,43	1,80	19,45		0,502	
			220	74,43	1,27	21,54		0,515	
			311	90,05	1,08	34,03		0,368	
12,65	Cu/76,5	Кубич	111	43,59	2,34	8,75	3,585	1,087	23,5
	CuO/23,5	Моноклин.	111	38,409	2,34	27,42	a=4,65140, b=3,39947, c=5,09981, β=98,826°	0,341	79,68

Структурно-фазовый анализ синтезированных образцов представлен на рисунке 2.



а



б

Рисунок 2. Спектры рентгеновской дифракции композитов а) Cu_gly@PC, б) Cu/CuO_gly@PC

Как видно из рентгенограмм исходных мембран на (рисунок 2), характерные пики, соответствующие металлической меди и PC-мембране. Рентгеновская дифрактограмма образца Cu_gly@PC идентифицирует характерными пиками гранцентрированной кубической кристаллической решетки металлической меди ($a = 3.60 \text{ \AA}$) при 2θ , равном до $43,38$ градусов, в то время как вклад PC проявляется выше 74° в виде широкого пика. Рентгеновская дифрактограмма образца Cu/CuO_gly@PC идентифицирует характерными пиками той же гранцентрированной кубической кристаллической решетки металлической меди и моноклинной кристаллической решетки металлической меди ($a=4,65140$, $b=3,39947$, $c=5,09981$, $\beta=98,826^\circ$) при 2θ , равном до $38,4$ градусов.

Для изучения реакции фотокаталитического разложения ROX, КТМ размером 2×2 см помещали в 50 мл раствора антибиотика заданной концентрации, после чего интенсивно перемешивали в темноте в течение 180 мин для достижения адсорбционного равновесия в системе «катализатор-антибиотик». Расстояние от источника света (Ultra-Vitalux 300W, Osram) до поверхности раствора 15 см.

В таблице предложены экспериментальные данные разложения ROX в присутствии композитных катализаторов.

Таблица 3 – Экспериментальные данные разложения ROX в присутствии композитных катализаторов

Композит	Константа скорости реакции, мин^{-1}	$D_{\text{max}}, \%$	Условия проведения реакции
Cu_gly@PC	0,0213	92,34±2,2	Концентрация ROX, - 10,0 мг/л, время экспозиции – 180 мин, температура – 40 °C, pH – 6.0
Cu/CuO_gly@PC	0,0108	94,56±1,9	

На примере реакции разложения антибиотика рокситромицина исследованы каталитические свойства синтезированных композитных трековых мембран. Показано, что образцы Cu/CuO_gly@PC более эффективно удаляют рокситромицин, по сравнению с образцами на основе микротрубок меди.

Работы по изучения фотокаталитического разложения ROX продолжаются.

Список использованных источников

- 1 K. Kummerer, " J. Environ. Manage. The presence of pharmaceuticals in the environment due to human use--present knowledge and future challenges. 2009, 90(8), 2354–2366.
- 2 D. W. Kolpin, E. T. Furlong, M. T. Meyer, E. M. Thurman, S. D. Zaugg, L. B. Barber and H. T. Buxton, Environ. Sci. Technol., 2002, 36(6), 1202–1211.
- 3 B. Pauwels and W. Verstraete, J. Water Health, 2006, 4(4), 405–416.
4. Michael-Kordatou I, Iacovou M, Frontistis Z, et al (2015) Erythromycin oxidation and ERY-resistant Escherichia coli inactivation in urban wastewater by sulfate radical-based oxidation process under UV-C irradiation. Water Res 85:346–358. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2015.08.050>
5. Chu L, Zhuan R, Chen D, et al (2019) Degradation of macrolide antibiotic erythromycin and reduction of antimicrobial activity using persulfate activated by gamma radiation in different water matrices. Chem Eng J 361:156–166. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2018.12.072>
6. Lu Z-Y, Ma Y-L, Zhang J-T, et al (2020) A critical review of antibiotic removal strategies: Performance and mechanisms. J Water Process Eng 38:101681. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101681>

7. Akbari MZ, Xu Y, Lu Z, Peng L (2021) Review of antibiotics treatment by advance oxidation processes. Environ Adv 5:100111. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2021.100111>
8. Lofrano G, Pedrazzani R, Libralato G, Carotenuto M (2017) Advanced Oxidation Processes for Antibiotics Removal: A Review. Curr Org Chem 21:1054–1067. <https://doi.org/10.2174/1385272821666170103162813>
9. Mashentseva AA (2019) Effect of the Oxidative Modification and Activation of Templates Based on Poly(ethylene terephthalate) Track-Etched Membranes on the Electroless Deposition of Copper and the Catalytic Properties of Composite Membranes. Pet Chem 59:1337–1344. <https://doi.org/10.1134/S0965544119120089>
- 10 Honma H. Electroless Copper Deposition Process Using Glyoxylic Acid as a Reducing Agent // J. Electrochem. Soc. - 1994. - Vol. 141. -, № 3. - P. 730.

УДК 541.64:544.725

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРИВИВОЧНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ПОЛИВИНИЛАМИНА НА ПОВЕРХНОСТИ ПЭТФ ТМ

Алимханова А.Н., Ракишева С.Р.

aselalimhanova645@gmail.com

Физико-технический факультет

ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Қазақстан

Научный руководитель – Машенцева А.А

В последние годы научное сообщество проявляет интерес к модифицированным трековым мембранам (ТМ) из-за их универсальности и высоких эксплуатационных характеристик [1]. Модификация мембран на основе полиэтилентерефталата (ПЭТФ), позволяет регулировать массоперенос и свойства границы раздела фаз, что делает их эффективными в удалении загрязнений из воды [2]. С точки зрения физико-химических процессов, облучение ТМ высокоэнергетическими частицами позволяет расщепить полимерные цепи, что в свою очередь приводит к образованию наноканалов поперечного сечения после их травления. Более того возможность модификации этих наноканалов путем прививки другими полимерами позволяет увеличивать химические свойства [3]. Однако, при использовании свободнорадикальной полимеризации, точный контроль над молекулярными массами и структурами привитых полимеров ограничен, что приводит к гетерогенности продукта [4]. Для улучшения этой ситуации рекомендуется применять методы радикальной полимеризации с обратимой дезактивацией (RAFT). Для управления процесса RAFT полимеризации необходимо использовать RAFT агент для переноса цепи, который позволяет точно контролировать молекулярную массу и структуру полимеров [5]. RAFT-агенты позволяют точно контролировать молекулярную массу и структуру полимеров, что обеспечивает получение четко определенных привитых сополимеров [5,6].

Предложен новый метод изменения поверхности и внутренних структур наноканалов трековой мембраны из полиэтилентерефталата (ПЭТФ). Он включает прививку поливинилформамида (PNVF) через опосредованную RAFT-полимеризацию и последующий гидролиз для получения аминогрупп на поверхности. Поливиниламин, катионный полиэлектролит с множеством первичных аминов, обеспечивает высокую реакционную способность и функциональность. Однако из-за нестабильности мономера – виниламина, поливиниламин обычно получают через гидролиз PNVF. Таким образом, поверхность ПЭТФ ТМ будет насыщена аминогруппами [7].

Для получения трековых мембран использовали ПЭТФ-пленку Hostaphan® RNK (“Mitsubishi Polyester Film”, Германия). Пленку облучали ионами $^{84}\text{Kr}^{15+}$ с определенной энергией и интенсивностью с использованием циклотрона (Циклотрон DC-60, Институт