

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Факультет хімії та фармації

Кафедра аналітичної та токсикологічної хімії

Дипломна робота

на здобуття ступеня вищої освіти магістра

на тему «Сорбція окситетрацикліну та офлоксацину на сорбентах
різної природи»

«Sorption of oxytetracycline and ofloxacin on sorbents of different nature»

Виконала: студентка заочної форми навчання
спеціальності 102 Хімія

Філіппова Анна Олександрівна

Керівник: к. х. н., доц. Щербакова Т. М. _____
(підпис)

Рецензент: к. х. н., доц. Раскола Л.А. _____
(підпис)

Рекомендовано до захисту:

Протокол засідання кафедри

№ ____ від _____ 2020 р.

Завідувач кафедри

_____ к. х. н., доц. Чеботарьов О. М.
(підпис)

Захищено на засіданні екзаменаційної комісії № ____

протокол № ____ від «__» _____ 2020 р.

Оцінка _____ / _____ / _____

(за національною шкалою, шкалою ECTS, бали)

Голова екзаменаційної комісії

_____ д. х. н., проф. Марцинко О.Е.
(підпис)

Одеса – 2020

РЕФЕРАТ

Дипломна робота виконана на кафедрі аналітичної та токсикологічної хімії Одеського національного університету імені І.І. Мечникова і присвячена дослідженню сорбції окситетрацикліну та офлоксацину на сорбентах різної природи. Робота є частиною та логічним продовженням наукових досліджень, що проводяться за тематикою кафедри «Раціональне поєднання методів концентрування, розділення і виявлення малих кількостей речовин різної природи».

Мета роботи: вивчення умов сорбції антибіотиків поверхнями сорбентів та дослідження залежності кількості сорбованого антибіотику в фазі катіонів від рівноважної концентрації антибіотику.

В роботі одержані результати з оптимізації умов сорбційного вилучення окситетрацикліну та офлоксацину на аеросилі А-300, силікагелі СГ 5/40, КУ-2-8, КБ-4 та Диосмектиті в залежності від рН середовища, часу контакту фаз та маси наважки сорбенту. На основі вивчення залежностей кількості сорбованого антибіотика в масі сорбенту від рівноважної концентрації побудовані ізотерми сорбції окситетрацикліну та офлоксацину.

Ключові слова: антибіотики, окситетрациклін, офлоксацин, сорбція, сорбенти.

Кваліфікаційна робота складається з: 55 сторінок машинописного тексту, 14 таблиць, 26 рисунків, 68 джерел використаної літератури.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	5
1.1. Загальна характеристика, класифікація та механізми дії антибіотиків.....	5
1.2. Галузі застосування антибіотиків	8
1.3. Загальна хіміко-фармакологічна характеристика антибіотиків групи тетрацикліну	10
1.4. Загальна хіміко-фармакологічна характеристика антибіотиків групи фторхінолонів	16
1.5. Адсорбція антибіотиків сорбентами різної природи	20
РОЗДІЛ 2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	27
2.1. Використовувані реактиви, матеріали та апаратура.....	27
2.2. Методики проведення експерименту	28
2.2.1. <i>Методика визначення концентрації офлоксацину</i>	28
2.2.2. <i>Методика визначення концентрації окситетрацикліну</i>	28
2.2.3. <i>Методика сорбції антибіотиків поверхнями сорбентів</i>	28
2.2.4. <i>Методика побудови ізотерм сорбції</i>	29
РОЗДІЛ 3. ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТУ	31
3.1. Встановлення діапазону концентрацій, у якому дотримується закон Бугера-Ламберта-Бера	31
3.2. Оптимізація умов сорбції антибіотиків поверхнями сорбентів.....	34
3.3. Дослідження залежності кількості сорбованого антибіотику в фазі катіонів від рівноважної концентрації антибіотику.....	44
ВИСНОВКИ	49
ЛІТЕРАТУРА	50
ДОДАТКИ	56

ВСТУП

З кожним роком зростає значення одного з найважливіших класів біологічно - активних речовин – антибіотиків. З їх відкриттям стало можливим лікування раніше невиліковних хвороб. Антибіотики – це хіміотерапевтичні засоби, що утворюються мікроорганізмами або їх одержують з інших природних джерел, а також їх похідні та синтетичні продукти, що мають здатність вибірково пригнічувати в організмі хворого збудники захворювань. Згодом антибіотики стали застосовуватися у найрізноманітніших галузях народного господарства – тваринництві, рослинництві, бджільництві, при зберіганні харчових продуктів, які швидко псується тощо. Проте антибіотикам властивий значний недолік: мікроорганізми швидко стають до них резистентними. Тому виникає необхідність постійного синтезу все нових і нових антибіотиків. Це, у свою чергу, поряд з широким їх застосуванням, призводить до забруднення антибіотиками природних та стічних вод, ґрунтів, харчових продуктів. Внаслідок цього з'явилася необхідність здійснення моніторингу вмісту великої кількості антибіотиків різних класів у найрізноманітніших об'єктах. В останні роки для вилучення і концентрування біологічно-активних речовин все більше значення набувають сорбційні методи з використанням оксигідратних та органічних сорбентів.

Метою даної роботи є оптимізація умов сорбції антибіотиків груп тетрациклінів (окситетрацикліну) та фторхінолів (офлоксацину) на сорбентах різної природи – аеросилі А-300, силікагелі СГ 5/40; КУ-2-8, КБ-4 та Диосмектиті.

Основні задачі:

- встановити основні спектрофотометричні характеристики методики контролю за процесом сорбції антибіотиків у розчині;
- оптимізувати умови сорбційного вилучення антибіотиків;
- побудувати ізотерми сорбції антибіотиків на досліджуваних сорбентах.

ВИСНОВКИ

1. Встановлені діапазони концентрації досліджуваних антибіотиків та побудовані градувальні графіки, які виходять з нуля і мають лінійний характер. Досліджено спектри світлопоглинання розчинів антибіотиків та встановлено оптимальні $\lambda_{\text{ОФЛ}} = 291$ нм та $\lambda_{\text{ОТЦ}} = 440$ нм.

2. Оптимізовані умови сорбції антибіотиків: для офлоксацину на оксидах силіцію та іонообмінних смолах рН = 6, маса наважки сорбенту 0,1 г, час контакту фаз – 30 хв; на Диосмектиті – рН = 7, маса та час ідентичні попереднім сорбентам. Для окситетрацикліну на силікагелі та аеросилі рН = 5, маса сорбенту 0,1 г, час контакту фаз – 30 хв; на іонообмінних смолах та Диосмектиті рН = 2, маса сорбенту 0,05 г, час контакту фаз – 40 хв. Найбільше вилучення обох антибіотиків відбувається на КУ-2-8 до 88%.

3. Вивчено залежності кількості сорбованих антибіотиків в фазі сорбентів від їх рівноважних концентрацій. Встановлено, що форми ізотерм сорбції офлоксацину на оксидах силіцію відносяться до L-типу по класифікації Джайлса, спостерігається вихід ізотерм на плато ($\text{СОЄ}_{\text{СГ } 5/40} = 4,0 \cdot 10^{-5}$ моль/г та $\text{СОЄ}_{\text{А-300}} = 5,7 \cdot 10^{-5}$ моль/г); на іонообмінних смолах форми ізотерм відносяться до S-типу (СОЄ на обох сорбентах $1,2 \cdot 10^{-5}$ моль/г); на Диосмектиті при даних вихідних концентраціях антибіотику вихід на плато не відбувається, проте хід ізотерми вказує на значну спорідненість офлоксацину до поверхневих груп сорбенту.

4. Ізотерми сорбції окситетрацикліну на оксидах силіцію відносяться до S-типу, а на іонообмінних смолах відносяться до L-типу; на Диосмектиті вихід на плато не відбувається, проте можливо допустити хемосорбційну взаємодію. Статичні обмінні ємності досліджуваних сорбентів по окситетрацикліну складали: $\text{СОЄ}_{\text{СГ } 5/40} = 3,1 \cdot 10^{-5}$ моль/г; $\text{СОЄ}_{\text{А-300}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$ моль/г; $\text{СОЄ}_{\text{КУ-2-8}} = 1,4 \cdot 10^{-5}$ моль/г; $\text{СОЄ}_{\text{КБ-4}} = 1,1 \cdot 10^{-5}$ моль/г.

ЛІТЕРАТУРА

1. Егоров Н.С. Основы учения об антибиотиках.- М.:Изд-во МГУ, 1994. – 512 с.
2. Антибиотики. Справочник: моногр. . - М.: Медицина, 2017. – 326 с.
3. Антибиотики и их применение. - М.: Издательство Академии медицинских наук СССР, 2012. – 160 с.
4. Антибиотики-убийцы: моногр. . - М.: Эксмо, 2016. – 320 с.
5. Jesse, Russell Антибиотики / Jesse Russell. - М.: VSD, 2012. – 482 с.
Антибиотики в хирургии. - М.: Медицина, 2013. – 304 с.
6. Антибиотики-убийцы: моногр. . - М.: Феникс, 2013. – 267 с.
7. Антибиотики. - М.: АСТ, Сова, Харвест, 2015. – 160 с.
8. Блейзер, М. Жизнь после антибиотиков / М. Блейзер. - М.: Эксмо, 2016. – 657 с.
9. Всесоюзный научно-исследовательский институт антибиотиков: моногр. . - М.: Проспект, Министерство медицинской промышленности, 2012. – 142 с.
10. Ермольева, З. В. Антибиотики, интерферон, бактериальные полисахариды / З.В. Ермольева. - М.: Медицина, 2013. – 384 с.
11. Зелман, А. Ваксман Антибиотики. Их природа, получение и применение / Зелман А. Ваксман. - М.: Издательство Академии Наук СССР, 2014. – 112 с.
12. Каримов, И. Ф. Антибиотики и химиотерапевтические препараты / И.Ф. Каримов. - М.: Бибком, 2012. – 650 с.
13. Кожыбски, Тадеуш Антибиотики. Происхождение, природа и свойства (комплект из 2 книг) / Тадеуш Кожыбски , Зузанна Ковшык-Гиндифер, Влодзимеж Курылович. - М.: Польское государственное медицинское издательство, 2017. – 602 с.
14. Ланчини, Д. Антибиотики / Д. Ланчини. - М.: Книга по Требованию, 2012. – 136 с.

15. Лобзин, Ю. В. Дисбактериоз, или Полезны ли антибиотики / Ю.В. Лобзин, С.М. Захаренко, К.П. Плотников. - М.: СпецЛит, 2015. – 192 с.
16. П.Н.Кашкин Антибиотики и их практическое использование: моногр. / П.Н. Кашкин. - М.: Государственное издательство медицинской литературы, 2012. – 252 с.
17. Страчунский, Л. С. Антибиотики: клиническая фармакология. Руководство для врачей / Л.С. Страчунский, С.Н. Козлов. - М.: Амипресс, 2014. – 208 с.
18. Медична хімія: підручник для ВНЗ / В.О. Калібабчук, І.С. Чекман, В.І., Галинська та ін.; за ред.. проф.. В.О. Калібабчук – К. ВСВ «Медицина», 2013 – 328 с. (С. 178 – 205).
19. Gessner, B.D., Feikin, D.R. Vaccine preventable disease incidence as a complement to vaccine efficacy for setting vaccine policy. *Vaccine* 30;32(26):3133-8 – 2014.
20. Леонов Н. И., Скрыбин Г. К., Солнцев К. М., Антибиотики в животноводстве, -М., 1962. – 232 с.
21. Ковалев В.Ф., Хоменко Н.Р. Антибиотики, сульфаниламиды и нитрофураны в ветеринарии. - М.,1988. – 223 с.
22. Юхименко Л.Н., Гаврилин К.В., Бычкова Л.И. Химиотерапия бактериальных болезней рыб, достоинства и недостатки. Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов // Тезисы докл. Всеросс. науч.-практ. конф. – М.: Россельхозакадемия, 2003. – 142-143 с.
23. Кудряшов Л. С. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов. - М.: ДеЛи принт, 2008. – 159 с.
24. Степаненко П.П. Микробиология молока и молочных продуктов, 2006. – 415 с.
25. ДСТУ України 3662 – 97 “Молоко і молочні продукти”.
26. Аксенов В.И., Ковалев В.Ф. Антибиотики в продуктах животноводства. - М.: 1977. – 160 с.

27. Методические указания по определению остаточных количеств антибиотиков в продуктах животноводства. - М.,1984. – 168 с.
28. Malech, H.L., Deleo, F.R., Quinn, M.T. The role of neutrophils in the immune system: an overview. *Methods Mol Biol.* 1124:3-10 – 2014.
29. Тренева, Марина Антибиотики при атопическом дерматите / Марина Тренева. - М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2012. – 931 с.
30. Яковлев С.В. Место фторхинолонов в лечении бактериальных инфекций. // *Русский Медицинский журнал.* - 2003. - Т. 11, № 8. – 434 – 437 с.
31. Pasupuleti, M., Schmidtchen, A., Malmsten, M. Antimicrobial peptides: key components of the innate immune system. *Crit Rev Biotechnol.* 32(2):143-71 – 2012
32. Шабалов, Н. П. Антибиотики и витамины в лечении новорожденных / Н.П. Шабалов, И.В. Маркова. - М.: Сотис, Технобалт, 2015. – 254 с.
33. Ющук, Н.Д. Антибиотики и противоинфекционный иммунитет / Н.Д. Ющук. - М.: Практическая медицина, 2012. – 692 с.
34. Неустановленный Антибиотики – убийцы / Неустановленный автор. - М.: Научная книга, 2011. – 528 с.
35. Воробьев А.А. Медицинская и санитарная микробиология.- М.:Академия, 2003. – 464 с.
36. Мелентьева Г.А. Фармацевтическая химия.- М.:Медицина, 1976. – 480 с.
37. Goynes K.W., Chorover J., Kubicki J.D., Zimmerman A.R., Brantley S.L. Sorption of the antibiotic ofloxacin to mesoporous and nonporous alumina and silica // *J. Colloid Interface Sci.* – 2005. – Vol. 283, N 1. – P. 160-170. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcis.2004.08.150>
38. Беликов В.Г. Фармацевтическая химия.- М.:Изд-во "Медпресс-информ", 2007. – 624 с.
39. Елинов Н.П., Громова Э.Г. Современные лекарственные препараты: Справочник с рецептурой. 2-е изд. - Питер, 2002. – 928 с.

40. Страчунский Л.С., Козлов С.Н. Современная антимикробная химиотерапия. Руководство для врачей. - М.: Боргес, 2002. – 432 с.
41. Практическое руководство по антиинфекционной химиотерапии. (Под ред. Л.С. Страчунского, Ю.Б. Белоусова, С.Н. Козлова). - Смоленск: НИИАХ СГМА, 2007. – 418 с.
42. Павлович С.А., Пяткин К.Д. Медицинская микробиология: Практикум. – Мн.: Выш. шк., 1993. – 200 с.
43. Юрочко Ф. Современные аспекты применения моксифлоксацину. // Медицина світу. - 2005, июль. - Т.ХІХ, № 1. – 53 – 66 с.
44. Майоров М.В. Фторхинолоны в гинекологии. // Провизор. - 2006. - № 2. – 25 – 27 с.
45. Практическое руководство по антиинфекционной химиотерапии. Под редакцией Л.А. Страчунского, Ю.Б. Белоусова, С.Н. Козлова. - М.: Боргес, 2002. – 384 с.
46. Keit W. Goynes, Jon Chorover, James D. Kubicki, Andrew R. Zimmerman, Susan L. Brantley. Sorption of the antibiotic ofloxacin to mesoporous and nonporous alumina and silica // Journal of Colloid and Interface Science. – 2005. – V.283, pp. 160-170.
47. Удалова А.Ю., Апяри В.В., Дмитриенко С.Г. Выбор сорбента для концентрирования окситетрациклина из растворов // Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 2. Химия. – 2013. – Т. 54, № 4. – 221-226 с.
48. Пащук Ю. Г. Методика определения остаточных количеств офлоксацина в продукции животноводства.// Ветеринарный врач. - 2009. - № 3. – 39-41 с.
49. Xikui Wang, Yinan Wang and Dongliang Li Degradation of tetracycline in water by ultrasonic irradiation. / Water Science and Technolingu. 2013. - 67.4.
50. Порецький А.В., Баннікова-Безродна О.В., Філіппова Л.В. Медична хімія: Підручник. — К.: ВСВ —Медицина, 2012. — 384 с.
51. Харченко С. В. Медична хімія. – Полтава:Полтавський літератор, 2014. – 212 с.

52. Щербакова Т.М., Петренко Л.В., Чеботарьов О.М., Мамій В.А., Бабченко І.Є. Комплексоутворення окситетрацикліну та офлоксацину з ферумом(III). // Тези доповідей XV наукової конференції «Львівські хімічні читання – 2015». Львів, 24-27 травня 2015 року. – С.Н 37, А 14.

53. Бельтюкова С.В., Лівенцова Е.О. Визначення офлоксацину и ломефлоксацину в молоці методом тонкошарової хроматографії. // Харчова наука і технологія. – 2009. №3(8). – 52 – 55 с.

54. Бельтюкова С. В. Визначення офлоксацину и ломефлоксацину в молоці методом тонкошарової хроматографії / С. В. Бельтюкова, Е. О. Лівенцова // Харчова наука і технологія. – 2009. №3(8). – 52 – 55 с.

55. Пащук Ю. Г. Методика определения остаточных количеств офлоксацина в продукции животноводства / Ю. Г. Пащук // Ветеринарный врач. – 2009. – № 3. – 39 – 41 с.

56. Сорбція офлоксацину на гідратованих оксидах силіцію і алюмінію: 68-ї звітної студентської конференції Одеського національного університету імені І.І. Мечникова, 24 квітня 2012 р. / М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Одеський національний університет імені І.І. Мечникова. – Одеса, 2012 – 111 с.

57. Стан в розчинах і здатність до сорбції окситетрацикліну на гідратованих оксидах алюмінію та силіцію: 69-ї звітної студентської конференції Одеського національного університету імені І.І. Мечникова, 24 - 26 квітня 2013 р. / М-во освіти і науки України, Одеський національний університет імені І.І. Мечникова. – Одеса, 2013 – 171 с.

58. Кремнеземи, функціоналізовані похідними амінофосфонової кислоти / Л.С. Костенко, В.М. Зайцев // Украинский химический журнал. — 2009. — Т. 75, № 10. — 83-90 с.

59. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. — Д. : Східний видавничий дім, 2004—2013.

60. Силикагели // Газпром нефтехим Салават: енциклопедія / гл. ред. Д. Р. Ягтман. — Уфа: Башкирская энциклопедия, 2012. — 353—354 с.

61. А.А. Чуйко. Медицинская химия и клиническое применение диоксида кремния. — Наукова думка. — Киев, 2003. — 415 с.
62. Гельферих Ф. Иониты. Основы ионного обмена / Ф. Гельферих – М : Издательство иностранной литературы, 1962. – 486 с.
63. Кокотов Ю.А. Иониты и ионный обмен / Ю.А. Кокотов – Ленинград : Химия, 1980. – 145 с.
64. Мархол М. Ионообменники в аналитической химии: В 2-х частях. Ч.1 / М. Мархол – М : Мир, 1985. – 264 с.
65. Глинистые минералы: смектиты, смешанослойные образования/ В.А. Дриц, А.Г.Коссовская — М.: Наука. 1990. — 214 с. (Тр. ГИН; Вып. 446).— ISBN 5-02-002128-8
66. Кристаллохимическая специфика триоктаэдрических Fe^{3+} -содержащих смектитов — продуктов вторичного изменения океанических и континентальных смектитов // Докл. АН СССР. 1981а. Т.259, № 6. 1458—1462 с.
67. Total Unaudited and Audited Global Pharmaceutical Market 2005 – 2014 [Электронный ресурс] // IMS Health. – 2014. – Режим доступа до ресурсу: <http://www.imshealth.com/files/web/Corporate/News/TopLine%20Market%20Data/2014/World%20figures%202014.pdf>
68. Эффективность диосмектита в лечении синдрома раздраженного кишечника с диареей = The effectiveness of diosmectite in the treatment of irritable bowel syndrome with diarrhea / Г. Д. Фадеев, Т. А. Соломенцева // Сучасна гастроентерологія. - 2019. - № 5. - 59-64 с.

ДОДАТКИ

Таблиця А.1.

Спектр світопоглинання розчину офлоксацину
($C_{\text{вих ОФЛ}} = 5 \cdot 10^{-4}$ моль/л; рН = 7; V = 50 мл; l = 1 см)

λ , нм	245	250	255	260	265	270	275	280
A	0,08	0,085	0,06	0,06	0,05	0,045	0,08	0,17

285	286	287	288	289	290	291	292	293
0,29	0,35	0,44	0,49	0,5	0,5	0,51	0,5	0,45

294	295	300	325	350	375	400
0,4	0,38	0,31	0,24	0,18	0,045	0,025

Таблиця А.2.

Спектр світопоглинання розчину окситетрацикліну
($C_{\text{вих ОТЦ}} = 5 \cdot 10^{-3}$ моль/л; рН = 2; V = 50 мл; l = 2 см)

λ , нм	200	220	230	240	250	260	270	280
A	0	0,15	0,35	0,70	0,90	0,95	1,00	1,00

290	300	310	320	340	360	380	400	420
1,00	0,97	0,90	0,80	0,90	1,00	1,00	0,50	0,30

440	460	480	500	350	540	580	620
0,15	0,03	0,02	0,01	0,01	0	0	0

Таблиця А.3.

Дані для побудови градууювального графіка для офлоксацину
($V_{\text{м.к.}} = 50$ мл; l = 1 см; $\lambda = 291$ нм)

$C_{\text{ОФЛ}} \cdot 10^5$, моль/л	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
A	0,105	0,22	0,33	0,44	0,55	0,68	0,80

Таблиця А.4.

Дані для побудови градууювального графіка для окситетрацикліну
($V_{\text{м.к.}} = 50$ мл; l = 2 см; $\lambda = 440$ нм)

$C_{\text{ОТЦ}} \cdot 10^4$, моль/л	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
A	0,12	0,26	0,34	0,48	0,55	0,66	0,8	0,92

Таблиця А.5.

Дані ступеню вилучення офлоксацину сорбентами від рН середовища

УМОВИ	рН	$C_{\text{ривн.}} \cdot 10^5$, МОЛЬ/Л	S, %
А-300 $C_{\text{вих}} = 1 \cdot 10^5$ МОЛЬ/Л $m_{\text{сорб.}} = 0,1$ Г $\tau = 30$ ХВ $V = 50$ МЛ	2	1,00	0
	3	0,89	11
	4	0,69	31
	5	0,34	66
	6	0,27	73
	7	0,64	46
	8	0,68	42
СГ 5/40 $C_{\text{вих}} = 1 \cdot 10^5$ МОЛЬ/Л $m_{\text{сорб.}} = 0,1$ Г $\tau = 30$ ХВ $V = 50$ МЛ	2	1,00	0
	3	0,73	27
	4	0,61	39
	5	0,46	54
	6	0,30	70
	7	0,64	46
	8	0,68	42
КУ-2-8 $C_{\text{вих}} = 1 \cdot 10^5$ МОЛЬ/Л $m_{\text{сорб.}} = 0,1$ Г $\tau = 30$ ХВ $V = 50$ МЛ	2	0,24	76
	3	0,14	86
	4	0,12	88
	5	0,12	88
	6	0,17	83
	7	0,55	45
	8	0,80	20
КБ-4 $C_{\text{вих}} = 1 \cdot 10^5$ МОЛЬ/Л $m_{\text{сорб.}} = 0,1$ Г $\tau = 30$ ХВ $V = 50$ МЛ	2	1,00	0
	3	0,97	3
	4	0,70	30
	5	0,48	52
	6	0,30	70
	7	0,35	65
	8	0,46	54
Диосмектит $C_{\text{вих}} = 1 \cdot 10^5$ МОЛЬ/Л $m_{\text{сорб.}} = 0,1$ Г $\tau = 30$ ХВ $V = 50$ МЛ	2	1,00	0
	3	0,96	4
	4	0,91	9
	5	0,82	18
	6	0,74	26
	7	0,43	57
	8	0,47	53

Таблиця А.6.

Дані ступеню вилучення окситетрацикліну сорбентами від рН середовища

УМОВИ	рН	$C_{\text{рiвн.}} \cdot 10^5$, МОЛЬ/Л	S, %
А-300 $C_{\text{вих}} = 1 \cdot 10^5$ МОЛЬ/Л $m_{\text{сорб.}} = 0,1$ Г $\tau = 30$ ХВ $V = 50$ МЛ	2	0,82	18
	3	0,87	13
	4	0,87	13
	5	0,88	12
	6	0,89	11
	7	0,90	10
	8	0,91	9
СГ 5/40 $C_{\text{вих}} = 1 \cdot 10^5$ МОЛЬ/Л $m_{\text{сорб.}} = 0,1$ Г $\tau = 30$ ХВ $V = 50$ МЛ	2	0,85	15
	3	0,85	15
	4	0,77	23
	5	0,73	27
	6	0,90	10
	7	0,90	10
	8	0,92	8
КУ-2-8 $C_{\text{вих}} = 1 \cdot 10^5$ МОЛЬ/Л $m_{\text{сорб.}} = 0,1$ Г $\tau = 30$ ХВ $V = 50$ МЛ	2	0,16	84
	3	0,17	83
	4	0,17	83
	5	0,17	83
	6	0,18	82
	7	0,23	77
	8	0,27	73
КБ-4 $C_{\text{вих}} = 1 \cdot 10^5$ МОЛЬ/Л $m_{\text{сорб.}} = 0,1$ Г $\tau = 30$ ХВ $V = 50$ МЛ	2	0,61	39
	3	0,60	40
	4	0,75	25
	5	0,77	23
	6	0,78	22
	7	0,79	21
	8	0,81	19
Диосмектит $C_{\text{вих}} = 1 \cdot 10^5$ МОЛЬ/Л $m_{\text{сорб.}} = 0,1$ Г $\tau = 30$ ХВ $V = 50$ МЛ	2	0,10	90
	3	0,12	88
	4	0,14	86
	5	0,19	81
	6	0,21	79
	7	0,24	76
	8	0,25	75

Таблиця А.7.

Дані ступеню вилучення офлоксацину від маси наважки сорбенту

УМОВИ	m, г	$C_{\text{рівн.}} \cdot 10^5$, МОЛЬ/Л	S, %
А-300 $C_{\text{вих}} = 1 \cdot 10^5$ МОЛЬ/Л $\tau = 30$ ХВ V = 50 МЛ рН = 6	0,05	0,28	72
	0,10	0,25	75
	0,15	0,25	75
	0,20	0,25	75
	0,30	0,25	75
КУ-2-8 $C_{\text{вих}} = 1 \cdot 10^5$ МОЛЬ/Л $\tau = 30$ ХВ V = 50 МЛ рН = 6	0,05	0,20	80
	0,10	0,13	87
	0,15	0,12	88
	0,20	0,12	88
	0,30	0,12	88
Диосмектит $C_{\text{вих}} = 1 \cdot 10^5$ МОЛЬ/Л $\tau = 30$ ХВ V = 50 МЛ рН = 7	0,05	0,46	54
	0,10	0,44	56
	0,15	0,43	57
	0,20	0,43	57
	0,30	0,43	57

Таблиця А.8.

Дані ступеню вилучення офлоксацину сорбентами від часу контакту фаз

УМОВИ	τ , ХВ	$C_{\text{рівн.}} \cdot 10^5$, МОЛЬ/Л	S, %
А-300 $C_{\text{вих}} = 1 \cdot 10^5$ МОЛЬ/Л $m_{\text{сорб.}} = 0,1$ Г V = 50 МЛ рН = 6	20	0,30	70
	30	0,25	75
	40	0,25	75
	60	0,25	75
	90	0,25	75
	120	0,25	75
КУ-2-8 $C_{\text{вих}} = 1 \cdot 10^5$ МОЛЬ/Л $m_{\text{сорб.}} = 0,1$ Г V = 50 МЛ рН = 6	20	0,42	68
	30	0,21	79
	40	0,13	87
	60	0,12	88
	90	0,12	88
	120	0,12	88
Диосмектит $C_{\text{вих}} = 1 \cdot 10^5$ МОЛЬ/Л $m_{\text{сорб.}} = 0,1$ Г V = 50 МЛ рН = 7	20	0,50	50
	30	0,44	56
	40	0,43	57
	60	0,43	57
	90	0,43	57
	120	0,43	57

Таблиця А.9.

Дані ступеню вилучення окситетрацикліну від маси наважки сорбенту

УМОВИ	m, г	$C_{\text{рівн.}} \cdot 10^5$, МОЛЬ/Л	S, %
СГ 5/40 $C_{\text{вих}} = 1 \cdot 10^5$ МОЛЬ/Л $\tau = 30$ ХВ V = 50 МЛ рН = 5	0,05	0,82	22
	0,10	0,84	26
	0,15	0,83	27
	0,20	0,83	27
	0,30	0,83	27
КУ-2-8 $C_{\text{вих}} = 1 \cdot 10^5$ МОЛЬ/Л $\tau = 30$ ХВ V = 50 МЛ рН = 2	0,05	0,18	82
	0,10	0,18	82
	0,15	0,18	82
	0,20	0,18	82
	0,30	0,18	82
Диосмектит $C_{\text{вих}} = 1 \cdot 10^5$ МОЛЬ/Л $\tau = 30$ ХВ V = 50 МЛ рН = 2	0,05	0,10	90
	0,10	0,10	90
	0,15	0,10	90
	0,20	0,10	90
	0,30	0,10	90

Таблиця А.10.

Дані ступеню вилучення окситетрацикліну сорбентами від часу контакту фаз

УМОВИ	τ , ХВ	$C_{\text{рівн.}} \cdot 10^5$, МОЛЬ/Л	S, %
СГ 5/40 $C_{\text{вих}} = 1 \cdot 10^5$ МОЛЬ/Л $m_{\text{сорб.}} = 0,1$ Г V = 50 МЛ рН = 5	20	0,80	20
	30	0,74	26
	40	0,73	27
	60	0,73	27
	90	0,73	27
	120	0,73	27
КУ-2-8 $C_{\text{вих}} = 1 \cdot 10^5$ МОЛЬ/Л $m_{\text{сорб.}} = 0,1$ Г V = 50 МЛ рН = 2	20	0,25	75
	30	0,21	79
	40	0,18	82
	60	0,17	83
	90	0,17	83
	120	0,17	83
Диосмектит $C_{\text{вих}} = 1 \cdot 10^5$ МОЛЬ/Л $m_{\text{сорб.}} = 0,1$ Г V = 50 МЛ рН = 2	20	0,20	80
	30	0,15	85
	40	0,11	89
	60	0,10	90
	90	0,10	90
	120	0,10	90

Таблиця А.11.

Дані залежності кількості сорбованого офлоксацину на сорбентах від
рівноважної концентрації антибіотика

УМОВИ	$C_{\text{вих.}} \cdot 10^5$, МОЛЬ/Л	$C_{\text{рівн.}} \cdot 10^5$, МОЛЬ/Л	$Q \cdot 10^5$, МОЛЬ/Г
А-300 $m_{\text{сорб.}} = 0,1$ Г $\tau = 30$ ХВ $V = 50$ МЛ $pH = 6$	0,2	0,06	0,34
	0,5	0,12	0,95
	1,0	0,31	1,73
	2,0	0,58	3,56
	3,0	1,39	4,00
	5,0	3,32	4,20
	7,0	5,23	4,40
СГ 5/40 $m_{\text{сорб.}} = 0,1$ Г $\tau = 30$ ХВ $V = 50$ МЛ $pH = 6$	0,2	0,14	0,30
	0,5	0,32	0,90
	1,0	0,64	1,80
	2,0	1,29	3,50
	3,0	1,92	5,40
	5,0	3,84	5,80
	7,0	5,81	5,95
КУ-2-8 $m_{\text{сорб.}} = 0,1$ Г $\tau = 30$ ХВ $V = 50$ МЛ $pH = 6$	0,25	0,14	0,06
	0,50	0,23	0,13
	0,75	0,27	0,24
	1,00	0,27	0,36
	1,50	0,29	0,60
	2,00	0,37	0,82
	2,50	0,51	1,00
	3,00	0,68	1,16
	3,50	1,01	1,18
КБ-4 $m_{\text{сорб.}} = 0,1$ Г $\tau = 30$ ХВ $V = 50$ МЛ $pH = 6$	0,25	0,18	0,04
	0,50	0,21	0,14
	0,75	0,21	0,27
	1,00	0,21	0,39
	1,50	0,25	0,62
	2,00	0,31	0,84
	2,50	0,51	1,00
	3,00	0,70	1,15
	3,50	0,97	1,23
Диосмектит $m_{\text{сорб.}} = 0,1$ Г $\tau = 30$ ХВ $V = 50$ МЛ $pH = 7$	1,0	0,39	0,57
	1,5	0,39	1,82
	2,0	0,47	2,63
	2,5	0,56	2,94
	3,0	0,69	4,03

Таблиця А.12.

Дані залежності кількості сорбованого окситетрацикліну на сорбентах від
рівноважної концентрації антибіотика

УМОВИ	$C_{\text{вих.}} \cdot 10^5$, МОЛЬ/Л	$C_{\text{рівн.}} \cdot 10^5$, МОЛЬ/Л	$Q \cdot 10^5$, МОЛЬ/Г
А-300 $m_{\text{сорб.}} = 0,1$ Г $\tau = 30$ ХВ $V = 50$ МЛ $pH = 5$	0,4	0,34	0,03
	0,8	0,71	0,07
	1,2	0,94	0,13
	1,6	1,13	0,23
	2	1,36	0,3
	2,2	1,58	0,31
	2,4	1,79	0,31
	2,8	2,10	0,36
	3,2	2,35	0,42
	3,6	2,63	0,5
СГ 5/40 $m_{\text{сорб.}} = 0,1$ Г $\tau = 30$ ХВ $V = 50$ МЛ $pH = 5$	4	2,82	0,55
	0,4	0,36	0,01
	0,8	0,62	0,04
	1,2	0,94	0,09
	1,6	1,08	0,13
	2	1,32	0,17
	2,4	1,74	0,18
	2,8	2,08	0,19
	3,2	2,41	0,25
	3,6	2,66	0,29
КУ-2-8 $m_{\text{сорб.}} = 0,05$ Г $\tau = 40$ ХВ $V = 50$ МЛ $pH = 2$	4	2,82	0,31
	0,2	0,13	0,04
	0,4	0,16	0,12
	0,6	0,18	0,21
	1,2	0,18	0,51
	2	0,24	0,88
	2,8	0,35	1,23
КБ-4 $m_{\text{сорб.}} = 0,05$ Г $\tau = 40$ ХВ $V = 50$ МЛ $pH = 2$	4	0,70	1,65
	0,2	0,07	0,06
	0,4	0,18	0,11
	0,6	0,24	0,18
	1,2	0,32	0,44
	2	0,51	0,74
	2,8	0,79	1,01
4	1,34	1,33	

Продовження таблиці А.12.

Дані залежності кількості сорбованого окситетрацикліну на сорбентах від
рівноважної концентрації антибіотика

Диосмектит $m_{\text{сорб.}} = 0,05 \text{ г}$ $\tau = 40 \text{ хв}$ $V = 50 \text{ мл}$ $\text{pH} = 2$	0,2	0,16	0,02
	0,3	0,24	0,03
	0,4	0,27	0,07
	0,5	0,29	0,10
	1	0,38	0,31
	1,2	0,40	0,40
	2	0,51	0,74
	2,8	0,62	1,09
	4	0,79	1,61