

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ЦЕФТИОФУРА НАТРИЯ

Постраш И.Ю., к.б.н., доцент УО ВГАВМ, г. Витебск, Беларусь

Агаева Д.Т., студент УО ВГАВМ, г. Витебск, Беларусь

Бондарь Т.В., студент УО ВГАВМ, г. Витебск, Беларусь

***Аннотация.** Изучены УФ-спектры водных растворов цефтиофура натрия. Определены количественные характеристики, которые могут быть использованы для идентификации и количественного анализа данного антибиотика методом спектрофотометрии.*

***Ключевые слова:** цефалоспорины, цефтиофур натрия, спектрофотометрия, УФ-спектры, оптическая плотность.*

Введение. Цефтиофур натрия – антибиотик из группы цефалоспоринов третьего поколения, широко применяется в ветеринарной медицине как монопрепарат, так и в комбинации с другими веществами. В настоящее время в Республике Беларусь применяется около 30 лекарственных препаратов, содержащих цефтиофур [4]. Данный антибиотик проявляет бактерицидное действие, ингибируя синтез клеточной стенки микроорганизмов. Он обладает широким спектром противомикробного действия, активен в отношении как грамположительных, так и грамотрицательных бактерий, включая бета-лактамазообразующие штаммы и некоторые анаэробные бактерии, в том числе: *Streptococcus spp.*, *Pasteurella spp.*, *Staphylococcus spp.* и другие [2].

В организме животных цефтиофур быстро превращается в первичный метаболит десцефурилцефтиофур, который также обладает антибиотическим действием.

По химической структуре цефтиофур является амфолитом, т.е. проявляет и кислотные, и основные свойства, поэтому может образовывать соли как в виде аниона (цефтиофур натрия), так и в виде катиона (цефтиофура гидрохлорид). Обе солевые формы, как и цефтиофуровая кристаллическая свободная кислота применяются в ветеринарной медицине в составе лекарственных препаратов.

Идентификацию и количественный анализ цефалоспоринов, согласно фармакопейным статьям Государственной фармакопеи Республики Беларусь, Государственной фармакопеи Российской Федерации, Европейской фармакопеи проводят методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) [1]. Фармакопейная статья на цефтиофур в этих изданиях отсутствует, поскольку данное вещество применяется только в ветеринарной медицине. Согласно нормативным документам фармацевтических предприятий, основным методом контроля качества на подлинность и количественный анализ цефтиофура натрия яв-

ляется ВЭЖХ. Данный метод анализа является достаточно дорогим, требует специального оборудования, реактивов. В качестве альтернативы можно использовать другой, более простой метод, а именно, УФ-спектрофотометрию.

Все цефалоспорины обладают сходным строением, они являются бета-лактамными антибиотиками, производными 7-аминоцефалоспоровой кислоты, содержат сопряженные двойные связи, ароматические структуры, атомы азота, серы, кислорода и т.д. и поглощают УФ-излучение в диапазоне длин волн 200-300 нм. Для отдельных веществ цефалоспоринового ряда установлены оптические характеристики. Что касается цефтиофура, то сведения об УФ-спектре данного вещества немногочисленны, спектры получены в исследованиях, в которых для приготовления растворов брали буферные растворы, метанол и другие растворители [5].

Цель нашего исследования – получить и изучить УФ-спектры водных растворов цефтиофура натрия.

Материалы и методы исследований. В качестве исследуемого мы использовали лекарственное средство «Порошок «РЕЦЕФ 4,0» для инъекций» (производство ООО «РУБИКОН», Республика Беларусь). Он представляет собой стерильный порошок белого цвета с кремоватым оттенком, предназначенный для приготовления раствора для внутримышечного или подкожного введения и содержащий только цефтиофур натрия [3].

В качестве растворителя для приготовления испытуемых растворов была выбрана вода очищенная, так как известно, что цефалоспорины в форме натриевых солей растворимы в воде. Для анализа готовили растворы с различной концентрацией цефтиофура натрия: 5, 10, 15, 20, 25 мкг/мл.

Для приготовления раствора с концентрацией 5 мкг/мл примерно 25 мг (точная навеска) порошка цефтиофура натрия помещали в мерную колбу вместимостью 250,0 мл, прибавляли около 100 мл воды очищенной, перемешивали до полного растворения вещества, доводили объем раствора до метки тем же растворителем и перемешивали (исходный раствор). Затем 5,0 мл исходного раствора помещали в мерную колбу объемом 100,0 мл, доводили объем раствора до метки тем же растворителем и перемешивали.

Аналогичным образом готовили остальные исследуемые растворы с концентрацией 10, 15, 20, 25 мкг/мл, для этого вместо 5,0 мл брали соответственно: 10,0; 15,0; 20,0; 25,0 мл исходного раствора и доводили водой очищенной до объема 100,0 мл. Оптическую плотность исследуемых растворов измеряли в диапазоне 200-300 нм с шагом 2-5 нм на спектрофотометре РВ 2201 «Solar» в кварцевой кювете шириной 10 мм.

Результаты исследований. В ходе изучения УФ-спектров водных растворов цефтиофура натрия в интервале 200-300 нм было установлено, что для всех исследуемых растворов минимальное значение оптической плотности наблюдалось при длине волны 250 нм, а максимальное значение оптической плотности определено при длине волны 290 нм (рисунок 1).

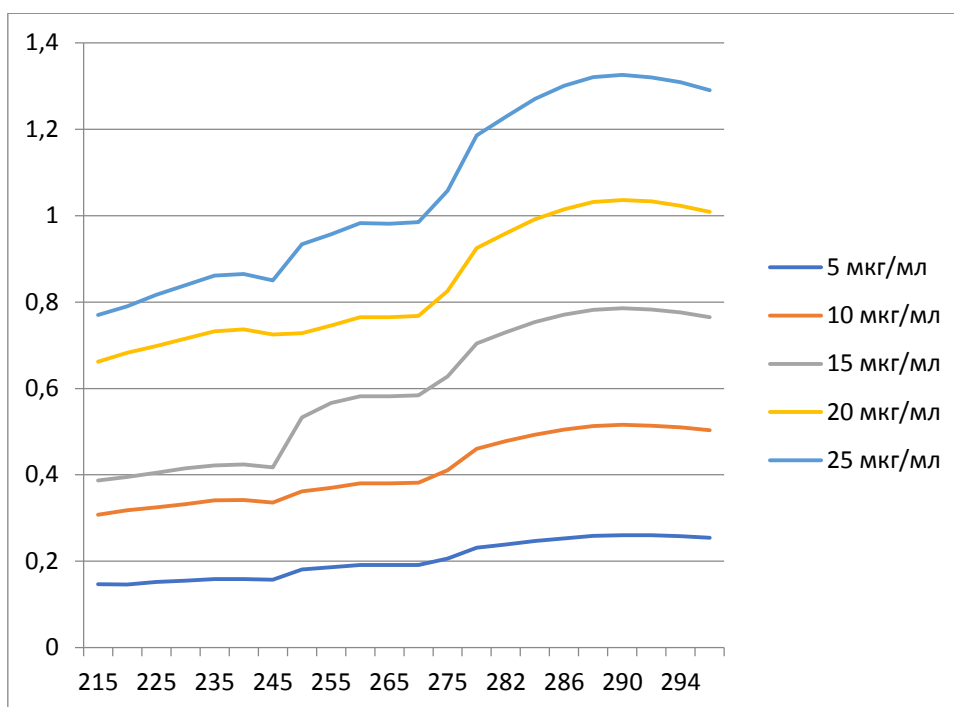


Рисунок 1 – УФ-спектры водных растворов цефтриофура натрия

Спустя сутки (растворы хранились при температуре 8°C), показатели оптической плотности практически не изменились, что свидетельствует о стабильности водных растворов цефтриофура натрия в течение указанного срока хранения.

В ходе наших исследований была установлена линейная зависимость между концентрацией раствора цефтриофура натрия и его оптической плотностью в интервале концентраций 5-25 мкг/мл (рис. 2).

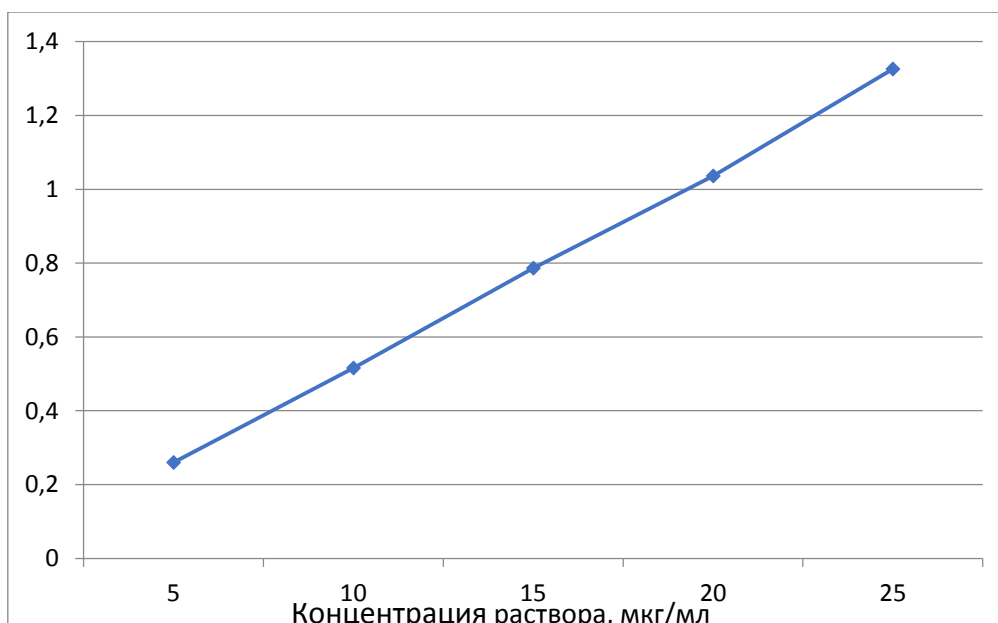


Рисунок 2 – Зависимость оптической плотности раствора цефтриофура от концентрации

Используя наши экспериментальные данные, было получено уравнение калибровочной прямой методом наименьших квадратов для длины волны 290 нм, которое имеет следующий вид:

$$A = 0,05304 \cdot C + 0,01080,$$

где A – значение оптической плотности исследуемого раствора,

C – концентрация исследуемого раствора (мкг/мл).

Удельный показатель поглощения водного раствора цефтиофура натрия (0,001%) при 290 нм составил 516.

Заключение. Водные растворы цефтиофура натрия в интервале концентраций 5-20 мкг/мл имеют сходный характер УФ-спектров. Установлены параметры для проведения спектрофотометрического определения цефтиофура натрия: в качестве растворителя можно использовать воду очищенную, измерение оптической плотности раствора проводить при длине волны 290 нм. Для анализа следует готовить раствор с примерной концентрацией цефтиофура натрия 10 мкг/мл. Метод УФ-спектрофотометрии позволяет проводить идентификацию вещества и определять концентрацию раствора цефтиофура натрия.

Список литературы:

1. Государственная фармакопея Республики Беларусь. (ГФ РБ II): разработана на основе Европейской фармакопеи: в 2 т. Т. 2. Контроль качества субстанций для фармацевтического использования и лекарственного растительного сырья, Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении / под общ. ред. С.И. Марченко. – Молодечно: Победа, 2016. – 1368 с.

2. Пламб Д.К. Фармакологические препараты в ветеринарной медицине / пер. с англ.: в 2 т. Т. 2. О-Я. – 8-е изд., испр. и доп. – М: Аквариум, 2019. – 1040 с.

3. Рецеф 4,0 [Электронный ресурс]. URL: <https://rubikon-vet.by/ru/drugs/recef40g?ysclid.html> (дата обращения: 30.03.2026).

4. Цефтиофур. Антибактериальные и противопаразитарные средства [Электронный ресурс]. URL: <https://vetsnab.info/vetpreparaty> (дата обращения: 08.04.2026).

5. Development of a Ultraviolet Spectrophotometric Method for the Determination of Ceftiofur Sodium Powder / Marines J.E. Souza, Natalia A.P. Canedo, Paulo S. Souza Filho / Journal of AOAC International. – 2009. – Vol. 92. – № 6. [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/41485240_Development_of_an_Ultraviolet_Spectrophotometric_Method_for_the_Determination_of_Ceftiofur_Sodium_Powder (дата обращения: 09.04.2026).