

Спектроскопические исследования взаимодействия тетрациклина с молоком

М.В. Беляков¹, И.Ю. Ефременков¹

¹ Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, г. Москва, Россия

Представлены спектральные характеристики поглощения молока, содержащего тетрациклин, в диапазоне 230–600 нм. Рассчитаны интегральные и статистические параметры спектров и погрешности их определения. Получены аппроксимационные зависимости параметров спектра от концентрации антибиотика. Предложены информативные диапазоны и параметры диагностики наличия и отслеживания концентрации тетрациклина в молоке.

Ключевые слова: спектр поглощения, тетрациклин, аппроксимация, молоко, интегральная поглощательная способность, статистические параметры.

Введение

Тетрациклиновая группа является основным классом антибиотиков широкого спектра действия, которая в последние годы активно применяется в ветеринарии для лечения большого круга болезней сельскохозяйственных животных. Однако остаточное количество антибиотиков может содержаться в молоке, мясе и ускорить эволюцию и распространение резистентных форм микроорганизмов, нарушить процессы сквашивания на перерабатывающих предприятиях [1, 2]. Более того, у человека, употребляющего такие продукты питания в пищу, в долгосрочной перспективе может существенно ухудшиться здоровье, могут появиться аллергические реакции, нежелательная антибиотикорезистентность и дисбиоз [3]. С практической точки зрения контроль потенциально опасных веществ в молоке и продуктах питания связан как с отсутствием научно обоснованных предельно допустимых норм их содержания, так и с трудностями методического характера [4]. Поэтому необходимо постоянное повышение чувствительности к минимальным концентрациям существующих противомикробных препаратов и разработка новых методов, чтобы снижать риск попадания нежелательных веществ в продукты питания. Также необходимо внедрять полученные разработки в цифровые технологии и технические средства агропромышленного комплекса [5].

Оптические методы диагностики лекарственных средств активно развиваются. Проводились экспериментальные и теоретические исследования электронных спектров парацетамола в воде [6]. Разрабатывается флуоресцентный сенсор для диагностики данофлоксацина в образцах молока [7]. С помощью инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье, ультрафиолетовой спектроскопии определяли наличие окситетрациклина в сточных водах, молоке и мясных продуктах [8]. Имеются исследования, где осуществляли обнаружение тетрациклина в образцах молока с помощью флуоресцентных кремниевых наночастиц [9]. С помощью квантовых точек проводили количественное флуоресцентное определение тетрациклина в продуктах животного происхождения [10].

Цель работы – выявление закономерностей и поиск информативных параметров и диапазонов при спектральной диагностике взаимодействия тетрациклина с молоком.

1. Материалы и методы исследований

Для исследований использовали молоко агрофирмы «Мичурино» (Россия) с массовой долей жира 2.5%. Хранили молоко в соответствии с регламентом Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013). Перед спектральными измерениями молоко перемешивали. На первом этапе подготавливали суспензию тетрациклина.

Процедура приготовления стандартных растворов из тетрациклина состоит из нескольких этапов. В мерную колбу объемом 1000 см³ поместили 1 см³ препарата тетрациклин, перед использованием тщательно перемешали, заполнили на 2/3 дистиллированной водой и тщательно перемешали. Далее в мерную колбу объемом 1000 см³ внесли 0.5 см³ раствора тетрациклина с концентрацией 200 мкг/см³, заполнили на 2/3 дистиллированной водой и тщательно перемешали. Затем пластиковую емкость установили на весы, внесли в нее требуемый объем раствора тетрациклина концентрацией 0.1 мкг/см³ и довели молоком до суммарной массы 100 г. После чего тщательно перемешали. Далее получили образцы молока объемом 100 см³ с концентрацией антибиотика 0.001, 0.003, 0.004,