

сигнала лактобактерий невелика. При построении градуировочного графика учитывался также собственный сигнал дистиллированной воды. Полученный график линеен в области концентраций от 0 до $60 \cdot 10^5$ КОЕ. Уравнение зависимости интенсивности сигнала флуоресценции от концентрации лактобактерий имеет вид кривой 3 порядка.

Также была изучена зависимость интенсивности сигнала лактобактерина от времени. Для проведения данного исследования суспензию лактобактерий в дистиллированной воде инкубировали последовательно 12, 24, 48, 96 и 192 часа, после каждого инкубирования регистрировали сигнал флуоресценции бактерий. Установлено, что интенсивность сигнала снижается с течением времени: в течение 48 часов уменьше-

ние интенсивности сигнала лактобактерина незначительна. Далее наблюдается значительное уменьшение интенсивности сигнала (от 48 до 96 часов). Затем интенсивность сигнала продолжает снижаться, но с меньшей скоростью (от 96 до 192 часов). Также провели исследование зависимости интенсивности сигнала лактобактерина при добавлении к нему 0,1 М соляной кислоты в соотношении 1 : 1. Следует отметить, что наблюдалось снижение интенсивности сигнала лактобактерина практически вдвое, т.е. на количество лактобактерий будут влиять и противоопухолевые препараты, и кислотность желудочного сока. Изучено влияние доксорубина на сигнал флуоресценции лактобактерий: наблюдается снижение его интенсивности.

Список литературы

1. *Атлас по медицинской микробиологии, вирусологии и иммунологии: учебное пособие для студентов медицинских вузов / Под ред. Воробьев А.А., Быков А.С. – М.: Медицинское информационное агентство, 2003. – 236 с.:ил.*
2. *Базиков И.А. Сравнительная оценка острой токсичности доксорубина и его нисомальной формы / И.А. Базиков, Э.В. Бейер, В.В. Лукинова, А.Н. Мальцев // Медицинский вестник северного Кавказа, 2015. – Т.10. – №3.*
3. *Булычева Е.В, Короткова Е.И., Тимофеева Е.В. Исследование влияния антибиотиков на микрофлору желудочно-кишечного тракта методом флуориметрии // Химико-фармацевтический журнал, 2016. – Т.50. – №4. – С.44–46.*
4. *Направленный транспорт лекарственных средств: от идеи до внедрения: учебно-методическое пособие / И.И. Кулакова [и др.]; ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России. – Рязань: ОТС и ОП, 2018. – 104 с.*

ИЗУЧЕНИЕ ИМПЕДАНСНЫХ СВОЙСТВ СОЛЯНОГО РАСТВОРА ЖИДКОСТИ В ТЕМПЕРАТУРНОМ ДИАПАЗОНЕ ОТ ПЛЮС 20 ДО МИНУС 18 ГРАДУСОВ ЦЕЛЬСИЯ

Д.А. Петровых, Е.С. Королюк

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, dima_petrovyh@mail.ru*

Импедансная спектроскопия является одним из самых доступных методов исследования электрохимических и электрофизических процессов в материалах с ионной проводимостью.

Импеданс – это полное (по-другому комплексное) сопротивление системы, в которой протекает переменный ток. Импеданс Z является суммой активного и реактивного сопротивлений: $Z = Z' - i \cdot Z''$. Активное сопротивление $Z' = R$ есть сопротивление системы постоянному току. Реактивное сопротивление Z'' – это сопро-

тивление переменному току, оказываемое емкостями и индуктивностями исследуемого образца [1].

Суть метода импедансной спектроскопии состоит в подаче возмущающего синусоидального сигнала малой амплитуды на систему исследования и исследовании сигнала-отклика на выходе. Основным видом электрохимического импеданса является фарадеевский импеданс, где входным сигналом является потенциал электрода, а выходным – электрический ток [2].

Импедансная спектроскопия имеет много преимуществ [3] по сравнению с другими методами исследования электрохимических и электрофизических процессов в материалах с ионной проводимостью. Наиболее важные из преимуществ:

1. Линейность методики, то есть сигнал выхода является линейной функцией сигнала входа.

2. Широкий частотный диапазон возможных измерений.

3. Высокая экспериментальная эффективность.

4. Достоверность данных легко проверяема.

Эксперименты были посвящены исследованию импеданса жидкости в частотном диапазоне от 10 кГц до 800 кГц. В качестве исследуемого образца использовался соляной раствор жидкости в различном температурном диапазоне. Работа проводилась следующим образом: в теплоизоляционную камеру помещался ватный диск, смоченный в соляном растворе помещенный между охлаждающей поставкой и электродами. В дальнейшем в камеру приливали небольшое количество жидкого азота для постепенного понижения температуры. Измерения импеданса проводились в температурном диапазоне от плюс 20 градусов до минус 18 градусов Цельсия. Измерения проводились с помощью АЦП Е20-10. Полученные результаты эксперимента изображены на рисунке 1.

Список литературы

1. Емельянова Ю.В. и др. *Импедансная спектроскопия: теория и применение: учебное пособие*, 2017.
2. Гнеденков С.В., Синябрюхов С.Л. *Импедансная спектроскопия в исследовании процессов переноса заряда // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук*, 2006.– №5.
3. Korolyuk E.S., Brazovskii K.S. *CRYO System for studying bioimpedance properties of biological tissue and fluid during cryosurgical operation // Journal of Physics: Conference Series.– IOP Publishing, 2019.– V.1327.– №1.– P.012001.*

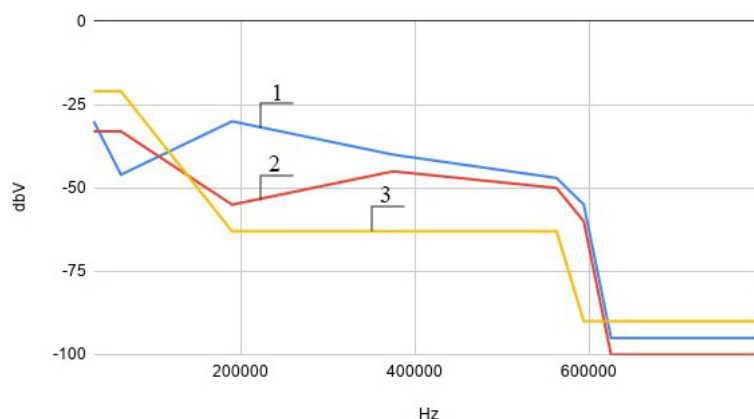


Рис. 1. Импедансный спектр воды с растворенными солями при изменении температуры

Сила тока 1 мА (амплитудное значение). Линии: 1 – минус 18 °С, 2 – минус 7 °С, 3 – плюс 4 °С. Ось Y – действующее значение напряжения в логарифмической шкале измерения, ось X – частота в герцах.

Как видно из графика, с понижением температуры происходит увеличение импеданса. При охлаждении соляного раствора жидкости до температуры плюс 3 °С, значение импеданса практически не меняется. В дальнейшем при замерзании соляного раствора и образовании льда происходит резкое увеличение импеданса. Максимальное значение импеданса наблюдается при температуре минус 18 °С.

В дальнейших работах планируется измерять импеданс у других электролитов и при более низких температурах. Для повышения точности проведенных измерений планируется использовать измеритель RLC LCR-78101G для измерения импеданса.