

## ПРИМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХЕЛИДОНОВОЙ КИСЛОТЫ

А.Ф. Хусаинова

Научный руководитель – д.х.н., в.н.с., профессор Г.Б. Слепченко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, albinana0309@mail.ru

Хелидоновая (4-оксо-4Н-пиран-2,6-дикарбоновая) и меконовая (3-гидрокси-4-оксо-4Н-пиран-2,6-дикарбоновая) кислоты являются одними из самых важнейших природных соединений  $\gamma$ -пирона, относящиеся к группе флавоноидов. Впервые хелидоновая кислота (ХК) выделена в 1839 году из млечного сока чистотела большого (*Helidonium majus*), откуда и получила свое название. На сегодняшний день имеются данные о содержании хелидоновой кислоты в десятках растительных объектов, таких как: плоды мароканской пальмы, цветках ландыша майского, проростков сорго двуцветного и др. Данную кислоту также получают синтетическим путем из этилоксалата и ацетона. Широкий интерес к хелидоновой кислоте обусловлен не только для использования в промышленности в качестве лигандов металло-органических соединений для их разделения [1], но и с точки зрения перспективного лекарственного вещества, обладающего различными видами биологической активности: обезболивающей, противомикробной, противовоспалительной [2, 4]. Поэтому, целью данной работы являлось обобщение литературных данных о методах определения хелидоновой кислоты в объектах растительного происхождения.

На сегодняшний момент известны следующие методы анализа: титриметрические, оптические и хроматографические.

Наибольшее распространение находят в последнее время различные варианты хроматографии, особенно метод ВЭЖХ, благодаря своей высокой чувствительности, которая достигается использованием УФ, флуориметрического и электрохимического детектирования. При проведении ВЭЖХ используют длину волны 272 нм, который соответствует максимуму поглощения ХК в растительном экстракте, должен быть отчетливый пик и отделяться от примесей, что до-

кажет отсутствие примесей в ХК.

Перспективным электрохимическим методом определения хелидоновой кислоты являются вольтамперометрические методы анализа, благодаря своей высокой чувствительности и низкой стоимостью оборудования. Это один из наиболее универсальных методов определения следовых количеств веществ.

Исследование электрохимических свойств хелидоновой кислоты, а также ее комплекса с кальцием и медью были описаны в статье [4]. Изучение проводили снятием циклических квадратно-волновых вольтамперограмм на статичной ртутной капле. Показано, что потенциал пика хелидоновой кислоты зависит от рН фонового электролита и данный процесс является кинетически контролируемым, т.е. является обратимым. Была установлена структура комплексов хелидоновой кислоты с кальцием, медью и ванадием. Изучение структуры ХК и полученных на ртутных электродах результатах показало, что ХК может обладать самостоятельной окислительно-восстановительной активностью.

И поэтому разработка методики определения хелидоновой кислоты представляет актуальность для стандартизации сырья и лекарственной формы.

Однако, насколько нам известно электрохимические окислительно-восстановительные свойства хелидоновой кислоты и его координационный потенциал в отношении ионов металлов не исследовались. Кроме того, важно отметить, что окислительно-восстановительное поведение биологически происходящих соединений и активность их хелатов металлов, исследованных электрохимическими методами, могут обеспечить более глубокое понимание их воздействия на различные биологические процессы.

### Список литературы

1. *Determination of titanium and zirconium and their separation from each other with chelidonic acid / A.K. Majumdar, S.P. Bag // Analytica chimica acta, 1963.– №28.– С.293–295.*
2. *National Center for Advancing Translational Sciences. Inxight:Drugs.– [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://drugs.ncats.io/substance/T33U4W5K6O>.*

3. *Dhirendra Kumar Singh, Kavita Gulati, Arunabha Ray. Effects of chelidonic acid, a secondary plant metabolite, on mast cell degranulation and adaptive immunity in rats. Available online 9 September 2016.*
4. *Dijana Jadresko, Matija Kaksar, and Zora Popovic. Electrochemical Characteristics of 4-oxo-4 H-pyridinocarboxylic Acid (Chelidonic Acid) and some of its Metal Complexes.*

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИЗКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ МАРГАНЦА В ПОЧВАХ ФОТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ В ПРИСУТСТВИИ ПЕРИОДАТ-ИОНОВ

К.С. Черных

Научные руководители – к.т.н., доцент С.Ю. Лоханина; к.х.н. Л.В. Трубачева

*Удмуртский государственный университет*

426034, Россия, г. Ижевск, ул. Университетская 1, KseNia16091998@yandex.ru

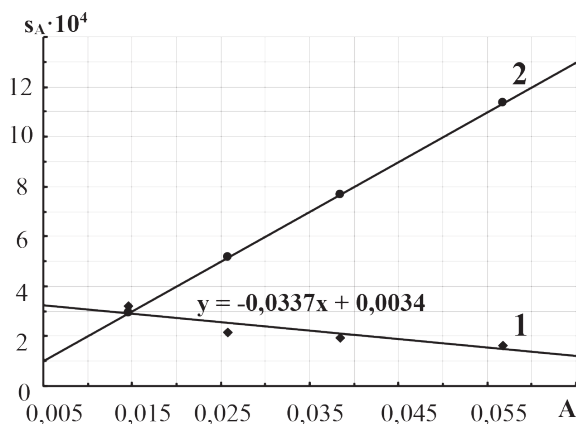
Агрохимический анализ почв выполняется при оценке их загрязненности, осуществлении контроля за изменением плодородия, за динамикой изменения ряда агрохимических показателей. По результатам анализа составляются картограммы, показывающие степень их обеспеченности биогенными элементами (P, K, N, Mg), микроэлементами, или потребность почвы в гипсовании и известковании. Одним из важных микроэлементов, оказывающих влияние на почвенные процессы и усиливающих избирательное поглощение ионов из питательных растворов, повышающих устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды, является марганец. Марганец в почвах определяют в различных формах: подвижной, обменной, валовой [1]. Валовое содержание определяют, как правило, неразрушающими методами исследования (например, спектроскопическими). Концентрацию остальных форм устанавливают после их извлечения различными экстрагирующими растворами.

Определение содержания подвижного и обменного марганца проводят по нормативным документам [2, 3], допущенным к применению в установленном порядке. Методики предусматривают фотометрическое определение с помощью формальдоксима, в щелочной среде взаимодействующего с  $Mn^{2+}$ , с образованием красно-коричневого комплекса ( $\lambda_{max} = 455$  нм,  $\epsilon_{max} = 1,12 \cdot 10^4$ ). Фотометрическое определение ионов  $Mn(II)$  в этом случае реализуется в присутствии высоких концентраций аммиака (20 см<sup>3</sup> – 0,6% [3],  $\omega(NH_3) \approx 1,9\%$  [2]). Диапазоны определений по методикам [2, 3] находятся в пределах от 10 до 132 млн<sup>-1</sup>.

Для анализа вод различных типов аттестованные методики предусматривают фотометри-

рование растворов  $MnO_4^-$ -ионов. Ионы  $Mn(II)$  переводят в перманганат-ионы в кислой среде с помощью сильных окислителей, одним из которых может выступать  $KIO_4$ . Молярный коэффициент перманганат-ионов в 5 раз меньше, чем у комплекса  $Mn(II)$  с формальдоксимом. То есть определение массовой концентрации  $Mn(II)$  в случае оценки аналитического сигнала, обусловленного  $MnO_4^-$ -ионами, менее чувствительно. Поэтому целью работы является исследование возможности определения ионов марганца в различных формах при низких содержаниях (меньших 10 млн<sup>-1</sup>) фотометрическим методом в присутствии периодата.

На первом этапе разработаны алгоритмы фотометрических определений подвижного и обменного марганца в почвах с предварительным его окислением периодатом калия в кислой среде. На втором этапе исследования получены



**Рис. 1.** Определяемый минимум фотометрического метода определения обменного  $Mn$  в почвах: 1 – экспериментальная  $s_A = f(A)$ , рассчитанная методом наименьших квадратов; 2 – прямая  $A = 5 \cdot s_A$