

Воронежского государственного университета,
Воронеж

Пожидаева Юлия Владимировна – студент
кафедры аналитической химии Воронежского
государственного университета, Воронеж

state university.

Pozhidaeva Ylia V. – the student of
analytical chemistry department, Voronezh
state university, Voronezh

УДК 543.554.6:547.466.66

Количественное определение местных анестетиков при совместном присутствии с неорганическими солями с помощью потенциометрической мультисенсорной системы

Полуместная К.А., Паршина А.В., Бобрешова О.В., Янкина К.Ю.

ГОУ ВПО «Воронежский государственный университет», Воронеж

Поступила в редакцию 13.05.2010 г.

Аннотация

Разработана потенциометрическая мультисенсорная система для определения гидрохлоридов новокаина и лидокаина в водных растворах, содержащих хлориды калия и натрия. Массив сенсоров включает перекрестно чувствительный ПД-сенсор, аналитическим сигналом которого является потенциал Доннана на границе ионообменный полимер/ исследуемый раствор, набор ион-селективных электродов и хлоридсеребрянный электрод сравнения. Относительная ошибка определения гидрохлоридов новокаина и лидокаина, а также неорганических компонентов в исследуемых модельных растворах не превышала 10%.

Ключевые слова: потенциал Доннана, потенциометрический сенсор, мультисенсорная система, лекарственные вещества, перфторуглеродистые полимеры, регрессионный анализ.

A new potentiometric sensor array has been developed for the determination of novocaine hydrochloride and lidocaine hydrochloride in the mixed aqueous solutions containing potassium chloride and sodium chloride. The quantification error for determination of concentrations of novocaine hydrochloride, lidocaine hydrochloride, potassium chloride and sodium chloride using the proposed potentiometric sensor array did not exceed 10%.

Keywords: Donnan potential, potentiometric sensor, sensor array, drugs, perfluorinated sulfonic cation-exchange polymers, multivariate regression analyze

Введение

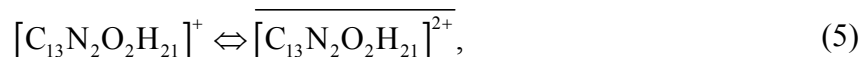
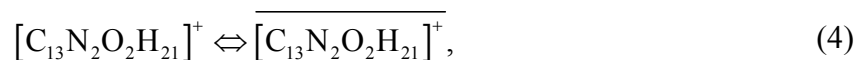
В настоящее время остро стоит проблема мониторинга состава сточных вод лечебных заведений и стоматологических кабинетов, поскольку используемые для анестезии местные анестетики (новокаин, лидокаин) утилизируются путем слива в канализацию общего назначения. Так как местноанестезирующие препараты типа новокаин и лидокаин обладают отравляющим действием, особенно опасным для детей и пожилых людей, то для мониторинга состава сточных вод лечебных заведений и стоматологических кабинетов необходимы экспрессные точные методы количественного контроля новокаина, лидокаина в водных растворах с неорганическими электролитами. Решение данной проблемы с помощью методов типа ВЭЖХ [1] и спектрофотометрия [2], которые помимо дорогостоящего оборудования требуют широкую постоянно обновляемую базу расходных материалов и наличие высококвалифицированного персонала, является недоступным

для учреждений системы здравоохранения, а существующие гостированные методики [3] являются, как правило, длительными многостадийными, трудоемкими, низкоточными и плоховоспроизводимыми.

В качестве решения данной проблемы мы предлагаем потенциометрические мультисенсорные системы для количественного определения органических и неорганических электролитов при совместном присутствии. Массив мультисенсорной системы включает набор ион-селективных электродов (ИСЭ), неселективных ПД-сенсоров, математические алгоритмы обработки сигналов отдельных селективных и неселективных сенсоров, а также алгоритмы формирования и анализа суммарного отклика массивов сенсоров [4]. Особенностью данных мультисенсорных систем является использование в качестве перекрестно чувствительных сенсоров нового типа – ПД-сенсоров [5]. Принципиальным отличием данных сенсоров является использование в качестве аналитического сигнала потенциала Доннана. Это позволяет нивелировать влияние миграции и диффузии на аналитический сигнал, составляющих проблему для известных ИСЭ и повысить, таким образом, точность, стабильность и чувствительность анализа. Другим преимуществом ПД-сенсоров является использование ионообменных полимеров (в том числе наномодифицированных [6]) без нанесения активного биологического или химического слоя. Следует отметить, что для создания потенциометрической мультисенсорной системы в первую очередь необходимо исследовать электрохимические свойства водных растворов органических электролитов.

Результаты и их обсуждение

При выборе ионной формы ПСП для организации ПД-сенсора были исследованы полимеры в калиевой, водородной и натриевой формах, при контакте которых со смешанными водными растворами на границах ионообменник/раствор устанавливаются соответствующие квазиравновесия:



Максимальная чувствительность к ионам новокаина характерна для сенсоров на основе ПСП в калиевой и натриевой формах. Низкая чувствительность к катионам новокаина сенсора на основе ПСП в водородной форме может быть обусловлена во-первых, протеканием гетерогенной протолитической реакции (5) перезарядки однозарядных катионов новокаина в фазе раствора в двухзарядные в фазе ионообменника, во-вторых, вкладом ионов гидроксония (3) в формирование аналитического сигнала.

Следует отметить, что ПД-сенсор на основе ПСП в калиевой форме характеризуется высокой чувствительностью ко всем определяемым компонентам, что обеспечивает высокие значения факторов чувствительности и неселективности и дает основания ожидать соизмеримые вклады ионов новокаина, калия и натрия в формирование отклика ПД-сенсора в многокомпонентных растворах. Низкий фактор

неселективности ИСЭ может привести к незначимым угловым коэффициентам в многомерных градуировочных уравнениях. Однако при наличии в массиве ПД-сенсора, перекрестно чувствительного ко всем определяемым компонентам, главным критерием при выборе ИСЭ становится стабильность отклика.

Для описания свойств исследуемых смешанных растворов использовали модели регрессионного анализа без и с учетом взаимодействия факторов. Показано, что использование калибровочных уравнений, учитывающих взаимодействие факторов, позволяет снизить ошибки ПД-сенсора и натрий-селективного электрода в 2,4 и 3,3 раза соответственно, в то время как ошибка калий-селективного электрода остается неизменной. Таким образом, для расчета концентраций компонентов в исследуемых растворах на основании значений откликов ПД-сенсора, калий- и натрий-селективных электродов, измеренных относительно хлоридсеребряного электрода сравнения, пользовались системой уравнений:

$$\begin{cases} E_I = -122 + 14 \cdot p\text{NovH} + 16 \cdot p\text{K} + 21 \cdot p\text{Na} - 5 \cdot p\text{NovH} \cdot p\text{K} - 5 \cdot p\text{NovH} \cdot p\text{Na} - 5 \cdot p\text{K} \cdot p\text{Na}, \\ E_{II} = 359 - 41 \cdot p\text{K}, \\ E_{III} = -90 + 15 \cdot p\text{NovH} + 14 \cdot p\text{K} + 30 \cdot p\text{Na} - 9 \cdot p\text{NovH} \cdot p\text{Na} - 9 \cdot p\text{K} \cdot p\text{Na}. \end{cases}$$

Относительная ошибка определения концентраций компонентов в смешанных водных растворах, определенная методом «введено/найдено», не превышала 10%. Аналогичные исследования были проведены для смешанных водных растворов $\text{LiHCl} + \text{KCl} + \text{NaCl}$.

Авторы выражают благодарность к.х.н. зав. лабораторией мембранных процессов ОАО «Пластполимер» (г. Санкт-Петербург, Россия) Тимофееву Сергею Васильевичу за предоставление образцов перфторированных сульфокатионитовых полимерных мембран, трубок, стержней. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 09-03-97505 p_центр_a.

Список литературы

1. Костарной А.В., Голубицкий Г.Б., Басова Е.М., Будко Е.В., Иванов В.М. // Журнал аналитической химии. – 2008. – Т. 63, № 6. – С. 566-580.
2. Доронин С.Ю., Чернова Р.К., Гусанова Н.Н. // Журн. анал. химии – 2005. – Т.60, №5 – С.471-478.
3. Кулешова М.И. Анализ лекарственных форм, изготавливаемых в аптеках / М.И. Кулешова, Л.Н. Гусева, О.К. Сивицкая. – пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 1989. – 288 с.
4. Пат. 87260 РФ. Бобрешова О.В., Паршина А.В., Тимофеев С.В., Полуместная К.А., заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. ун-т. – № 2009115481; заявл. 23.04.2009, опублик. 27.09.2009; бюл. № 27, 2 с.
5. Бобрешова О. В., Агупова М.В., Паршина А.В. // Журн. аналит. хим. – 2009. – Т. 6, № 6. – С. 660–665.
6. Бобрешова О.В., Агупова М.В., Паршина А.В., Полуместная К.А. // VII Всероссийская конференция-школа «Нелинейные процессы и проблемы самоорганизации в современном материаловедении (индустрия наносистем и материалы)». – 2009, Воронеж. – С. 79.

Бобрешова Ольга Владимировна – д.х.н., профессор кафедры аналитической химии

Bobreshova Olga V. – d.c.s., the professor of analytical chemistry department of chemical

химического факультета Воронежского государственного университета

Паршина Анна Валерьевна – аспирант кафедры аналитической химии химического факультета Воронежского государственного университета

Полуместная Ксения Андреевна – аспирант кафедры аналитической химии химического факультета Воронежского государственного университета

Янкина Кристина Ю. – магистрант кафедры аналитической химии химического факультета Воронежского государственного университета

faculty, Voronezh state university

Parshina Anna V. – the post-graduate student of analytical chemistry department of chemical faculty, Voronezh state university

Polumestnaja Ksenia A. – the post-graduate student of analytical chemistry department of chemical faculty, Voronezh state university

Jankina Christina Ju. – the undergraduate of analytical chemistry department of chemical faculty, Voronezh state university