

14. Zenkevich I. G. Optimum Analytical Parameters for the Chromatographic Characterization of Pesticides / I. G. Zenkevich, O. K. Ostroukhova, V. I. Dolzhenko // Zhourn. Analit. Khim. – 2002. – Vol. 57, № 1. – P. 43–48.

**Кормош Жолт, Журба Катерина. Определение 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты спектрофотометрическим методом.** Установлены оптимальные условия спектрофотометрического определения 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты, которые основываются на ее способности образовывать ионный ассоциат с основным красителем 5-нитро-астрарфоксином. Определение 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты можно проводить в растворе в концентрационных пределах 8,0–44,0 мкг/мл при pH 3. Разработанная экстракционно-спектрофотометрическая методика используется для определения мефенаминовой кислоты в фармацевтических формах.

**Ключевые слова:** спектрофотометрия, ионный ассоциат, 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота.

**Kormosh Zholt, Zhurba Katerina. Determination of 2,4-Dichlorphenoxyacetic Acid by Spectrophotometric Metod.** The optimal conditions for the spectrophotometric determination of 2,4-dichlorphenoxyacetic acid, based on its ability to form an ion associate with the basic dye 5-nitro-astraphoxin. Determination of 2,4-dichlorphenoxyacetic acid can be performed in solution at concentration ranges of 8,0–44,0 mg/ml at pH 8. Developed extraction spectrophotometric method suitable for the determination of plant protection products.

**Key words:** Spectrophotometry, Ion Associate, 2,4-Dichlorphenoxyacetic Acid.

Східноєвропейський національний університет  
імені Лесі Українки

Стаття надійшла до редколегії  
01.02.2013 р.

УДК 543.554

Тетяна Савчук

### Потенціометричний сенсор для визначення пентахлорфенолу

Досліджено умови утворення та властивості іонних асоціатів пентахлорфеноляту з основним барвником. Установлено склад і властивості іонного асоціату, виготовлено лабораторні зразки сенсорів різного складу та оптимізовано їх склад. Створено лабораторні зразки твердоконтактних потенціометричних сенсорів для визначення пентахлорфенолу. Розроблено новий пастовий пентахлорфенолят-чутливий сенсор, який як електродоактивну речовину містить іонний асоціат пентахлорфеноляту бутилродаміну. Інтервал лінійності електродної функції сенсора має межі від  $1 \cdot 10^{-6}$  до  $5 \cdot 10^{-2}$  моль/л, крутизна електродної функції становить  $72 \pm 1$  мВ/рС, робочий інтервал pH – 7,0–11,5. Розроблено нову методику, придатну для аналізу природних об'єктів. Методика може бути застосована в заводських та клінічних лабораторіях.

**Ключові слова:** пентахлорфенол, потенціометричний сенсор.

**Постановка наукової проблеми та її значення.** Пентахлорфенол – це білий або коричневий порошок із характерним фенольним запахом. Він високотоксичний, належить до сильних канцерогенів групи B2, що здатні викликати неадекватні зміни в людському організмі. При отруєнні ним відчуваються сильні головні болі, спрага, втомлюваність, пітливість, підвищується температура тіла.

Пентахлорфенол (ПХФ) використовують як консервант для обробки деревини, а також як фунгіцид, гербіцид, бактерицид та інсектицид.

Гранично допустима концентрація (ГДК) ПХФ у воді становить 0,010 мг/дм<sup>3</sup>, а орієнтовно безпечний рівень у модельних середовищах – 0,021 мг/дм<sup>3</sup> [10]. Установлено, що мінімальна добова доза ПХФ при оральному вживанні становить 0,005 мг/кг/доба, а при хронічному – 0,001 мг/кг/доба [6; 10; 22].

Для його визначення запропоновано різні методи: рідинно-рідинна мікроекстракція з використанням рідинної хроматографії. Такий комбінований метод характеризується хорошою лінійністю 0,1–1000 мг/л та межею виявлення, яка становить 0,03 мг/л [16]. Недоліком методу є використання дорогої апаратури.

Описано методику спектрофотометричного визначення при сумісній присутності пентахлорфенолу та 2,4,5-трихлорфенолу. Межа визначення для пентахлорфенолу лежить у межах концентрацій

$1,3 \cdot 10^{-7}$  моль/л і  $4,3 \cdot 10^{-7}$  моль/л, а для 2,4,5-трихлорфенолу –  $1,5 \cdot 10^{-8}$  моль/л і  $4,9 \cdot 10^{-8}$  моль/л. Стандартне відхилення методу становить 4,4 % [13]. Недоліком запропонованого методу є те, що в матриці використовували тільки чотири аналіти, оскільки 2- та 4-хлорфенол не змінюють аналітичного сигналу, а інші органічні сполуки можуть заважати [13].

Відомий метод газової хроматографії [15] для визначення пентахлорфенолу в питній та природній воді із чутливістю 5 нг/л. Визначення ПХФ у харчових продуктах також проводять за допомогою газорідинної хроматографії з використанням детектора електронного захвату з межею виявлення 0,001 мг/кг [6]. Кількісне визначення ПХФ здійснюють методом внутрішнього стандарту після метилювання діазометаном. Недоліком є довготривала пробопідготовка зразків для аналізу. Оскільки попередньо потрібно проводити екстракцію пентахлорфенолу органічним розчинником та реекстракцію водної фази [6], газова хроматографія потребує такої ж пробопідготовки для визначення ПХФ у шкірі [5].

Автори роботи [5] описали метод газової хроматографії. Недоліком такого методу є довготривала пробопідготовка (понад дві доби). Відомий також метод рідинної хроматографії з використанням флуоресцентного детектора, чутливість якого становить 400 пг/мл. Він дає змогу визначати ПХФ у сироватці [19]. Пентахлорфенол можна визначати в зразках ґрунту [23], у відходах деревини, використовуючи метод газової хроматографії [12]. Як і у наведених вище методах, потрібно проводити екстракцію, реекстракцію з калій карбонатом, лінійність методу коливається в межах концентрацій від 10 нг/л до 200 нг/л [23].

Для визначення пентахлорфенолу часто використовують метод екстракції. Автори [25] описують методику визначення ПХФ у водно-етанольному розчині. Розроблено методику визначення пентахлорфенолу у воді методом мікроекстракції, де стандартне відхилення методу коливається в межах 3,5–4,8 % [27]. Часто для визначення ПХФ використовують метод рідинно-рідинної мікроекстракції [14].

Відома методика дисперсійного варіанта мікроекстракції для визначення ароматичних і хлорорганічних сполук у воді. Як екстрагент використовували чотирихлористий карбон, а як диспергуючий аген – етиловий спирт. Межа виявлення хромато-маспектрометрії становить 0,05–3 мг/л із використанням мікроекстракційного концентрування. Стандартне відхилення методу становить 0,10–0,15 [8]. При визначенні ПХФ у стічних водах проводили спочатку дериватизацію, а потім екстракцію сумішшю гексану та ацетону [10]. Відомий експресметод визначення пентахлорфенолу у воді з використанням екстракції та хромато-маспектроскопії [17].

Автори [2] запропонували метод визначення фенолу і його похідних за допомогою тандемної маспектрометрії. Межа визначення становить  $0,2\text{--}8 \cdot 10^{-12}$  г. Розроблено методику флуоресцентного визначення похідних фенолів, лінійність градувальних кривих лежить у межах концентрацій від  $7,0 \cdot 10^{-7}$  до  $1,7 \cdot 10^{-4}$  моль/л [18].

Автори [11] розробили потенціометричну методику визначення ПХФ, де як індикаторний електрод використовують мембранний іон-селективний сенсор. Основні електродні характеристики потенціометричного сенсора: лінійність становить  $6 \cdot 10^{-5}\text{--}1 \cdot 10^{-2}$  моль/л, межа виявлення –  $4 \cdot 10^{-5}$  моль/л, крутизна електродної функції – 55 мВ/рС, робоча зона рН електрода – 5,5–10,5.

Зазначені методи мають безумовні переваги, однак більшість із них потребує попередньої дериватизації пентахлорфенолу, довготривалої пробопідготовки, дорогої апаратури. Дедалі більшу популярність здобувають прості та експресні методи визначення ПХФ. Одним із таких методів є потенціометрія з використанням іонселективних сенсорів [11], а для визначення пентахлорфенолятіону їх майже не використовують.

**Мета** роботи – розроблення потенціометричного сенсора для визначення пентахлорфенолу на основі іонного асоціату (ІА) пентахлорфеноляту бутілпродаміну (БР).

**Матеріали і методи.** Вихідний розчин пентахлорфенолу готували із точної наважки комерційного препарату (ALDRICH) способом розчинення у водно-спиртовому розчині й в 1 моль/л розчином NaOH. Іонну силу підтримували 0,1 моль/л розчином NaCl. Кислотність середовища регулювали за допомогою універсального буферного розчину із відповідним значенням рН, яке контролювали потенціометрично зі скляним електродом. Вихідний розчин основного барвника БР із концентрацією  $1 \cdot 10^{-2}$  моль/л готували через розведення точної наважки препарату в бідистиляті. Робочі розчини пентахлорфенолу готували розведенням вихідних у день проведення експерименту.

ІА був синтезований через повільне змішування  $1 \cdot 10^{-2}$  моль/л розчинів бутилродаміну та пентахлорфенолу. Отриманий розчин залишали за кімнатної температури на 2 год для відстоювання. Осад, що випав, фільтрували та декілька разів промивали холодною дистильованою водою, після чого сушили при кімнатній температурі на повітрі протягом 48 год.

Потенціометричне вимірювання проводили на іонімірі И-160.М (похибка вимірювання  $\pm 1,0$  мВ); як електрод порівняння використовували аргентумхлоридний електрод ЭВЛ-1МЗ при температурі 25,0 °С.

Для моделювання складу мембрани використовували порошкоподібний графіт; як пластифікатори використовували дибутилфталат (ДФБ), діоктилфталат (ДОФ), динонілфталат (ДНФ), дибутилсебаценат (ДСБ), трикрезилфосфат (ТКФ).

Для приготування пасти у фарфоровому тиглі змішували точні наважки електроактивної речовини (ЕАР) (відповідну кількість виділеного у твердому вигляді ІА, щоб його концентрація в пасти становила 5–25 % загальної маси пасти) та графіту до отримання порошку однорідного складу. Після цього додавали відповідний об'єм органічного розчинника-пластифікатора (ДФБ, ДОФ, ДСБ, ТКФ, ДНФ). Суміш ретельно перемішували до отримання однорідної маси (пасти), яку наносили на попередньо підготовлену металічну платформу (сплав Вуда). Виготовлений електрод використовували через 2–3 год після отримання пасти (після її підсихання).

**Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження.** Дослідження електрохімічних властивостей отриманих сенсорів із різним умістом ЕАР (5–25 %) свідчить про те, що всі вони дають відклик на концентрацію пентахлорфенолу в широкому інтервалі:  $n \cdot 10^{-6}$ – $5 \cdot 10^{-2}$  моль/л. При вмісті ЕАР від 5–15 % межа виявлення досягає порядку  $n \cdot 10^{-6}$  моль/л із кутом нахилу градувальних кривих від 38 до 72 мВ/рС (табл. 1). При більшому вмісті електроактивної речовини погіршується контакт пасти зі струмовідводом, оскільки вона стає сухішою і крихкою.

Таблиця 1

**Вплив вмісту ЕАР, вмісту та природи пластифікатора на основні електроаналітичні характеристики пентахлорфенолятних сенсорів**

Вміст ЕАР, %	Вміст пластифікатора, %	Крутизна електродної функції, мВ/рС <sub>ПХФ</sub>	Інтервал лінійності електродної функції, моль/л	Межа виявлення ПХФ, моль/л
5	ТКФ, 38	$38 \pm 1$	$1 \cdot 10^{-4}$ – $5 \cdot 10^{-2}$	$6,4 \cdot 10^{-4}$
10	ТКФ, 38	$72 \pm 1$	$1 \cdot 10^{-6}$ – $5 \cdot 10^{-2}$	$3,4 \cdot 10^{-6}$
15	ТКФ, 38	$56 \pm 1$	$1 \cdot 10^{-4}$ – $5 \cdot 10^{-2}$	$6,6 \cdot 10^{-4}$
20	ТКФ, 38	$64 \pm 1$	$1 \cdot 10^{-4}$ – $5 \cdot 10^{-2}$	$5,2 \cdot 10^{-4}$
25	ТКФ, 38	$34 \pm 2$	$1 \cdot 10^{-5}$ – $5 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$
10	ДСБ, 58	$52 \pm 1$	$1 \cdot 10^{-4}$ – $5 \cdot 10^{-2}$	$7,9 \cdot 10^{-4}$
10	ДНФ, 58	$75 \pm 1$	$9 \cdot 10^{-4}$ – $5 \cdot 10^{-2}$	$7,5 \cdot 10^{-3}$
10	ДФБ, 58	$69 \pm 1$	$1 \cdot 10^{-4}$ – $5 \cdot 10^{-2}$	$5,2 \cdot 10^{-4}$
10	ТКФ, 58	$77 \pm 1$	$1 \cdot 10^{-4}$ – $5 \cdot 10^{-2}$	$5,7 \cdot 10^{-4}$
10	ДОФ, 58	$71 \pm 1$	$9 \cdot 10^{-4}$ – $5 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$
10	ТКФ, 38	$72 \pm 1$	$1 \cdot 10^{-6}$ – $5 \cdot 10^{-2}$	$3,4 \cdot 10^{-6}$
10	ТКФ, 48	$54 \pm 1$	$1 \cdot 10^{-4}$ – $5 \cdot 10^{-2}$	$8,7 \cdot 10^{-4}$
10	ТКФ, 58	$77 \pm 1$	$1 \cdot 10^{-4}$ – $5 \cdot 10^{-2}$	$9,6 \cdot 10^{-4}$
10	ТКФ, 74	$70 \pm 1$	$1 \cdot 10^{-4}$ – $5 \cdot 10^{-2}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$

Відомо [1; 4; 7], що важливим фактором, який впливає на електродну функцію, є природа пластифікатора. Виявилось, що кращими електродними характеристиками володіють пасти пласти-

фіковані ДБФ, ДБС та ТКФ, причому крутизна електродних функцій досягає теоретичного значення (табл. 1). Дещо гірші електроаналітичні характеристики сенсорів щодо межі виявлення при використанні пластифікаторів ДНФ та ДОФ. Досліджено також вплив умісту самого пластифікатора на систему БР та ПХФ (табл. 1). Отож встановлено, що хорошими електроаналітичними характеристиками володіють пасти із вмістом 38–58 % пластифікатора.

Робоча зона кислотності функціонування пентахлорфенолятних сенсорів лежить у межах рН 7,0–11,5 (рис. 1).

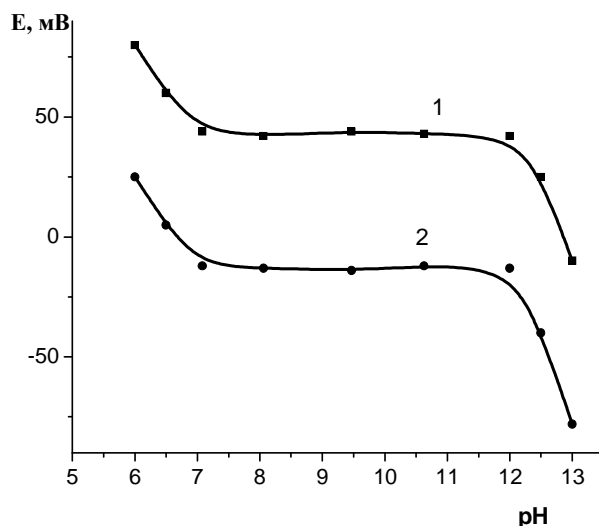


Рис. 1. Вплив рН на електродний потенціал пастового сенсора; 1 – рС (ПХФ) = 2; 2 – рС (ПХФ) = 3, (10 % ІА (БР<sup>+</sup>)(ПХФ); 38 % ТКФ; 0,1 М NaCl)

Визначено також середній час, потрібний для того, щоб потенціал пастового електрода досягнув значення, що відрізняється на  $\pm 2$  мВ від кінцевого рівноважного значення. Час відклику електрода становить 3–5 с для концентрацій пентахлорфенолу в межах  $10^{-4}$ – $10^{-2}$  моль/л і 7–10 с для  $10^{-6}$ – $10^{-5}$  моль/л. Після досягнення рівноваги значення потенціалу залишається постійним.

Потенціометричний коефіцієнт селективності пентахлорфенолятного сенсора визначали відповідно до рекомендацій IUPAC [26] методом «окремих розчинів», згідно з яким указаний коефіцієнт визначається активністю першого іона щодо заважаючого іона, коли регенерується однаковий потенціал у тому ж досліджуваному розчині. Як видно із таблиці 2, пентахлорфенолятний сенсор показує високу вибірковість.

Таблиця 2

## Коефіцієнти селективності розроблених сенсорів з основними барвниками

Іон, сполука	lgK
	БР <sup>+</sup> ПХФ <sup>-</sup>
Cl <sup>-</sup>	< -2,3
Br <sup>-</sup>	< -2,4
I <sup>-</sup>	-2,2
ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-3,1
IO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-3,3
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COO <sup>-</sup>	-2,3
ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	-0,4
B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	< -1,7
SCN <sup>-</sup>	-0,2
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-0,1
C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (OH)COOH	< -2,7
C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> N <sub>3</sub> O <sub>7</sub> <sup>-</sup>	-0,4
B(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>4</sub> <sup>-</sup>	-0,3
сульфанол	-0,5

На основі виготовлених сенсорів розроблено методику потенціометричного визначення пентахлорфенолу, яка апробована при його визначенні в модельних розчинах методом «введено–знайдено» (табл. 3).

Таблиця 3

**Результати потенціометричного визначення пентахлорфенолу в модельних розчинах методом «введено–знайдено» ( $n = 5$ ;  $P = 0,95$ )**

Зразок	Вміст пентахлорфенолу, мг		RSD, %
	введено	знайдено	
1	2,98	2,97 ± 0,13	2,8
2	14,10	14,25 ± 0,14	1,9
3	24,50	24,70 ± 0,31	1,4
4	63,30	63,17 ± 0,64	0,8

**Висновки й перспективи подальших досліджень.** Досліджено вплив різних факторів на основні електроаналітичні характеристики пастових пентахлорфенолятних сенсорів. Визначено також середній час, потрібний для того, щоб потенціал пастового електрода досягнув рівноважного значення. Встановлено робочу зону кислотності функціонування пентахлорфенолятних сенсорів рН 7,0–11,5. Вивчено питання селективності розроблених сенсорів. Розроблено методику потенціометричного визначення пентахлорфенолу.

*Джерела та література*

1. Байулеску Г. Применение ион-селективных мембранных электродов в органическом анализе / Г. Байулеску, В. Кошофрец. – М. : Мир, 1980. – 230 с.
2. Вирюс Э. Д. Идентификация фенола и его производных методом ГХ-МС-МС / Э. Д. Вирюс, И. А. Ревельский, А. И. Ревельский // Науч. вестн. Моск. ун-та. Сер. : Химия. – 2005. – Т. 46, № 6. – С. 388–391.
3. Вредные химические вещества: галоген- и кислородсодержащие органические соединения : справочник. – СПб. : Химия, 1994. – С. 242–254.
4. Камман К. Работа с ионоселективными электродами / К. Камман. – М. : Мир, 1980. – 283 с.
5. Кожа. Определение содержания пентахлорфенола : федеральный закон от 27 декаб. 2002 г. № 184-ФЗ: ГОСТ Р 1.0-2004. – 4 с. – (Нормативный документ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии. ГОСТ ИСО. Проект).
6. Методы контроля. Химические факторы: определения пентахлорфенола в пищевых продуктах. Методическое указания : МУК 4.1.2479-09. – Офиц. изд. – М. : Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2009. – 15 с. – (Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование Российской Федерации).
7. Морф В. Принципы работы ионоселективных электродов и мембранный транспорт / В. Морф. – М. : Мир, 1985. – 280 с.
8. Определение ароматических и хлорорганических соединений в воде с применением дисперсионного микроэкстракционного концентрирования / В. А. Крылов, А. В. Крылов, Г. М. Сергеев [и др.] // Науч. вестн. Нижегород. ун-та им. Н. И. Лобачевского. Сер. : Химия. – 2010. – Т. 3, № 1. – С. 100–1006.
9. Промышленные хлорорганические продукты : справочник / [под ред. Л. А. Ошина]. – М. : Химия, 1979. – 343 с.
10. Федоров Л. А. Диоксины как экологическая опасность ретроспектива и перспективы / Л. А. Федоров. – М. : Наука, 1993. – 209 с.
11. Abbas M. N. PVC membrane ion selective electrode for the determination of pentachlorophenol in water, wood and soil using tetrazolium pentachlorophenolate / M. N. Abbas, G. A. E. Mostafa, A. M. A. Homoda // Talanta. – 2001. – Vol. 55. – P. 647–656.
12. Becker R. Determination of pentachlorophenol (PCP) in waste wood-method comparison by a collaborative trial / R. Becker, H. G. Buge, T. Win // Chemosphere. – 2002. – Vol. 47, № 9. – P. 1001–1006.
13. Cubillos C. Simultaneous determination of pentachlorophenol and 2,4,5-trichlorophenol on solid phase by derivative spectrophotometry [Electronic resurs] / C. Cubillos, Y. Pinto, M. I. Toral // Ciencia Abierta. – 2007. – Vol. 31. – Access mode : [http://cabierta.uchile.cl/revista/31/mantenedor/sub/articulos\\_7.pdf](http://cabierta.uchile.cl/revista/31/mantenedor/sub/articulos_7.pdf)
14. Determination of organic compounds in water using dispersive liquid- liquid microextraction / M. Rezaee, Y. Assadi, M.-R. Milani Hosseini, E. Aghae [et al.] // J. of Chromatography A. – 2006. – Vol. 1116, № 1–2. – P. 1–9.

15. Determination of Pentachlorophenol and Hexachlorobenzene in Natural Waters Affected by Industrial Chemical Residues / Vania Gomes Zuin, Flavia Pereira da Silva Airoidi, Nadia Regina do Nascimento [et al.] // *J. Braz. Chem. Soc.* – 1999. – Vol. 10, № 1. – P. 25–30.
16. Dispersive liquid-liquid microextraction and liquid chromatographic determination of pentachlorophenol in water / Khali Farhadi, Mir. A. Farajzadeh, Amir A. Matin [et al.] // *Cent. Eur. J. Chem.* – 2009. – Vol. 7, № 3. – P. 369–374.
17. Simultaneous determination of pentachlorophenol and carbaryl in water / M. A. Fernander Muino, J. Simal Candara, J. Simal Lozano // *Analytical & Bioanalytical Chemistry.* – 1991. – Vol. 32, № 5–6. – P. 238–240.
18. Fluorescence-based sensing of p-nitrophenol and p-nitrophenyl substituent organophosphates / S. Paliwal, M. Wales, T. Good [et al.] // *Analyt. Chim. Acta.* – 2007. – Vol. 596. – P. 9–15.
19. Liquid chromatographic determination of pentachlorophenol in serum, using pre-column phase-transfer catalysed dansylation and post-column photolysis with fluorescence detection / Cor de Ruiter, Jan-Henk W. Brinkman, Roland W. Frei [et al.] // *Analyst.* – 1995. – Vol. 115. – P. 1033–1036.
20. Determination of pentachlorophenol in wastewater irrigated soils and incubated earthworms / Ying Liu, Bei Wen, Xiao-quan. Shan // *Talanta.* – 2006. – Vol. 69, № 5. – P. 1254–1259.
21. Determination of pentachlorophenol in leather using supercritical fluid extraction with in situ derivatization / Anja Meyer, Wolfgang Kleibohmer // *J. of Chromatography A.* – 1995. – Vol. 718, № 1. – P. 131–139.
22. Pentachlorophenol and its salts and esters: Joint TAO Junep programme for the operation of the prior informed consent: Food and Agriculture Organization of the United Nations United Nations Environment Programme. – Rome – Geneva, 1991, amended 1996. – P. 49–62.
23. Methods for determination of hexachlorobenzene and pentachlorophenol in soil samples / L. Polese, M. L. Ribeiro // *Talanta.* – 1998. – Vol. 46, № 5. – P. 915–920.
24. Reregistration eligibility decision for pentachlorophenol: US EPA 739-R-08-008. – United State Environmental Protection Agency. – Washington, 2008. – 94 p.
25. Solvent extraction of pentachlorophenol from contaminated soils using water-ethanol mixtures / A. P. Khodadoust, M. T. Suidan, C. M. Acheson [et al.] // *Chemosphere.* – 1999. – Vol. 38, № 11. – P. 2681–2693.
26. Selectivity coefficients for ion-selective electrodes: Recommended methods for reporting  $K_A$ ,  $B_{pot}$  values (Technical Report) / Y. Umezawa, K. Umezawa, H. Sato // *Pure Appl. Chem.* – 1995. – Vol. 67. – P. 507–518.
27. Determination of the chlorophenols in water by solid phase microextraction / M. Portillo, N. Prohibas, V. Salvad [et al.] // *J. of Chromatography A.* – 2006. – Vol. 1103, № 1. – P. 29–34.

**Савчук Татьяна. Потенциометрический сенсор для определения пентахлорфенола.** Исследовано условия образования и свойства ионных ассоциатов пентахлорфенола с основным красителем. Установлены состав и свойства ионного ассоциата, изготовленные сенсоры разного состава и оптимизирован их состав. Создан лабораторный образец твердоконтактных потенциометрических сенсоров для определения пентахлорфенола. Разработан новый пастовый пентахлорфенолятный сенсор, где в качестве электродоактивного вещества использовали ионный ассоциат пентахлорфенолята бутилродамина. Интервал линейности электродной функции составляет  $1 \cdot 10^{-6}$ – $5 \cdot 10^{-2}$  моль/л, крутизна – 72 мВ/рС, рабочий интервал рН пентахлорфенолятного сенсора – рН 7,0–11,5. Разработана новая методика, пригодная для анализа природных объектов. Методика может использоваться в заводских и клинических лабораториях.

**Ключевые слова:** пентахлорфенол, потенциометрический сенсор.

**Savchuk Tatyana. Potentiometric Sensors for the Determination of Pentachlorophenol.** A comprehensive study of the conditions of formation and properties of the ion associat of pentachlorophenolate-ion and basic dyes. Laboratory samples of solidcontact potentiometric sensors were developed for the determination was varios penta-chlorophenole. A new pentachlorophenol-sensitive electrode was constructed by incorporating the pentachlorophenol ion pair complex with butylrhodamine into graphite matrix. The linearity ranges of pentachlorophenol sensor function are  $1 \cdot 10^{-6}$ – $5 \cdot 10^{-2}$  mol/l, the sensor function slopes are 72 mV/decade. The pH working range pentachlorophenol sensor is 7,0–11,5. New method of potentiometric determination suitable for the analysis of natural and biological objects was developed. The developed method is suitable for use in factory and clinical laboratories.

**Key words:** Pentachlorophenol, Potentiometry Sensor.

Східноєвропейський національний університет  
імені Лесі Українки

Стаття надійшла до редколегії  
01.02.2013 р.