



Схема 2. Синтез функционализированных гипоксантино-пиримидинов.

Таким образом получен ряд функционализированных бициклов, содержащих сложноэфирную группу при атоме углерода С-5 пиримидинового и атом хлора при атоме углерода С-2 гипоксантинового фрагментов молекулы. Сочетание двух биоактивных матриц в одной молекуле, с возможностью ее дальнейшей функционализации позволяет ожидать расширения спектра биологической активности последующих продуктов, по сравнению с исходными гетероциклами (I, II, схема 2).

Структуру впервые синтезированных соединений подтверждено ¹H NMR-, ¹³C NMR- и масс-спектральными методами анализа.

Литература:

1. Lebedyeva I.O. Theophyllinylpyrimidine Scaffolds Undergo Intramolecular Cyclization Reaction to Form 1,3-Diazepines and Imidazopyrimidines / I.O. Lebedyeva, V.M. Povstyanoy, A.B. Ryabitskii, O. Panasyuk, E. Ivahnenko, V.P. Lozova, I. Markevich, S. Allakhverdova, M.V. Povstyanoy // Eur. J. Org. Chem. – 2013. – P. 4594-4606.
2. Lyubashov P.P. Functionalized Diphenyl-Imidazolo-Pyrimidines / P.P. Lyubashov, V.M. Povstyanoy, A.A. Krysko, A. Plotkin, I. Lovett, M.V. Povstyanoy, I.O. Lebedyeva // J. Heterocyclic Chem. – 2018. – Vol. 55, N 1. – P. 276-281.

УДК [543.24:543.48]:546.72:543.3

¹Попович Т.А., ¹Вишневська Л.В., ¹Щоткін В.В.

¹Херсонський державний університет

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТИТРИМЕТРИЧНОГО І ФОТОМЕТРИЧНОГО МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ЙОНІВ ФЕРУМУ У ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ

В ході проведених досліджень здійснено порівняльну характеристику різних методів визначення йонів Феруму у водних розчинах: титриметричного комплексометричного з комплексом III; фотоколориметричного з калій тіоціанатом; фотоколориметричного з сульфосаліциловою кислотою з метою

встановлення їх чутливості і точності при роботі з різними концентраціями досліджуваного компонента.

Ключові слова: титриметричний метод, фотометричний метод, йони Феруму.

В ходе проведенных исследований осуществлена сравнительная характеристика различных методов определения ионов Ферума в водных растворах: титриметрического комплексометрического с комплексоном III; фотоколориметрического с калий тиоцианатом; фотоколориметрического с сульфосалициловой кислотой с целью установления их чувствительности и точности при работе с различными концентрациями исследуемого компонента.

Ключевые слова: титриметрический метод, фотометрический метод, ионы Феруму.

In the course of the research, a comparison of various methods of determining ions of iron in aqueous solutions was carried out, such as the titrimetric complexometric method with complexon III, photocolourimetry with potassium thiocyanate and photocolourimetry with sulfosalicylic acid. The goal of the study was to define the sensitivity and accuracy of these methods when working with different concentrations of the investigated components.

Keywords: titrimetric method, photometric method, ions of iron.

Охорона підземних і поверхневих вод та визначення їх якості в достроковій перспективі оздоровлення довкілля повинна бути першочерговою задачею [1]. Для цього, насамперед, потрібен постійний лабораторний контроль за йонним складом води, тому що наднормативний їх вміст у питній воді негативно впливає на здоров'я людини. Так, наприклад, сполуки Феруму(II, III), які є поширеними у природних водах і можуть перебувати у різних формах [2], здатні за високих концентрацій спричиняти порушення в роботі шлунково-кишкового тракту: метеоризм, здуття, нудоту. Також можуть розвиватися алергічні реакції, рідше гемохроматоз, наслідком якого є системне пошкодження печінки, серцево-судинної та ендокринної систем, надлишок йонів Феруму спричиняє ослаблення імунної системи [3].

Для контролю вмісту Феруму у водному середовищі зазвичай використовують титриметричні та фотометричні методи аналізу, які відрізняються за чутливістю, точністю, експресністю, трудоемністю тощо [4]. Найбільш доступними в лабораторному оформленні є хімічні титриметричні методи аналізу, які не потребують складного і дорогавартісного обладнання, але, в свою чергу, можуть спричиняти похибку визначень за рахунок нечіткості переходу забарвлення індикатора в точці кінця титрування, крім того даний метод не є нормативним для визначення йонів Феруму. Серед фізико-хімічних методів досить поширеними є фотометричні методи – фотоколориметричний та спектрофотометричний [5]. Дані оптичні методи відрізняються точністю визначення, але потребують спеціальних вмінь і навичок для побудови калібрувальних графіків, проведення розрахунків, а також вимагають багатовартісного обладнання – фотоелектроколориметрів та спектрофотометрів.

Метою даної роботи було з'ясування переваг і недоліків титриметричного та фотометричних методів кількісного визначення йонів Феруму, а також мож-

ливості їх застосування в аналізі при різному кількісному вмісті йонів Феруму(II) і Феруму(III) у водних об'єктах.

За результатами проведених досліджень визначено межі чутливості методів титриметричного комплексонометричного визначення йонів Феруму(II, III) з комплексоном III у кислому середовищі та фотоколориметричного визначення даних йонів з сульфосаліциловою кислотою і з калій тіоціанатом [6, 7].

В ході роботи з'ясовано, що при комплексонометричному визначенні йонів Феруму з концентраціями Fe(III) 0,2-4,0 мг/дм³ встановлення точки кінця титрування є проблематичним, так як при додаванні титранту утворюється комплексна сполука, яка надає розчину досить слабкого забарвлення і візуально дуже складно помітити момент переходу забарвлення, тому значення похибки титрування за зазначених концентраціях наближається до 10%. Встановлено, що даний метод доцільно застосовувати при вмісті йонів Fe(III), починаючи тільки з 5 мг/дм³ і більше, тоді похибка експерименту входить в межі дозволених у титриметрії ($V \leq 2\%$) [8]. Тому комплексонометричний метод доцільно застосовувати при визначенні вмісту Феруму в поверхневих або стічних недоочищених водах з наднормативним вмістом даних йонів.

В ході фотометричних визначень за побудованими калібрувальними прямими встановлено, що кут нахилу (α^1) прямої калібрувального графіка фотоколориметричного визначення йонів Феруму з сульфосаліциловою кислотою більший у порівнянні з кутом нахилу (α^2) прямої калібрувального графіка фотометричного визначення йонів Феруму з калій тіоціанатом ($\alpha^1 > \alpha^2$), відповідно і $\text{tg } \alpha^1 > \text{tg } \alpha^2$. Так як тангенс кута нахилу функції $A=f(c(\text{Fe}^{3+}))$ відповідає чутливості (S) аналітичного методу, то $S_1 > S_2$, тобто чутливість фотоколориметричного методу визначення йонів Феруму в водних розчинах з сульфосаліциловою кислотою вища, ніж у фотометричного методу з калій тіоціанатом. Це дозволяє визначити концентрації йонів Феруму від 0,1 до 4,0 мг/дм³ при заданій довжині хвилі 400 нм і товщині шару розчину 2 см, так як в зазначеному діапазоні концентрацій максимальне значення оптичної густини ($A=0,8$) не виходить за межі мінімальної похибки у фотометрії. Тому для контролю якості поверхневих природних вод, в яких вміст йонів Феруму знаходиться на рівні $\leq 0,5$ мг/дм³, доцільно застосовувати фотометричні методи, які є більш чутливі ніж титриметричні.

В ході роботи з фотометричного визначення йонів Феруму з калій тіоціанатом нами встановлено діапазон вмісту досліджуваних йонів, який може бути визначений при різній товщині шару розчину з метою забезпечення мінімального значення похибки. Так, для діапазону концентрацій йонів Феруму $c(\text{Fe}^{3+}) = 1,0 \div 7,0$ мг/дм³ рекомендовано використання кювети розміром 1 см, що забезпечує оптимальні значення оптичної густини від 0,110 до 0,805, при яких відносна похибка визначень $V \leq 2\%$. При меншому вмісті йонів Феруму у водному середовищі ($c(\text{Fe}^{3+}) = 0,1 \div 1,0$ мг/дм³) рекомендовано проводити фотоколориметричні визначення при товщині шару розчину 5 см, при цьому діапазон оптичної густини знаходиться в межах $0,10 \div 0,86$ ($V \leq 2\%$).

Таким чином, в ході роботи встановлено, що комплексонометричний метод визначення йонів Феруму з комплексоном III є малочутливим методом, який тільки за концентрацій вище 5 мг/дм³ працює в межах похибки в титриметрії.

трії. Він може бути застосований для аналізу водних об'єктів, які містять наднормативну кількість йонів Феруму – це антропогенно забрудненні поверхневі води та недоочищені стічні води. Для контролю якості питної води та більшості поверхневих вод доцільно використовувати більш чутливі фотометричні методи аналізу, серед яких фотоколориметричний метод визначення йонів Феруму з сульфосаліциловою кислотою в порівнянні з фотоколориметричним методом з тіоціанатом є більш чутливим і дозволяє виявити менший вміст визначаємого компонента із заданою довірчою ймовірністю.

Список використаних джерел

1. Про затвердження Загальнодержавної цільової програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року: Закон України від 24.05.2012 № 4836-VI. *Відомості Верховної Ради*. 2013. № 17. Ст. 146.
2. Линник П. М., Жежеря В. А., Линник Р. П., Зубенко И. Б. Особенности распределения металлов среди сосуществующих форм в воде р. Десны *Гидробиологический журнал*. 2012. т. 48. № 3. С. 98 – 114.
3. Левітін Є. Я., Ведерникова І. О., Коваль А. О., Криський О. С. Біоактивність неорганічних сполук: навч. посібн. для аудит. та самост. роботи студентів / за ред. Є. Я. Левітіна. Харків: НФаУ, 2017. 83 с.
4. Аналитическая химия : учебник / Н.И. Мовчан и др. Москва: ИНФРА-М, 2016. 394 с.
5. Сухарева Т. С., Сухарева О. Ю., Онисько М. Ю., Базель Я. Р. Спектрофотометричне визначення Al(III) та Fe(III) у питних водах. *Науковий вісник Ужгородського університету*. 2013. №1 (29). С. 40–45.
6. Шевряков М. В., Повстяний М. В., Рябініна Г.О. Практикум з аналітичної хімії. Кількісний аналіз: навч. посібн. для студентів вищих навчальних закладів. Херсон: Олді-плюс, 2012. 208 с.
7. Шевряков М.В., Рябініна Г.О., Попович Т.А. Практикум з аналітичної хімії. Кількісний аналіз неорганічних та органічних речовин : навч. посіб. для студентів хімічних та фармацевтичних спеціальностей закладів вищої освіти. Вид. 2-е доп. та пер. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. 304 с.
8. Шевряков М. В., Повстяний М. В., Яковенко Б. В., Попович Т.А. Аналітична хімія. Теоретичні основи якісного та кількісного аналізу: навчально-методичний посібник. Херсон: Айлайт, 2013. 404 с.

УДК 54:378.14(075.8)

^{1,2}Прокопчук Т.П., ¹Суховєєв В.В.

¹Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя

²КЗВО КОР «Білоцерківський гуманітарно-педагогічний коледж»

ВИКОРИСТАННЯ ON-LINE ПЛАТФОРМ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ПІД ЧАС КАРАНТИНУ

Актуальність проблеми дистанційного та/або онлайн-навчання полягає в тому, що в непередбачуваних умовах карантинних заходів, у даній статті запро-