

СУЧАСНІ МЕТОДИКИ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ВИЗНАЧЕННЯ НЕІОНОГЕННИХ ПАР

Русин В.М., Капшин С.О.

Кафедра аналітичної хімії

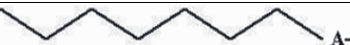
e-mail: vasilina.lavra@uzhnu.edu.ua

kapshyn.serhii@student.uzhnu.edu.ua

Повехнево-активні речовини (ПАР) є ключовими компонентами в багатьох сферах життєдіяльності, зокрема в промисловості, медицині, сільському господарстві та побуті. Використання ПАР дозволяє значно поліпшити якість і ефективність багатьох продуктів та процесів у різних сферах життєдіяльності, що робить їх невід'ємною частиною сучасного виробництва. Одними з таких є неіонні поверхнево-активні речовини, які широко використовуються в побутових і промислових продуктах як миючі засоби, солубілізатори, емульгатори та піноутворювачі, часто в комбінації з іншими ПАР.

Часто робляться спроби розрізнити природні та синтетичні ПАР. Ця класифікація непроста і не завжди має сенс. Гідрофобні «Хвости» більшості поверхнево-активних речовин досить подібні, складаються з вуглеводного ланцюга, який може бути розгалуженим, лінійним або ароматичним. Однак, гідрофільний «голівки» ПАР мають різний заряд що і розподіляє їх на класифікацію, яка приведена у вигляді таблиці 1.

Таблиця 1. Класифікація поверхнево-активних речовин.

Клас	Заряд	Загальна формула	Приклад
Аніонні	«-»		Додецилсульфат натрію
Катіонні	«+»		Октенідин дигідрохлорид
Цвіттеріонні	«+-»		Лаурилдиметиламіноксид
Неіонні	0		Тритон X-100, Полісорбат 80

Неіонні поверхнево-активні речовини - це клас поверхнево-активних речовин, які не мають заряджених груп у своїх гідрофільних головках. Вони більш стабільні, біосумісні та менш токсичні порівняно з їх аніонними, амфотерними або катіонними аналогами. Крім того, вони були перевагами, оскільки вони підтримували рН до фізіологічного рН разом із своїми характерними функціями змочування, солубілізації та підвищення проникності [1]. Крім того, НПАР широко використовуються у медицині, а саме НПАР є основними компонентами ніосом [2], які при гідратації утворюють пластинчасті мікроскопічні та наноскопічні везикули. Неіоногенні поверхнево-активні речовини є переважними через їхні властивості та здатності утворювати стійкі формулювання. Вони є інгібіторами р-глікопротеїну, тому підвищуються біодоступність деяких протипухлинних препаратів, ліків від ВІЛ та деяких класів наркотиків [3-6].

Враховуючи вище сказане, необхідність НПАР, як і їх методи аналізу є невід'ємною частиною будь-якого створення ліків, чи продуктів на їх основі. У одній статті запропоновано новий і простий метод визначення критичної концентрації міцел (ККМ) іонних і неіонних ПАР [7]. Вугільні точки демонстрували значну флуоресценцію, що підвищувало чутливість цієї оцінки. Розуміння утворення міцел поверхнево-активної речовини є життєво важливим для застосування в біомедицині, наприклад виготовлення ліків і інтелектуальних молекулярних носіїв для доставки терапевтичних доз до різних молекулярних сайтів. Властивість

флуоресценції вуглецевих точок була вперше використана для оцінки критичної концентрації міцел поверхнево-активних речовин. Центральна концепція підходу базується на визначенні стоксового зсуву системи, що складається з постійної кількості вуглецевих точок із змінними концентраціями іонних та неіонних поверхнево-активних речовин. Синтезовані вуглецеві точки були охарактеризовані за допомогою FTIR, TEM, XRD, Raman, UV та флуоресцентної спектроскопії. Вуглецеві точки збуджували при 280 нм, щоб отримати максимальне випромінювання для вимірювання Стоксового зсуву. Значення ККМ цетилтриметиламоній броміду (ЦТАБ), додецилсульфату натрію (ДДС), Тритон X-100, додецилдиметил(3-сульфопропіл)амоній гідроксиду (SB-12), оцінене цим підходом, було 0,98, 7,3, 0,19 і 3,5 мМ відповідно. Сигнали спектрів були приписані та пояснені в термінах як переходів електронів між конкретною молекулярною орбітальною, так і взаємодії з розчинником.

Ще одна методика, запропонована раніше для визначення значень СМС, яка не включає вимірювання поверхневого натягу або використання молекул барвника, але дозволяє спостерігати міцелоутворення в режимі реального часу, це ізотермічна титрована калориметрія (ІТС) [8]. Загалом було виявлено, що ІТС є придатним методом для точного визначення ККМ, уникаючи недоліків альтернативних методів, таких як поверхневий натяг або додавання молекул барвника. Таким чином, цю техніку можна застосувати до значно ширшого діапазону поверхнево-активних речовин, як неіоногенних, так і іоногенних, для встановлення ККМ будь-якої бажаної поверхнево-активної речовини, наприклад, тих, що використовуються для солюбілізації ліків або реакційних середовищ. Однак слід зазначити, що існує вимога провести невелику початкову розробку методу, щоб переконатися, що концентрації, вибрані для експерименту, дозволяють спостерігати за процесом ККМ в діапазоні експериментальних концентрацій.

Комплексне розділення та аналіз неіонних поверхнево-активних речовин було проведено шляхом поєднання надкритичної рідинної хроматографії (НРХ) із спектрометрією іонної рухливості та мас-спектрометрією (ІМС-МС) [9]. Були досліджені репрезентативні неіонні поверхнево-активні речовини, включаючи алкілфенол-етоксилати (АРЕО), наприклад, октилфенол-етоксилати (ОРЕО) та жирні спирти-етоксилати (FAE), наприклад, лауриловий спирт-етоксилати (LAE). Колонку з діолом високої щільності менше 2 мкм використовували для хроматографічного розділення за допомогою НРХ першого виміру через відмінності в етоксиланцюзі до іонізації електророзпиленням (ESI). Зберігаючи точність попереднього іонізаційного розділення в першому вимірі, впровадження ІМС забезпечило додаткову постіонізаційну роздільну здатність шляхом широкого фракціонування олігометричних етоксимерів на основі їх розміру та електричного заряду протягом 13,78 мс. Можна чітко спостерігати ряди одно- та багатозарядних неіонних видів. Розділення рухливості іонів у мілісекундному часовому масштабі ідеально відповідає часу елюції хроматографічного піку, водночас ефективно надаючи компоненти в мас-аналізатор із швидким скануванням часу прольоту (СЧС) для характеристики та аналізу.

Серед великої кількості нових забруднювачів, що скидаються зі стічних вод у поверхневі води, поверхнево-активні речовини належать до тих, що мають найвищі концентрації. Їх кількісне визначення за допомогою рідинної хроматографії в поєднанні з тандемною мас-спектрометрією (РХ-МС/МС) [10] та їх екстракцію за допомогою SPE було оптимізовано шляхом порівняння різних механізмів утримання. Найкращі показники були отримані з колонкою LC C18 із щепленим кремнеземом і гідрофільно-ліпофільним збалансованим (HLB) полімерним картриджем SPE. Кінцевий аналітичний метод був перевірений і застосований для кількісного визначення поверхнево-активних речовин у 36 пробах річкової води. Оцінювали межі кількісного визначення методу (LQ), внутрішньо- та міждобову точність і вірність. З LQ від 15 до 485 нг/л і вірністю понад 80%, цей метод був придатним для моніторингу поверхнево-активних речовин у поверхневих водах.

Є багато інформації про створення датчиків для аніонних або катіонних поверхнево-активних речовин або неіонних поверхнево-активних речовин. Але до цього часу було

zareestrovano liše kіlʹka okremih sensornih materіalіv yak dlya іonnih, tak і dlya neіonnih poverkhevo-aktivnih rečovин. Takі zagalʹnі fljuorescentnі datčiki yak dlya іonnih, tak і dlya neіonnih poverkhevo-aktivnih rečovин djuhe rіdkіsnі. U cій statті [11] vikoristali відновлений оксид графену (RBGO) з родаміном В (RhB) dlya viznachennja vsіh tipіv poverkhevo-aktivnih rečovин. RBGO reaguvav na ці poverkhevo-aktivnі rečovини do najnižчої koncentracії 10^{-6} M. Koncentracії poverkhevo-aktivnih rečovин vimірюvalи kіlʹkіsnim vivіlʹnennjam RhB z grafenovih materіalіv po відношенню do kіlʹkості poverkhevo-aktivnih rečovин, prisutnіh u rozčині. Krіm togo, mi takozh продемонстрували метод візуального виявлення dlya іонних і неіонних poverkhevo-aktivnih rečovин z vikoristannjam kompleksu RBGO, yakij dopomіg zručno vizualізувати poverkhevo-aktivnі rečovини v УФ-випромінюванні (365 nm), і це може допомогти легко vizualізувати poverkhevo-aktivnі rečovини v budʹ-yakomu місці. Takим чином, ця легка супрамолекулярна збірка RBGO може бути хорошим додатковим інструментом dlya виявлення poverkhevo-aktivnih rečovин u zrazkah navkolišнього середовища.

Vzaємodіja barvnik–PAR u vodnih rozčинah має велике значення v технології фарбування та електрохімічних пристроях, таких як сонячні нагрівачі, фотоелектричні елементи, фотогальванічні елементи тощо. U даній statті перевірялось комплексна взаємодія брильянтового крезілового синього (БКС) z аніонним, катіонним та неіонним PAR [12]. V результаті чого взаємодія пройшла z усіма PAR, krіm катіонних. Takим чином, катіонний барвник, yakij показує червоний зсув із poverkhevo-aktivною rečovиною, може бути більш корисним u porівнянні z тим, yakij показує синій зсув із poverkhevo-aktivною rečovиною, dlya покращення електричного виходу фотогальванічний елемент. Porядок стабільності барвник–poverkhevo-aktivnі rečovини silʹno підтверджується порядком електричного виходу вже повідомлених даних фотогальванічних елементів. Otже, цей тип взаємодії відіграє важливу роль dlya підвищення електричної потужності фотогальванічних елементів dlya перетворення та зберігання сонячної енергії.

U висновку, sучasnі методи analіzu neіonnih poverkhevo-aktivnih rečovин (НPAR) vključajutʹ rіznomаніtnі підходи, що дозволяють точно виявляти та досліджувати ці rečovини. Серед них – fljuorescencія та спектрофотометрія, які забезпечують швидкий та чутливий analіз, a takozh розробка спеціалізованих датчиків dlya виявлення сурфактантів. Izотермічна титрована калориметрія дозволяє вивчати термодинамічні властивості, todі yak tandemні методи, такі як поєднання надкритичної рідинної хроматографії зі спектрометрією іонної рухливості та мас-спектрометрією, a takozh рідинної хроматографії z tandemною мас-спектрометрією, забезпечують високу роздільну здатність та точність u viznachennі складних сумішей НPAR. Ці методи є необхідними dlya контролю якості, екологічного моніторингу та наукових досліджень.