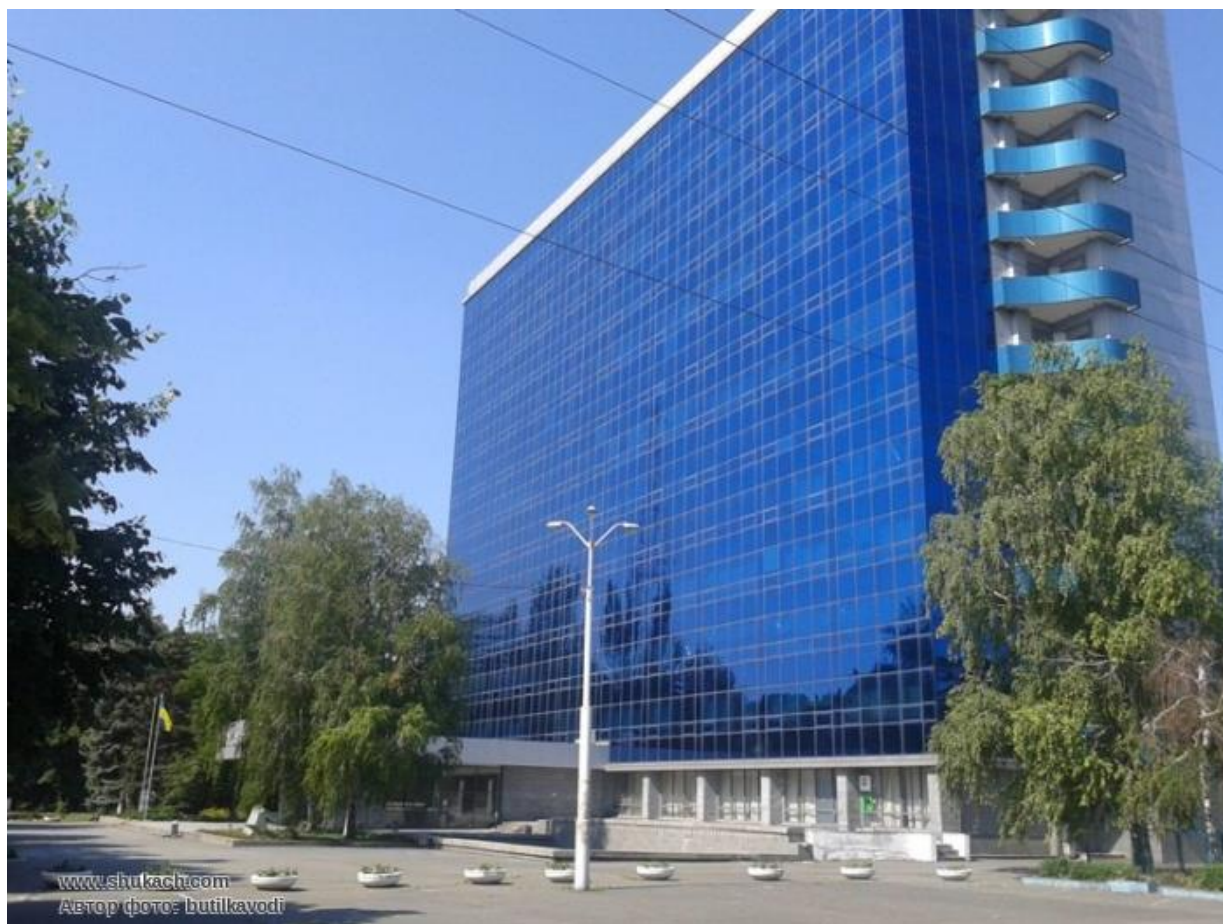


XX Всеукраїнська конференція молодих вчених та студентів з актуальних питань сучасної хімії, Дніпро, 16-19 травня 2022 р.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ОЛЕСЯ ГОНЧАРА**

**Інститут органічної хімії
НАН України**

XX ВСЕУКРАЇНСЬКА КОНФЕРЕНЦІЯ
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ ТА СТУДЕНТІВ
З АКТУАЛЬНИХ ПИТАНЬ СУЧАСНОЇ ХІМІЇ



МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Дніпро
16-19 травня 2022 р.

XX Всеукраїнська конференція молодих вчених та студентів з актуальних питань сучасної хімії, Дніпро, 16-19 травня 2022 р.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ОЛЕСЯ ГОНЧАРА**

**Інститут органічної хімії
НАН України**

XX ВСЕУКРАЇНСЬКА КОНФЕРЕНЦІЯ
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ ТА СТУДЕНТІВ
З АКТУАЛЬНИХ ПИТАНЬ СУЧАСНОЇ ХІМІЇ



Дніпро
16-19 травня 2022 р.

XX Всеукраїнська конференція молодих вчених та студентів з актуальних питань сучасної хімії, Дніпро, 16-19 травня 2022 р.

ПРОГРАМНИЙ ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова - *Варгалюк Віктор Федорович*, декан хімічного факультету ДНУ, д-р хім. наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України

Відповідальний секретар – *Маторіна Катерина Вячеславівна*, доцент кафедри аналітичної хімії, канд. хім. наук, доцент

Шермолівч Юрій Григорович, заступник директора ІОХ НАН України, д-р хім. наук, професор

Оковитий Сергій Іванович, ректор ДНУ, д-р хім. наук, професор

Вишнікін Андрій Борисович, зав. каф. аналітичної хімії ДНУ, д-р хім. наук, професор

Стець Надія Вікторівна, зав. каф. фізичної, органічної та неорганічної хімії ДНУ, канд. хім. наук, доцент

Варлан Костянтин Єлисейович, зав. каф. хімії та хімічної технології ВМС ДНУ, канд. хім. наук, доцент

Кондратюк Наталія Вячеславівна, заступник декана з наукової роботи, зав. каф. харчових технологій ДНУ, канд. тех. наук, доцент

Петко Кирило Ігорович, с.н.с. ІОХ НАН України, канд. хім. наук

Матюшок Віктор Іванович, директор Науково-сервісної фірми «ОТАВА» (м. Київ)

Аніщенко Андрій Олександрович, доцент каф. фізичної, органічної та неорганічної хімії ДНУ, канд. хім. наук, доцент

Пальчиков Віталій Олександрович, зав. НДЛ каф. фізичної, органічної та неорганічної хімії ДНУ, ст. наук. співр.

Борщевич Лариса Вікторівна, доцент каф. фізичної, органічної та неорганічної хімії ДНУ, канд. хім. наук, доцент

АДРЕСА ОРГКОМІТЕТУ:

Хімічний факультет (16 корпус),

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

вул. Козакова, 22

Дніпро, 49010, Україна

XX Всеукраїнська конференція молодих вчених та студентів з актуальних питань сучасної хімії, Дніпро, 16-19 травня 2022 р.

УДК 54(063)

ББК 24я431

Т 67

ISBN

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
Інститут органічної хімії НАН України

Голова оргкомітету

Варгалюк Віктор Федорович, декан хімічного факультету ДНУ, д-р хім. наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України

Т67 «XIX Всеукраїнська конференція молодих вчених та студентів з актуальних питань сучасної хімії» Дніпро, 2022. - 71 с.

ISBN

УДК 54(063)

ББК 24я431

Т 67

СЕКЦІЯ

АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ

Керівник: Вишнікін Андрій Борисович, зав. каф. аналітичної хімії ДНУ,
д-р хім. наук, професор

Секретар: Сидорова Лариса Петрівна, доц. каф. аналітичної хімії ДНУ,
канд. хім. наук, доц.

ПОТЕНЦІОМЕТРИЧНИЙ СЕНСОР, ЧУТЛИВИЙ ДО ВІТАМІНУ D₃

Савчук Н. С., Маторіна К.В.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

49010, м. Дніпро, просп. Гагаріна, 72

Вітаміни — це органічні сполуки, що містяться в дуже малих кількостях в їжі, однак вони необхідні для нормального функціонування — і навіть для виживання живих організмів, людини, тварини та рослини. Вітаміни групи D відносяться до класу біологічно-активних сполук стероїдної природи і є одними із головних регуляторів гомеостаза кальцію в організмі [1].

Недостатність вітаміну D₃ (холекальциферолу) відіграє значну роль у виникненні захворювань опорно-рухового апарату. Більше того, нещодавно виявлено, що вищий за нормальний рівень вітаміну D₃ в крові зменшує поширеність таких захворювань, як рак, діабет, серцево-судинні та аутоімунні захворювання. Тому є постійно зростаючий запит на експресні, легкі у виконанні, зручні та чутливі методи для визначення метаболітів вітаміну D у медичних цілях і для оцінки якості харчових продуктів, зокрема продукції особливого призначення, для людей, що працюють в екстремальних умовах, мають високі фізичні або розумові навантаження, для людей з певними захворюваннями [2].

Актуальність визначення вітаміну D₃ обумовлена як цілями клінічного аналізу (моніторинг вмісту аналіту в біологічних рідинах пацієнта – сеча, кров, слина), так і з метою контролю препаратів на фармацевтичному виробництві. Незважаючи на те, що вітаміни групи D є дуже складними аналітами, на сьогоднішній день є безліч методів їх визначення, які можна об'єднати у кілька великих груп: оптичні, хроматографічні та електрохімічні методи [3].

Для розв'язання цієї проблеми перспективним є електрохімічний метод аналізу, а саме конструювання потенціометричних сенсорів, зворотніх до біологічно-активних речовин, зокрема вітамінів різних груп. Цей підхід поєднує в собі селективність і доступність, сенсори характеризуються хорошими експлуатаційним та метрологічними характеристиками [4, 5].

XX Всеукраїнська конференція молодих вчених та студентів з актуальних питань сучасної хімії, Дніпро, 16-19 травня 2022 р.

В даний час для аналізу багатьох речовин запропоновано надійні іоноселективні електроди (ІСЕ) та безліч потенціометричних сенсорів, селективних до речовин органічної та неорганічної природи. Їх особливість полягає в тому, що поряд зі значним спрощенням аналітичної процедури вони дозволяють отримати достатньо високу чутливість та низьку похибку вимірювань при мінімальній витраті часу.

Метою цієї роботи є створення потенціометричного сенсору, чутливого до вмісту вітаміну D₃ як в фармацевтичних препаратах, так і в біологічних рідинах та продуктах харчування.

Попередньо було встановлено утворення малорозчинних асоціатів вітаміну D₃ з органічним барвником алізариновим червоним С (АЧ) та молібдофосфорною кислотою (МФК). На основі синтезованих електродно-активних речовин (ЕАР) у вигляді осадів ХК - АЧ та ХК – МФ було сконструйовано 2 типи сенсорів: сенсор з пластифікованою мембраною та твердоконтактний сенсор (підложка - сталева медична голка, діаметр не більше 1 мм).

Для синтезу пластифікованої мембрани використовували інертну полівінілхлоридну (ПВХ) матрицю, а в якості електродно-активної речовини (ЕАР) – іонний асоціат холекальциферолу (ХК) з АЧ або МФК [6]. Розчинником слугував циклогексанон, а дибутилфталат (ДБФ) – розчинник-пластифікатор.

Для синтезу твердотілого сенсору використовували в якості основи сталеву медичну голку, кінець якої було занурено 5 разів у свіжевиготовлену полімерну мембрану з ЕАР до утворення кульки діаметром 10 мм.

Проведено скрінінг сконструйованих потенціометричних сенсорів за основними електродно-аналітичними характеристиками: динамічний діапазон концентрацій, крутизна електродної функції, час відгуку, час життя мембрани, мінімальна визначувана концентрація, необхідність попереднього кондиціонування.

Отримали електродну функцію мембранних сенсорів на основі осадів ХК – АЧ та ХК-МФК у спиртових розчинах вітаміну D₃ та твердотілого електроду на основі АЧ-МФК. У якості внутрішнього розчину для мембранних сенсорів використовували спиртовий розчин вітаміну D₃ з концентрацією $C = 1 \cdot 10^{-4}$ М.

Узагальнені результати потенціометричних вимірювань наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 Електродно-аналітичні характеристики, сконструйованих сенсорів, селективних до вітаміну Д₃

ЕАР	S, мВ/рС	рС	Час відгуку, хв
ХК-МФК (мембранний)	63	2,0 – 5,3	2
ХК- АЧ (мембранний)	55	2,0 – 5,0	1
ХК-МФК (твердотільний)	59	2,0-5,5	1

Встановлено, що для всіх запропонованих сенсорів спостерігається достатньо широкий інтервал лінійності та крутизна електродної функції відповідає теоретичному значенню нахилу нернстівської функції для однозарядних йонів. Час відгуку не перевищує 2 хвилини. Сконструйовані мембранні та твердоконтактні сенсори, чутливі до вітаміну Д₃ можна використовувати в аналізі фармацевтичних препаратів, в клінічній діагностиці біологічних рідин у преддіагностиці для попередження захворювань.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Евлаш, В.В. Химия витаминов: учебное пособие / В.В. Евлаш, Н.А. Отрошко, Т.О. Кузнецова; Харьк. гос. ун-т питания и торговли. – Харьков: ХГУПТ, 2014. – 155 с.
2. Kia, Solmaz; Bahar, Shahriyar; Bohlooli, Shahab. A novel electrochemical sensor based on plastic antibodies for vitamin D3 detection in real samples. IEEE Sensors Journal, 2019, 19.13: 4752-4757.
3. И. Мантров, М. А. Феофанова, С.С Рясенский Тверской государственной университет Ионоселективный электрод для определения никотиновой кислоты в фармацевтических препаратах // Вестник ТвГУ. Серия "Химия". - 2019. - № 2(36). - С. 113 – 118.
4. Камман К. Работа с ионоселективными электродами / К. Камман. – М. : Мир, 1980. – 283 с.
5. Ткач В. І. Гетерополіаніони структури Кегіна як аналітичні реагенти на азотвміщуючі органічні речовини : автореф. ... дис. д-ра хім. наук : 02.00.02 / В. І. Ткач ; Укр. держ. хім.-технол. ун-т. – Дніпропетровськ, 1999. – 35 с.
6. Huang, Lei, et al. Electrochemical vitamin sensors: A critical review. Talanta, 2021, 222: 121645.

ВЗАЄМОДІЯ КРЕЗОЛОВОГО ЧЕРВОНОГО ТА БРОМКРЕЗОЛОВОГО ПУРПУРНОГО З НАТАМІЦИНОМ

Баланенко А.Д.¹, Жук Л.П.¹, Смітюк Н.М.¹, Могильна І.О.²

¹*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара*

49010, м. Дніпро, просп. Гагаріна, 72

²*ТОВ «Компанія Біо Ресурси», м. Дніпро, вул. Д. Галицького, 53/21*

З кожним роком популярність антимікотичного засобу натаміцину зростає. Насамперед, це пов'язано із широким спектром його дії та високою активністю щодо патогенних грибків. Про нетоксичність даного препарату й досі ведуться певні дебати. Така невизначеність не зменшує його застосування у різних сферах (медицині, сільському господарстві, харчовій промисловості). Проте, вимагає чіткого контролю вмісту натаміцину в продуктах харчування та лікарських препаратах.

Сьогодні продовжують розроблятися різноманітні методики кількісного аналізу натаміцину, і всі вони зосереджені на сучасних, швидких, але дороговартісних методах. Тому актуальним напрямком роботи є пошук більш доступної для широкого застосування методики. З даної точки зору, перспективними виглядають спектрофотометричні або колориметричні методи, засновані на отриманні забарвлених аналітичних форм натаміцину за допомогою органічних реагентів.

Спектрофотометрично досліджено вплив натаміцину на поведінку барвників сульфогталеїнового ряду – крезолового червоного (КЧ) та бромкрезолового пурпурного (БКП). Знайдене значення рК, що відповідає процесу дисоціації і утворенню двозарядного аніону, для КЧ лежить в області $8,90 \pm 0,03$, а для БКП – $6,91 \pm 0,04$. Саме за таких умов і проводилися дослідження.

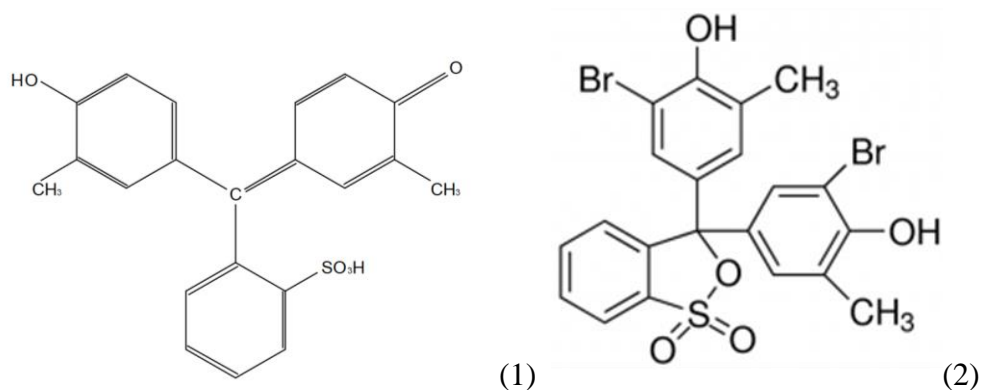


Рис. 1 – Структурні формули КЧ (1) та БКП (2)

При введенні в розчин КЧ натаміцину відбувається зміна спектральних властивостей барвника (рис.2). Спостерігається зростання оптичної густини на 30% в області поглинання моноаніона барвника і зменшення в області поглинання діаніона при невеликому гіпсохромному зміщенні максимумів спектрів поглинання.

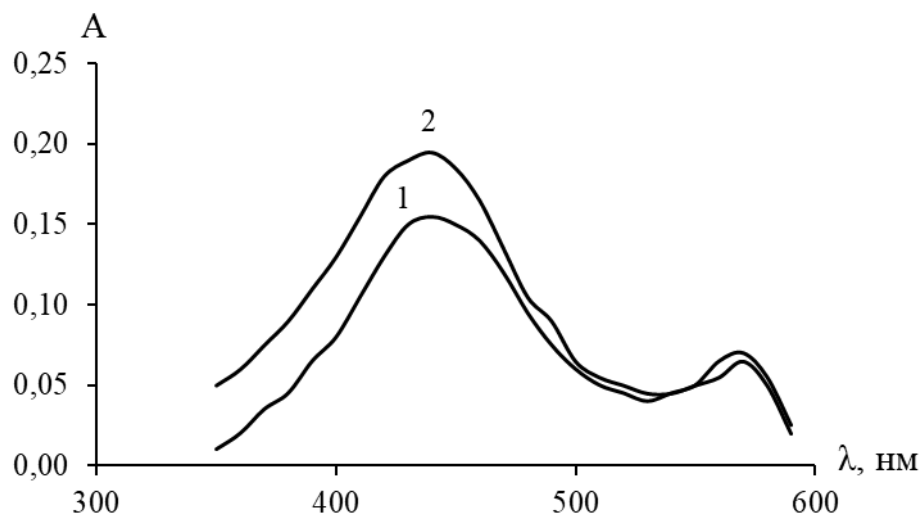


Рис. 2 – Спектри поглинання розчинів КЧ (1), КЧ-натаміцин (2) при рН 8. $C_{\text{КЧ}} = 1,6 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³, $C_{\text{натаміцину}} = 2,46 \cdot 10^{-3}$ моль/дм³; СФ-26; $l = 1,0$ см

Зміна поведінки БКП при введенні натаміцину не настільки виражена та має інший характер (рис. 3).

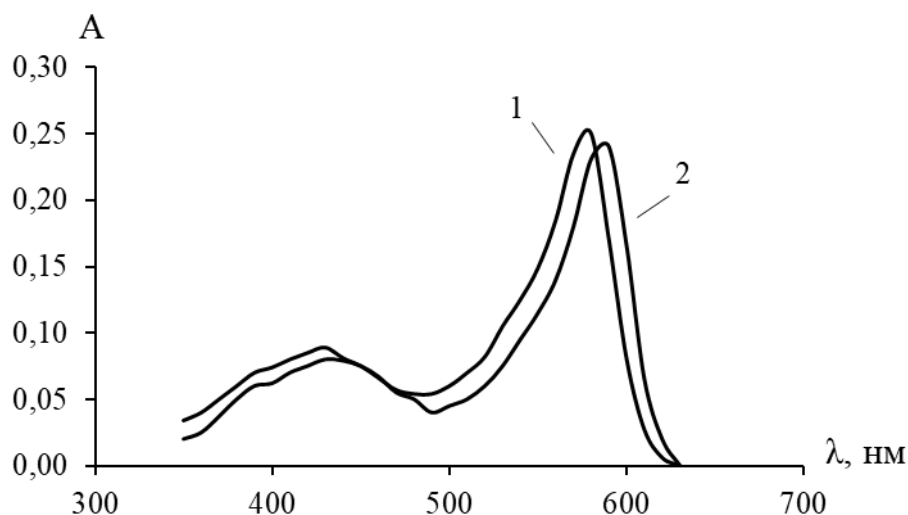


Рис. 3 – Спектри поглинання розчинів БКП (1), БКП-натаміцин (2) при рН 6. $C_{\text{БКП}} = 1 \cdot 10^{-6}$ моль/дм³, $C_{\text{натаміцину}} = 1,62 \cdot 10^{-6}$ моль/дм³; СФ-26; $l = 1,0$ см

При майже подібному ході кривих, спостерігається батохромне зміщення максимуму спектра поглинання подвійної системи на 10 нм (рис.3). Синє забарвлення розчинів БКП-натаміцин посилюється.

Відповідальним моментом при виконанні кількісного аналізу є вибір аналітичних довжин хвиль. За інших рівних умов відтворюваність аналізу тим вище, чим більше різниця оптичних густин $\Delta A_{\text{сист.}} = f(\lambda)$ (рис. 4), і пов'язані з нею частки. Для знаходження відповідних цим умовам довжин хвиль за відомими спектрами поглинання компонентів побудовано криві $A^{\lambda_1}/A^{\lambda_2} = f(\lambda)$. Вибір λ_1 і λ_2 в максимумах і мінімумах цієї кривої забезпечує найбільшу можливу різницю $\epsilon^{\lambda_1}/\epsilon^{\lambda_2} - \epsilon^{\lambda_2}/\epsilon^{\lambda_1}$.

З побудованих різницевоїх спектрів $\Delta A_{\text{сист.}} = f(\lambda)$ (рис. 4), та залежності $A_{\text{барв.}}/A_{\text{сист.}} = f(\lambda)$ (рис. 5) очевидні відмінності спектральних характеристик барвників та двокомпонентних систем, що є свідченням взаємодії компонентів та утворення аддуктів. Для системи КЧ-натаміцин різниця у світлопоглинанні виражена у діапазоні 400 нм ($\Delta A = -0,050$), а для БКП-натаміцин при 570 нм ($\Delta A = 0,055$) та 590 нм ($\Delta A = -0,077$). Ці області оптимальні для кількісних визначень. Характерно, що величина ΔA приблизно однакова для обох барвників. Це може бути пов'язано з утворенням аддуктів барвник – натаміцин за схожим механізмом.

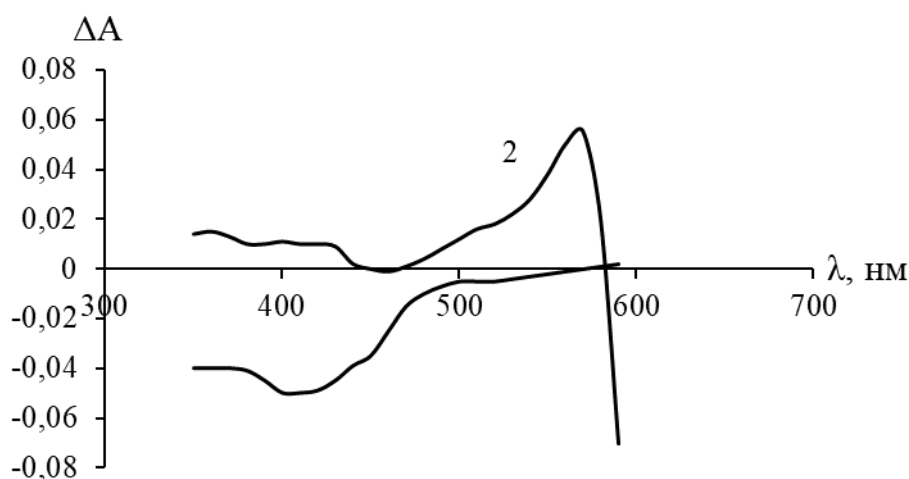


Рис. 4. – Різницеві спектри барвника та двокомпонентної системи для КЧ (1) при рН 8 та БКП (2) при рН 6. $S_{\text{КЧ}} = 1,6 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³, $S_{\text{БКП}} = 1 \cdot 10^{-6}$ моль/дм³, $S_{\text{натаміцину}} = 1,62 \cdot 10^{-6}$ моль/дм³; СФ-26; $l = 1,0$ см

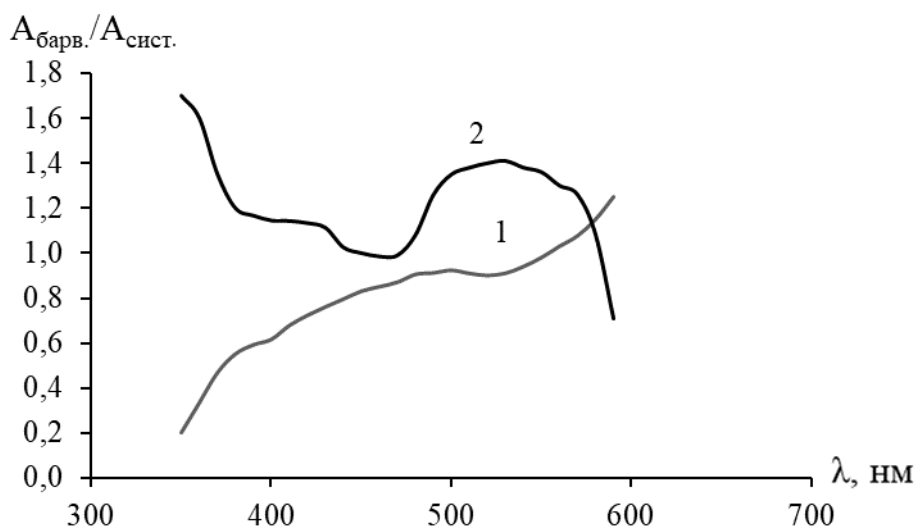


Рис. 5 – Залежність $A_{\text{барв.}}/A_{\text{сист.}} = f(\lambda)$ для систем КЧ-натаміцин (1) при рН 8 та БКП-натаміцин (2) при рН 6. $C_{\text{КЧ}} = 1,6 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³, $C_{\text{БКП}} = 1 \cdot 10^{-6}$ моль/дм³, $C_{\text{натаміцину}} = 1,62 \cdot 10^{-6}$ моль/дм³; СФ-26; $l = 1,0$ см

У системі КЧ-натаміцин більш виражений аналітичний сигнал. Це може бути пов'язано з власною дисоціацією натаміцину, близькою до області рН 8-10. Проте досліджувати двокомпонентну системи у лужному середовищі недоцільно, оскільки утворення аддуктів відбувається при кислотності середовища, меншій за повний перехід у двозарядний аніон барвника. Крім того, в таких умовах посилюється вплив сторонніх компонентів, що може заважати визначенню натаміцину. Тому краще обрати такий барвник, з яким утворення системи відбувається в межах рН 6,0-8,0.

Аддукти БКП-натаміцин цікаві наявністю області поглинання (рис.5), вимірювання якого може бути використано в колориметричному аналізі. Доцільно продовження дослідження цих аддуктів та застосування способів покращення аналітичного сигналу.

Наявність в молекулі натаміцину карбоксильної і гідроксогруп можуть стати джерелом взаємодії з катіонами поліелектролітів. Перспективно дослідження модифікуючого впливу поліелектролітів на дані двокомпонентні системи для посилення отриманих ефектів. Це може посприяти створенню простої, швидкої спектрофотометричної або фотоколориметричної методики для кількісного аналізу натаміцину.

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ МЕБЕВЕРИН ГІДРОХЛОРИДУ У ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ПРЕПАРАТАХ З ВИКОРИСТАННЯМ УТВОРЕННЯ АСОЦІАТИВНОГО КОМПЛЕКСУ ІОНІВ З ЕРИТРОЗИНОМ

Головка О. Є., Вишнікін А. Б.

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара,
пр. Гагаріна, 72, м. Дніпро, Україна*

Мебеверин відноситься до категорії спазмолітиків, відомих як м'язово-тропні препарати без антихолінергічних побічних ефектів. MBV також показаний для лікування шлунково-кишкових спазмів, вторинних по відношенню до органічних захворювань. MBV широко використовується як розслаблюючий і спазмолітичний засіб для шлунково-кишкового тракту, особливо при спазмах товстої кишки та синдромі подразненого кишечника.

У літературі повідомлялося про різні методи кількісного визначення MBV у масі фармацевтичних складів, які включають кілька спектрофотометричних та спектрофлуориметричних методів [1-3], електрохімічні методи [4], та хроматографічні методи [5-6]. Однак раніше згадані способи мають певні недоліки, такі як необхідність екстракції токсичними органічними розчинниками або додавання поверхнево-активних речовин; деякі з них забирають багато часу та вимагають складної апаратури. Тому ми спланували наші експерименти, щоб розробити екологічний, швидкий, недорогий та чутливий неекстрактивний спектрофотометричний метод, який позбавлений недоліків інших методів і водночас є точним і може конкурувати зі складними хроматографічними методами для оцінки дози MBV у фармацевтичних препаратах.

У цій роботі було розроблено екологічно чистий, швидкий та чутливий неекстрактивний спектрофотометричний метод визначення MBV. Метод заснований на утворенні специфічної ІА (Рис. 1) між третинними аміногрупами MBV і функціональною аніонною групою барвника ER в оцтово-буферному середовищі (рН: 4,2). Після повної оптимізації та валідації метод був успішно застосований для визначення MBV у таблетках фармацевтичних препаратів.

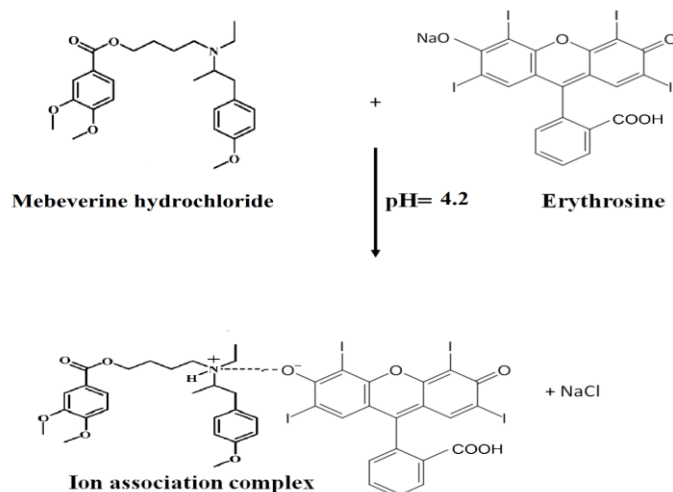


Рис. 1. Запропанований механізм формування І при взаємодії MBV та ER.

ВПЛИВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН ЛІКАРЬСКИХ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН

Елагіна А.О., Хмельникова Л.І., Більчук В.С.
*Дніпровський державний медичний університет
м. Дніпро, вул. В. Вернадського, 9*

В останні роки антропогенне забруднення навколишнього середовища важкими металами (ВМ) стає однією з пріоритетних загроз для живих організмів. Важкі метали здатні перерозподілятися між природними середовищами. Вони мають властивість концентруватися в живих організмах, викликаючи при цьому різні патології.

В оптимізації довкілля суттєва роль належить деревним насадженням. В індустріально розвинених містах деревна рослинність – доповнення до технологічних засобів боротьби зі забрудненням повітря, оскільки дерева поглинають практично всі види хімічних речовин, що надходять до атмосфери з викидами промисловості, автотранспорту тощо. Виконуючи очисну функцію, рослини піддаються негативній дії токсичних речовин, наслідком чого є пригнічення процесів їх росту та розвитку. Отримання рослин із насіння місцевої репродукції – важлива умова стійкості лісових фітоценозів. Насіннєве розмноження деревних рослин відіграє провідну роль у збереженні генетичної гнучкості більшості видів у лісових угрупованнях. Тому показник насіннєвої продуктивності має суттєве значення для оцінки стійкості деревних насаджень, підбору асортименту рослин, перспективних у озелененні техногенно забруднених територій. Характеристики плодоношення дерев можна використовувати для діагностики стану лісових фітоценозів і забруднення довкілля в моніторингових дослідженнях. Із указанного вище витікає важливість вивчення впливу техногенного забруднення навколишнього середовища на насіннєву продуктивність дерев.

Отже, метою даної роботи була оцінка накопичення важких металів в репродуктивних органах деревних рослин за дії техногенного забруднення.

Об'єктами дослідження були репродуктивні органи деревних рослин – робінії псевдоакації (*R.pseudoacacia*), гледичії трьох колючкової (*G. Triacanthos L.*), кленів: ясенелистого (*Acer nigrum L.*), гостролистого (*Acer platanoides L.*), псевдоплатанового (*Acer pseudoplatanus L.*), які зростали в умовах хронічного техногенного забруднення промислового міста. Різними авторами в умовах *in vitro* для сировини перелічених деревин підтверджено важливі терапевтичні функції: спазмолітичні та цитотоксичні активності, протизапальні, антимулагенні та антимікробні дії.

Накопичення ВМ визначали методом атомно-абсорбційної спектроскопії на приладі С-115М з програмним забезпеченням. Коефіцієнт накопичення ВМ (K_n) розраховували як відношення кількісного вмісту елемента в насінні дослідних рослин до цього показника в контрольних зразках. Для характеристики впливу ВМ на репродуктивні органи деревини визначали масу 1000 штук плодів і насіння та вміст легкокорозчинних білків. Отримані результати опрацьовані статистично. В результаті дослідження виявлено, що насіння деревних рослин досить активно акумулює ВМ, вміст яких дуже варіював. Найнижча концентрація ($0,12 \pm 0,01$ мг/кг) виявлена для Cd в насінні контрольних рослин робінії псевдоакації (*R.pseudoacacia*) і клену - ясенелистого (*Acer nigrum L.*). У представників сімейства кленів: псевдоплатанового (*Acer pseudoplatanus L.*), гостролистого (*Acer platanoides L.*) цей показник був вищий в

1,34 та 1,84 рази відповідно. Максимальною здібністю накопичення Cd відрізнялися клен ясенелистого (*Acer nigrundo* L) та робінії псевдо акації (*R.pseudoacacia*) з $K_n = 1,58$. Вміст Pb в насінні досліджуваних деревних порід був вищий ніж Cd в середньому в 4 рази. Максимальною здібністю накопичення Pb відрізнялися дослідні зразки гледичії трьох колючкової (*G. Triacanthos* L.) з $K_n = 1,40$. Відмінності між найвищим вмістом Cu у клену гостролистого (*Acer platanoides* L,) та найменшим у робінії псевдо акації (*R.pseudoacacia*.) коливались у межах 2,63 -3,6 рази. У представників сімейства бобових - гледичії трьох колючкової (*G. Triacanthos* L.) - коефіцієнт накопичення (K_n) Cu був найбільшим. Концентрація Mn була найвищою в дослідних зразках насіння гледичії трьох колючкової (*G. Triacanthos* L), при найвищому коефіцієнту накопичення ($K_n = 2,0$). Вміст Zn в контрольних зразках розрізнявся в 2,6 разів між насінням клену псевдоплатанового (*Acer pseudoplatanus* L.) (максимум) і робінії псевдо акації (*R.pseudoacacia*) (мінімум). Рівень Fe також варіював від низького у представників сімейства кленів (*Acer platanoides* L.) до найвищого у гледичії трьох колючкової (*G. Triacanthos* L.). Максимальною здібністю накопичення Ni відрізнялося насіння рослин робінії псевдоакації G. З $K_n = 2,40$. Процес формування насіння у досліджуваних деревних рослин за несприятливих умов характеризувався зниженням його маси. Маса 1000 насіння рослин з дослідницьких майданчиків протягом усього періоду була меншою ($51,8 \pm 0,27$), ніж у контролі ($73,5 \pm 0,38$) у кленів. При дії техногенного забруднення ВМ зафіксовано зменшення маси плодів загалом на 40% з допомогою появи великої кількості порожнього насіння. Серед вивчених видів найбільше зниження маси насіння зареєстроване для робінії звичайної та гледичії триколючкової (на 47 і 44% відповідно). Виявлені порушення плодоношення деревних рослин у майбутньому можуть негативно позначитись на процесах насінневого розмноження та самовідтворення лісових фітоценозів. Таким чином, накопичення ВМ у насінні дерев мали свої особливості для кожного з вивчених видів рослин та металів. Виявлені закономірності акумуляції ВМ у насінні деревних рослин необхідно враховувати щодо стратегії озеленення міст, особливо за умов забруднення конкретними важкими металами.

Встановлено, що в умовах дії забруднення в репродуктивних органах досліджуваних видів відбувається зниження вмісту легкорозчинних білків у середньому на 20%, що узгоджується з літературними даними.

Індекс стійкості рослин (Ic) до дії фітотоксичних забруднювачів за показниками маси насіння та вмісту білка був нижчим за 1,0, що свідчить про пригнічення життєдіяльності досліджених рослин при техногенному забрудненні. Однією з причин цього явища може бути накопичення важких металів у насінні, які у надмірних кількостях здатні утворювати сполуки з компонентами клітини, білками, амінокислотами за рахунок SH-груп; останні відіграють важливу роль у ході багатьох фізіологічних та біохімічних процесів.

Таким чином, найбільш високою акумулюючою здібністю ВМ у насінні відрізнялися робінія псевдоакація (Ni, Fe, Cd), *G. Triacanthos* L. (Mn, Cu,), *Acer nigrundo* L. (Cd, Zn). Серед ВМ найнижча концентрація відзначена для Cd, найбільша – для Fe. Ступінь накопичення металів у насінні різних видів дерев сильно відрізнялася, особливо високою вона була для Cu, Zn та Mn.

ОДНОЧАСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ БАРВНИКІВ У ПОТРІЙНІЙ СИСТЕМІ: ТАРТРАЗИН (E102), ЖОВТИЙ «ЗАХІД СОНЦЯ» (E110) ТА ПОНСО 4R (E124) СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧНИМИ РОЗРАХУНКОВИМИ МЕТОДАМИ

Сегеда О.А. Сидорова Л.П. Вишнікін А.Б.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Синтетичні харчові барвники - це органічні сполуки, що не зустрічаються в природі, тобто штучні. Майже всі вони використовуються у світовій харчовій промисловості вже десятки років. Синтетичні харчові барвники, на відміну від натуральних, не володіють біологічною активністю і не містять ні смакових речовин, ні вітамінів. При цьому вони володіють значними технологічними перевагами в порівнянні з натуральними, оскільки менш чутливі до умов технологічної переробки та зберігання, а також дають яскраві, легковідтворювані кольори.

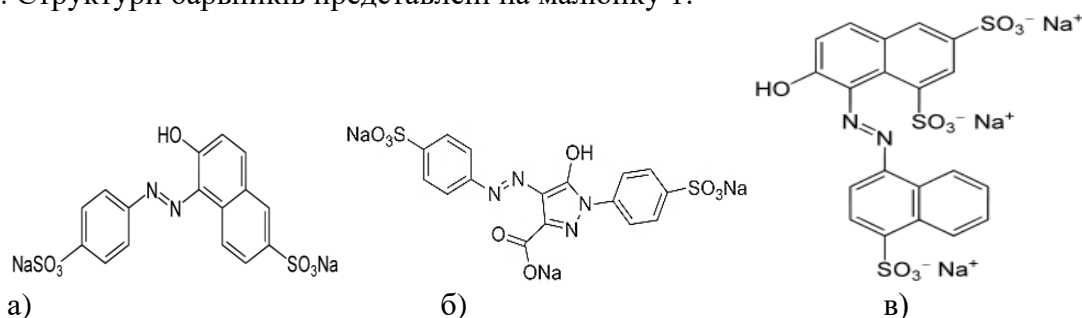
До найбільш широко застосовуваним синтетичним барвникам відносяться азобарвники. Проблема полягає в тому, що деякі синтетичні азобарвники можуть бути токсичними для здоров'я людини, і при контакті з деякими препаратами можуть викликати у деяких людей алергічні та астматичні реакції, спричинити розвиток раку і інші захворювання. Таким чином, в останні роки докладаються зусилля щодо контролю та обмеження кількості синтетичних барвників, які додаються в продукти харчування, тоді як більш токсичні барвники заборонені. Тобто, необхідно мати ефективні методики контролю кількості барвників у продуктах харчування.

Синтетичні барвники в харчових технологіях застосовують як в індивідуальному стані, так і в композиціях, розведені наповнювачами, що спрощує їх використання. Головним чином застосовують їх водні розчини. При обранні барвника та його дозуванні необхідно враховувати не тільки колір, але й фізико-хімічні властивості харчових систем, особливості технології. Максимально дозволене дозування синтетичних харчових барвників складає 500 г/т, рекомендоване – 10-50 г/т готового харчового продукту. Порівняно з виявленням індивідуальних барвників визначення барвників у суміші є достатньо складною проблемою і для цього використовують ефективні хроматографічні методи, для швидкого і точного аналізу спектрів барвників. При частковому чи повному перекриванні спектрів барвників існує багато математичних способів обробки та аналізу спектрофотометричних характеристик, та все одно незважаючи на вище сказане продовжують шукати більш ефективні та прості методи. Застосування хемометричних методів для одночасного визначення двох або більше сполук, спектри яких сильно перекриваються, добре відомі. Наприклад, множинна лінійна регресія, регресія за основним компонентом суміші, часткові найменші квадрати та фільтр Кальмана. У всіх цих випадках хімічний поділ аналітів не був потрібний, і, для аналізу, були використані складові спектри їх сумішей. Коли хемометричні процедури, такі як вищезазначені недоступні, можна вдаватися до більш простої альтернативи в математичних підходах, такий як спектральна похідна, двохвильова спектрофотометрія і метод нульового перетину, метод стандартних добавок, який може розділяти спектри двох аналітів з областями, що сильно перекриваються. Цей метод робить важливим використання багатокомпонентного аналізу. Використовується також метод Фірордта, що дозволяє спростити

багатокомпонентний аналіз. Він може бути використаний лише при дотриманні закону Бугера-Ламберта-Бера для всіх компонентів та принципу адитивності для їх суміші.

Мета даної роботи – проаналізувати трьохкомпонентну систему розрахунковими спектрофотометричними методами для одночасного визначення в ній вмісту барвників.

У роботі були використані харчові барвники: Тартразин (E102), хімічна назва: 5-гідрокси-1-(4-сульфонатофеніл)-4-(4-сульфонатофенілазо) Н-піразол-3-карбоксилат тринатрію (а), Жовтий «Захід сонця» (E110) (б) - 6-гідрокси-5-(4'-сульфонатофенілазо)-2-нафтален-сульфонат динатрію. Емпірична формула: $C_{16}H_{10}N_2Na_2O_7S_2$, м.м. 452,37 г/моль; . Понсо 4R (E124) (в). Емпірична формула: $C_{20}H_{11}N_2Na_3O_{10}S_3$, м.м. 604,47 г/моль. Структури барвників представлені на малюнку 1:



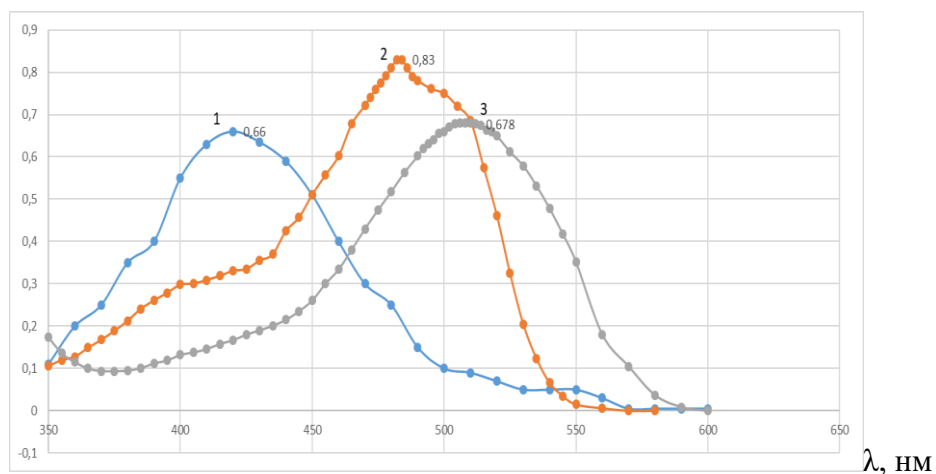
Мал. 1 – Структурні формули барвників: E 102 (а); E 110 (б), E 124 (в).

Вимірювання проводилися на спектрофотометрі СФ-46 у кюветі з $l=1\text{см}$, розчин порівняння дистильована вода. Визначені максимуми поглинання для E 102 ($\lambda=430\text{ нм}$), E110 ($\lambda=483\text{ нм}$), для E124 ($\lambda=508\text{ нм}$).

На Мал.2 представлені спектри поглинання стандартних розчинів барвників E102, E110 та E124.

Для визначення вмісту барвників у потрійній суміші без попереднього розподілу запропоновано метод Фірордта та багатократних добавок, що полягає у вимірюванні оптичної густини суміші барвників, при якому концентрація одного компоненту є сталою, а іншого змінюється.

А



Мал . 2 – Залежність оптичної густини від довжини хвилі для барвників E102 ($C=10\text{ мкг/мл}$)(1), E110 ($C=10\text{ мкг/мл}$)(2), і E124 ($C=10\text{ мкг/мл}$)(3), $pH=6$, СФ-46, $l = 1$

СЕКЦІЯ
ОРГАНІЧНА ТА ФАРМАЦЕВТИЧНА
ХІМІЯ

Керівник: Аніщенко Андрій Олександрович, доц. каф. фізичної, органічної та неорганічної хімії ДНУ, канд. хім. наук, доцент

Секретар: Гапонов Олександр Олексійович, ст. наук. спів.

**КВАНТОВО-ХІМІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ РОЗКРИТТЯ
ЕПОКСИДНОГО ЦИКЛУ КАТАЛІЗОВАНОГО ЕПОКСИГІДРОЛАЗОЮ ІЗ
ASPERGILLUS NIGER**

Громова Д.С., Борисенко І.О.

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
49010, Дніпро, пр. Гагаріна, 72*

На сьогодні для моделювання ферментативних процесів широко застосовують кластерний підхід (QM) з застосуванням квантово-хімічних методів або комбінований підхід з застосуванням методів квантової механіки та молекулярної механіки (QM/MM). Досить значущим у точності розрахунків є врахування навколишнього оточення: залишок білкової молекули, розчинник, молекули води. Для моделювання ферментів враховуючи вищезгадане оточення можна застосовувати програму MORAC2016 і метод PM7 [1]. Сучасні методи, такі як PM7, є досить швидкими обчисленнями для моделювання всієї геометрії білка за допомогою доступних комп'ютерів. Це привело до використання напівемпіричних методів для моделювання різних структур в області субстратно-ферментного середовища.

Метою даної роботи є квантово-хімічне моделювання механізму реакції розкриття 2-(феноксиметил)оксирану епоксидгідролазою з *Aspergillus niger* напівемпіричним методом PM7, за алгоритмами розробленими та реалізованими в програмі MORAC2016 [2]. В якості ліганда досліджено S-2-(феноксиметил)оксиран і R-2-(феноксиметил)оксиран.

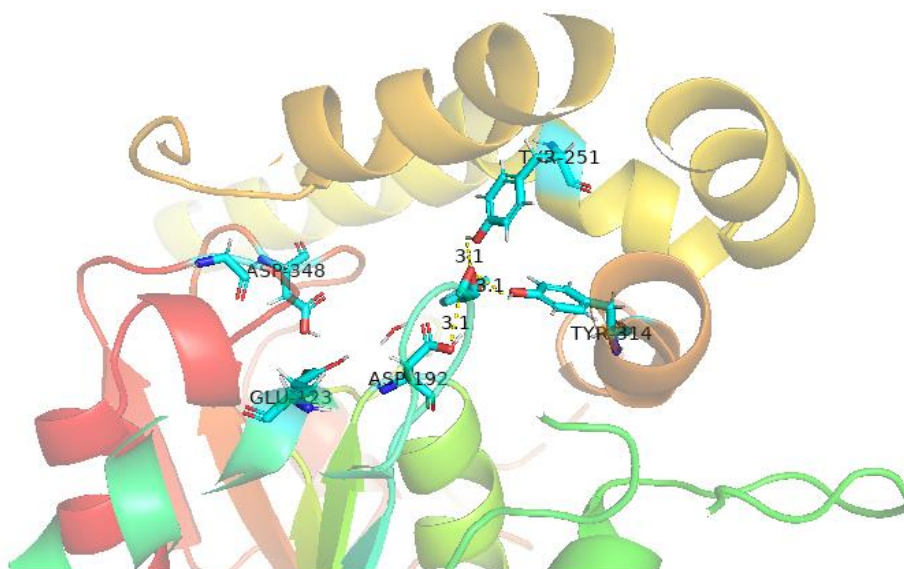
Епоксидгідролази – це клас ферментів, які каталізують розкриття епоксидного циклу молекулами води. Інтерес до епоксидгідролаз та їх -використання для тонкого органічного синтезу зумовлений високою енантіо- та регіоселективністю [3].

У даній роботі було проведено молекулярний докінгу R-2-(феноксиметил)оксирану та S-2-(феноксиметил)оксирану з епоксидгідролазою з *Aspergillus niger* (PDB ID:1QO7 [4]) для отримання стартової геометрії комплексу ліганд-фермент за допомогою програми AutoDockVina (Рисунок 1); локалізовані перехідні стани, передреакційні комплекси та продукти усіх стадій реакції напівемпіричним квантово-хімічним методом PM7; розраховано енергетичні бар'єри локалізованих стадій указаної реакції.

Результати дослідження механізму розкриття епоксидного циклу двох стереоізомерів 2-(феноксиметил)оксирану за допомогою напівемпіричного методу PM7 і програми MORAC2016, узгоджуються з експериментальними даними: механізм каталітичного розкриття епоксидного циклу відбувається в дві стадії алкілування та гідролізу (Рисунок 2).

На першому етапі нуклеофільний аспартат (Asp192) атакує стерично доступний атом Карбону епоксидного циклу 2-(феноксиметил)оксирану, утворюючи проміжний алкіл-ефірний продукт. Два амінокислотні залишки Tyr251 і Tyr314 сприяють розміщенню та активації субстрату шляхом утворення водневих зв'язків. Другий етап – є лімітуючою стадією процесу і включає гідроліз проміжного продукту через атаку активованої молекули води, аспарагінової та тирозинових кислот і вивільнення продукту діолу.

A



Б

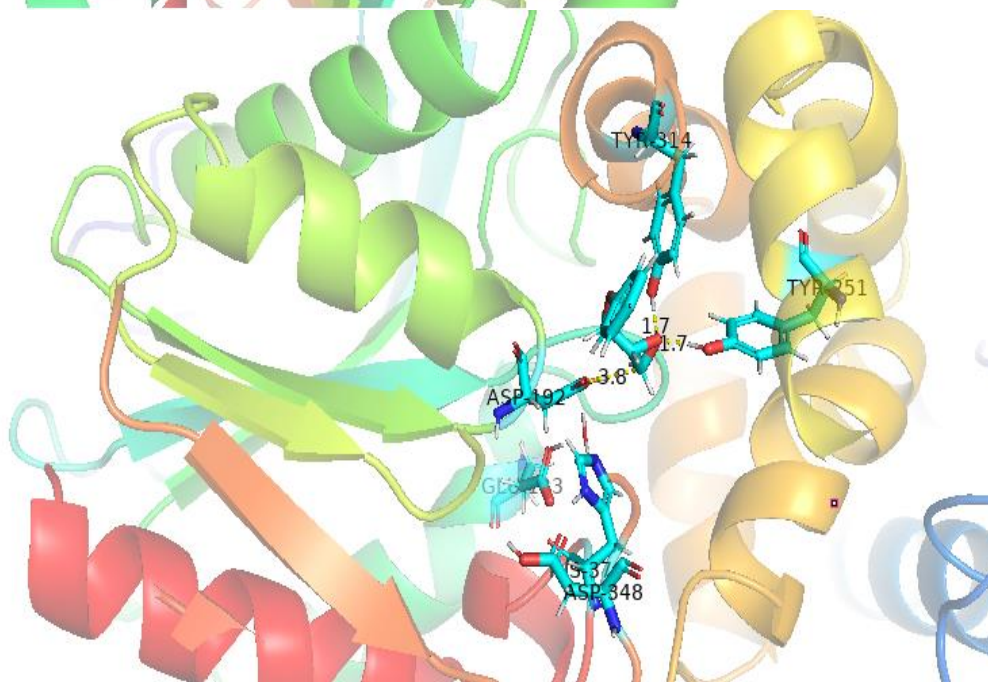


Рисунок 1 – Структура ліганд-ферментного комплексу, отримана за результатами молекулярного докінгу:

А – S-2-(феноксиметил)оксиран; Б – R-2-(феноксиметил)оксиран.

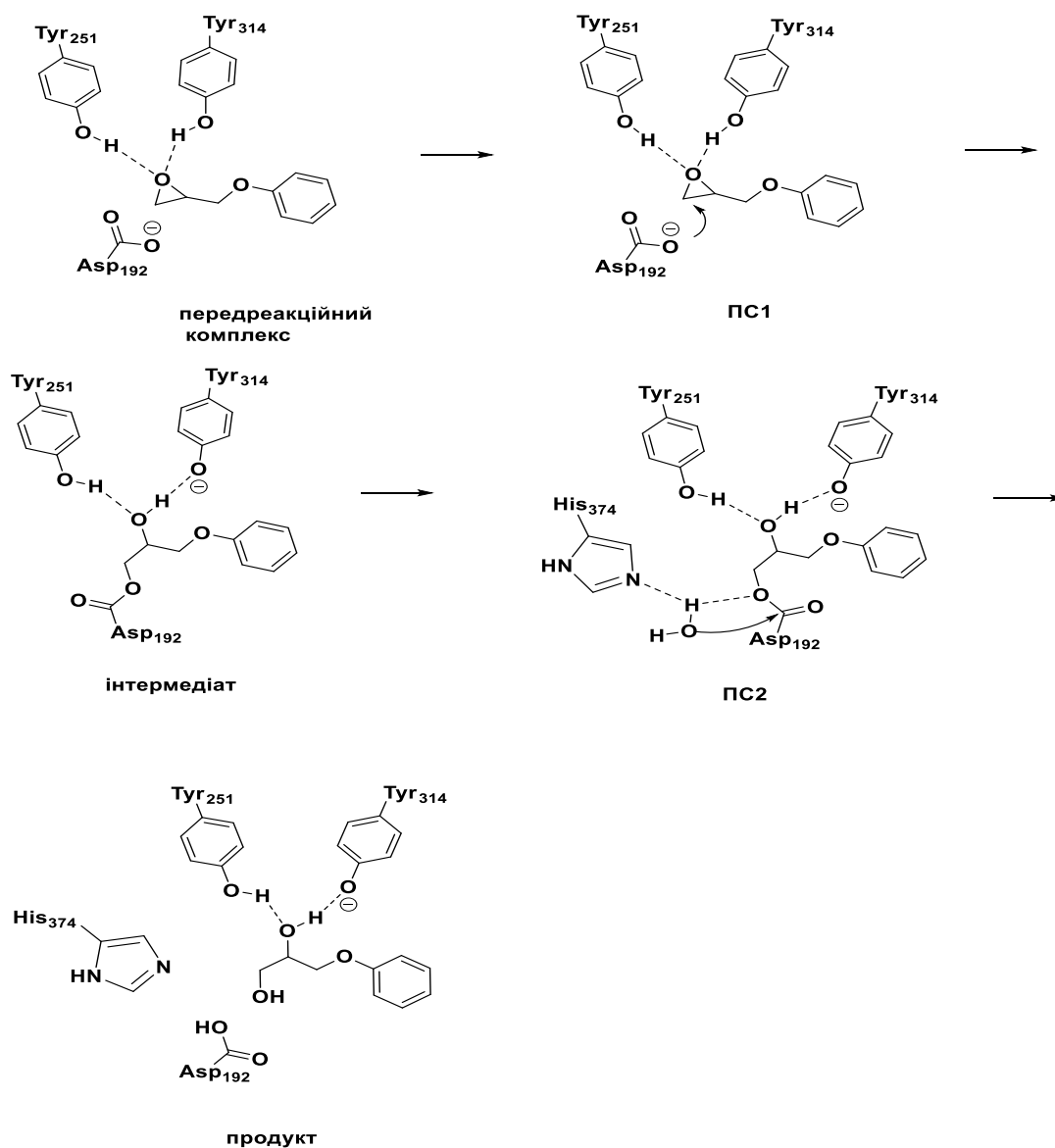


Рисунок 2 – Механізм розкриття епоксидного циклу 2-(феноксиметил)оксирану епоксидгідролазою з *Aspergillus niger*

Література:

- [1] Stewart J. P. An investigation into the applicability of the semiempirical method PM7 for modeling the catalytic mechanism in the enzyme / J. P. Stewart // *J Mol Model.* – 2017. – Vol. 23, №5. doi:10.1007/s00894-017-3326-8.
- [2] MOPAC, James J. P. Stewart, Stewart Computational Chemistry, Colorado Springs, CO, USA, HTTP://OpenMOPAC.net.
- [3] Effect of Binding on Enantioselectivity of Epoxide Hydrolase / A. K. Malde [et al.] // *Journal of Chemical Information and Modeling.* – 2018. – Vol 58, №3. – P. 630 – 640. DOI:10.1021/acs.jcim.7b00353.
- [4] RCSB PDB: <https://www.rcsb.org>.

3-АЛКОКСИ-1,5-БІС(АРИЛ)ІМІДОЗОЛІДІН-2,4-ДІОНИ. СИНТЕЗ ТА СТРУКТУРА

Побегайлова А.О., Аніщенко А.О.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Синтетична хімія забезпечила стрімкий розвиток різноманітних гетероциклічних систем, які на сьогоднішній день мають надзвичайно широкий спектр застосування. Більшість відомих біологічно активних речовин є похідними гетероциклічних сполук. Важливу роль вони також відіграють у багатьох промислових, агрохімічних та технологічних сферах, зокрема в виробництві рідких кристалів, полімерних матеріалів, прискорювачів вулканізації, фунгіцидів, гербіцидів, інсектицидів, антиоксидантів, розчинників, компонентів барвників, йонних рідин та багато іншого.

Останнім часом значна увага дослідників сконцентрована на сполуках, які містять п'ятичленні гетероциклічні кільця. Речовини такого типу широко розповсюджені в природі і часто відіграють важливу роль у різноманітних біохімічних процесах. Це зумовлює інтенсивні дослідження в галузі їх синтезу та розробки нових похідних, що виявляють практично корисні властивості, зокрема, біологічну активність. З цієї точки зору ізооксазоли є важливим класом гетероциклічних сполук завдяки широкій гамі біологічної активності своїх чисельних похідних, які з кожним роком знаходять все більше застосування в якості об'єктів для створення фармакологічних засобів. Деякі з похідних ізооксазолів вже багато років використовуються як лікарські препарати.

Розробка методів одержання та синтезу нових практично корисних речовин є одним з найважливіших завдань сучасної органічної хімії. З цієї точки зору реакції метатезису олефінів є унікальним сучасним інструментом у руках науковців, що дозволяє за допомогою металокарбенових каталізаторів здійснити перерозподіл ненасичених зв'язків карбонового скелету по новому, як в одній молекулі, так і між молекулами різних олефінів з утворенням нових ненасичених сполук. Метатезис олефінів з різноманітними функціональними групами дозволяє одержувати широку низку продуктів від похідних простих лінійних олефінів до складних макроциклічних сполук. З відкриттям цього типу реакцій пов'язаний початок нової віхи промислово-наукової діяльності, яка відкриває широкі можливості для отримання цілого ряду корисних продуктів, зокрема, за допомогою комплексної переробки нафти. Вже реалізовано багатотонажні, промислові конверсії пропілену в суміш етилену та бутілену, а також обернений процес отримання пропілену з використанням реакцій метатезису. З успіхом реакції метатезису застосовуються при виробництві синтетичних мастил, поверхневоактивних речовин, епоксидних смол, різноманітних мономерів для полімерів, біологічно активних сполук, гормонів, регуляторів росту, заспокійливих, седативних засобів, антибіотиків, феромонів комах та багато іншого.

Нітрогеномісні гетероциклічні п'ятичленні сполуки відіграють значну роль як проміжні продукти в хімічних реакціях, у виробництві селективних розчинників, полівінілових спиртів, фотостабілізаторів, присадок до мастил, поверхневоактивних речовин, компонентів фарб та антифризів, прискорювачів вулканізації гуми, а також в якості активних компонентів цілої низки різноманітних агрохімічних та фармацевтичних засобів. Сульфогеномісні похідні нітрогеномісних гетероциклів широко відомі завдяки різноманітним біологічним активностям своїх чисельних похідних. Ізооксазоли є одним з цікавих, але найменш вивчених представників п'ятичленних

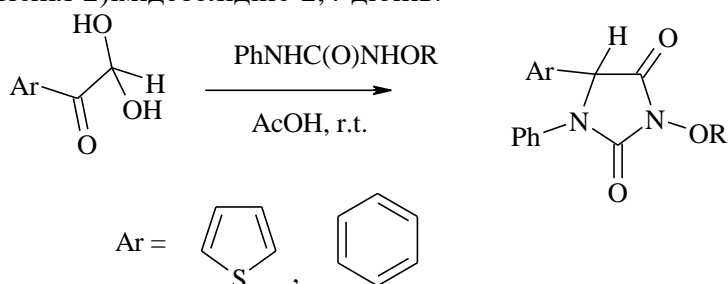
XX Всеукраїнська конференція молодих вчених та студентів з актуальних питань сучасної хімії, Дніпро, 16-19 травня 2022 р.

гетероциклічних сполук. Тому дослідження можливостей використання реакцій метатезису із закриттям циклу для синтезу різноманітних нових сульфовмісних похідних ізооксазолу є перспективним та важливим напрямком органічного синтезу.

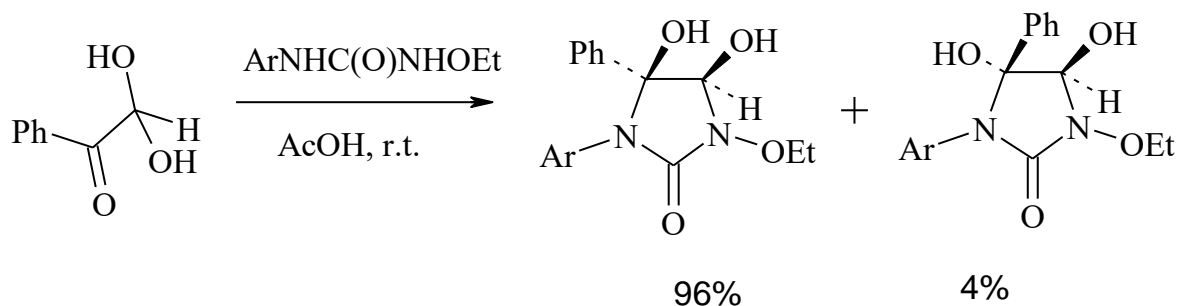
Мета роботи полягає в розробці шляхів синтезу та одержанні нових, потенційно практично корисних цикло- та гетероциклоалкенільних сульфовмісних похідних ізооксазолу реакціями метатезису із закриттям циклу.

У роботі були використані: фенілгліоксаль, тієніл-2-гліоксаль, *N*-алкокси-*N'*-фенілсечовина, *N*-етокси-*N'*-4-метилфенілсечовина, *N*-алкокси-*N'*-4-бромфенілсечовина та *N*-алкокси-*N'*-4-нітрофенілсечовина.

Фенілгліоксаль та тієніл-2-гліоксаль селективно реагують з *N*-алкокси-*N'*-фенілсечовинами при кімнатній температурі в середовищі оцтової кислоти з селективним утворенням 3-алкокси-1,5-біс(феніл)імідозолідіне-2,4-діонів та and the 3-алкокси-1-феніл-5-(тієніл-2)імідозолідіне-2,4-діонів.



За тих же самих умов фенілгліоксаль реагує з *N*-етокси-*N'*-4-метилфенілсечовиною, *N*-алкокси-*N'*-4-бромфенілсечовинами та *N*-алкокси-*N'*-4-нітрофенілсечовинами з утворенням 3-алкокси-1-арил-*цис*-4,5-дігідрокси-5-фенілімідозолідін-2-онів.



За допомогою методу РСА встановлено *цисооїдну* – орієнтацію гідроксильних груп в положеннях 4,5 імідозолідинового циклу.

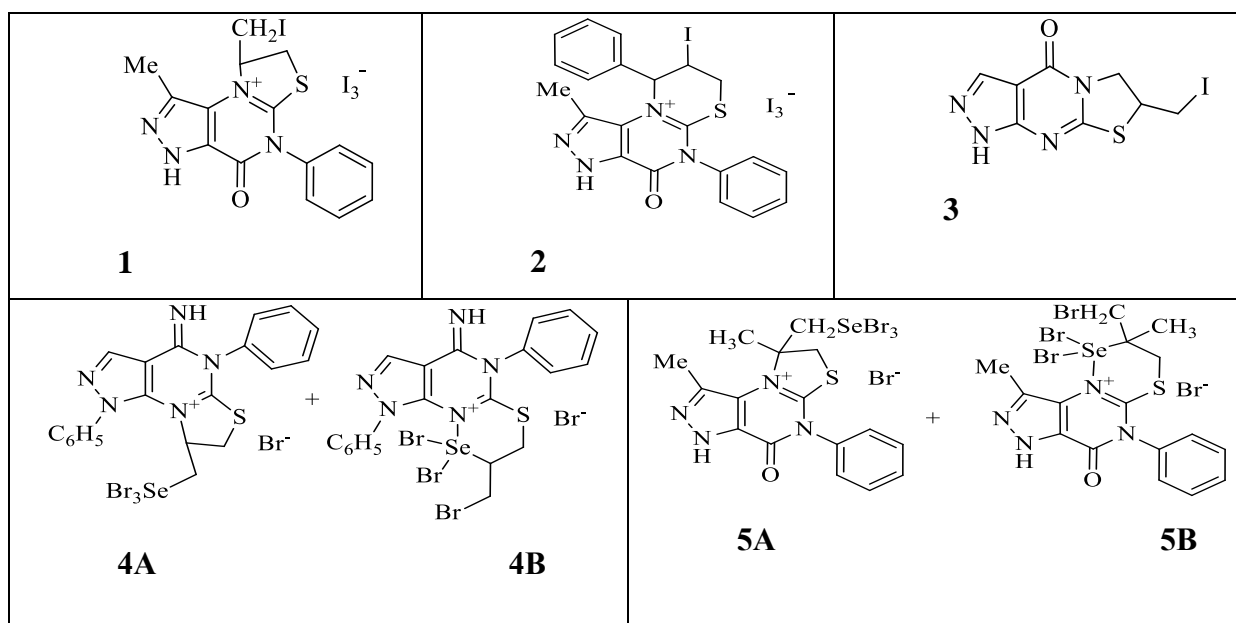
БІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ ТРИЦИКЛІЧНИХ ГЕТЕРОЦИКЛІВ НА ОСНОВІ ПІРАЗОЛОПІРИМІДИНУ

Целич О.І., Повідайчик М.В., Свалявин О.В., Онисько М.Ю.

Державний вищий навчальний заклад

«Ужгородський національний університет»

Проведено дослідження впливу галогено- та селеновмісних поліядерних гетероциклів ряду піразолопіримідину **1-5** на такі бактеріальні культури, як клінічні штами-збудники внутрішньолікарняних інфекцій і коменсальні мікроорганізми слизових оболонок кишківника людини.



Для первинного біоскринінгового дослідження синтезованих речовин використано еталонні тест-культури грампозитивних та грамнегативних бактерій, які відносяться до клінічно значущих груп збудників інфекційних захворювань з різними морфологічними властивостями. У якості набору стандартних тест-культур використано *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Escherichia paracoli*, *P. aeruginosa* ATCC 27853, *Enterobacter faecalis*, *Proteus vulgaris*, *Klebsiella oxytoca*, *Candida albicans* ATCC 885-653.

Визначення антимікробної дії йодо- та селеновмісних гетероциклів **1-5** проводили у рідких поживних середовищах за методом 2-кратних серійних розведень. Середнє мікробне навантаження до музейних штамів становило 96 КУО/мл. Визначали мінімальні інгібуючу, бактерицидну, фунгіцидну концентрації (МІК, МБК, МФК). Як

контроль протимікробної дії йодо- та селеновмісних гетероциклічних сполук відносно досліджуваних штамів мікроорганізмів застосовано субстанції протибактеріальних препаратів, які перевіряли на середовищі Мюллера-Хілтона диско-дифузійним методом за Кірбі-Бауер з використанням дисків у автоматичному режимі їх нанесення (диски фірм BioRad та OXOID). В залежності від діаметрів зон затримки росту мікроорганізмів навколо дисків з антибіотиками штами відносили до чутливих, помірно стійких або стійких (резистентних). Для визначення активності антибіотиків використовували критерії виробника дисків і стандарти EUCAST. Чашки з культурами та внесеними дисками інкубувалися в термостаті при температурі $36\pm 1^\circ\text{C}$ протягом 18 ± 2 годин. Аналіз росту мікроорганізмів на чашках з середовищем проведено на темному фоні з дна чашки, що освітлюється відбитим світлом. Краї зони затримки росту вимірювали з точок, де неозброєним оком видно повну відсутність росту.

У ході первинного скринінгового дослідження протимікробної активності трициклічних систем відносно референтних штамів грам позитивних і грамнегативних бактерій, результати якої наведені у табл. 1, встановлено, що серед досліджених речовин найбільш активними виявились сполуки **1**, **2**. Вони виявили помірну протимікробну активність до усіх референтних тест-штамів (крім капсульної групи – *Klebsiella oxytoca*) у МІК в межах 8–32 мкг/мл, були активнішими за антибіотичні препарати порівняння.

Високоактивною сполука **2** виявилась до тест-штаму грампозитивних мікроорганізмів – *S. aureus* ATCC 25923. Щодо тест-штамів грамнегативних бактерій, активнішою за контрольні препарати відносно штаму *P. aeruginosa* ATCC 27853 також була сполука **2**, яка співвідносилась за антимікробною активністю з контролем відносно тест-штаму *E. coli* ATCC 25922. Середню бактерицидну дію виявила сполука **1**, як до грамнегативних, так і до грампозитивних бактерій.

За результатами первинного мікробіологічного скринінгу 5 синтезованих речовин встановлено, що серед них за протимікробною активністю безперечними лідерами виявилися сполуки **1**, **2**. Вони були активнішими за інші препарати цієї дослідної групи та препарати порівняння (антибіотики цефалоспоринового ряду, найбільш рекомендованих на практиці).

XX Всеукраїнська конференція молодих вчених та студентів з актуальних питань сучасної хімії, Дніпро, 16-19 травня 2022 р.

Таблиця 1. Результати первинного скринінгового дослідження протимікробної активності синтезованих трициклічних систем

Речовини	Культури							
	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Escherichia paracoli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>Enterobacter faecalis</i>	<i>Proteus vulgaris</i>	<i>Klebsiella oxytoca</i>	<i>Candida albicans</i>
1	++	++	+	++	++	+	-	++++
2	+++	+++	+	+++	++	+	-	++++
3	+	+	+	++	+	-	+	++
4A	++	+	+	+	+	+	-	+++
4B	++	-	+	-	-	-	-	++
5A + 5B	++	+	-	-	-	-	-	++

Діаметр зони затримки росту: +++++ більше 25 мм; +++ до 20 мм; ++ до 15 мм; + до 10 мм; - не чутливі

Відносно всіх референтних тест-штамів грамнегативних мікроорганізмів необхідно зазначити, що речовини **4A**, **4B** та суміш **5A** і **5B** не виявили чіткої бактерицидної та бактериостатичної дії. Помірна бактерицидна активність відмічалася лише до грам позитивних бактерій *S. aureus* ATCC 25923 та грампозитивних грибів *C. albicans* ATCC 885-653. Речовина **3** також не виявила високої бактерицидної та фунгіцидної дії до тестованих об'єктів. Найчутливішими до всіх сполук виявилися дріжджеподібні грибки роду кандіда (*C. albicans*).

Отже, первинний мікробіологічний скринінг новосинтезованих речовин дозволив виявити сполуки-лідери з високим рівнем антибактеріальної та антикандидозної активності. Речовини, **4A**, **4B** та суміш **5A** і **5B** виявляли більш високу активність відносно грамнегативних бактерій, порівняно з грампозитивними. Можливо це пов'язано із різним вмістом компонентів клітинної стінки (пептидогліканів). Всі речовини, які були взяті в експеримент, виявилися не активними до *Klebsiella oxytoca*. Цей феномен імовірно пояснюється наявністю у останніх капсули, яка складається із товстого шару екзополісахаридів. Проведені дослідження свідчать про перспективність подальшого вивчення властивостей гетероциклічних сполук піримідинового ряду для створення на їх основі нових антимікробних та антифунгіцидних засобів.

ГАЛОГЕНГЕТЕРОЦИКЛІЗАЦІЯ ТЕРМІНАЛЬНИХ ТА ІНТЕРНАЛЬНИХ 2-АЛІЛТІО-3-МЕТИЛ(ФЕНІЛ)-7-ТРИФТОРОМЕТИЛХІНАЗОЛІН-4-ОНІВ

Кут Д.Ж., Кут М.М., Онисько М.Ю., Лендел В.Г.

Державний вищий навчальний заклад

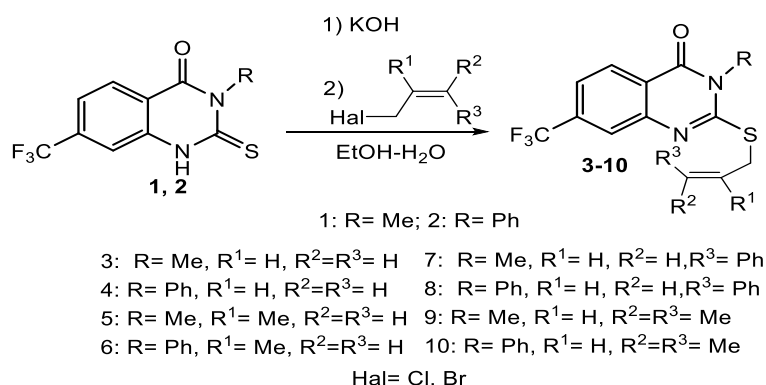
«Ужгородський національний університет»

dianabereksazi@gmail.com

Серед великої кількості нітрогеновмісних гетероциклічних сполук одними з найбільш важливих у біологічному відношенні є моноциклічні та конденсовані азини, похідні яких є природними сполуками та приймають участь у багатьох біологічних процесах. Особливе місце серед них займають конденсовані похідні хіназоліну, які є синтетичними аналогами природних речовин з високою біологічною активністю, що робить їх потенційними об'єктами для пошуку нових біоактивних сполук в даному ряду. Одним із найефективніших та зручних методів одержання азола(азино)хіназолінів є електрофільна внутрішньомолекулярна циклізація N(S)-ненасичених похідних хіназолінів з використанням різних галогеновмісних електрофільних агентів. Аелювання п'яти або шестичленного циклу в процесі реакції електрофільної гетероциклізації залежить від таких факторів як природа галогену, полярність розчинника, умови проведення реакції та структурних особливостей субстрату чи реагенту. Метою даної роботи являється синтез біологічно перспективних конденсованих хіназолінів та дослідження регіохімії процесу електрофільної циклізації термінальних та інтернальних алільних тіоетерів трифторометилзаміщеного хіназолін-4-ону під дією галогенів (бром, йод).

Як об'єкти дослідження галоциклізації використано термінальні та інтернальні 2-алілтїо-3-метил(феніл)-7-трифторометилхіназолін-4-они **3-10**, які отримано із синтетично доступних 3-метил(феніл)-2-тіоксо-7-(трифлуорометил)-2,3-дигідрохіназолін-4(1H)-онів **1, 2** дією алкенілгалогенідів в спиртово-лужному середовищі (Схема 1).

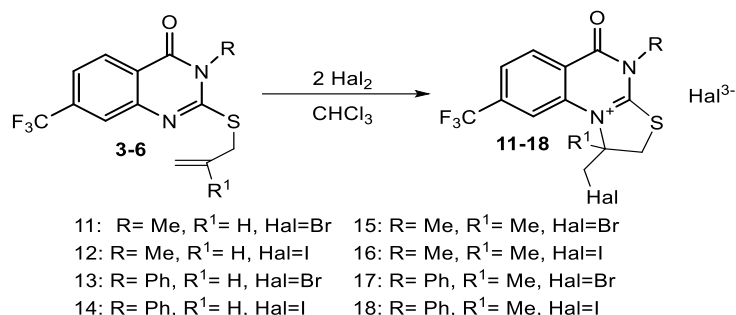
Схема 1



Реакцію галогенування тіоетерів **3, 4** проводили в середовищі хлороформу при постійному перемішуванні реагентів (бром — 8 годин, йод — 24 години) та кімнатній температурі. Встановлено, що галогеногетероциклізація 2-алілтїохіназолін-4-онів **3, 4** відбувається регіоселективно з аелюванням тіазолінового циклу (схема 2). У результаті реакції виділено та ідентифіковано тригалогеніди 1-(галогенометил)-4-метил-5-оксо-8-(трифлуорометил)-1,2,4,5-тетрагідротіазоло[3,2-а]хіназолін-10-ію **11-14** ангулярної будови.

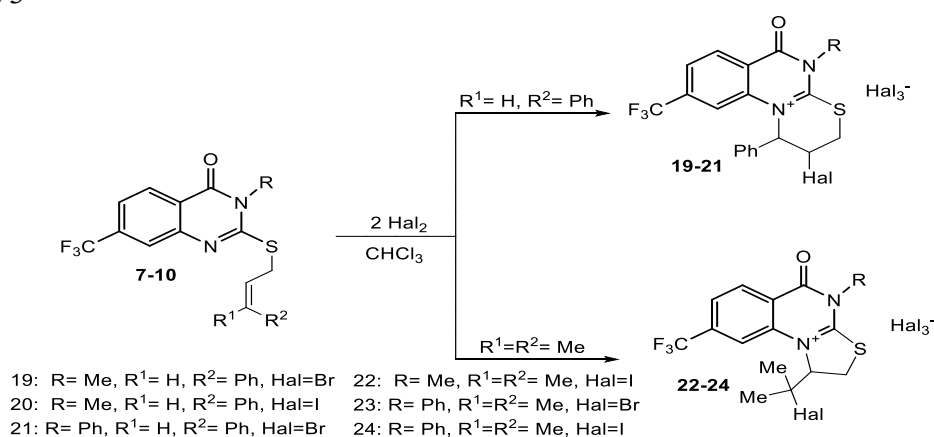
Знайдений напрямок реакції галогенування термінально незаміщених алільних тіоетерів був успішно реалізований також і на металільних тіоетерах 7-(трифлуорометил)хіназолін-4(3H)-ону **5**, **6**. Виявлено, що у вищезгаданих умовах металільні тіоетери регіоселективно анелюють тіазоліновий цикл з утворенням ангулярних тригалогенідних солей thiazolo[3,2-a]quinazoline **15-18** (Схема 2).

Схема 2



Наявність замісника біля термінального атома карбону алільного фрагменту може суттєво вплинути на напрямок галогеноциклізації. Для з'ясування впливу цього фактору на перебіг реакції електрофільної циклізації проведено галогенування цинамільних **7**, **8** та пренільних тіоетерів **9**, **10**. Встановлено, що при дії двократного надлишку галогенів в середовищі хлороформу на цинамільні тіоетери **7**, **8** відбувається анелювання тіазинового циклу з утворенням тіазінохіназолінів **19-21** ангулярної будови (Схема 3). З літератури відомо що галогеноциклізація пренільних тіоетерів чи етерів гетероциклів приводить до анелювання тіазольного або тіазинового циклів. Різна регіоселективність пояснюється впливом природи гетероциклу. Ми дослідили взаємодію пренільних тіоетерів 7-(трифлуорометил)хіназолін-4(3H)-ону **9**, **10** з бромом та йодом в аналогічних умовах, що і для термінально незаміщених алільних та цинамільних тіоетерів. Встановлено, що регіохімія процесу галогенування тіоетерів **9**, **10** відбувається аналогічно до алільних похідних з анелюванням тіазолінового кільця до остова хіназоліну з утворенням тригалогенонієвих солей **22-24** (Схема 3).

Схема 3



Таким чином, напрямок галогеноциклізації алільних тіоетерів 7-(трифлуорометил)хіназолін-4(3H)-ону залежить від наявності замісника біля термінального атома карбону алільного фрагмента. Варіювання виду замісника біля термінального карбону аліла дозволяє управляти напрямком галоциклізації.

СЕКЦІЯ

ХІМІЯ ТА ХІМТЕХНОЛОГІЯ

ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ ТА

ПРИРОДНИХ СПОЛУК

Керівник: Варлан Константин Єлисейович, зав. каф. високомолекулярних сполук ДНУ, канд. хім.наук, доц.

Секретар: Косіцина Олена Сергіївна, канд. хім.наук, доц.

КОМПОНЕНТИ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙ НА ОСНОВІ ВІДНОВЛЮВАНОЇ СИРОВИНИ

Варлан К. Є., Косіцина О. С., Онопрієнко І. Л.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Полімерні композиційні матеріали (ПКМ) мають велике значення для розвитку всіх галузей практичної діяльності людства. Завдяки унікальним властивостям їх впровадження забезпечує сучасний рівень та умови для розвитку провідних галузей техніки, зокрема машино-, авіа- і ракетобудування, оборонної галузі, будівництва тощо. ПКМ є основою для конструкційних матеріалів, захисних покриттів, високоенергетичних матеріалів військового та промислового призначення.

ПКМ – багатокомпонентні системи, що містять разом із зв'язувальними і наповнювачами низку функціональних складових: пластифікатори, поверхнево-активні речовини (ПАР), стабілізатори тощо. Усі перелічені компоненти – переважно сполуки синтетичного походження, виготовлені на основі викопної сировини. Зокрема, в рецептурах сумішевих ракетних твердих палив та лакофарбових матеріалах спеціального призначення застосовують у якості пластифікаторі естери дикарбонових кислот (дибутилфталат, діоктилфталат, діоктилсебацінат), а також олієрозчинні ПАР, наприклад відомий катіонат-7 та його аналоги. З огляду на явні ознаки сировинної кризи у найближчому майбутньому, відсутність вітчизняних виробництв з виготовлення продукції основного органічного синтезу, екологічні проблеми, пов'язані з функціонуванням хімічних виробництв за традиційними технологіями постає актуальне питання щодо пошуку альтернативи існуючій сировинній базі ПКМ.

Завданням проведеного дослідження був пошук можливості заміщення традиційних синтетичних компонентів на продукти переробки відновлюваної сировини, доступної в Україні: рослинні олії, вищі жирні кислоти та сполуки на їх основі. Для цього на основі олеїнової кислоти (ОК), епоксидованої соєвої олії (ЕСО), промислової суміші метилових естерів жирних кислот (біодизеля) та доступних амінів: диметиламінопропіламіну (ДМАПА), діетилентриаміну (ДЕТА), діетаноламіну (ДЕА), моноетаноламіну (МЕА) отримані олієрозчинні конденсати, що були випробувані у якості ПАР як аналоги або замітники відомих: катіонату-7, Span-80, емульгатору Т2. Нижче (табл. 1) наведені дані про будову або склад експериментальних та відомих ПАР, а також деякі розраховані та визначені характеристики. Усі наведені в табл. 1 продукти виявилися розчинними в органічних вуглеводневих розчинниках, зокрема уайт-спіриті, і нерозчинними у воді. Ефективність синтезованих конденсатів як ПАР оцінювали за динамікою розшарування емульсії (рис 1, 2), яку визначали через долю ДС, що не коалесцентувала за певний період часу. Для цього готували суміші з однакових об'ємів води і 1%-х розчинів ПАР в уайт-спіриті, які перетворювали в емульсії і спостерігали за їх розшаруванням. Графічні залежності долі дисперсної фази, що не коалесцентувала, від часу спостереження наведені на рис. 1, 2.

Виявилося, що емульсії з синтезованими ПАР відрізняються за характером процесу розшарування. В дослідях з ПАР01, ПАР02, ПАР03, ПАР04, ПАР06, ПАР09, ПАР10 прозора неперервна фаза утворювалася внаслідок коалесценції у верхній частині мірної ємності. Це дозволяє припустити, що емульсії з означеними ПАР належать до емульсій першого роду («олія у воді»). Емульсії з ПАР00, ПАР05, ПАР07, ПАР08 розшаровувались з утворенням суцільної прозорої фази у нижній частині мірної ємності, що дозволяє вважати їх емульсіями другого роду («вода в олії»).

XX Всеукраїнська конференція молодих вчених та студентів з актуальних питань сучасної хімії, Дніпро, 16-19 травня 2022 р.

Таблиця 1 – Склад та характеристики синтезованих ПАР

Шифр, назва	Будова ПАР або природа вихідних сполук		Характеристики ПАР		
	продукт рослинного походження	амін	ГЛБ за Гриффіном	ГЛБ за Девісом	$t_{1/2}$, хв.*
ПАР00 катіонат-7			3,67	2,93	14
ПАР01 Span-80			8,27	5,2	98
ПАР02 Емульгатор Т2			10,55	8,08	55
ПАР03	ОК	ДМАПА	5,67	10,52	18
ПАР04	ОК	ДМАПА-ОК	5,37	9,32	12
ПАР05	біодизель	аміак	3,13	3,12	10
ПАР06	біодизель	ДЕТА	4,97	-	55
ПАР07	ЕСО	-	2,85	-	1,5
ПАР08	ЕСО	ДЕА	8,01	-	40
ПАР09	ЕСО	МЕА	6,38	13,29	4
ПАР10	ОК	ДЕА	7,15	8,35	5

* Примітка. $t_{1/2}$ – час напіврозпаду емульсії. Визначали за моментом утворення суцільної фази у наслідок коалесценції, що дорівнює половині вихідного об'єму дисперсної фази (ДФ)

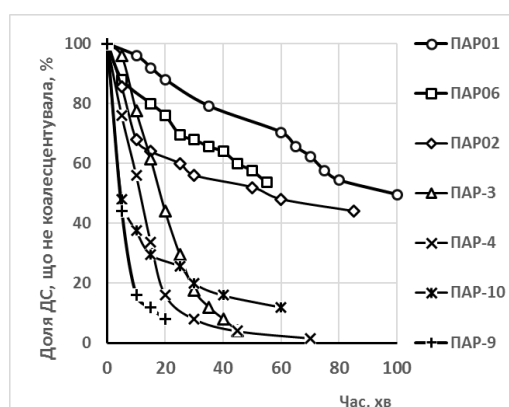


Рисунок 1 Динаміка розширення емульсій першого роду

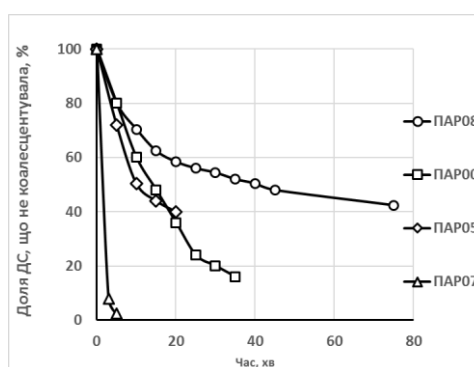


Рисунок 2 Динаміка розширення емульсій другого роду

З огляду на динаміку розширення дослідних емульсій, можна підсумувати, що ПАР06 за стабілізуючою дією не поступається промисловим ПАР Span-80 та емульгатору Т2, а ПАР08 можна розглядати як альтернативу дефіцитному катіонату-7.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОКИСНЕННЯ ДІОКСИДУ СІРКИ У ПРОГРАМІ CHEMCAD

Нестеров А.М., Поджарський М.А.

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара,
просп. Гагаріна, 72, Дніпро, 49010, Україна*

Інтерес до запропонованого близько ста років тому методу мокрого каталізу за останні десятиліття значно зріс, що пояснюється вдосконаленням виробництв з очищення від сірки технологічних газів, продуктів нафтогазовидобутку. Об'єктами розробок є як цілі технології, так і окремі апарати, серед яких найскладніший – контактний апарат для окислення SO₂.

Сучасні підходи до створення хіміко-технологічного обладнання пов'язані з використанням засобів автоматизованого проектування, серед яких на одному з перших місць знаходиться програмний комплекс CHEMCAD.

Мета цієї роботи – розробка способу розрахунку контактного апарату для окиснення діоксиду сірки з використанням програми CHEMCAD.

У роботі ставилося завдання виконати у програмі CHEMCAD наступне: побудувати модель технологічного процесу окиснення діоксиду сірки, перевірити її адекватність, розрахувати за її допомогою кількість каталізатора та витрату повітря на охолодження реакційного газу, знайти спосіб розрахунку лінії оптимальних температур.

Вихідними даними служили модельні газові суміші, що є контактними газами у промислових процесах окиснення діоксиду сірки і описані в літературі. Паралельно з моделюванням у CHEMCAD виконувався "класичний" розрахунок за відомою методикою.

Об'єктом моделювання служив п'ятиполичний контактний апарат, в якому потік газу за рахунок тепла реакції адіабатично нагрівається в шарах ванадієвого каталізатора, а між ними охолоджується в проміжних теплообмінниках. У кожному наступному шарі каталізатора ступінь контактування SO₂ більша, а температура нижча, ніж у попередньому.

Математична модель, побудована у CHEMCAD, використовує такі програмні модулі: реакторні Kinetic Reactor, що моделюють шари каталізатора, теплообмінні Heat exchanger, що моделюють проміжні теплообмінники. Використовувалися моделі розрахунку константи фазової рівноваги та ентальпії SRC. Тип реактора – Plug Flow, спосіб розрахунку: Specify Conversion – Calculate volume.

Адекватність розробленої моделі була перевірена на відомих з літератури схемах процесу контактування (розподілах по шарах каталізатора величин температури та ступеня контактування) для газів з таким самим початковим вмістом SO₂ і O₂ як у модельних сумішах. У модель вводилися значення ступеня перетворення SO₂ та температури газу на вході в кожен шар каталізатора. Програма мала розрахувати значення температури на виході з шару каталізатора і величину реакційного об'єму, тобто об'єму каталізатора. Моделювання показало практично повний збіг отриманих результатів з результатами, наведеними в літературі, що говорить про високу адекватність моделі. Додатково розраховувалася витрата повітря на охолодження реакційного газу. Застосований підхід дозволяє не тільки обраховувати з допомогою CHEMCAD відомі схеми контактування, а й створювати нові.

На рис. 1. представлені розраховані температурні залежності швидкості реакції до різних значень ступеню контактування. Там же показана лінія оптимальних температур (лінія, що з'єднує максимуми кривих) та ізолінії, що відповідають меншим значенням швидкості реакції і обмежують відповідні області оптимальних температур.

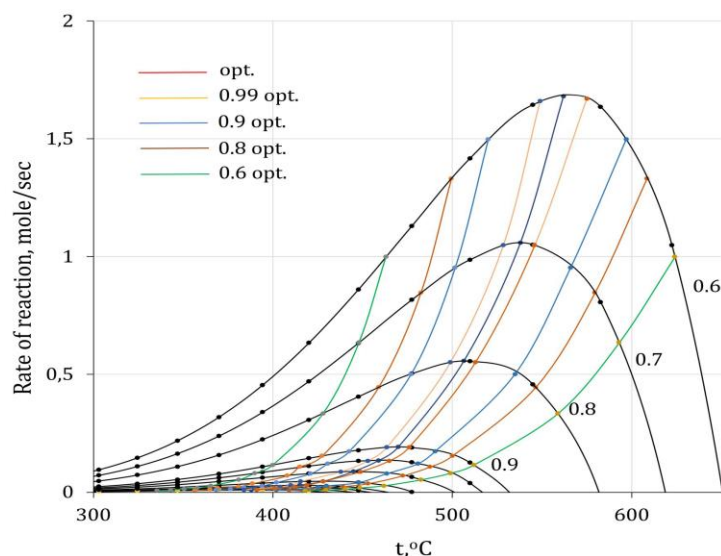


Рис. 1. Залежність швидкості реакції від температури та області оптимальних температур для модельної суміші складу (м³/год): SO₂ – 1500; O₂ – 3175; N₂ – 175876, H₂O – 1500, CO₂ 1238. Цифри на кривих – величина ступеня контактування

На рис. 2 показано розраховані лінії оптимальних температур для досліджених модельних сумішей. Для порівняння наведені лінії оптимальних температур для газу, отриманого при спалюванні сірководню, взяті з літератури. Зміст SO₂ і O₂ наступний (% об.): а – 6,13 та 12,68; б – 7,15 та 11,28; с – 8,17 та 9,78; д – 8 та 6,7; е – 9 і 3. Ціком очевидно, що хід кривих, розрахованих за допомогою CHEMCAD, і взятих із літератури ідентичний.

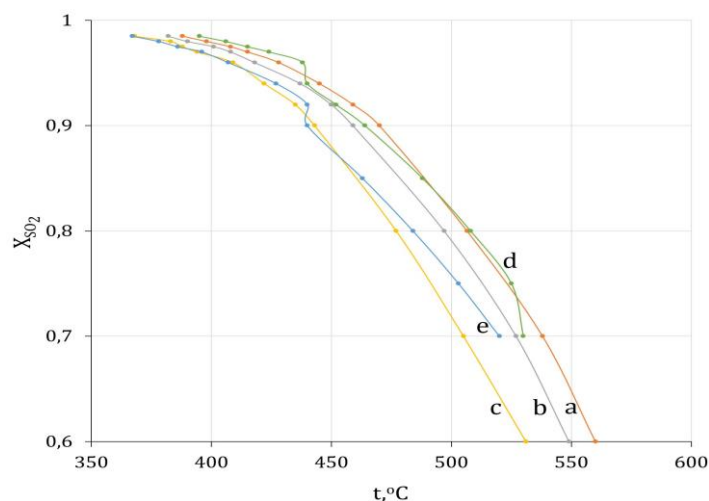


Рис. 2. Лінії оптимальних температур для газових сумішей: модельних - а, б, с; з літератури – д, е

На рис. 3а показаний графічний розрахунок схеми процесу контактування модельної суміші, виконаний на основі розрахованої лінії оптимальних температур. Права межа області оптимальних температур відповідає меншим величинам швидкості реакції, ніж ліва, що пояснюється уповільненням процесу через розігрів газу в шарах катализатора.

На рис. 3б для порівняння представлені результати відпрацювання на моделі схем контактування для модельної суміші, побудованої за літературними даними (old) і повністю розрахованої в CHEMCAD (new). Очевидний майже повний збіг схем контактування, що говорить про високу ефективність використаного підходу.

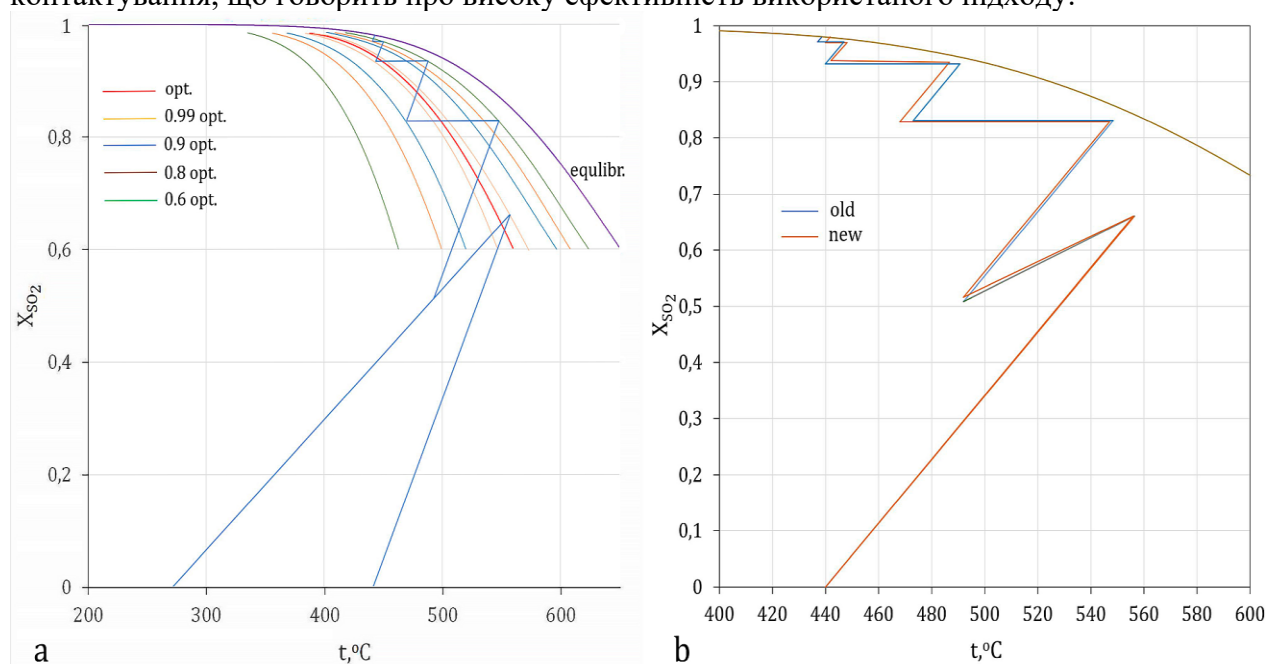


Рис. 3. Графічний розрахунок схеми процесу контактування для модельної суміші (а) та її порівняння зі схемою, побудованою за літературними даними (б)

Висновки

Вивчено можливості програми CHEMCAD як засобу технологічного розрахунку процесу окислення SO_2 у п'ятиполичному контактному. Отримані під час роботи результати математичного моделювання збігаються з літературними даними, що свідчить про високої адекватності побудованої моделі процесу.

Запропоновано методику розрахунку засобами CHEMCAD лінії оптимальних температур для окислення SO_2 . На основі отриманих лінії та області оптимальних температур розрахована схема процесу контактування. Показано її збіг із літературними даними, що говорить про високу ефективність використаного підходу.

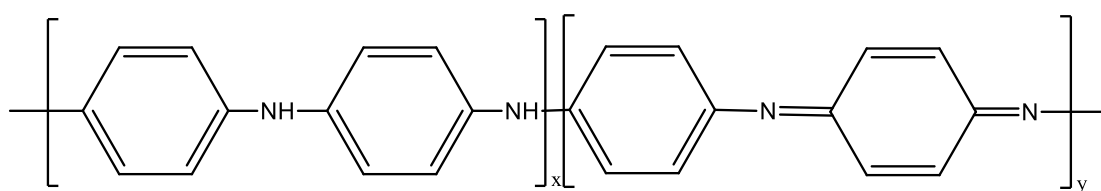
СИНТЕЗ ТА ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІАНІЛІНУ

Мовчан А. А., Варлан К. Є.

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара,
пр. Гагаріна 72, м. Дніпро, 49010*

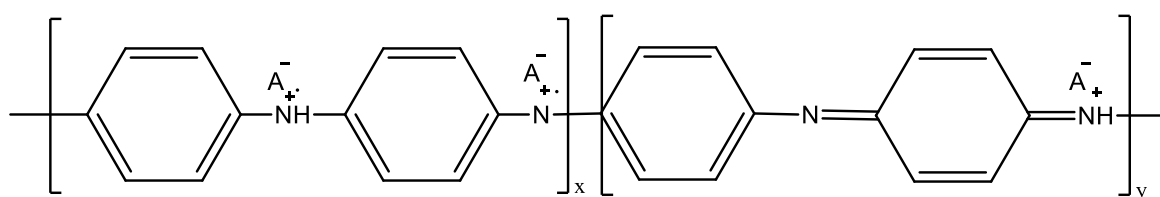
В сучасних хімічних технологіях спостерігається постійне зростання уваги до створення нових та вдосконаленні існуючих електропровідних полімерних матеріалів, зокрема до внутрішньопровідних полімерів (ВПП). Такі провідники вже набули широкого застосування в сучасних високотехнологічних галузях: біомедицині, мікроелектроніці, машино-, авіа- і ракетобудуванні тощо.

ВПП – група синтетичних матеріалів, які поєднують хімічну структуру та фізико-механічні характеристики полімерів з провідністю, притаманною металам, завдяки спряженій електронній структурі полімерних ланцюгів. Серед відомих ВПП важливе місце посідає поліанілін (ПАНі):



Його застосовують у виробництві органічних електронних пристроїв, іонообмінних мембран, діодів, електронних перемикачів, транзисторів, спеціальних покриттів.

Але провідність ПАНі залежить від його ступеня окиснення та допування легуючими агентами. Електропровідною формою ПАНі є т. зв. емеральдинова сіль (ЕС):



Крім електричних і напівпровідникових властивостей, матеріалам на основі ПАНі притаманні інші характерні регульовані властивості: оптична активність і термохімічна стабільність. Серед таких матеріалів є покриття, що ефективно поглинають ІЧ-випромінювання.

Не дивлячись великий обсяг досліджень та різноманіття технічних рішень, пов'язаних з використанням ПАні, ще досі залишається не вирішеною проблема, що пов'язана з таким його недоліком як нерозчинність і крихкість. ЕС утворюється у вигляді осаду дрібних кристалів, які не піддаються переробці звичайними для полімерів методами, що суттєво обмежує і стримує застосування ПАні. Тому завданням дослідження був пошук шляхів отримання ПАні у формі ЕС у вигляді стійкої водної дисперсії або дрібнодисперсної маси з частинками, здатними до сольобілізації звичайними розчинниками.



Рисунок 1- Мікроскопічне зображення кристалів ПАні; збільшення $\times 100$

випадку проведення синтезів у розведених кислих розчинах сульфонованих похідних органічних сполук. Для цього були використані *para*-додецилбензолсульфо кислота, а також продукти сульфометилування фенолу і резорцину. Сульфометилвані похідні отримували за реакцією фенолів з попередньо синтезованим продуктом конденсації $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$, NaOH і CH_2O в різних мольних співвідношеннях. У присутності означених сульфонованих сполук отримано ЕС у вигляді стійких непрозорих дисперсій темно-зеленого кольору. Після просочення такими дисперсіями фільтрувального паперу та бавовняної тканини і висушування останні набували електропровідності на рівні 10^{-3} – 10^{-4} См/см.

За основу було вибрано методику синтезу ПАні, що полягає у змішанні водних розчинів анілінійхлориду з персульфатом амонію у мольному співвідношенні 1 : 1,25 та рН реакційного середовища 1,5-2. За таких умов утворена ЕС випадає із маткового розчину у вигляді дрібних безформних кристалів (рис. 1).

Суттєвого зменшення розмірів частинок ПАні було досягнуто у

**МОДИФІКОВАНІ АМІНАМИ СТИРОМАЛІ
ЯК СТАБІЛІЗАТОРИ СУСПЕНЗІЙНОЇ СПІВПОЛІМЕРИЗАЦІЇ
СТИРОЛУ І ДИВІНІЛБЕНЗОЛУ**

Варлан К. Є., Шевцова К. Р., Мовчан А. А.

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
пр. Гагаріна, 72, м. Дніпро, Україна, 49010*

Серед перспективних хімічних технологій значне місце посідають такі, що базуються на іонообмінних процесах із застосуванням синтетичних іонітів [1]. Вони мають широке застосування у водопідготовці та водоочищенні [2, 3], гідрометалургії [4] тощо. Тому дослідження, спрямовані на покращення експлуатаційних характеристик та вдосконалення технології виготовлення іонітів є актуальними.

Відомо [5], що властивості синтетичних іонітів значною мірою визначають параметри полімерних матриць, зокрема форма, розподілення частинок за розмірами. Найпоширенішим типом матриць є співполімери стиролу і дивінілбензолу (СДВБ), що отримують методом суспензійної співполімеризації. На гранулометричне розподілення частинок отримуваного співполімеру суттєвий вплив має склад дисперсійного середовища (ДС), а саме природа і вміст спеціальних інгредієнтів: диспергаторів, стабілізаторів, захисних колоїдів, регуляторів рН середовища, іонної сили, густини, в'язкості. За існуючими вітчизняними промисловими технологіями синтезу СДВБ-матриць, у якості стабілізатору дисперсії переважно використовують крохмаль. Але він має недоліки, що полягають у низькій відтворюваності властивостей крохмальних розчинів, залежності їх від незначних змін якості води і схильності до розшарування, т. зв. ретроградації. Тому метою дослідження став пошук ефективних синтетичних стабілізаторів для ДС синтезу СДВБ-матриць із стабільними і відтворюваними характеристиками.

За наявною патентною інформацією, серед полімерних дисперсантів і стабілізаторів, що застосовують як компоненти ДС для суспензійної полімеризації, відомі співполімер стиролу та малеїнового ангідриду – стиромаль, та продукти їх хімічної модифікації. З огляду на це, в дослідженні використані зразки стиромалів з торговою маркою SMA[®] виробництва ATOFINA Chemicals Inc. з характеристиками, що наведені у табл. 1.

Таблиця 1 – Характеристики стиромалів

Марка	Середня молекулярна маса,		Кислотне число, мг КОН/г	Еквівалентна маса*, г/екв	Внешний вид
	M _n	M _w			
SMA [®] 1000	2000	5500	480	113	Білий порошок
SMA [®] 3000	3800	9500	285	182	Білий порошок

*Примітка. Маса, що припадає на одну утворювану після гідролізу карбоксильну групу (отримано потенціометричним методом)

Для надання розчинності зразки стиромалів піддавали хімічній модифікації аміаком, етаноламіном та діетаноламіном (ДЕА) в еквівалентному співвідношенні 1 : 0,5 та 1 : 1. Продукти модифікації SMA амінами отримували у вигляді концентрованих водних розчинів та використовували без попереднього виділення. .

Перевірена можливість використання синтезованих сполук у якості компонентів ДС для суспензійної співполімеризації СДВБ. Експерименти проводили в циліндричному реакторі об'ємом 1 л з рамною мішалкою із швидкістю обертання 250 об/хв. В усіх випадках умови проведення експериментів були такими: склад дисперсної фази (ДФ) (мас. ч.): стирол – 100; ДВБ – 4,3; перекис бензоїлу (ПБ) – 0,39; співвідношення ДС:ДФ 2:1; синтези проводили 5 годин за температури 80 °С.

Найбільш прийнятні результати отримали при використанні продуктів модифікації стиромалів діетаноламіном при еквівалентному співвідношенні SMA:ДЕА 0,5:1 і 1:1, та за характеристик ДС, наведених у табл. 2.

Таблиця 2 – Характеристики ДС і отриманих СДВБ

Шифр	Продукт модифікації SMA			Na ₃ PO ₄ , %	CaCl ₂ , %	СДВБ			
	Марка SMA	SMA:ДЕА	конц., %			вихід, %	коэф. неоднорідности	Д _{еф}	питоме набряк., см ³ /г
СП1	SMA1000	1:1	0,75	2,0	0,95	94,4	1,43	0,24	3,67
СП2	SMA1000	1:1	1,50			97,8	1,97	0,45	3,93
СП3	SMA3000	1:1	1,50			89,3	2,11	0,57	3,66
СП4	SMA3000	1:1	3,00			87,5	1,54	0,19	3,67
СП5	SMA3000	0,5:1	3,00			97,0	1,28	0,49	-
СП5	SMA3000	0,5:1	4,50			87,0	1,22	0,32	3,89

Відповідно до отриманих результатів, краща стабілізуюча дія притаманна продукту модифікації SMA3000 при співвідношенні с ДЕА 0,5:1. При його застосуванні гранули отриманих зразків СДВБ мають вужче розподілення за розмірами (рис. 1), менші значення коефіцієнта неоднорідності

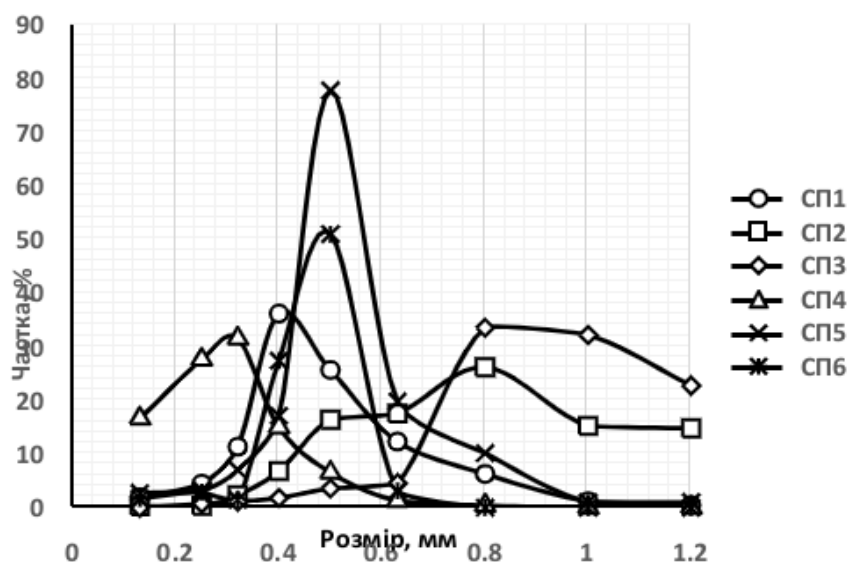


Рисунок 1 – Гранулометричне розподілення зразків СДВБ

Перелік джерел посилання

1. Черненко Я. М. Перспективні хімічні технології – Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2012. – 85 с.
2. Гомеля М. Д. Дослідження іонообмінного пом'якшення високомінералізованих вод. / М. Д. Гомеля, В. М. Грабітченко, А. Г. Трохименко, Т. О. Шаблій // Східно-Європ. журн. передових техн-ій. 2016. Т. 4, № 10 (82). С. 10-15.
3. Петрушка К. І. Удосконалення адсорбційно-іонообмінних процесів очищення стічних та шахтних вод : дис. ... канд. техн. наук (доктора філософії) : 21.06.01 / Петрушка Катерина Ігорівна ; ІНФТУНГ. Ів.-Франківськ : 2017. 185 с.
4. Перлова Н. О. Сорбція сполук урану (VI) з водних розчинів синтетичними іонітами : дис. ... канд. хім. наук (доктора філософії) : 02.00.11 / Перлова Наталія Олександрівна ; Ін-т біоколоїдної хімії ім. Ф. Д. Овчаренка НАН України. Одеса : 2017. 178 с.
5. Комаров В. П. Синтез стирол-дивинилбензольної матриці іонітів суспензійним методом. 1. Регулювання гранулометричного складу борної кислотою / В. П. Комаров, А. В. Зонтов, К. Е. Варлан // Вопр. хімії і хім. технології. 2005. № 3. С. 81-86.

ОГЛЯД ПРОМИСЛОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЗНЕВОДНЕННЯ ДИХЛОРМЕТАНУ

Тараненко І.В., Поджарський М.А.

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
м. Дніпро, вулиця Казакова, 22*

Дихлорметан (ДХМ) – важливий органічний розчинник, що відіграє не останню роль у промисловому секторі. Він використовуються у багатьох процесах та областях. Наявність води у складі розчинника є однією з головних причин зменшення виходу цільового продукту та утворення небажаних побічних продуктів. Таким чином зневоднення ДХМ є важливим етапом у хімічній промисловості. Для ефективного зневоднення органічних розчинників важливим є правильний підбір методу осушення в залежності від природи розчинника, його структури, фізичних властивостей тощо. Неправильний вибір методу може призвести до небажаних наслідків, іноді навіть небезпечних для життя.

У ході роботи було переглянуто та використано 27 літературних джерел для дослідження різних промислових методів отримання зневодненого ДХМ з вмістом води до 10 ppm.

1. Екстрактивна ректифікація.

Суть екстрактивної ректифікації полягає у розділенні азеотропів з мінімальною температурою кипіння та використання важкого азеотропу, що не утворює новий азеотроп з вихідною сумішшю. Важливим аспектом є вибір додаткового компонента для розділення бінарної суміші. Головними критеріями для вибору розділяючого агента є доступність на ринку, дешевизна, безпечність, стабільність речовини. З точки зору процесів, що протікають, особливу увагу слід уділяти селективності, молярному об'єму, теплоємності та ентальпії пароутворення.

Важливою умовою є те, що додатковий компонент не повинен утворювати новий азеотроп з речовинами, які необхідно розділити, що може відбуватися коли температура кипіння відрізняється за температуру кипіння азеотропу на 30-50°C. Окрім цього він має задовольняти деякі умови, а саме: збільшувати відносну летучість компонентів вихідної речовини або руйнувати азеотроп; легко регенеруватися; мати малу летучість.

Найбільш оптимальними речовинами у якості додаткового компонента є іонні рідини, а саме солі з температурою плавлення нижче 100°C.. З робочих параметрів найважливішими є швидкість потоку уловлювача та коефіцієнт зрошення або коефіцієнт кипіння.

2. Азеотропна ректифікація.

Основна суть азеотропної ректифікації, як і екстрактивної, полягає у розділенні азеотропів. Аналогічно попередньому методу, у даному способі основну роль грає додатковий компонент, що впливає на рівновагу у азеотропі. Механізм цього процесу заснований на тому, що розділяючий агент обирається таким чином, щоб він мав більш сильну спорідненість з одним із компонентів бінарної суміші, утворюючи з ним суміш з підвищеною чутливістю за рахунок позитивного коефіцієнта активності. Необхідною умовою є можливість утворювати нову азеотропну суміш, що складається з допоміжного компонента та однієї з вихідних речовин, яка має більшу летучість порівняно з вихідним азеотропом. Таким чином у верхній частині колони азеотропічної

ректифікації з'являється пара азеотропної суміші, яка при конденсації утворює двофазний рідкий шар.

3. Первапорація

Первапорація - метод поділу рідких сумішей шляхом часткового випаровування через мембрану (пористу або непористу). Це призводить до накопичення проникаючого компонента у вигляді пари, який може бути видалений шляхом пропускання інертного газу або застосуванням низького тиску на стороні проникнення.

Рушійною силою процесу первапорації є різниця хімічних потенціалів, що відповідає градієнту концентрації між фазами на протилежних сторонах міжфазного бар'єру. Модель сорбційної дифузії використовується для опису перенесення речовини на основі різниці в розмірі молекул замість летючості, як у випадку ректифікації. Таким чином, його можна ефективно використовувати як економну заміну азеотропного поділу. Додатковими перевагами є відсутність використання третього компонента. Первапорація може бути поєднана з дистиляцією, або з етапом хімічного виробництва. Гібридна система первапорації та дистиляції забезпечує чисту технологію та пропонує потенційну економію енергії через зниження вимог до температури та тиску.

4. Адсорбція.

Адсорбція є одним із найрозповсюджених методів отримання надчистих розчинників. Через свою високу гігроскопічність молекулярні сита вже продемонстрували свою адсорбційну здатність для сушіння етанолу, вищих спиртів та складних ефірів, толуолу, та інших вуглеводнів та розчинників.

Загальний висновок полягає в тому, що гідрофобні розчинники легше висушувати. Для видалення води з розчинників, які не можуть проникнути через мікропори цеоліту, адсорбційна рівновага є такою ж, як ізотерма чистої водяної пари. У цьому випадку ізотерма водяної пари дає концентрації рідкої фази, використовуючи різні моделі коефіцієнта активності.

Регенерація шару є важливим і енергоємним етапом процесів адсорбції. Регенерація адсорбентної ємності досягається шляхом зміщення рівноваги для початку десорбції. На адсорбційну рівновагу можна вплинути зниженням тиску (адсорбція коливання тиску), підвищенням температури (адсорбція коливання температури), продуванням (зазвичай інертним газом), зміною розчинника (адсорбція коливання розчинника) або їх комбінацією. Метод зміни тиску та продувки покладається на зниження парціального тиску як рушійної сили для десорбції. Найчастіше застосовують адсорбцію зі зміною температури з продуванням інертним газом. Потім продувний газ подається проти струму в напрямку циклу адсорбції. Регенерація продувального газу адсорбційного осушувача призведе до викиду розчинника, який буде присутній у шарі сорбенту після циклу адсорбції.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ ВОДНИХ СТОКІВ ВИРОБНИЦТВ ДАФ

Синявський С.В., Нестерова О.Ю.

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара,
пр. Гагаріна 72, м. Дніпро, 49010*

Основною метою виробництва діацетилфероцену (ДАФ) є його використання в якості регулятора горіння ракетного палива. Основою процесу синтезу ДАФ лежить реакція ацелювання фероцену за механізмом Фріделя-Крафтца. Використання цього методу отримання продукту передбачає наявність в якості каталізатора процесу кислоти Льюїса, а саме $AlCl_3$. В якості ацелюючого реагенту використовують ацетилхлорид. Після завершення синтезу отримують сильно кислий розчин $AlCl_3$, HCl та CH_2Cl_2 і інших технічних домішок виробництва.

Згідно чинного законодавства України зливання будь яких технічних відходів, які мають не нейтральне середовище, у водойми загального користування заборонено. Тому існує пряма необхідність нейтралізації кислих стоків виробництв. Стічні води, що містять мінеральні кислоти або луги, перед скиданням їх у водойми, або перед використанням в технологічних процесах нейтралізують. Практично нейтральними вважаються води, що мають $pH = 6,5-8,5$. Отже, піддавати нейтралізації слід стічні води з pH менше 6,5 і більше 8,5, при цьому необхідно враховувати нейтралізуючу здатність водойм, а також лужний резерв міських стічних вод. Враховуючи умови скидання промислових стічних вод у водойми або міську каналізацію виходить, що велику небезпеку становлять кислі стоки, які зустрічаються до того ж значно частіше, ніж лужні (кількість стічних вод з $pH > 8,5$ невелика). Існує велика кількість способів очищення стічних вод і різні їх класифікації. Обирання способу очищення зазвичай визначається видом та концентрацією переважаючих домішок у самих водах: механічних, розчинених та органічних. Фізико-хімічні методи застосовуються для очищення стічних вод від розчинених домішок, а також, у деяких випадках, від зважених частинок. Основними методами є флоатція, екстракція, нейтралізація, сорбція, йонно-обмінна очистка, гіперфільтрація, електрохімічна очистка, озонування, електрокоагуляція, евапорація.

До хімічних методів очищення відносять нейтралізацію, окиснення та відновлення. Хімічне очищення може застосовуватися як самостійний вид очищення перед подаванням промислових стічних вод в систему зворотного водопостачання, а також в якості попереднього очищення перед біологічним або фізико-хімічним очищенням, а також для дезінфекції та обезбарвлення. В основі технологічного процесу лежить реакція ацелювання за механізмом Фріделя-Крафтца, каталізатором цього процесу є кислота Льюїса після протікання реакції і відділення цільового продукту в стічних водах виробничої лінії будемо мати сильно кислий розчин $AlCl_3$, за рахунок суттєвої концентрації утвореного HCl в результаті реакції, з домішками CH_2Cl_2 . Розчин має сильно кисле середовище, отже його заборонено зливати у водойми. В даному випадку метод нейтралізації за рахунок додавання реагентів є найбільш оптимальним. Переваги: застосовується як самостійний метод очищення стічних вод; як метод глибокого очищення вод, що дозволяє їх продезінфікувати і знебарвити; pH середовища 6,5 – 8,5; застосовується для переробки кислих стічних вод. Недоліки: процес нейтралізації пов'язаний з додаванням сторонніх хімічних реагентів, а тому є відносно коштовним, організація процесу і технічний контроль є відносно складними.

ВПЛИВ ФЕРОЦЕНВМІСНОГО АКТИВНОГО ПЛАСТИФІКАТОРУ НА ПРОЦЕС СТРУКТУРУВАННЯ КАУЧУКУ

Огнева Т.В , Нестерова О.Ю.

Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара

Активні пластифікатори у складі сумішевого твердого ракетного палива (СТРП) поєднують функції регулятора швидкості горіння та пластифікатору. На основі модифікованої рицинової олії та фероценкарбонової кислоти нами був синтезований фероценоїл – гліцерилрициноолеат (ФГРО) як активний пластифікатор для СТРП та досліджено його вплив на властивості рідкого дивінілнитрильного каучуку СКН-10 КТР з кінцевими карбоксильними групами та процес затвердіння системи каучук СКН-10-КТР - епоксидна смола ЕД-20. Використання рицинової олії, як основи для створення пластифікатору, пов'язано з її функціональністю (три ОН групи в одній молекулі), високою однорідністю складу (містить ~90% тригліцериду рицинолевої кислоти), доступністю як поновлюваного ресурсу, за який, на відміну від інших сировинних рослинних джерел, не конкурують харчова та хімічна галузі промисловості.

Передумовою якісного структурування каучуку під дією епоксидної смоли є рівномірний розподіл компонентів та швидке встановлення фазової рівноваги. Для визначення впливу часу встановлення фазової рівноваги в системі карбоксилатний каучук СКН-10-КТР - епоксидна смола ЕД-20 на швидкість затвердіння були досліджені наступні композиції: (без пластифікатору) №1 - низькомолекулярний каучук СКН-10-КТР - епоксидна смола ЕД-20 (вагове співвідношення, % 80:20); (з пластифікатором) №2 - каучук СКН-10-КТР : епоксидна смола ЕД-20 : пластифікатор діоктилсебацінат (ДОС) (вагове співвідношення, % - 73:20:7), №3 - каучук СКН-10-КТР : смола ЕД-20 : ФГРО (вагове співвідношення, % - 73:20:7), які витримувалися при температурі 20-27°C протягом місяця з періодичним визначенням кількості карбоксильних груп, що не прореагували.

Встановлено, що для композиції №1 оптимальний фазовий розподіл настає після витримки протягом 6 діб, що відзначається максимальною швидкістю реакції між компонентами. Присутність пластифікаторів викликає, як мінімум, ефект розведення і збільшує час досягнення термодинамічної рівноваги в композиції №2 до 29 діб, а в композиції №3 - до 12 діб, що, певно, пов'язано з кращою сумісністю ФГРО з каучуком та епоксидною смолою ніж ДОС.

Введення пластифікаторів у наповнену полімерну композицію СТРП приводить до збереження еластичності матеріалу при низьких температурах, тобто до підвищення його морозостійкості та зниження крихкості, що дозволяє зберегти незмінними фізико-хімічні та енергетичні характеристики при температурах мінус 70 – мінус 80°C. На рис. 1 наведені термограми ДСК, на яких видно, що температура склування сумішей каучуку СКН-10-КТР та ФГРО (7%), а також його сумішей з продуктом гліцеролізу рицинової олії ПГРО (7%) зазнає у порівнянні з температурою склування чистого каучуку суттєвого зрушення в бік низьких температур.

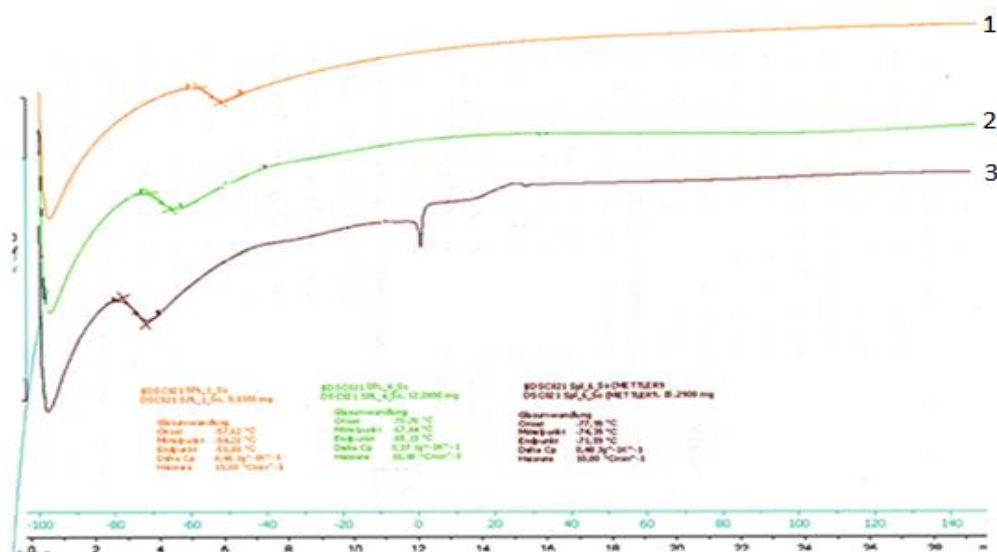


Рис. 1. Термограми ДСК: 1. Каучук СКН-10КТР; 2. Каучук СКН-10КТР + ПГРО(7%); 3. Каучук СКН-10КТР+ ФГРО(7%);

Дані досліджень наведено у табл. 1, з яких видно, що введення ФГРО практично на 20°C знижує температуру склування і, таким чином, підвищує еластичність та морозостійкість каучуку. Це свідчить про пластифікуючі властивості отриманої фероценвмісної композиції ФГРО. Потрібно відзначити, що введення ПГРО також приводить до пластифікації каучуку.

Як видно з даних ДСК для пластифікованого ФГРО каучуку СКН-10КТР повторне нагрівання та подальше охолодження практично не впливають на інтервал значень температури початку склування (рис. 2), що свідчить про термодинамічну стабільність цієї композиції.

Таблиця 2.- Вплив пластифікаторів на температуру склування каучуку СКН-10 КТР

№ зразка	Склад	Параметри фазового переходу другого роду (склування)			ΔC_p , Дж/г·град	ΔT , °C
		Tg ⁰ C начала	Tg ⁰ C закінчення	Tg ⁰ C середня		
1	Каучук СКН-10-КТР	- 51.88	- 57.62	- 54.22	0.46	-
2	Каучук СКН-10-КТР+ ПГРО (7%)	- 68.55	- 71.84	- 70.78	0.26	16.67
3	Каучук СКН-10-КТР+ФГРО (7%)	- 71.59	- 77.99	- 74.39	0.48	19.71

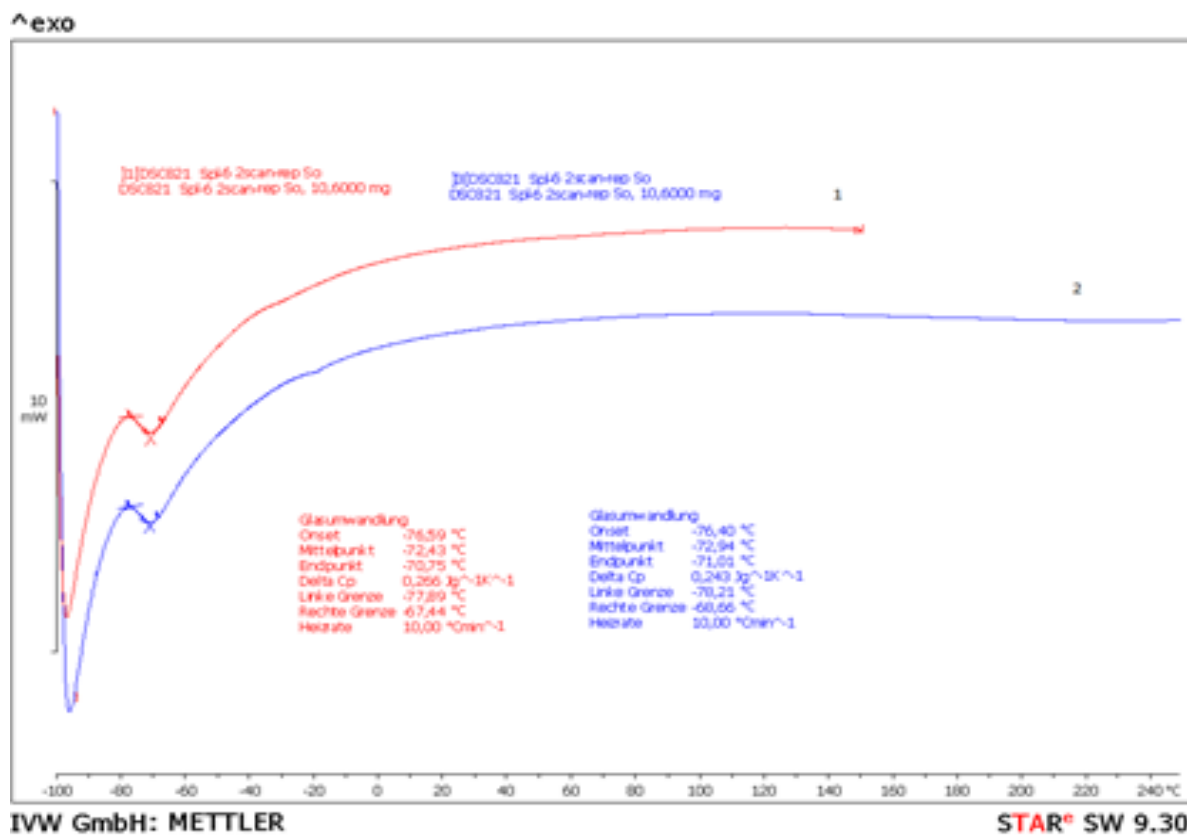


Рис. 2. Дані ДСК для пластифікованого каучуку СКН-10КТР+ФГРО(7%):
1.Первинний нагрів; 2. Повторний нагрів.

Таким чином фероценовмісний пластифікатор ФГРО, що відноситься до етеру фероценкарбонової кислоти і продукту гліцеролізу рицинової олії, дозволяє використовувати поновлювані джерела рослинної сировини та синтетично доступне похідне фероцену. Здатність до пластифікації функціональних олігомерних каучуків дає можливість застосовувати ФГРО у складі СТРП, яке може експлуатуватися при температурах нижче мінус 70°C. Введення пластифікатора ФГРО до складу рідкої композиції каучуку СКН10-КТР – епоксидна смола ЕД-20, яка є пальним – зв'язувальним для СТРП, дозволяє швидше досягти фазової рівноваги, що впливає на швидкість та якість процесу структурування.

СЕКЦІЯ

ФІЗИЧНА ТА НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ

Керівник: **Стець Надія Вікторівна**, зав. каф. органічної, фізичної та неорганічної хімії ДНУ, канд. хім. наук, доц.

Секретар: **Плясовська Катерина Андріївна**, доцент каф. органічної, фізичної та неорганічної хімії ДНУ, канд. хім. наук, доц.

**QAIM-АНАЛІЗ ЗМІШАНИХ ХЛОРИДНИХ
π-АЦИДОАКВАКОМПЛЕКСІВ Cu^+ З ФУМАРОВОЮ АБО МАЛЕЇНОВОЮ
КИСЛОТОЮ**

*Курасова Ю.Д., Осокін Є.С., Варгалюк В.Ф., Полонський В.А.
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара,
49010, г. Дніпро, пр-т Гагаріна, 72*

Ацидокомплекси купруму виявляють підвищений інтерес завдяки їх антибактеріальним властивостям. Але комплексні сполуки купруму в низьких ступенях окислення досить нестійкі. Для стабілізації таких сполук у водній фазі можна використовувати ненасичені органічні кислоти, зокрема малеїнову або її транс-аналогу – фумарову кислоти. А для стабілізації твердої фази допомагає введення аніону хлору, який підвищує стійкість цих структур за рахунок полідентатності хлору.

В роботі був проведений аналіз розподілу електронної густини хлоридних π-комплексів Cu^+ з фумаровою або малеїновою кислотами з використанням квантової теорії атомів в молекулах (QAİM).

Попередньо була проведена оптимізація комплексів загального складу $[\text{Cu}^+(\pi\text{-L})(\text{Cl}^-)(\text{H}_2\text{O})_n]$ з де n – кількість молекул води у внутрішній координаційній сфері, L – молекулярні та депротоновані форми малеїнової або фумарової кислоти, відповідно (H_2M , HM^- , M^{2-} , H_2F , HF^- , F^{2-}).

Після цього в даній роботі було розраховано величини енергій зв'язування $E_b(\text{Cu}^+-\text{Cl}^-)$, $E_b(\text{Cu}^+-\text{C}=\text{C})_1$, $E_b(\text{Cu}^+-\text{C}=\text{C})_2$ (табл. 1). Так, значення $E_b(\text{Cu}^+-\text{Cl}^-)$ у комплексах з молекулярною формою малеїнової кислоти знаходиться в інтервалі 99–150 кДж/моль незначно зменшуючись для її депротонованих форм. Для комплексів з молекулярною формою фумарової кислоти цей інтервал становить 106–153 кДж/моль, що дещо вище за абсолютним значенням ніж з молекулярною формою малеїнової кислоти. Встановлено, що у деяких π-комплексах існує одночасно два π-зв'язки з Cu^+ -іоном. Серед таких комплексів є $[\text{Cu}^+(\pi\text{-HM}^-)(\text{Cl}^-)(\text{H}_2\text{O})_2]$, де енергії зв'язування яких складають –115,97 та –123,44 кДж/моль і $[\text{Cu}^+(\pi\text{-H}_2\text{F})(\text{Cl}^-)]$, де π-зв'язки Cu^+-C_1 і Cu^+-C_2 складають –130,32 та –130,2 кДж/моль, відповідно. Слід зазначити, що збільшення кількості молекул води у внутрішній координаційній сфері комплексів як з фумаровою так і з малеїновою кислотою призводить до зменшення енергії зв'язування $E_b(\text{Cu}^+-\text{Cl}^-)$.

Табл. 1. Енергії зв'язування (кДж/моль) змішаних π -ацидоаквакомплексів Cu^+ з малеїновою або фумаровою кислотами

Комплекс	$E_b(\text{Cu}^+-\text{Cl}^-)$	$E_b(\text{Cu}^+-\text{C}=\text{C})_1$	$E_b(\text{Cu}^+-\text{C}=\text{C})_2$
$[\text{Cu}^+(\text{H}_2\text{O})_2(\pi\text{H}_2\text{M})(\text{Cl})]$	-98,91	-123,56	—
$[\text{Cu}^+(\text{H}_2\text{O})(\pi\text{H}_2\text{M})(\text{Cl})](\text{H}_2\text{O})$	-126,22	-113,20	—
$[\text{Cu}^+(\pi\text{H}_2\text{M})(\text{Cl})](\text{H}_2\text{O})_2$	-150,34	-130,40	—
$[\text{Cu}^+(\text{H}_2\text{O})_2(\pi\text{HM})(\text{Cl})]$	-96,75	-115,97	-123,44
$[\text{Cu}^+(\text{H}_2\text{O})(\pi\text{HM})(\text{Cl})](\text{H}_2\text{O})$	-121,08	-107,10	—
$[\text{Cu}^+(\text{H}_2\text{O})_2(\pi\text{M})(\text{Cl})](\text{H}_2\text{O})$	-87,33	-118,62	—
$[\text{Cu}^+(\text{H}_2\text{O})(\pi\text{M})(\text{Cl})](\text{H}_2\text{O})$	-116,51	-108,80	—
$[\text{Cu}^+(\text{H}_2\text{O})_2(\pi\text{H}_2\text{F})(\text{Cl})]$	-106,21	-124,90	—
$[\text{Cu}^+(\text{H}_2\text{O})(\pi\text{H}_2\text{F})(\text{Cl})](\text{H}_2\text{O})$	-114,70	-131,49	—
$[\text{Cu}^+(\pi\text{H}_2\text{F})(\text{Cl})](\text{H}_2\text{O})_2$	-152,78	-130,32	-130,21
$[\text{Cu}^+(\text{H}_2\text{O})_2(\pi\text{HF})(\text{Cl})]$	-95,92	-121,50	—
$[\text{Cu}^+(\text{H}_2\text{O})(\pi\text{HF})(\text{Cl})](\text{H}_2\text{O})$	-97,37	-110,90	—
$[\text{Cu}^+(\text{H}_2\text{O})_2(\pi\text{F})(\text{Cl})](\text{H}_2\text{O})$	-90,54	-119,89	—
$[\text{Cu}^+(\text{H}_2\text{O})(\pi\text{F})(\text{Cl})](\text{H}_2\text{O})$	-109,66	-120,87	—
$[\text{Cu}^+(\pi\text{F})(\text{Cl})](\text{H}_2\text{O})_2$	-139,55	-126,96	—

Також показано, що хлорид-іони у складі π -аквакомплексів Cu^+ обох кислот послаблюють енергії зв'язування молекул води у внутрішній координаційній сфері. Для всіх комплексів чітко прослідковується тенденція впливу молекул води на збільшення внеску ($d\pi$ - pr)-зв'язування в порівнянні з $(\text{Cu}^+-\text{Cl}^-)$ -зв'язком.

**ВПЛИВ ОРГАНІЧНИХ КИСЛОТ НА ЕНЕРГЕТИКУ ПРОЦЕСУ
ОДНОЕЛЕКТРОННОГО ОКИСНЕННЯ МАНГАН(II)-ЙОНІВ**

*Кучай І. М., Середюк В. О., Варгалюк В. Ф., Плясовська К. А.
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара,
пр. Гагаріна, 72, 49010, Дніпро, Україна*

Манган (IV) оксид має у наявності сукупність корисних властивостей, які дозволяють використовувати цей матеріал для виготовлення деяких типів сучасних акумуляторів електричної енергії та суперконденсаторів та каталізаторів. Анодне осадження MnO_2 з розчинів солей Mn^{2+} надає можливість виділення тонких, компактних плівок на будь-якій електропровідній поверхні, тому вивчення вказаного процесу як експериментальними, так і розрахунковими методами є дуже актуальною задачею сучасних дослідників.

Відомо, що в водних розчинах безпосереднє електроокиснення аквакомплексів $[Mn(H_2O)]^{2+}$ потребує високої перенапруги, яка є значно більшою порівняно зі стандартним потенціалом реакції виділення кисню. Це призводить до переходу в таких системах від електрохімічного до хімічного механізму процесу $Mn(II) - e^- = Mn(III)$, в рамках якого катіони $Mn(II)$ окиснюються продуктами електроокиснення молекул води, переважно – радикалами $\cdot OH$. Процес стає непродуктивним за рахунок збільшення витрат електроенергії.

Перспективним шляхом вирішення означеної проблеми може бути перехід від простих неорганічних електролітів, у яких домінують пасивні однорідні аквакомплекси $Mn(II)$ -йонів, до розчинів з активними структурами на кшталт $[Mn(H_2O)_5(L)]^{2+}$. Емпірично було встановлено, що введення до внутрішньої координаційної сфери аквакомплексів $Mn(II)$ ацетат-йонів дозволяє зменшити E_0 приблизно на 0,5 В.

Ми зважили за доцільне дослідити вплив інших органічних кислот на процес одноелектронного окиснення монозаміщених їх аніонами аквакомплексів $Mn(II)$. Об'єктами дослідження стали акрилова, малонова та фумарова кислоти. Для розрахунку величин стандартних потенціалів використовували відповідні значення зміни електронної енергії комплексів, в процесі їх окиснення. Останні отримували шляхом квантово-хімічного моделювання (Gaussian 09).

Таблиця

Термодинамічні параметри реакції $\text{Mn(II)} - e^- = \text{Mn(III)}$.

Комплекс	Електронна енергія, од. Гартрі	Різниця енергій $\text{Mn}^{2+}/\text{Mn}^{3+}$, од. Гартрі	Різниця енергій $\text{Mn}^{2+}/\text{Mn}^{3+}$, кДж/моль	Стандартний окисно-відновний потенціал, В
$\text{Mn}^{3+}(\text{Mal}^-)$	-1987.8402	0.2170	569	1.100
$\text{Mn}^{2+}(\text{Mal}^-)$	-1988.0572			
$\text{Mn}^{3+}(\text{Mal}^{2-})$	-1911.0147	0.1864	489	0.346
$\text{Mn}^{2+}(\text{Mal}^{2-})$	-1911.2011			
$\text{Mn}^{3+}(\text{Fum}^-)$	-1987.8355	0.2148	564	1.064
$\text{Mn}^{2+}(\text{Fum}^-)$	-1988.0503			
$\text{Mn}^{3+}(\text{Ak}^-)$	-1799.2765	0.2108	553	0.895
$\text{Mn}^{2+}(\text{Ak}^-)$	-1799.4873			

Співставлення між собою отриманих значень енергії вилучення електрона з монозаміщених аквакомплексів Mn(II) показує, що серед однозарядних аніонів найбільший вплив на термодинамічні параметри процесу $\text{Mn(II)} - e^- = \text{Mn(III)}$ мають акрилат-йони. Присутність другої карбоксильної групи у малеїнат- та фумарат-йонах не забезпечує їм переваги порівняно з молекулами води, які вони заміщують в комплексах $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$. У той же час, повна депротонізація малеїнат-йонів призводить до настільки різких змін у розподілі електронної густини між лігандами і центральним атомом, що стандартний потенціал реакції $\text{Mn(II)} - e^- = \text{Mn(III)}$ зменшується майже до 0,35 В.

МІКРОБІОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ДИСПЕРСІЙ МІДЬОРГАНІЧНИХ ПОРОШКІВ

Іваненко А.В., Лагута О.В., Полонський В.А., Скляр Т.В.,
Стець Н.В., Варгалюк В.Ф.

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
м. Дніпро, пр. Гагаріна, 72*

Унікальна структура ультрамікро- та нанодисперсних порошків надає їм ряд нових властивостей у порівнянні зі звичайними матеріалами. Зокрема встановлено, що мікродисперсні порошки металів виявляють більшу мікробіологічну активність порівняно з компактним металом. Так, автори [1] вивчали вплив наночастинок міді, отриманих двома різними способами, як на грампозитивні, так і на грамнегативні бактерії. Зокрема, було показано що наночастинок міді, синтезовані шляхом електролізу проявляють більшу антибактеріальну активність (для бактерій *Escherichia Coli*), ніж наночастинок міді, синтезовані методом хімічного відновлення. Автори [2] провели порівняльне вивчення антибактеріальної дії наночастинок заліза та міді на клінічні штами золотистого стафілокока. Вони стверджують, що наночастинок металів є перспективними матеріалами для створення нового класу антибактеріальних препаратів. Препарати міді, введені в організми тварин у вигляді наночастинок, мають пролонговану дію і меншу токсичність у порівнянні з солями. Наночастинок міді під час введення в організм стимулюють механізми регуляції мікроелементного складу та активність антиоксидантних ферментів. У роботі [3] стверджується, що біосумісність міді з організмом людини можливо пояснити тим, що даний метал є складовою частиною багатьох важливих ферментів і відіграє важливу роль у клітинному диханні. Відома також антибактерицидна активність комплексів йонів купруму з такими амінокислотами, як метіонін, фенілаланін, валін, лейцин, лізин. Результати [4] показали, що вони мають інгібуючу дію проти *Micrococcus luteus* і *Bacillus cereus* і менш ефективні проти *Escherichia coli*.

В наших попередніх дослідженнях [5] проводилось визначення бактерицидної дії мідних мікропорошків, отриманих у присутності акрилової кислоти, на клінічний штам мікроорганізмів *Staphylococcus aureus*. Як з'ясувалось, суспензії досліджених порошків проявляють бактериостатичний ефект за будь-яких випробуваних концентрацій. Бактерицидний ж ефект проявляється за концентрацій від 2 мг/мл та вище при тривалості контакту 30 хвилин. При динамічних мікробіологічних дослідженнях бактерицидний ефект проявився більш виразно. Так, металорганічний мікропорошок пригнічував життєдіяльність бактерій починаючи з перших хвилин контакту, на порядок скорочуючи число життєздатних одиниць кожні 10 хвилин.

Надалі нами були отримані аналогічні мідьорганічні порошки, що містили малеїнову кислоту (H_2M). Дослідження їх складу та структури показали [6, 7], що в залежності від співвідношення компонентів та умов синтезу, вони можуть складатися або з комплексу йонів Cu^+ з аніонною формою добавки ($[(Cu^+)(HM^-)]$), або бути сумішшю цього комплексу з часточками металевої міді. В останньому випадку продукт синтезу можна було вважати композитним матеріалом з розмірами окремих часток у нанометровому діапазоні. Метою даної роботи стала підготовка суспензій зразків таких матеріалів та визначення їх мікробіологічної активності.

Синтез мікропорошків проводився наступним чином: Приготування розчинів купрум (II) сульфату або його суміші з малеїною кислотою у молярному співвідношенні 1 : 1. Корегування кислотності розчину до $pH \approx 2$ розчином натрій

гідроксиду. Проведення реакції цементації міді порошком цинку у його молярному співвідношенні з купрум (II) сульфатом (1 : 1 чи 1 : 0,2). Фільтрація, сушіння, зважування утвореного продукту реакції. Визначення складу (вміст купруму) та мікроструктури порошоків. Отримані порошки містили від 32 до 95 % купруму. Це були часточки мікронних розмірів і округлої форми. З отриманих порошоків підготовлені наступні зразки суспензій концентрацією 5 мг/мл: комплекс $[(\text{Cu}^+)(\text{HM}^-)]$ (32,2 % Cu), композит 1: $[(\text{Cu}^+)(\text{HM}^-)] + \text{Cu}$ (56,6 % Cu), композит 2: $[(\text{Cu}^+)(\text{HM}^-)] + \text{Cu}$ (46,3 % Cu); порошок міді (95,0 % Cu).

Антибактерицидні властивості зразків суспензій визначались на кафедрі мікробіології біологічного факультету ДНУ. Умови випробувань: час впливу (інкубації) – 0,5, 1; 2; 3 години; час витримки в поживному середовищі (агар) – 24 години.

Разом з досліджуваними одночасно виготовлялись контрольні зразки, які не оброблялись суспензією порошку. Отримані результати: в порядку зменшення мікробіологічної активності суспензії порошоків можна розташувати таким чином: бактерії *Staphylococcus aureus* (музейний штаб стафілококу): комплекс > композит 2 > композит 1 \approx мідь; бактерії *Staphylococcus epidermidis* ATCC 149 (епідермальний стафілокок): комплекс > композит 2 > композит 1 \approx мідь; бактерії *Escherichia coli* (кишкова паличка): комплекс > композит 1 > композит 2 \approx мідь.

Таким чином, шляхом порівняльних випробувань визначено, що найбільш суттєвий антибактерицидний ефект проявляє суспензія комплексу $[(\text{Cu}^+)(\text{HM}^-)]$, а найменший – суспензія мідного порошку. В подальшому плануються динамічні мікробіологічні дослідження випробуваних матеріалів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Theivasanthi T. Studits of copper nanoparticles effects of microorganisms / T. Theivasanthi, M. Alagar // *Annals of Biological Research*. – 2011. – № 2. – P. 368 – 373.
2. Бабушкина И.В. Изучение антибактериального действия нано-частиц меди и железа на клинические штаммы *Staphylococcus aureus*/ И.В. Бабушкина, В.Б. Бородулин, Г.В. Коршунов, Д.М. Пучиньян – Саратовский научно – медицинский журнал. – 2010. – Т. 6. – № 1. – С. 11 – 14.
3. Мідь – наномідь: хіміко-фармацевтичний аспект: монографія / Г.О. Сирова, В.О. Макаров, М.М. Мішина, В.Л. Авраменко, В.В. Лапшин, В.В. Макаров – Х: «Планета-Принт». – 2019. – 91 с.
4. Stanila A. Antibacterial activity of copper and cobalt amino acids complexes // A. Stanila, C. Braicu, S. Stanila, R.M. Pop // *Non Bot Hord Agrobi*. – 2011. – Vol. 39 – №2. – P. 124 – 129.
5. Варгалюк В.Ф. Мікробіологічні властивості дисперсії на основі міді, отриманої катодним осадженням в присутності акрилової кислоти / В.Ф. Варгалюк, В.А. Полонський, О.С. Стець, Н.В. Стець, А.І. Щукін // *Bulletin of Dnipropetrovsk University. Series Chemistry*. – 2014. – Vol. 22. – №2. – P. 47 – 51.
6. Варгалюк В. Ф Вплив малеїнової кислоти на склад та структуру мідьорганічних дисперсій, отриманих хімічним та електрохімічним відновленням Cu^{2+} -іонів / В. Ф. Варгалюк, В. А. Полонський, Є. С. Осокін, А. Є. Скок // *Journal of Chemistry and Technologies*. – 2020. – Vol. 28, № 3. – P. 231–241.
7. Vargalyuk V.F. Syntesis of copper composites containing maleic acid / V.F. Vargalyuk, V.A. Polonskyu, Y.S. Osokin, O.V. Lahuta // *Journal of Chemistry and Technologies*. – 2021. – Vol. 29, № 3. – P. 400 – 409.

ЕЛЕКТРОХІМІЧНИЙ СИНТЕЗ ТА ДЕЯКІ ВЛАСТИВОСТІ КОМПЛЕКСУ ІОНІВ КУПРУМУ (I) З МАЛЕЇНОВОЮ КИСЛОТОЮ

Пустільник С.В., Осокін Є.С., Полонський В. А., Варгалюк В.Ф.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

м. Дніпро, пр. Гагаріна, 72

В електролітах міднення часто застосовують добавки, здатні утворювати комплексні сполуки з іонами купруму. Серед них можна виділити органічні речовини, що містять подвійний С=C - зв'язок. Як було показано раніше, в присутності таких ненасичених сполук, як акрилова кислота (АК) та акриламід (АА) реалізується ЕСЕ-механізм електровідновлення іонів Cu^{2+} завдяки утворенню стійких π -комплексів з іонами Cu^+ . За результатами квантово-хімічного моделювання подібні комплекси можуть також утворювати і двохосновні аналоги АК – малеїнова (МК) та фумарова кислоти (ФК). Експериментальна перевірка показала, що присутність у базовому розчині (0,1 М CuSO_4 , 1 М H_2SO_4) малеїнової кислоти призводить до певного гальмування процесу електровідновлення іонів купруму, але прискорює анодне розчинення міді у порівнянні з базовим розчином. За результатами сканувальної електронної мікроскопії, під час електролізу в присутності МК на титаннітридному катоді формувалось суцільне дрібнокристалічне покриття з розміром часток меншим, ніж 1 мкм. За результатами елементного аналізу, вони на 97,9% склалися з міді, що вказує на незначний вміст органічних сполук в катодному осаді, що формувався з розчину з добавкою МК. Під час проведення електролізу розчинів, які містили МК, також було зафіксовано зміну їх кольору з блакитного на світло-зелений. Це могло свідчити про накопичення у таких розчинах іонів Cu^+ у формі комплексу з МК. Більш детально це явище було проаналізовано. Застосовано два способи синтезу комплексів іонів Cu^+ з МК – хімічний, шляхом цементації міді із розчину купрум сульфату з добавкою малеїнової кислоти та електрохімічний, що здійснювався шляхом анодної іонізації міді в розчинах МК. Як з'ясувалось, в обох випадках продуктом була одна й та ж сама сполука – комплекс іонів Cu^+ з дисоційованою формою малеїнової кислоти. Зважаючи на перспективність гальваностатичного методу синтезу комплексів Cu^+ з олефіновими сполуками, метою даної роботи стали подальші дослідження в цій сфері.

Об'єктами дослідження були розчини: 1 М H_2SO_4 – фоновий (fon);(1) + 0,1 М малеїнової кислоти. Робочий розчин готувався шляхом електрохімічної обробки

фоновому електроліту з добавкою 0,1 моль/л МК в комірці з розділеними катодним і анодним просторами. Електрохімічна обробка полягала у пропусканні через робочий розчин певної кількості електрики. Ця операція проводилась таким чином – у комірці з розділеними електродними просторами наливався робочий електроліт об'ємом 50 мл і розміщались електроди: платиновий катод площею 8 см² та мідний анод. Анодом слугувала або мідна пластинка площею 8 см² (дослід №1) або згорнута у «гармошку» мідна фольга з площею поверхні близько 50 см² (дослід №2). Об'єм католіта складав 13 мл, а об'єм аноліта – 37 мл. Надалі від джерела струму на електроди подавався постійний струм анодною густиною 2 мА/см². На рис. 1 та 2 наведено результати вимірювання оптичної густини проб анолітів в дослідах №1 та №2, які відбирались через 10, 20, 30 та 60 хвилин електролізу. Потрібно відзначити, що обидва розчини мають максимуми поглинання при однаковій $\lambda = 400$ нм, що підтверджує утворення комплексу $[\text{Cu}^+(\text{МК}^-)]$. Розчин №2 має тенденцію до насичення по утвореній сполуці. Можливо, у разі збільшенні часу електролізу і (або) густини анодного струму буде можливим отримання синтезованого комплексу в порошкоподібному стані.

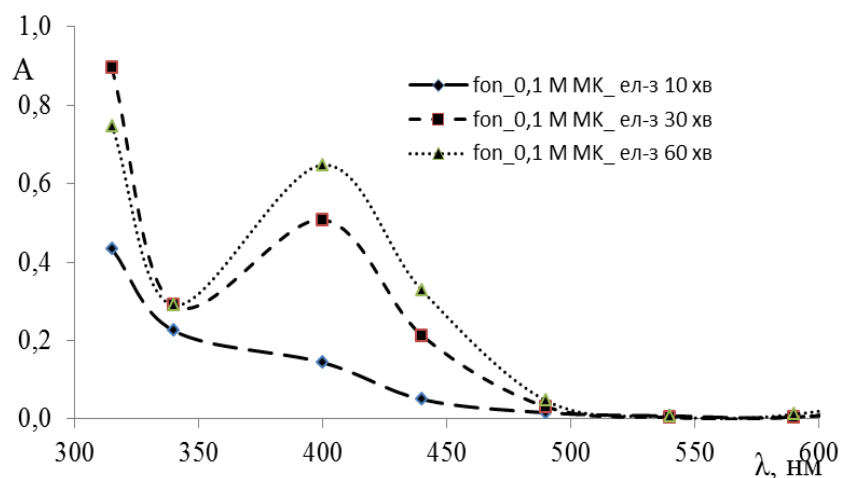


Рис. 1 – Спектри поглинання розчину 2 (дослід №1) з різним часом проведення електролізу, хвилин: 10, 30, 60.

На рис. 3 наведено циклічні вольтамперограми, отримані у фоновому розчині та у цьому розчині з добавкою МК після електролізу з анодом площею 8 см² протягом години. Як видно, анодна обробка електроліту призводить до появи розмитого катодного майданчика висотою близько 2 мА/см² в зоні від -0,1 В до -0,3 В та

гальмування процесу виділення водню від $-0,3$ В до $-0,7$ В. В анодній області при потенціалі $+0,2$ В з'являється гострий пік висотою 25 mA/cm^2 .

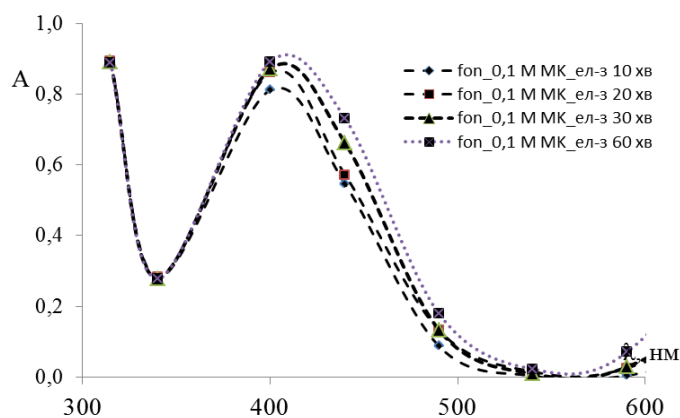


Рис. 2 – Спектри поглинання розчину №2 з різним часом проведення електролізу, хвилин: 10, 20, 30, 60.

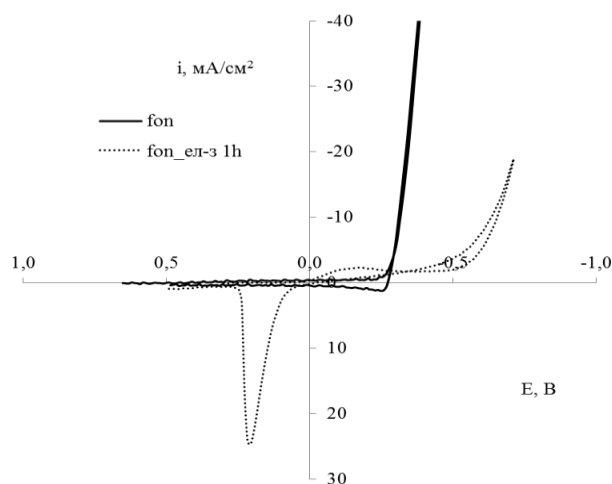


Рис. 3 - Циклічні вольтамперограми, отримані у розчинах: 1 – fon, 2 – (1) + 0,1 М МК (аноліт після досліді №1 з мідним анодом 60 хвилин).

Аналогічні вольтамперограми, зафіксовані для електроліту, отриманого в досліді №2. Форма катодної ділянки кривої 2 може свідчити про наявність попередньої хімічної реакції дисоціації комплексу.

Метою подальших експериментів буде визначення розчинності електрохімічно синтезованого комплексу та розробка методики його отримання у порошкоподібному стані.

ЕЛЕКТРОВІДНОВЛЕННЯ КАТІОНІВ КОБАЛЬТУ(II) НА ГАЛЬВАНІЧНО ОСАДЖЕНІЙ МІДНІЙ ПОВЕРХНІ

Мірошниченко А.А., Борщевич Л.В.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара,

49010, м. Дніпро, пр-т Гагаріна, 72

e-mail:borshchevich@i.ua

Методи отримання металічних порошків застосовуються для виробництва широкого спектру металічних покриттів, призначених для задоволення різних потреб техніки. Можна одержати порошки практично всіх металів. Електроосадження – один із способів отримання чистих порошків з ультратонкою структурою [1]. Кобальтові покриття є перспективним матеріалом, що знаходять застосування у виготовленні пристроїв для зберігання інформації завдяки своїм магнітним властивостям. Структура і морфологія управління є важливим завданням в електроосадженні металів з магнітними властивостями. Ці властивості, а також інші, такі як твердість, термічна стабільність і корозійна стійкість кобальту викликають зацікавленість вчених у дослідженні умов та механізмів одержання електрохімічним способом металічних покриттів.

Метою роботи стало дослідження кінетичних особливостей перебігу процесу електровідновлення катіонів кобальту(II) на мідній поверхні, отриманій гальванічно, із перхлоратного розчину.

Перхлоратний розчин готували розведенням заздалегідь отриманих концентрованих розчинів кобальту(II) перхлорату, який отримували дією на основний карбонат кобальту(II) концентрованим розчином хлоратної(VII) кислоти. Концентрацію отриманого розчину визначали за спектрофотометричною методикою, наведеною в роботі [2].

Поляризаційні вимірювання виконані за допомогою потенціостата ПІ-50-1 з програматором ПР-8 з використанням трьохелектродної комірки при швидкості розгортки потенціалу 0,1 В/с. У якості реєструючого приладу використовувався USB-осцилограф, підключений до комп'ютера Pentium Celeron. Для контролю потенціалу робочого електрода використовувався комбінований прилад Щ-4313, підключений до гнізд потенціостату як вольтметр.

У попередніх наших дослідженнях були розглянуті кінетичні особливості перебігу процесу електровідновлення катіонів кобальту(II) із перхлоратного електроліту на штампованому мідному електроді [3]. Оскільки достовірно невідомий склад штампованого мідного електрода було цікаво порівняти катодні гілки вольтамперограм, виміряних на такому електроді (далі мідний електрод) та на катоді, виготовленому шляхом електроосадження міді в гальваностатичному режимі на платинову пластинку (далі гальванічний мідний електрод). В порівнянні з рис. 1 на кривій, виміряній на електролітичній міді в розчині, що містить 0,1М $\text{Co}(\text{ClO}_4)_2$, 1М NaClO_4 майже зникли піки, які були характерні для штампованої міді при потенціалах - 0,5 та -1В (рис. 2, крива 2).

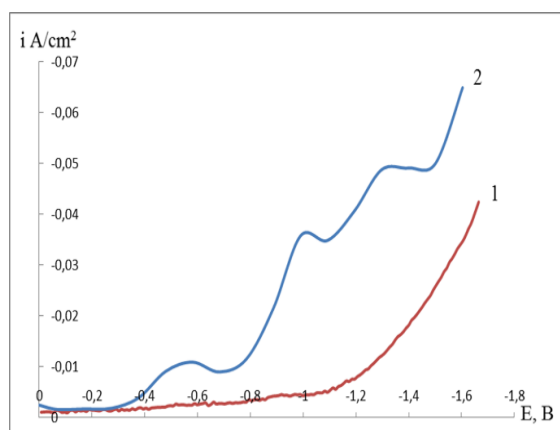


Рисунок 1 – Катодні гілки вольтамперограм, виміряних на мідному електроді у розчинах, що містять: 1) 1M NaClO₄; pH=1,3 2) 0,1M Co(ClO₄)₂, 1M NaClO₄. pH=1,5

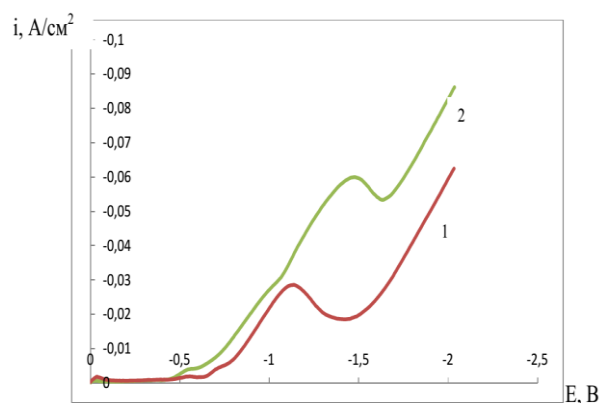


Рисунок 2 – Катодні гілки вольтамперограм, виміряних на гальванічному мідному електроді у розчинах, що містять: 1) 1M NaClO₄; pH=1,3 2) 0,1M Co(ClO₄)₂, 1M NaClO₄. pH=1,2

На ВАГ електровідновлення катіонів Co(II) при додаванні до електроліту акрилової кислоти спостерігається зміщення в катодну область піку при потенціалі -1,5В та підвищення його густини струму (рис. 3, крива 4) порівняно з відповідною залежністю, виміряною на штампованому електроді (рис. 4, крива 3).

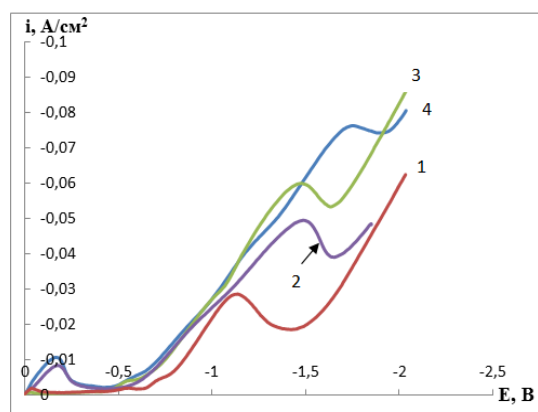


Рисунок 3 – Катодні ділянки вольтамперних залежностей, виміряних на мідному гальванічному електроді в розчинах, що містять: 1) 1M NaClO₄; 2) 0,1M АК, 1M NaClO₄; 3) 0,1M Co(ClO₄)₂, 1M NaClO₄; 4) 0,1M Co(ClO₄)₂, 1M NaClO₄, 0,1M АК. pH=1,4

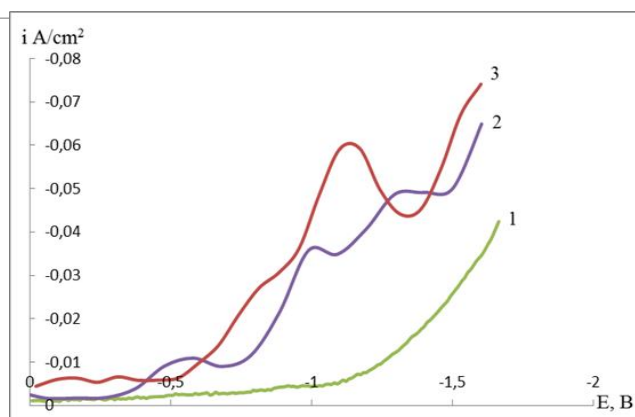


Рисунок 4 – Катодні ділянки вольтамперних залежностей, виміряних на мідному електроді в розчинах, що містять: 1) 1M NaClO₄; 2) 0,1M Co(ClO₄)₂, 1M NaClO₄; 3) 0,1M Co(ClO₄)₂, 1M NaClO₄, 0,1M АК

На рис. 5-6 наведені вольтамперограми, виміряні в електроліті з добавками цитратної кислоти на штампованому (рис.5) електроді та на гальванічному (рис.6). На ВАГ, виміряній на штампованому електроді, спостерігається характерна хвиля в області потенціалів $-1,3 \div (-1,6)$ В (рис. 5, крива 3). На гальванічно осадженій мідній поверхні ця хвиля згаджується і зміщується в катодну область.

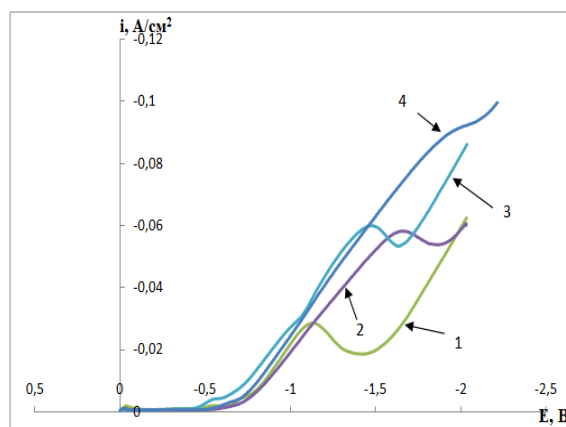
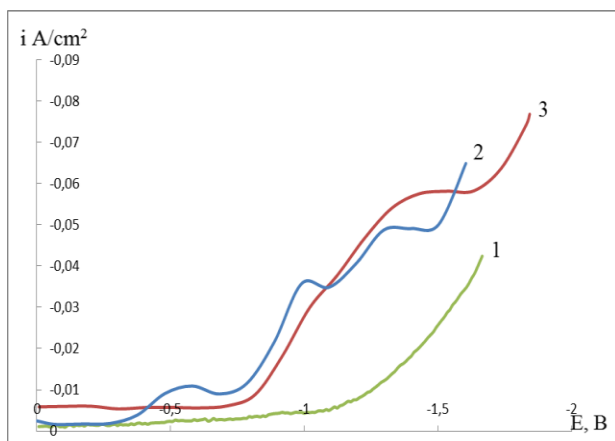


Рисунок 5 – Катодні ділянки вольтамперних залежностей, виміряних на мідному електроді в розчинах, що містять: 1) 1M $NaClO_4$ pH=2,9; 2) 0,1M $Co(ClO_4)_2$, 1M $NaClO_4$; 3) 1M $NaClO_4$, 0,1M $Co(ClO_4)_2$, 0,1M цитратна кислота.

Рисунок 6 – Катодні ділянки вольтамперної залежності, виміряні на гальванічному мідному електроді в розчині, що містить: 1) 1M $NaClO_4$; 2) 1M $NaClO_4$, 0,1M цитратна кислота; 3) 1M $NaClO_4$, 0,1M $Co(ClO_4)_2$; 4) 1M $NaClO_4$, 0,1M $Co(ClO_4)_2$, 0,1M цитратна кислота, pH=1,05

Кінетичні дослідження процесу електровідновлення аквакомплексів кобальту(II) дозволили встановити, що поверхня електроду істотним чином впливає на досліджуваний процес.

Література

1. Maksimović Vesna. Electrodeposition of cobalt powders with novel three-dimensional structure / Vesna Maksimović, Uroš Lačnjevac, Vladimir Jović/ – Metalurgija-MJoM. – Vol. 17 (2). – 2011. – P.103-110
2. Зацинская Ю.И. Электровосстановление катионов кобальта(II) из кислых растворов / Ю.И. Зацинская, А.О.Борщевич. – Матеріали XIV Всеукраїнської конференції молодих вчених та студентів з актуальних питань сучасної хімії. – Дніпропетровськ. – 2016. – С.92.
3. Мірошніченко А.А. Вплив складу електроліту на електровідновлення катіонів кобальту(ii) на мідному електроді / А.А. Мірошніченко, А.О.Борщевич. – Матеріали XIX Всеукраїнської конференції молодих вчених та студентів з актуальних питань сучасної хімії. – Дніпропетровськ. – 2021. – С.84-88.

**ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОТВЕРДОСТІ ГІБРИДНИХ
ОРГАНО-НЕОРГАНІЧНИХ КОМПОЗИТІВ**

¹Гнесь О. В., ²Кашернюк А. О., Мартинюк Г.В., Костолович М.І., Аксіментьєва О.І.

¹*ВСП "Рівненський технічний фаховий коледж Національного університету водного господарства і природокористування"*

²*Рівненський державний гуманітарний університет*

На сучасному етапі розвитку науки та техніки виготовлення сучасних композиційних наноматеріалів з набором унікальних властивостей є одним з головних рушіїв стимулювання істотних змін у опто- і мікроелектроніці, сонячній енергетиці, створенні нових захисних антирадарних покриттів у військовій промисловості, машинобудуванні, медицині та екології [1]. Основна причина такого бурхливого розвитку полімерних композиційних наноматеріалів полягає в тому, що традиційні «чисті» полімери в значній мірі вичерпали свої можливості, а науково-технічний прогрес вимагає матеріалів з новими функціональними властивостями. Одним із шляхів отримання таких матеріалів є синтез полімерних композитів з включеннями напівпровідникових частинок органічної чи неорганічної природи за використання технологічно простих, безпечних, енергозберігаючих технологій та матеріалів, а саме створення наногібридних полімер-неорганічних композитів багатоцільового використання [2].

Серед таких систем особливу увагу становлять нанокompозитні структури на основі електропровідних полімерів (ЕПП) та електропровідних або напівпровідникових оксидів металів (поліаміноарен-магнетит [3]), що проявляють синергетичний ефект.

Метою даної роботи стало вивчення механічних властивостей, а саме мікротвердості гнучких плівкових гібридних органо-неорганічних полімерних матеріалів, сформованих на основі епоксидних композитів; встановлення зв'язку між фізико-хімічними властивостями отриманих полімерних плівок та хімічною природою і вмістом наповнювачів.

В якості полімерної матриці було обрано епоксидну смолу марки ЕД–20, отвержену аміним отвердником ПЕПА (поліетиленполіамін). Як наповнювач було використано суміш, яка складалася з електропровідного компонента – спряженого полімеру – поліаніліну (ПАН) і магнетної складової, утвореної частинками дрібнодисперсного магнетиту (Fe₃O₄). За використання відомих методик попередньо було синтезовано всі вихідні компоненти утвореної гібридної суміші, а також

досліджено їх структуру, визначені середні розміри гранул утворених композитних зразків [1-3].

Для вивчення мікротвердості, термореактивної полімерної суміші рідкий композит заливали в циліндричну тefлонову форму розмірами 0,5x 0,8см, і отверджували протягом однієї години за температури 50°C.

Конічну точку текучості або мікротвердість визначали за допомогою консистометра Хепплера, виходячи з проникнення (S , см) конусоподібного стержня в досліджуваний зразок за певного навантаження $F = f(G)$ і розраховували за рівнянням:

$$F_p = -\frac{G}{F} = \frac{4G10^4}{\pi(S+0,02)^2}$$

де F_p - мікротвердість, Н/м², за даного навантаження G ; F - площа опорної поверхні зануреного у зразок конуса, м²; S - глибина проникнення конуса у зразок, см; G – навантаження на конус, Н.

Були побудовані криві залежності конічної точки текучості від навантаження, а також вмісту наповнювачів та її термореактивної суміші.

Аналіз отриманих результатів дав підстави для висновку, що введення наповнювачів, а також суміші полімерного наповнювача на основі поліаніліну та неорганічного магнетиту (Fe₃O₄) суттєво впливає на мікротвердість гібридних полімер-полімерних композитів, причому характер цього впливу значною мірою залежить як від типу полімеру, так і від його вмісту. Варто зазначити, що за малого вмісту наповнювача (до 5% мас.), мікротвердість утворених композитів зростає і залежність $F_p-f(G)$ виходить на ділянку “плато”. За подальшого збільшення вмісту наповнювачів мікротвердість зменшується.

Встановлено, що оптимальним вмістом суміші наповнювачів є 10 % мас. За такого вмісту проявляється максимальна взаємодія компонентів всередині сформованого композиту, завдяки сумісності мікрогранул магнетиту та поліаніліну (ПАН), легованого толуенсульфо кислотою (ТСК) з гідрофобною епоксидною матрицею, що призводить до утворення гібридної структури, доказом якої є виникнення синергетичного ефекту, який полягає в тому, що дія одного компоненту підсилюється іншим.

СЕКЦІЯ ХАРЧОВА ХІМІЯ ТА СУЧАСНІ ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

Керівник: Кондратюк Наталія Вячеславівна, зав. каф. харчових технологій ДНУ, канд. техн. наук, доц.

Секретар: Чернушенко Олена Олександрівна, доц. каф. харчових технологій ДНУ, канд. хім. наук, доц.

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРОДУКТІВ
ІЗ ВИСОКИМ ВМІСТОМ БІЛКІВ ТВАРИННОГО
ТА РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ**

Применко В. Г., Новік Г. В., Артеменко Ю. Є.
*Дніпровський національний університет імені О. Гончара,
49010, м. Дніпро, просп. Гагаріна, 72*

Білки є невід'ємною частиною людського тіла, формують скелетні м'язи, структурні частини клітин, органів тіла, шкіри і крові. Амінокислоти – будівельні блоки білків є детермінантами їх структури та остаточним предиктором їх біологічних функцій. При дефіциті в організмі хоча б однієї незамінної амінокислоти процес синтезу білка не завершується.

Білки, будучи найбільш універсальними макромолекулами в живих організмах, є не тільки вирішальним фактором для правильного функціонування метаболічних процесів, але також є структурними елементами, що виконують широкий спектр функцій. Вони працюють як каталізатори пришвидшення біологічних реакцій, що відбуваються в організмі, діють як хімічні посередники у вигляді гормонів і формують імунітет організму (імуноглобуліни) для боротьби із хворобами. Інші функції включають транспортування речовин, вітамінів, мінералів та інших поживних речовин і підтримання кислотно-лужного балансу завдяки буферним властивостям [1].

Біоактивні пептиди, що утворюються в організмі під час перетравлення білка, або внаслідок ензимного чи мікробного метаболізму протягом ферментативного процесу, можуть проявляти антигіпертензивні, гіполіпідемічні, протиракові, протимікробні, антиоксидантні та інших біологічні властивості [2]. Однак їх фізіологічні функції в основному залежать від їх біодоступності в інтактній формі в організмі [3].

Що стосується фізіологічної потреби в білку, то вона залежить в основному від віку, фізичної активності та якості джерела білка. Рекомендована дієтична норма (РДН) споживання білка для здорових дорослих із малорухливим способом життя становить 0,8 г білка на кг ваги тіла (ВТ) на добу [4]. Збільшення потреба до 1,0, 1,3 і 1,6 г білка/кг ваги здійснюють люди з мінімальною, середньою та інтенсивною фізичною активністю для підтримання тонуусу скелетних м'язів і фізичної сили. Постійне надмірне споживання білка (більше 2 г/кг маси тіла на добу), може призвести до судинних, травних та ниркових аномалій, і його слід уникати [5]. Щодо токсичності білка або окремих амінокислот, то в наявності недостатньо інформації щодо встановленого допустимого верхнього порогу [6], однак, в добавках не рекомендується використовувати одиничну амінокислоту в дозах, що значно перевищують її вміст у звичайних продуктах харчування.

З точки зору харчування людини, кількість та якість білка однаково важливі для виконання метаболічних функцій організму. Очевидно, що якість білка різниться з-поміж різних його джерел через різницю у співвідношенні амінокислот, присутніх у конкретних джерелах. Якість білка в їжі залежить від вмісту в ньому амінокислот, особливо незамінних амінокислот (НАК) та їх біодоступності після перетравлення та всмоктування організмом задля підтримки нормального складу та функціонування тіла протягом усього життєвого циклу. Якщо ж говорити про синтез клітинного білка, то його якість має переважне значення над його кількістю. Отже, якість білка впливає на потребу людини в білку: чим вища якість білка, тим менша потреба в ньому.

Проф. Інсаф Берразага та ін. у своїй роботі досліджували якість білків із різних тваринних та рослинних джерел на основі засвоюваності білка, його біологічної цінності, амінокислотного скору з коригуванням його засвоюваності (PDCAAS) і скору незамінних засвоюваних амінокислот (DIAAS). Вони виявили, що всі білки тваринного походження мають значно більший скор за всіма параметрами, ніж рослинні. Майже всі тваринні джерела мають значення PDCAAS близьке до 1, тоді як у рослинних джерелах лише соя та рапс мають значення, порівняні з тваринними продуктами (табл. 1) [7].

Загалом, тваринні білки вважаються високоякісними білками завдяки їх структурі амінокислот, що наближається до потреб людського організму, а також гарній засвоюваності та забезпечують усіма дев'ятьма НАК у достатній кількості. Виняток становить желатин, білок тваринного походження з дефіцитним триптофаном. На противагу тваринним, рослинні вважаються джерелами білків низької якості через одну або кілька лімітуючих амінокислот, головним чином лізин, метіонін, треонін та триптофан, за винятком сої, кіноа та насіння чіа [1].

Оскільки забезпечення всіма НАК організму людини має вирішальне значення, його можна досягти шляхом збільшення споживання рослинних білків, додаванням інгредієнтів із лімітуючими амінокислотами, а також комбінування сировини з різними білками рослинного і тваринного походження. Наприклад: бобові, що мають високий вміст лізину, але дефіцит сірковмісного метіоніну, можна поєднувати зі злаками, які лімітовані за лізином, проте мають більш, ніж достатню кількість метіоніну та цистеїну. Крім того, доцільною є розробка страв, повноцінних за амінокислотною складовою: пластівці з молоком або іншими молочними продуктами, бобові, доповнені м'ясними продуктами тощо.

Загалом, білки тваринного походження перевершують рослинні за засвоюваністю, біодоступністю поживних речовин, наявністю всіх НАК у достатній кількості (табл. 1) та відсутністю будь-яких антихарчових факторів [7].

Але, продукти рослинного походження є більш стійкими, ніж продукти тваринництва під час зберігання, і є найбільш прийнятним вирішенням проблем, пов'язаних із продовольчою безпекою у світі тому, що процес їхнього виробництва потребує меншої кількості природних ресурсів і чинить значно менший негативний вплив на навколишнє середовище [8]. Порівняльна характеристика рослинних і тваринних джерел білка наведена в табл. 2.

Рослинна їжа є дешевшим і багатим на білки джерелом, доступним для споживання людиною. Харчовий раціон на рослинній основі завдяки унікальному та складному поживному складу з харчовими волокнами, відповідним складом жирів, високим вмістом антиоксидантів, високим рівнем певних мікроелементів, хлорогенових кислот, певних амінокислот, фітохімічних речовин та низькому рівню певних дієтичних факторів повільно перетравлюються в шлунково-кишковому тракті і має ряд переваг для здоров'я. Ці корисні компоненти та властивості можуть допомогти підтримувати здорову вагу, покращити глікемічний контроль, покращити ліпідний профіль, покращити здоров'я судин, зменшити запалення, збільшити ріст здорового мікробіому, знизити ризик розвитку діабету II-го типу, ССЗ та різних видів раку.

Отже, якісні, добре засвоювані та повноцінні тваринні білки забезпечують організм людини холестерином, залізом, жирами і дефіцитними надважливими харчовими, фітохімічними речовинами і флавоноїдами. У той же час, рослинні білки хоча і забезпечують надходження широкого спектру складних вуглеводів, харчових волокон, вітамінів і мінералів наряду із біологічно активними сполуками, має місце

XX Всеукраїнська конференція молодих вчених та студентів з актуальних питань сучасної хімії, Дніпро, 16-19 травня 2022 р.

бути компроміс між вмістом лімітуючих НАК в такій їжі та наявністю в ній антихарчових факторів. Повноцінності рослинних білків можна досягти за допомогою комбінації різних рослинних джерел, щоб задовольнити потреби споживачів в усіх НАК.

Таблиця 1 – Добова потреба в амінокислотах і вміст білка в різних джерелах їжі [7]

Показник	Потреба для дорослих	Потреба для немовлят	Кукурудза (сир)	Пшениця (тверда озима)	Рис (білий, сирий)	Ячмінь (сирий)	Сорго (сире)	Кіноа (сир)	Соя (білковий ізолят)	Горох (варений)	Квасоля (варена)	Ріпак	Арахіс (смажений)	Яловичина	Яйце куряче	Риба	Молоко коров'яче	Курятина
Білок (г/100 г)	г/день		9	13	7	10	10	14	93	8	9	-	24	19	12,5	18	3,3	21
Незамінні амінокислоти (мг/г білка)																		
Триптофан	18	6	7	13	12	17	51	12	14	11	12	13	9,7	2	16	2	14	3
Троєонін	47	24	38	29	36	34	30	30	36	36	37	44	34	8	49	8	45	9
Ізолейцин	57	23	36		43	37	38	36	47	41	47	23	35	8	63	9	60	11
Лейцин	101	52	123	68	83	68	13	60	80	72	85	71	65	15	88	15	98	16
Лізин	69	47	28	27	36	37	20	54	61	73	70	56	36	16	70	17	79	18
Метіонін + Цистін	38	23	39	42	44	41	31	36	24	26	22	45	25	7	56	7	34	9
Фенілаланін + Тирозін	87	41	90	78	87	85	79	61	88	75	82	70	88	14	98	13	96	16
Валін	56	56	51	44	61	49	47	42	48	47	57	55	42	9	72	10	67	11
Гістидін	23	17	31	23	24	23	22	29	26	24	27	31	25	6	24	5	28	7
Амінокислотний скор	-	-	0,50	0,52	0,71	0,73	0,40	1,00	0,90	1,00	0,90	-	0,70	1,00	-	1,00	-	1,00
PDCAAS, балів	-	-	0,60	0,42	0,03	0,61	0,10	0,70	0,91	0,60	0,70	0,93	0,50	1,00	-	1,00	-	1,00
DIAAS (%)	-	-	0,50	0,43	0,64	0,51	0,29	-	0,90	0,60	0,60	-	0,40	1,00	-	1,00	-	1,00

Таблиця 2 – Порівняльна характеристика білкової їжі тваринного та рослинного походження

Показник	Білкова їжа	
	Тваринного походження	Рослинного походження
1. Засвоюваність, %	≥ 97	≥ 70-90
2. Біодоступність, %	90	60-70
3. Анаболізм	Допомагає росту та підтримці тканин	В меншій мірі
4. Фізіологічна цінність	Високий вміст вітаміну B ₁₂ , вітаміну D, гемового Fe, Zn, ДГК (в жирній рибі)	Високий вміст Mg, харчових фолатів і вітаміну А
5. Біологічна повноцінність білка	Містить всі НАК	Дефіцит лізину, триптофану, метіоніну+цистину
6. Жирнокислотний склад	Більше насичених	Більше МНЖК та ПНЖК, особливо ω-3
7. Рівень холестерину	Високий	Низький
8. Характеристика загального жиру	Деякі продукти тваринного походження містять транс-жири	Деякі рослинні продукти містять сліди жирів
9. Клітковина	Брак	Розчинної та нерозчинної, а також пребіотиків
10. Біологічно активні сполуки	Лише деякі продукти (таурин, холін, лактоферин)	Широкий спектр, включаючи поліфеноли, хлорофіли, органічні кислоти, флавоноїди тощо
11. Дія теплової обробки	Можуть містити канцерогени	Можуть втрачати поживну цінність
12. Собівартість продукції	Висока	Низька
13. Споживання протягом тривалого часу	Може спричинити появу хвороб ССЗ, раку, діабету, високого рівня холестерину, збільшення ваги	Зменшення факторів ризику всіх перерахованих значних супутніх захворювань

Таким чином, на глобальному рівні окреслюється необхідність перегляду харчових раціонів: з виключно тваринної їжі до здорової рослинної поряд із активним способом життя задля покращення здоров'я та зменшення ризиків виникнення неінфекційних захворювань.

Список використаних джерел

1. Gropper S., Smith J., Croff J. (2018). *Advanced nutrition and human metabolism*, 7th ed. Wadsworth: Cengage Learning.
2. Jennifer Gantzer. *Intelligent Eating to Support Mitochondrial Function*. *Acta Scientific Neurology* 4.11 (2021): 01-02.
3. Abdel-Hamid M., Otte J., Gobba C.D. et.al (2017) *Angiotensin I-con-verting enzyme inhibitory activity and antioxidant capacity of bioactive peptides derived from enzymatic hydrolysis of buffalo milk proteins*. *Int Dairy J* 66:91–98.
4. FAO/WHO (2013) *Dietary protein quality evaluation in human nutrition: report of an FAO expert consultation, 31 March – 2 April, 2011, Auckland, New Zealand*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, New Zealand.
5. Wu G. (2016) *Dietary protein intake and human health*. *Food Funct.* 7(3):1251-1265.
6. Watford M., Wu G. (2018) *Protein*. *Adv. Nutr.* 9(5):651-653.
7. Berrazaga I., Micard V., Gueugneau M., Walrand S. (2019) *The role of the anabolic proteins of plant-versus animal-based protein sources in supporting muscle mass maintenance: a critical review*. *Nutrients*, 11(8):1825.
8. Sabate J. and Soret S. (2014) *Sustainability of plant-based diets: back to the future*. *Am. J. Clin. Nutr.* 100(suppl_1):476S-482S.

**ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ,
ЗБАГАЧЕНИХ ІЗОЛЯТАМИ РОСЛИННОГО БІЛКА**

Применко В. Г., Новік Г. В., Макаренко Д. А.
Дніпровський національний університет імені О. Гончара,
49010, м. Дніпро, просп. Гагаріна, 72

Бобові, злакові та олійні культури зазвичай вважаються перспективними джерелами для одержання білкових концентратів та ізолятів. Більшість розвинених країн світу отримують ці інгредієнти як побічні продукти основних технологій виробництва харчів, екстрагуючи харчову олію з сої, ріпаку, соняшника і крохмалю, особливо з зернових і бульбоплодів. Якість білкових ізолятів залежить від їх вихідних джерел і методів екстракції. Типовий вміст білка в основних зернових, бобових, олійних та інших рослинних культурах представлений у табл. 1, поряд з їх технологічним потенціалом і зерно-бобовими культурами.

Таблиця 1 – Типовий вміст білка в основних зерно-бобових культурах

Овочева культура	Вміст білка (%)	Інші складники
Соя	35-40	20% ліпідів; 30% некрохмальних полісахаридів
Люпин	35-40	10% ліпідів; 35-40% некрохмальних полісахаридів
Горох	20-30	60-65% крохмалю; 5% некрохмальних полісахаридів
Нут	20-25	60% крохмалю; 10% некрохмальних полісахаридів
Ріпак	17-26	40% ліпідів; 12-30% некрохмальних полісахаридів
Пшениця (борошно)	8-15	75% крохмалю; 1-2% ліпідів; 5% некрохмальних полісахаридів
Рис	7-9	90% крохмалю
Кукурудза (зерно)	9-12	70-75% крохмалю; 3-18% олії (з зародків)
Ячмінь (очищений)	8-15	60-64% крохмалю; 23% ліпідів; 3-10% розчинної харчової клітковини (в якій 4-6% бета-глюкану) і 11-14% нерозчинної харчової клітковини
Сорго	9-17	2% ліпідів; 70-75% крохмалю

У всьому світі соя, горох, люпин, нут, пшениця, рис, кукурудза, ячмінь, сорго, рапс, соняшник широко використовуються для виробництва білкових інгредієнтів у вигляді знежиреного борошна, концентратів та ізолятів. Проте, багаті білком рослинні матеріали не можна використовувати в деяких продуктах понад певний рівень. Тому, концентровані форми білкових продуктів (білкові концентрати, ізоляти) розробляють різними способами обробки: повітряна, водна, сольова, лужна, кислотна екстракції та ультрафільтрація. Основні промислово вироблені білкові продукти з рослинних джерел наведені в табл. 2. Вміст білка і якість цих інгредієнтів можуть змінюватися в залежності від методів екстракції та рафінування, складу сировини та умов обробки. Комерційно використовувані методи виробництва білкових продуктів обговорюються нижче. Білкові інгредієнти рослинного походження, такі як концентрати та ізоляти з сої, гороху, люпину, сочевиці тощо зараз широко використовуються у багатьох традиційних харчових продуктах, таких як хлібобулочні та макаронні вироби, сухі сніданки, екструдовані снеки, закуски та чіпси, напої на рослинній основі, дитячі суміші та продукти харчування для збагачення білком, харчовими волокнами та біологічно активними компонентами.

XX Всеукраїнська конференція молодих вчених та студентів з актуальних питань сучасної хімії, Дніпро, 16-19 травня 2022 р.

Таблиця 2 – Основні промислово вироблені білкові продукти з рослинних джерел

Рослинне джерело	Білкові продукти	Вміст білків
Соя	Соєві білкові концентрати	65-70%
	Ізоляти соєвого білка (ІСБ)	>90%
	Текстуровані соєві білки	60%
Горох	Концентрат горохового протеїну	85-90%
	Гороховий білковий ізолят	
Пшениця	Пшенична клейковина	75-80%
	Ізольований пшеничний білок	90%
	Текстуровані білки пшениці	>90%
	Ензим-гідролізований білок	
Рис	Концентрат рисового білка	80%
	Ізолят рисового білка	90%
Ріпак	Ріпаковий білковий ізолят	90%
	Гідролізований білок	83%

Хлібобулочні, макаронні та борошняні кондитерські вироби. Ізоляти соєвого білка, як правило, використовуються як інгредієнти для хлібобулочних, зернових та макаронних виробів через їх харчові, функціональні та економічні властивості. Звичайний хліб містить 8-9% білка, однак у збагаченому хлібі вміст білка збільшується від 13% до 14% за рахунок додавання соєвого борошна, концентрату або ізолятів разом з клейковиною та емульгатором ліпідів. Відома технологія пончиків, що містять соєвий білок і поглинають менше жиру через термічну денатурацію білка, яка перешкоджає проникненню жиру. В результаті пончик виходить кращої якості за більш економічною і здоровою рецептурою. Додавання 3-3,5% соєвого борошна в рецептури впливає на покращення форми, кольору скоринки, текстури та високої водопоглинаючої здатності. Отримане тісто було менш липким, пластичним, більш гладеньким і однорідним за текстурою. Також відомим є дослідження щодо обґрунтування технології панкейків, збагачених гороховими білками (0-40%). Експериментально було встановлено суттєве поліпшення реологічних властивостей і стабільності тіста завдяки більшому розміру частинок білків гороху, що призвело до вищої вологоутримувальної здатності, а також мережі взаємопов'язаних «мостикових» частинок у безперервній фазі. Великий розмір білків гороху не вплинув на їх розчинність. Наряду із соєвими білковими продуктами, як основний інгредієнт у рецептурах макаронних виробів із твердих сортів пшениці також використовуються горохове борошно та горохові протеїни. Додавання 5-20% борошна з жовтого та зеленого гороху до макаронів із твердих сортів пшениці поліпшує їхню харчову цінність, не змінюючи їх якісні характеристики. Тектурні властивості макаронних виробів залежать від типу та кількості горохових білкових продуктів. У м'ясних фаршевих системах із соєвим білком під час термічної обробки спостерігаються структурні зміни. Під час такої обробки у фаршах спостерігається більш міцна гелева мережа, що пояснюється додаванням соєвого білка. Такий факт пов'язують із динамічнішим утворенням β -просторової конформації білків. Крім того, така фаршева композиція сприяє розвитку міцніших водневих зв'язки між водою та білком. Автори такої технології рекомендують використовувати нейтралізовані ізоляти соєвого білка коли постає технологічна задача «зв'язати» воду та жир в м'ясних продуктах (м'ясні хліби, котлети та ковбаси). Рисові висівки (10%), що містять

достатню кількість білка, клітковини і жиру, виявився придатним для приготування свинячих фрикадельок. Аналіз текстури показав зниження твердості, клейкості, коефіцієнтів різання й надавлювання завдяки додаванню таких висівок. Ізоляти білка ріпаку виявилися придатними для використання в січених м'ясних продуктах за рахунок наявності желюючих властивостей. Аналогічно, його використання в пластівцях може поліпшити якість їх білкової частини та покращити якість хлібобулочних виробів. Так само, використання ріпакового концентрату та ізоляту ріпакового білка було досліджено в ковбасах, БКВ та майонезі. Продукти, що містили ізолят, були оцінені дещо вище за якість в порівнянні з тими, що містили білковий концентрат. Екструдовані снеки. Під час екструзії продукти на основі горохового борошна мали подібний до кукурудзяного або рисового коефіцієнт розширення та об'ємну щільність. Горохове борошно з низьким вмістом крохмалю виявляло менше розширення. Додавання горохового білка (1-42%) і горохової клітковини (1-24%) до рисового крохмалю підвищувало питомі витрати механічної енергії, об'ємну щільність і щільність клітин екструдатів порівняно з контрольним зразком. Проте, спостерігалось поступове зниження збільшення кількості білка та клітковини. Сухі сніданки. Більшість зернових сніданків бідні білками та клітковиною. Останнім часом з'явилися на ринку нові сухі сніданки з вівса та меду, що містять протеїни сочевиці. Стверджується, що одна порція цього продукту містить близько 11 г білків, якщо її вживати з молоком. Напої. Соеве молоко є побічним продуктом виробництва сиру тофу. Це одна з найпопулярніших рослинних альтернатив питного коров'ячого молока, яка набуває популярності у світі. Це стабільна емульсія олії, води й білка. На утворення емульсії і стабільність соєвого молока безпосередньо впливають генотипні зміни в складі білка та термічна обробка. Співвідношення між гліциніном і β -конгліциніном також значно впливає на якість соєвого білка та соєвого молока. Замінники жиру. Жир, що міститься в продуктах, сприяє утворенню їхньої м'якості, структурної стабільності та змащувальної (огортаючої) здатності. Появи цих властивостей також можна досягнути шляхом включення білкових продуктів до рецептури харчових продуктів. Так, були розроблені їстівні плівки на основі білків сочевиці. Також, застосування мікрокапсули, виготовленої з використанням ізолятів білка сочевиці, виявилось ефективним для утримання лляної олії та доставки її до визначених ділянок шлунково-кишкового тракту. Крім того, мікрокапсули, виготовлені із сочевиці та нуту з мальтодекстриновим покриттям, виявляли захисний ефект проти окислення ліпідів при кімнатній температурі протягом 25 днів зберігання. Дитячі суміші та дитяче харчування. Унікальні поживні та гіпоалергенні властивості рисових білків роблять їх прийнятною складовою для дитячого харчування. Протеїн рисових висівок був використаний як замітник молока в дитячих сумішах. На основі дослідження було встановлено, що вони також можуть замінити злаки, що містять алергени, які використовуються для виробництва дитячого харчування. Отже, ці продукти можуть бути доступними для дітей без будь-яких ризиків і обмежень для їхнього здоров'я.

Таким чином, комерційне виробництво і доступність рослинних білкових продуктів відкрили нові горизонти для збагачення класичних технологій харчових продуктів. Така стратегія допоможе відкоригувати незбалансованість поживних речовин у раціонах різних верств населення. Зростання частки споживання саме білків рослинного походження здатне пом'якшити поширеність і тяжкість неінфекційних захворювань у споживачів, які дбають про своє здоров'я.

ОСОБЛИВОСТІ ХАРЧУВАННЯ СТУДЕНТІВ ДНІПРОВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Гречишкіна М. О., Островська А., Чернушенко О.О.
*Дніпровський національний університет ім. Олесь Гончара,
пр. Гагаріна 72, м. Дніпро 49010, Україна*

Однією із складових здорового способу життя є раціональне харчування. Проблема харчування є одним із факторів визначального зв'язку людини із зовнішнім середовищем [1]. Їжа на відміну інших чинників довкілля є багатокомпонентним чинником, який, залежно кількості і складу, може змінювати функцію органів прокуратури та систем організму. Раціональне, збалансоване харчування необхідно для підтримки високої розумової та фізичної працездатності, відшкодування енерговитрат, нормального функціонування органів і систем, підвищенням стійкості організму до низки захворювань, а також збільшення тривалості та якості життя людини [2]. Нестача часу, некомпетентність у питаннях культури харчування, темп сучасного життя призводить до нерозбірливості у виборі продуктів, неправильної самоорганізації харчування. Таким чином, нераціональне, незбалансоване харчування стає серйозним фактором ризику розвитку багатьох захворювань травної, серцево-судинної та ендокринної систем, розлади харчування та порушення обміну речовин [3].

Стан харчування студентів є одним з важливих факторів, що підтримують їхнє здоров'я та ефективність навчання. Студент, потрапляючи в нове соціальне середовище, адаптується до нього, відчуває вплив численних факторів зовнішнього середовища на тлі високого навчального навантаження та дефіциту часу. І найчастіше, студент відводить харчування другорядну роль, виявляючи неухважність по відношенню до раціону та режиму харчування. У цьому спостерігається зростання популярності продуктів харчування швидкого приготування. Раціон характеризується надмірним споживанням продуктів тваринного походження та легко засвоюваних вуглеводів, що забезпечують ефект швидкого насичення [4].

Сучасні дані з питань харчування студентів дозволяють відслідковувати динаміку факторів ризику виникнення та поширеності захворювань шлунково-кишкового тракту у молоді. Ці відомості дозволять своєчасно вживати практичних заходів з питань профілактики захворювань та зміцнення здоров'я майбутніх спеціалістів [5].

Мета дослідження: вивчення основних тенденцій харчування студентів Дніпровського національного університету імені Олесь Гончара.

Анкетування було проведено серед студентів 1 та 2 курсу, юнаків та дівчат 19 – 21 років, взятих методом суцільної вибірки, студентів Дніпровського національного університету імені Олесь Гончара у 2021– 2022 роках. Усього було проведено анкетування 25 юнаків та 40 дівчат.

Режим харчування у всіх обстежених студентів є не цілком задовільним: 42 % (20 дівчат, 7 юнаків) студентів отримували (рідкі) гарячі страви щодня, не більше 2-х разів на тиждень – 51 % (21 дівчат, 12 юнаків), рідко – 6 % (2 дівчат, 2 юнаків). Три рази на день харчуються 71 % юнаків та 75 % дівчат, 29% юнаків та 25 % дівчат приймають їжу 2 рази на день. Інтервал між їдою в межах рекомендованих величин мали 47 осіб. Інтервал понад 5 годин зустрічалося у 79 % студентів.

На сніданок ніколи не вживають каші – 6%. Завжди на сніданок використовують різноманітні бутерброди – 49 %.

Більшість студентів харчуються тричі на день, що є оптимальним. Основний прийом їжі у 69% юнаків та 57% дівчат припадає на вечір, таким чином спостерігалось «зсув» калорійності раціону у бік вечора, у тому числі у 20% студентів – за одночасно низької калорійності. сніданок. Незначна кількість студентів (6%) вживали м'ясо та м'ясопродукти – до 3 разів на місяць. Відсутність у раціоні білків тваринного походження призведе до розвитку ендокринних порушень. Понад половину (79%) студентів щодня отримують молочні продукти.

Багато опитаних мають диспептичні розлади (печія, відрижка, нудота). З них в анамнезі мали патологію шлунково-кишкового тракту, у 30 осіб – хронічний гастрит, 5 – хронічний панкреатит, 2 – дискінезія жовчовивідних шляхів.

Більше половини (69%) студентів визнають незбалансованість свого раціону, пояснюючи її нестачею часу на регулярний прийом їжі та щоденне самостійне її приготування.

Дане дослідження показало, що організація харчування більшості студентів не є оптимальною за показниками: кратності прийому гарячої їжі; споживання м'яса; молока та молочних продуктах; свіжі овочі.

Висновки. Таким чином, було встановлено, що більшість студентів при формуванні свого раціону харчування не дотримуються принципів раціонального харчування. Режим харчування студентів має ряд недоліків, у тому числі є порушення правильного співвідношення добового обсягу їжі (більшість використовується ввечері). У студентів немає різноманітності у раціоні харчування, нестача овочів, фруктів, дефіцит вітамінів та мінералів. Отримані результати вказують на необхідність проведення роботи зі студентами з організації харчування та здорового способу життя.

Література

1. Коцур Н.І. Валеологія: підручник / Н.І. Коцур, Л.С. Гармаш, І.О. Калиниченко, Л.П. Товкун. – Корсунь-Шевченківський, 2011. – 581 с.
2. Кузьмінська О.В. Значення раціонального харчування для підтримки здоров'я молоді / О.В. Кузьмінська, М.С. Червона. – К.: Державний інститут проблем сім'ї та молоді, Український ін-т соціальних досліджень, 2004. – Кн. 4. – 128 с.
3. Малигіна В.Ф. Основи фізіології харчування. Гігієна і санітарія / В.Ф. Малигіна, А.К. Меньшова, К.М. Поминова. – М.: Економіка; ПНЦ, РАН, 2005. – 56 с.
4. Москаленко В.Ф. Особливості харчування населення України та їх вплив на здоров'я / В.Ф. Москаленко, Т.С. Гузєєва, Л.І. Палієнко // Науковий вісник Національного медичного університету ім. О.О. Богомольця. – К., НМУ, 2009. – № 3. – С. 64 – 73.
5. Нагорна І.С. Ожиріння як соціальна проблема сучасної молоді / І.С. Нагорна // Сучасне українське студентство: проблеми та ціннісні орієнтації: тези доповідей V Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та молодих учених. – Хмельницький: ХІСТ, 2011. – С. 182 – 185.

XX Всеукраїнська конференція молодих вчених та студентів з актуальних питань сучасної хімії, Дніпро, 16-19 травня 2022 р.

Аксiментьєва О.І. 59	Курасова Ю.Д. 47	Повiдайчик М.В. 24
Анiщенко А.О. 22	Кут Д.Ж. 27	Поджарський М.А. 32,40
Артеменко Ю. Є. 62	Кут М.М. 27	Полонський В.А. 47,51,53
Баланенко А.Д. 9	Кучай І. М. 49	Применко В. Г. 62,66
Бiльчук В.С. 14	Лагута О.В. 51	Пустiльник С.В. 53
Борисенко І.О. 19	Лендел В.Г.27	Савчук Н.С. 6
Борщевич Л.В. 56	Макаренко Д. А. 66	Свалявин О.В. 24
Варгалюк В.Ф. 47,49,51,53	Мартинюк Г.В. 59	Сегеда О.А. 16
Варлан К. Є. 30,35,37	Маторiна К.В. 6	Середюк В. О. 49
Вишнiкiн А. Б. 16	Мiрошниченко А.А. 56	Сидорова Л.П. 16
Гнесь О. В. 59	Мовчан А. А. 35,37	Синявський С.В. 42
Головко О. Є. 13	Могильна І.О. 9	Скляр Т.В. 51
Гречишкiна М. О. 69,	Нестеров А. М. 32	Смiтюк Н. М. 9
Громова Д.С. 19	Нестерова О.Ю. 42,43	Стець Н.В. 51
Єлагiна О.А. 14	Новiк Г. В. 62,66	Тараненко І.В. 40
Жук Л. П. 9	Огнева Т.В. 43	Хмельникова Л.І. 14
Иваненко А.В. 51	Онисько М.Ю. 24,27	Целич О.І. 24
Кашернюк А. О. 59	Онопрієнко І. Л. 30	Чернушенко О.О. 69
Косiцина О. С. 30	Осокiн Є.С. 47,53	Шевцова К. Р. 37
Костолович М.І. 59	Островська Г.О. 69	
	Плясовська К. А. 49	
	Побегайлова А.О. 22	