



Національна академія наук України  
Фізико-хімічний інститут ім. О.В. Богатського НАН України  
Південний науковий центр НАН та МОН України  
ТДВ «ІНТЕРХІМ»

## XXII Наукова молодіжна конференція «ПРОБЛЕМИ ТА ДОСЯГНЕННЯ СУЧАСНОЇ ХІМІЇ»

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

14-15 вересня 2023 р.  
ОДЕСА

Національна академія наук України  
Фізико-хімічний інститут ім. О.В. Богатського НАН України  
Південний науковий центр НАН та МОН України  
ТДВ «ІНТЕРХІМ»

**XXII Наукова молодіжна конференція  
«Проблеми та досягнення  
сучасної хімії»**

**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ**

**14-15 вересня 2023 р.  
ОДЕСА**

УДК 54.06

ББК 24.4

П 78

## ОРГАНІЗАТОРИ

Національна академія наук України

Фізико-хімічний інститут ім. О.В. Богатського НАН України

Південний науковий центр НАН та МОН України

ТДВ «ІНТЕРХІМ»

**Матеріали публікуються за оригіналами, що подані авторами.**

**Претензії щодо змісту та якості матеріалів не приймаються.**

Відповідальний за випуск: **Семенішин Микола Миколайович**

## ORGANIZING COMMITTEE

Kuz'min Victor Ye., prof., corr. member of NAS of Ukraine –  
Head of the Organizing Committee

Semenishyn Mykola M., PhD (chemistry), conference secretary

Kamalov Gerbert L., prof., academician of NAS of Ukraine

Dotsenko Volodymyr P., professor, doctor of sciences (chemistry)

Zinchenko Viktor F., professor, doctor of sciences (chemistry)

Efryushina Ninel P., prof., doctor of sciences (chemistry)

Golovenko Mykola Ya., prof., doctor of sciences (biology)

Kirichenko Tatiana I., doctor of sciences (chemistry)

Rusakova Natalya V. doctor of sciences (chemistry)

Romanovs'ka Iryna I., doctor of sciences (biology)

Menchuk Vasyl V., PhD (chemistry)

Karpenko Olexander S., PhD (chemistry)

Lyapunov Alexander Yu., PhD (chemistry)

Smola Serhiy S., PhD (chemistry)

Shesterenko Yulia A., PhD (chemistry)

Shesterenko Yevheniia A., PhD (chemistry)

## Проблеми та досягнення сучасної хімії

П 78 Збірник тез доповідей XXII Наукової молодіжної конференції (Одеса.  
14-15 вересня 2023 р.) / ред. Семенішин М. М. – Одеса: Бондаренко М. О.,  
2023. – 32 с.

ISBN 978-617-8327-15-6

The Book of Abstracts of the XIX Scientific Youth Conference “Problems  
and achievements of the modern chemistry”, Odesa, 2023.

In the Book of Abstracts of the XIX Scientific Youth Conference “Problems  
and achievements of the modern chemistry,” the results of studies that have  
been performed in schools, research institutions and institutes of the national  
Academy of Sciences of Ukraine and other European countries in the field of  
organic, bioorganic, inorganic, analytical chemistry, biochemistry and ecology  
are presented.

УДК 54.06

ББК 24.4

ISBN 978-617-8327-15-6

# ХІНОЛІН-2-ОНИ ТА КУМАРИНИ В ДИЗАЙНІ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ OLED-ІВ

АКСЬОНОВА М.В.<sup>1</sup>, СТАНІЦЬКА М.О.<sup>1,2</sup>, КРАСНОЖОН Г.В.<sup>1</sup>,  
БУТЕНКО С.О.<sup>1</sup>, ВОЛИНЮК Д.Ю.<sup>2</sup>, ЛИТВИН Р.З.<sup>1</sup>, ГРАЖУЛЄВІЧУС  
Ю.В.<sup>2</sup>, ОБУШАК М.Д.<sup>1</sup>

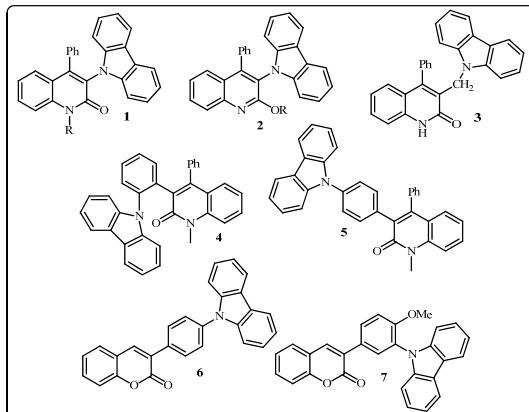
<sup>1</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка,

Львів, Україна; e-mail: Myroslava.Aksonova@lnu.edu.ua

<sup>2</sup>Каунаський технологічний університет, Каунас, Литва

Однією з важливих проблем людства є енергозбереження та енергоощадність. У цьому контексті OLED-технології є надзвичайно перспективними та затребуваними. За останні десятиліття дослідники досягнули значного прогресу в цій галузі, а результати публікують у топових виданнях з фізики та хімії. Незважаючи на велику кількість публікацій, прогрес OLED-технологій все ще істотно залежить від створення та вивчення нових матеріалів, що, у свою чергу, дозволяє знаходити залежності «будова-властивості» та проводити більш цілеспрямовані синтез перспективних сполук, що і було метою цієї роботи.

Ми розробили методи синтезу нових похідних хінолін-2-ону, 2-алкоксихіноліну та кумарину, поєднаних з флуорофорними фрагментами карбазолу різними способами. У доповіді буде розглянуто методи синтезу сполук типу **1-7**, їхні реакції, фотофізичні властивості та застосування деяких із них в конструюванні OLED-пристроїв.



Робота підтримана фондом Simons Foundation (Award No 1037973) та Міністерством освіти і науки України.

# ІЧ СПЕКТРОСКОПІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РОЗКЛАДАННЯ ГІДРОКСОКАРБОНАТУ МАГНІЮ

БАБЕНКО А.В., ВАЛІВОДЬ І.П.

*Фізико-хімічний інститут ім. О.В. Богатського НАН України*

*Люстдорфська дорога, 86, 65080, Одеса, Україна;*

*Anton.octane.sr@gmail.com*

Проведено термічну обробку  $Mg_2(OH)_2CO_3 \cdot 4H_2O$  при температурі 800°C на повітрі, у вакуумі та в аргоні. Методом інфрачервоної спектроскопії встановлено характер розкладання гідроксокарбонату магнію у різних середовищах.

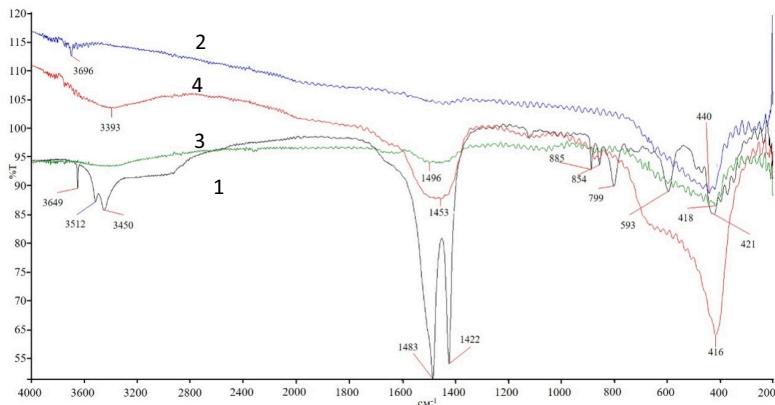


Рис. 1. ІЧ спектри пропускання зразків після термообробки  $Mg_2(OH)_2CO_3 \cdot 4H_2O$  при 800°C: 1 – вихідний зразок, 2 – зразок після термообробки на повітрі, 3 – зразок після термообробки у вакуумі, 4 – зразок після термообробки в аргоні.

На отриманих спектрах містяться інтенсивні смуги, характерні коливанням Mg–O, та менш інтенсивні – коливанням C–O, O–H, що вказує на процес термолізу  $Mg_2(OH)_2CO_3 \cdot 4H_2O$ . Істотний вплив на зміну речовини чинить середовище, через що і виникає велика різниця інтенсивності деяких смуг на різних спектрах. Наявність модуляції спектру, можливо обумовлена коливально-обертовими рухами наночастинок MgO, що виникають при розкладанні речовини. Передбачено подальше випробування і застосування матеріалу в біологічних дослідах.

# STRUCTURE AND ELECTRONIC PROPERTIES OF SESQUIDIAMONDOIDS

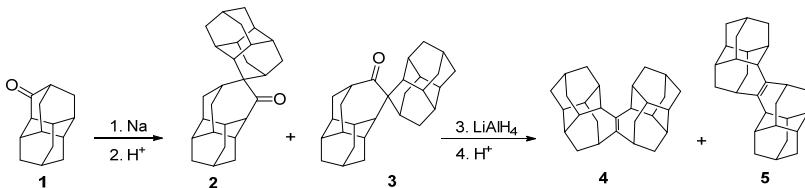
EMIRALI BAKHIIEV

*National Technical University of Ukraine*

*"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine*

*e-mail: ebahiev@gmail.com*

Diamondoids display potential as building blocks for construction of new nanoelectronic devices due to their rigidity, homogeneity and ability for self-association on surfaces. When unsaturation is present in their structures these cage molecules mimic the H-terminated diamond-like particles with  $sp^2$ -defects. In this work, we prepared sesquidiiamondoids **4** and **5** from diamantanone (**1**) *via* a sodium-promoted reductive coupling, pinacol-pinacolone type rearrangement of the diastereomeric mixture of thus obtained diols, followed by reduction of ketones **2** and **3** with LiAlH<sub>4</sub> and dehydration/rearrangement in polyphosphoric acid at the final step.



The ionization of sesquidiiamondoids is accompanied by the twisting of the olefinic double bond due to the repulsions between allylic hydrogens. The exceptional persistence of thus formed radical cations is determined not only by hyperconjugative stabilization, but rather, arise from steric hindrance caused by the hydrogens that surround the electron-depleted carbon centers. DFT-computed adiabatic ionization potentials of sesquidiiamondoids and their derivatives correlate well with experimental half-wave oxidation potentials. Similar structural changes in ionized and reduced forms of sesquidiiamondoids envisage their potential of for construction of  $sp^2/sp^3$ -hybrid nanoelectronic materials.

**ДОСЛІДЖЕННЯ СЕЛЕКТИВНОСТІ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧНОЇ  
МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ПАПАВЕРИНУ У БІОЛОГІЧНИХ РІДИНАХ  
ТА ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ЗАСОБАХ**

**БОДНАР Ю.П., ДУШНА О.М., ДУБЕНСЬКА Л.О.**

*Львівський національний університет імені Івана Франка,*

*бул. Кирила і Мефодія, 6, 79005 Львів, Україна*

*e-mail: yuliia.bodnar.khmkh@lnu.edu.ua*

Папаверин – це ізохіноліновий алкалоїд, який добувають з опію, однак він відрізняється структурою та фармакологічними властивостями від відомого алкалоїда морфіну. Папаверин знижує тонус та зменшує скорочувальну діяльність гладких м'язів, тому виявляє судинорозширювальну та спазмолітичну дію. Має певні показання для застосування: спазми судин головного мозку та периферичних судин; стенокардія, холецистит; спазми сечовидільних шляхів, бронхоспазм. Входить до складу низки розчинів для ін'екцій, таблеток, супозиторіїв. При застосуванні в дуже високих дозах папаверин виявляє помірну седативну дію, може викликати зниження артеріального тиску та розлад травного тракту, знижує збудливість м'язів серця і затримує внутрішньосерцеву провідність. Може виявляти алергічну дію.

Попередньо ми розробили вольтамперометричну методику визначення папаверину з використанням алмазного допованого бором електрода (АДБЕ). Як оптимальне pH для визначення папаверину обрали pH 7, яке забезпечили універсальною буферною сумішшю. За таких умов папаверин легко окиснюється з утворенням двох піків ( $E_1 = +0,94$  В,  $E_2 = +1,23$  В), а також відновлюється за потенціалу  $E_3 = -1,76$  В. Методами диференційної імпульсної та квадратно-хвильової вольтамперометрії було отримано градуювальні графіки. Найнижчу межу виявлення було отримано методом КХВ 40 нМ за струмом окиснення і 230 нМ за струмом відновлення.

Селективність розробленої методики досліджували щодо речовин, які часто використовують у лікарських засобах (наприклад, кофеїн або аскорбіна кислота, яку використовують як стабілізатор), а також щодо речовин, які можуть бути наявні у біологічних рідинах (дофамін, сечова кислота, нікотин у курців). Усі досліджені сторонні речовини перетворюються на АДБЕ, однак навіть за 10-кратному їхнього надлишку можна точно визначити папаверин. Отже, розроблену методику можна апробувати на реальних зразках – біологічних рідинах та фармацевтичних препаратах.

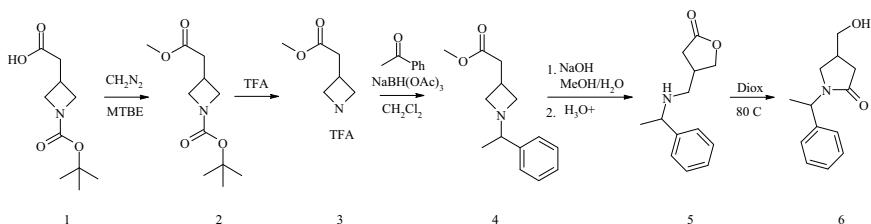
# CONVERSION OF N-ARYL SUBSTITUTED AZETIDINE-3-ACETIC ACIDS INTO $\beta$ -LACTAMS

BRAZHNYYK H.M.

National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”

03056, Kyiv, Prospect Beresteiskyi, 37, e-mail: aniaabraznik39@gmail.com

*N*-aryl substituted  $\beta$ -lactams, formed from the corresponding azetidine-3-acetic acids can be used as anti-inflammatory, cytotoxic and antitumor drugs [1]. Aromatic ketones (aldehydes) were used as starting materials for the synthesis of *N*-aryl substituted azetidine-3-acetic acids, which underwent a reductive amination reaction or aryl halides and Buchwald-Hartwig crosscoupling reaction.



The stages of esterification and Boc-deprotection took place with quantitative yields. After hydrolysis of 4 to 5, the free aminoacid could not be isolated, and the lactone 5 was removed in 80% yield. Esters, salts and hydrochlorides of amino acids were stable even under heating conditions. The stage of rearrangement to obtain a lactone for this object was carried out at 80°C for 12 hours with quantitative conversion. For the bisphenyl substituent, heating was carried out for 24 hours at a temperature of 120°C. The  $(\text{CH}_2)_2\text{Ph}$  substituted lactone was unstable and prone to rearrangement even when stored at +4°C for 2 weeks.

The key stages of the synthesis are two reactions of intramolecular nucleophilic substitution, first with the formation of a lactone, then with the formation of a lactam under heating conditions.

[1] Zhanel, GG (2013). Ceftazidime-avibactam: a novel cephalosporin/ $\beta$ -lactamase inhibitor combination. Drugs 73 (2): 159-77.

АЦЕТАЛІЗАЦІЯ ГЛІЦЕРИНУ ЦИКЛОГЕКСАНОНОМ У  
ПРИСУТНОСТІ МОДИФІКОВАНИХ АРЕНСУЛЬФОНОВОЮ  
КИСЛОТОЮ ПРИРОДНИХ АЛЮМОСИЛІКАТІВ

ДАВТЯН А.С.

*Фізико-хімічний інститут ім. О.В. Богатського НАН України,  
65080, Одеса, Люстдорфська дорога, 86; e-mail: araksya2103@gmail.com*

Зіставлені каталітичні властивості модифікованих аренсульфоновою (AS) кислотою природних бентоніту (БНТ), кліноптилоліту (КПТ) та трепелу (ТРП) в реакції гліцерину (ГЛ) з циклогексаноном (ЦКон). Основним продуктом реакції є п'ятичленний циклічний кеталь (1,4-діоксаспіро[4,5]декан-2-метанол), селективність якого складає 99%. Досліджено вплив кількості каталізатору, температури реакції та молярного співвідношення вихідних реагентів на активність отриманих каталізаторів.

Виявлено, що у присутності AS-КПТ, незалежно від його кількості початкова швидкість убутку ГЛ взагалі не змінюється, тоді як конверсії ГЛ ( $Z_{ГЛ}$ ) зростає і досягає 60%. Натомість у присутності AS-БНТ і AS-ТРП швидкість зростає із збільшенням їх кількості, при цьому  $Z_{ГЛ}$  не змінюється для обох зразків (95%). AS-БНТ вже на другому циклі втрачає свою активність ( $Z_{ГЛ} = 15\%$ ), а AS-ТРП – на третьому ( $Z_{ГЛ} = 8\%$ ).

Із збільшенням температури реакційної суміші для трьох зразків каталізаторів швидкість реакції зростає майже вдвічі, і більшу активність проявляє AS-ТРП. У присутності AS-ТРП і AS-БНТ величина  $Z_{ГЛ}$  практично не змінюється (95%) незалежно від температури реакції. А у присутності AS-КПТ конверсія зростає на 20% з кожним збільшенням температури і досягає 87%.

У присутності AS-БНТ і AS-ТРП, із збільшенням молярного співвідношення ГЛ:ЦКон, у діапазоні (1:1,3)-(1:3)  $Z_{ГЛ}$  зростає на  $\geq 30\%$  і з подальшим збільшенням ГЛ:ЦКон не змінюється та складає  $\sim 100\%$ . Натомість у присутності AS-КПТ,  $Z_{ГЛ}$  досягає  $\sim 100\%$  лише при співвідношенні 1:8. Початкові швидкості убутку ГЛ зростають з кожним збільшенням ГЛ:ЦКон.

Виявлено, що концентраційний порядок реакції по ГЛ у присутності AS-БНТ і AS-ТРП дорівнює трьом, а у присутності AS-КПТ – двом. Для трьох зразків каталізаторів константи Міхаеліса та максимальні швидкості реакції майже схожі.

За своєю каталітичною активністю зразки досліджених каталізаторів можна розмістити у наступний ряд: *AS-ТРП > AS-БНТ > AS-КПТ*.

Ціра вдячність співробітникам лабораторії каталітичного синтезу ФХІ НАН України к.х.н., ст.н.с. Чіхічину Д.Г. та м.н.с. Левченко О.О. за допомогу та корисні обговорювання при виконанні даної роботи.

ПІРАЗОЛИ ТА КООРДИНАЦІЙНІ СПОЛУКИ НА ЇХ ОСНОВІ –  
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ В НАУЦІ І ТЕХНІЦІ  
ДАВИДЕНКО Ю.М., ВИНОГРАДОВ О.С.

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна, 01601,  
місто Київ, вул. Володимирська, 64/13, [davydenko300808@gmail.com](mailto:davydenko300808@gmail.com)*

Піразоли привертають значну увагу науковців у зв'язку зі своєю здатністю виступати містковими лігандами та утворювати поліядерні сполуки специфічної молекулярної будови з перспективними властивостями. Координаційні сполуки на основі піразолів знайшли широке використання в молекулярному магнетизмі та створенні паливних елементів, хімічних джерел струму, електрохімічних сенсорів.

Різні типи координації піразолів та необмежені можливості їх модифікацій роблять сполуки на їх основі вдалим вибором для дизайну нових полімерних та супрамолекулярних структур, інтерес до яких обумовлений рядом причин. Об'єднання йонів металів у супрамолекулярні сітки дозволяє контролювати положення металічних центрів, а відстані між ними можуть бути підібрані таким чином, щоб стабільність функціональних твердих матеріалів могла регулюватися. Це реалізується в технологічних процесах із подальшим контролем поруватості матеріалів, що широко вивчається, оскільки відкриті каркаси з мікро- чи нанорозмірними порожнинами можуть бути використані для розділення газів і рідин, «зберігання газу» (gas storage), сенсорів, «молекулярного розпізнавання», гетерогенного каталізу. Перевагою введення органічних лігандів у металорганічні каркаси є можливість підбирати матеріали для певного процесу, відповідно є змога контролювати розмір пор і отримувати при цьому високоселективні матеріали.

Внаслідок взаємодії заміщених нехелатуючих піразолів із 3d-металами (Cu, Co, Ni, Zn, Mn у вигляді порошків та/або їх солей) у неводних розчинниках отримано ряд нових поліядерних координаційних сполук із топологією триядерних металоциклічних фрагментів типу  $M_3L_3$  ( $L = 1H$ -піразол та 3,5-диметил-1H-піразол) та полімерних координаційних сполук із топологією чотириядерних фрагментів типу  $M_4L_4$  ( $L = 3,5$ -диметил-1H-піразол-4-амін, (3,5-диметил-1H-піразол-4-іл)-оцтова кислота, (3,5-диметил-1H-піразол-4-іл)-пропанова кислота). Сполуки охарактеризовані різноманітними фізико-хімічними методами дослідження, а їх будову встановлено методом РСТА. Доведено їх каталітичну активність в реакції електрохімічного відновлення кисню, яка передбігає у повітряних електродах хімічних джерел струму.

ВПЛИВ рН НА ВІДНОВЛЕННЯ СИНТЕТИЧНОГО АЗОБАРВНИКА  
ДІАМАНТОВОГО ЧОРНОГО НА АМАЛЬГАМНОМУ ЕЛЕКТРОДІ,  
ЯКИЙ МОДИФІКОВАНО РТУТНИМ МЕНІСКОМ

ДМУХАЙЛО А. В., ТРУХИМ М. В., КОРОЛЬ Р. О., ДУБЕНСЬКА Л. О.

Кафедра аналітичної хімії

Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Кирила і Мефодія, 6,

79005 Львів, Україна. e-mail: maksym.trukhym@lnu.edu.ua

Сучасна харчова промисловість застосовує багато різноманітних способів поліпшення якості харчових продуктів та удосконалення технологічних процесів. Для покращення вигляду кондитерських виробів, напоїв та інших продуктів харчування виробники часто додають до їх складу синтетичні харчові барвники. Одним з таких барвників є діамантовий чорний (Е 151), який у великих кількостях здатний викликати захворювання шлунково-кишкового тракту, алергічні реакції, саркому. Системи RASFF (Європейська система швидкого оповіщення про харчові продукти і корми) неодноразово повідомляла про перевищення вмісту Е 151 в т.ч. і в продуктах, що експортуються в Україну. Все це окреслило мету нашого дослідження: розробити нову вольтамперометричну методику визначення діамантового чорного.

Дослідження проводили методом вольтамперометрії з швидкою лінійною розгорткою, як робочий електрод використали стаціонарний твердий електрод на основі амальгами срібла, який модифіковано ртутним меніском (*m*-AE). Діамантовий чорний легко відновлюється на *m*-AE в широких межах pH 2–11, яке забезпечували універсальною буферною сумішшю. На вольтамперограмах у межах pH 2–5 спостерігали один пік відновлення Е 151, а за pH > 5 – два піки відновлення, а також один пік окиснення у межах pH 9–11.

Потенціали піків відновлення зміщуються в негативний бік із збільшенням pH. Така поведінка свідчить про участь протонів у електрохімічній реакції відновлення. За залежностями  $E_p=f(\text{pH})$  (табл.) розрахували співвідношення між протонами та електронами, які беруть участь в перетворенні, для 1-го піку – 0.63, для 2-го піку – 0.44.

Рівняння лінійної залежності  $-E$ , В від pH

Пік	Межі pH	Рівняння	Коефіцієнт кореляції, R
1	2.0–7.0	$-E = (0.072 \pm 0.018) + (0.073 \pm 0.004) \text{ pH}$	0.99491
2	6.0–11.0	$-E = (-0.106 \pm 0.024) + (0.051 \pm 0.003) \text{ pH}$	0.99413

# КРЕМНІСВІЙ СЕНСОРНИЙ ЕЛЕМЕНТ З ГЛИБОКИМ Р-Н ПЕРЕХОДОМ, ЧУТЛИВИЙ ДО ПАР

**ДОРОЩУК В.В.<sup>1</sup>, ЛИТВІНЕНКО С.В.<sup>1</sup>, КОЗІНЕЦЬ О.В.<sup>1</sup>, ОЛІЙНИК  
Б.В.<sup>2</sup>, АЛЕКСЄЄВ С.О.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
01601, Київ, вул. Володимирська, 64/13;

<sup>2</sup> Інститут аналітичних наук, UMR-5280, Університет імені Клода Бернара міста Ліон, Де ла  
Доуя 5, 69100 Вільєрбан, Франція; e-mail: doroshchuk.v@gmail.com

Досліджено кремнієві сенсорні елементи з глибоким р-н переходом [1], чутливі до поверхнево-активних речовин (ПАР). Сенсорні елементи виготовляли з монокристалічного кремнію типу «р», легованого бором. Їх поверхня попередньо була очищена від забруднень та оксидного шару за класичною методикою, після чого окислена азотною кислотою для створення стабільного шару гідроксильованого  $\text{SiO}_2$ .

Селективну до ПАР плівку наносили методом діп-коатінгу з розчину її компонентів у ТГФ. Основа плівки – полівінілхлорид, іонообмінний компонент - додецилсульфат бензетонію, пластифікатор – тритолілфосфат [2]. Тильну частину сенсорного елементу очищали від плівки та наносили омічний і сигнальний контакти.

На поверхню плівки наносили краплину розчину аніонного ПАР (додецилсульфонат натрію, SDS), зразок послідовно освітлювали лазером (532 нм, 0,1 мВт) у 262144 точках (512\*512), реєструючи індукований фотострум у кожній точці. З отриманих матриць відбудовували зображення (рис.1) та розраховували усереднене значення фотоструму у центральній частині краплинни.

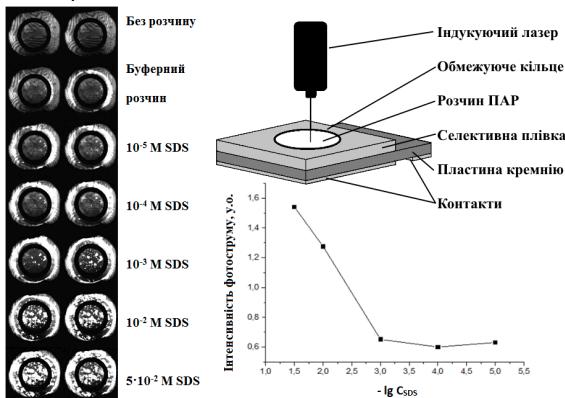


Рис. 1. Схема установки, візуалізовані зображення та отримана залежність

Показано, що середнє значення фотоструму зростає із збільшенням концентрації ПАР у діапазоні  $10^{-3}$  -  $5 \cdot 10^{-2}$  моль/л. Це може бути пов’язано із зумовленим адсорбцією ПАР у плівці індукуванням негативного заряду на поверхні сенсорного елементу і пасивацією рекомбінаційних поверхневих дефектів внаслідок цього. Значна нерівномірність сигналу по поверхні сенсорного елементу вказує на наявність у ньому ділянок різної чутливості та селективності, що може бути використано для створення мультисенсорних систем.

[1] Litvinenko, S.V., Kozinets, A.V., Skryshevsky, V.A. Sensors Actuators A, 2015, 224, p 30-35

[2] Cullum, D.C., Introduction to Surfactant Analysis, Edited by: Cullum, D.C.. London: Blackie Academic and Professional, 1994, pp 42-77.

# ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ГАЛАНТАМИНУ ГІДРОБРОМІДУ НА АЛМАЗНОМУ ЕЛЕКТРОДІ, ЛЕГОВАНОМУ БОРОМ, У ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ЗАСОБАХ

ДУШНА О.М., ПАНАС Х.В., АЛАНІЯ Л.К., ДУБЕНСЬКА Л.О.

*Львівський національний університет імені Івана Франка,  
бул. Кирила і Мефодія, 6, 79005 Львів, Україна  
e-mail:olha.dushna@lnu.edu.ua*

Галантамін належить до природних алкалоїдів, які є похідними ізохіоноліну і входять до групи амарилісу. Спочатку він був виділений з цибулин підсніжників з родини амарилісових, надалі його отримали. Галантамін використовують як активний компонент у препаратах, що впливають на холінергічну систему. Такі препарати використовують при терапії легкої та помірної деменції, спричиненої хворобою Альцгеймера, а також інших порушень пам'яті. Незважаючи на важливі лікувальні властивості, галантамін може спричиняти побічні ефекти, такі як зневоднення організму, діарею або блівоту, судоми, кровотечу в шлунку чи кишківнику. В організмі людини галантамін метаболізує під впливом ферментів печінки (CYP2D6 та CYP3A4), однак 20 % введеного в організм алкалоїду виводиться у незміненому стані з сечею.

Ми розробили вольтамперометричну методику визначення галантаміну гідроброміду з використанням алмазного легованого бором електрода (АЛБЕ). На поверхні АЛБЕ галантамін окиснюється в широких межах pH від 2 до 10 з утворенням двох піків ( $E_1 = +0,96$  В та  $E_2 = +1,21$  В за pH 3.0). Як оптимальне обрали pH=3.0 для досягнення найвищого струму та чіткого сигналу окиснення алкалоїду. Як фоновий електроліт для підтримування потрібного pH середовища використовували універсальну буферну суміш. Було встановлено, що струм окиснення для обох піків галантаміну має дифузійну природу.

За оптимальних умов отримали градуovalльні графіки в діапазоні від 1,2 до 200 мкМ галантаміну, методами диференційної імпульсної (ДІВ) та квадратно-хвильової (КХВ) вольтамперометрії. Найнижчої межі виявлення 0,5 мкМ досягнули методом КХВ. Окрім дослідили параметри валідації – селективність та повторюваність.

Розроблену вольтамперометричну методику апробовано для аналізу однокомпонентного лікарського засобу – розчину для ін’екцій, та багатокомпонентного засобу – таблеток. Отримані результати співставні з результатами, які отримали методом високоефективної рідинної хроматографії.

# SYNTHESIS AND LUMINESCENT PROPERTIES OF LANTHANIDE CHELATES WITH NEW 1,2,4-TRIAZOLE-CONTAINING SALEN-TYPE LIGANDS

**HALUSHCHENKO V.S.**<sup>1,2</sup>, **KOROVIN O. Yu.**<sup>1</sup>, **SMOLA S.S.**<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*A.V.Bogatsky Physico-Chemical Institute of the NAS of Ukraine, Lyustdorfska doroga, 86, Odessa 65080, Ukraine, e-mail: galushenko.valeriya@stud.onu.edu.ua*

<sup>2</sup>*Faculty of Chemistry and Pharmacy, Odessa I.I. Mechnikov National University  
Dvoryans'ka St, 2, Odessa 65082, Ukraine*

In this work we describe bis-hydroxyphenyltriazole ligands: 2,2'-(1H,1'H-[3,3'-bi(1,2,4-triazole)]-5,5'-diyl)diphenol ( $L^1$ ) and its derivatives, with different substituents in the phenolic groups (Fig. 1). Spectral-luminescence properties of free ligands in solid state and in solutions were investigated.

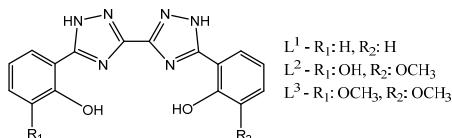


Fig. 1. Structure of the studied 1,2,4-triazole-containing Salen-type ligands

The formation of complexes in solutions was investigated by the spectrophotometric titration method on the example of Eu(III) compounds. The formation of complexes of different composition was established: Eu:L = 1:1 and 1:2, but in the solid state, only complexes with a composition of 1:1 were isolated from solutions. Identification of coordination compounds was carried out using physicochemical research methods (elemental analysis, IR, NMR spectroscopy). On the basis of the EuL<sup>1</sup> complex, the hybrid material EuL<sup>1</sup>/SiO<sub>2</sub> was synthesized using the method of obtaining organic-inorganic materials based on silica and lanthanide complexes by the sol-gel method. The compounds exhibit intense 4f-luminescence when excited by UV light, the luminescent characteristics of the substances (quantum yield, lifetime) were investigated.

# КАРБОКСИЛЕСТЕРАЗА ГЕПАТОПАНКРЕАСА *RAPANA VENOSA*

КІР'ЯК О.В.<sup>1</sup>, ШЕСТЕРЕНКО Є.А.<sup>2</sup>, РОМАНОВСЬКА І.І.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Національний університет «Одесська політехніка»*

*проспект Шевченка, 1, Одеса, Україна, 65044*

<sup>2</sup>*Фізико-хімічний інститут ім. О.В. Богатського НАН України,*

*Люстдорфська дор., 86, Одеса, Україна, 65080*

*shesterenko.ea@gmail.com*

Відомо, що *Rapana venosa* є хижим брюхоногим молюском і представляє загрозу для водних екосистем Чорного моря. Тому перспективними є біотехнологічні дослідження по використанню даного молюска як економічного джерела сировини для отримання біологічно активних речовин, в тому числі ензимів. Роботи, присвячені вивченню карбоксилестерази молюска *Rapana venosa* майже відсутні. Попередніми дослідженнями ми встановили, що більшість активності карбоксилестерази в гепатопанкреасі *Rapana venosa* знаходиться в цитозольній фракції, тому її було обрано для виділення ензиму.

Метою даної роботи була розробка методу виділення карбоксилестерази з гепатопанкреаса *Rapana venosa*, вивчення її біохімічних і фізико-хімічних особливостей, білково-фракційного складу та регіоселективності.

Вперше з використанням методу дрібного переосаждення із застосуванням сульфату амонію і подальшої колонкової хроматографії на Sephadex G-150 і ДЕАЕ-сефарозі з цитозольної фракції виділений препарат карбоксилестерази. Розроблений метод дозволив отримати ферментний препарат з естеразною активністю 579,8 нмоль/мг білка за хв. Ступінь очищення ферменту підвишився в порівнянні з гомогенатом в 24 рази. Виділений препарат повністю зберігав ензимну активність протягом 6 міс зберігання при -18 °C.

Проведено електрофоретичні дослідження цитозольної карбоксилестерази з гепатопанкреаса *Rapana venosa*. Показано, що молекулярна маса отриманого ензима складала 57,2 кДа. Вивчено фізико-хімічні характеристики отриманого ензиму (рН-оптимум естеразної активності становив pH 5,5, термооптимум - 45 °C).

Визначено регіоселективність отриманого ензиму по відношенню до 1- і 2-нафтилацетату. Встановлено, що питома естеразна активність карбоксилестерази 2-нафтилацетатом в 3,6 рази вища за таку за 1-нафтилацетатом, що свідчить про більшу регіоселективність ензиму по відношенню до 2-нафтилацетату.

# CHARACTERIZATION OF THE MINERAL COMPOSITION OF ALGAE IN THE TYLIHUL AND BEREZAN ESTUARIES

KOLISNICHENKO R.H.<sup>1</sup>, KHIMICH S.S.<sup>2</sup>, PRUD M.V.<sup>3</sup>,  
YURCHENKO O.I.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Odesa I. I. Mechnikov National University, Odesa, Ukraine*

<sup>2</sup>*Koblevo Lyceum of the Koblevo Village Council, Koblevo, Ukraine*

<sup>3</sup>*V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine,*  
mykyta.prud@gmail.com

A disturbed environment, an increased pace of life with an inevitable increase in stressful situations, food processing methods, and deadly household biologically active substances are not the only reasons for the growing deficiency of vital trace elements, which causes irreparable damage to health. New food products with algae can become an important physiological source of iodine, selenium, chromium and other trace elements and, provided a varied balanced diet is consumed, can meet the human body's need for essential trace elements by 50-80%. The use of algae can be very profitable, as they not only contain many useful substances, but also grow very quickly, being both a valuable and cheap raw material.

Our study was carried out in the salt estuaries (Tylihul and Berezan) of the Mykolaiv region. The most common algae were selected for analysis: *Zostera noltii*, *Ulva lactuca*, *Ulva intestinalis*, and *Cladophora vagabunda*. In preparation for the analysis, the algae were dried, crushed, ground, and ash-covered. The ash was analysed by arc-excited atomic emission spectroscopy.

Analysing the results, we can see a high content of Si, P, Al, Mo, Ca, K, Cu, Fe in *Zostera noltii*, a high content of Si, Al, Mg, Ca, K in the alga *Ulva lactuca*, a high content of Si, Mg, Ca, K, Cu in the *Ulva intestinalis*, a high content of P, Al, Mg, Ca, Na, Sr, Cu, Zn, Fe, Mn, Ni in *Cladophora vagabunda*.

Therefore, it can be concluded that algae of the Tylihul and Berezan estuaries with a high content of trace elements, forming large volumes of biomass, can be used to develop and produce a wide range of health products.

Research on the content of biologically active substances in algae can significantly expand the range of their use.

# КВАНТОВО-ХІМІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АНІОННИХ КОМПЛЕКСІВ

$[\text{CuCl}_2]^-$  ТА  $[\text{CuCl}_3]^{2-}$

**КУРАСОВА Ю.Д., ОСОКІН Є.С., ПОЛОНСЬКИЙ В.А., ВАРГАЛЮК В.Ф.**

Дніпровський національний університет імені О.Гончара,  
49010, м. Дніпро, пр. Гагаріна, 72. protactinium91.jk@gmail.com

В попередній роботі [1] моделювались хлоридні  $\pi$ -ацідоаквакомплекси  $\text{Cu}^+$  з ненасиченими карбоновими кислотами, такими як малейнова, фумарова та акрилована. Але синтез таких сполук у водному розчині дещо ускладнений через нерозчинність купрум(I) хлориду. При цьому відомо, що купрум(I) хлорид може розчинятись у водному розчині в присутності розчинних хлоридів лужних металів та утворюючи аніонні комплекси  $[\text{CuCl}_2]^-$  та  $[\text{CuCl}_3]^{2-}$ .

У даній роботі моделюватись аніонні комплекси  $[\text{CuCl}_2]^-$  та  $[\text{CuCl}_3]^{2-}$  для визначення можливості їх використання в моделюванні хімічних реакцій з ненасиченими карбоновими кислотами. Кvantovo-хімічне моделювання виконувалось з використанням програмного пакету Gaussian 09 на рівні DFT/B3LYP/PCM. Методика наведена в роботі [1]. Комплекс  $[\text{CuCl}_2]^-$  має лінійну будову з міжатомними відстанями Cu–Cl 2,165 Å та енергіями зв’язування 143,5 кДж/моль. Для комплексу  $[\text{CuCl}_3]^{2-}$  характерні дещо менші значення міжатомних відстаней Cu–Cl. Два зв’язки Cu–Cl мають значення міжатомних відстаней по 2,322 Å ( $E_b = -94,0$  кДж/моль), а третій зв’язок Cu–Cl є трохи довшим ( $r_b = 2,331$  Å;  $E_b = -91,8$  кДж/моль). Відповідно два валентні кути Cl–Cu–Cl мають значення 119°, а третій – 121°. Було показано, що ефективний заряд центрального атома у  $[\text{CuCl}_2]^-$  ( $Z_{\text{eff}} = 0,455$ ) на 0,076 має більше значення ніж у  $[\text{CuCl}_3]^{2-}$  ( $Z_{\text{eff}} = 0,377$ ). Ефективний заряд на атомах хлору у  $[\text{CuCl}_2]^-$  складають по -0,727 кожний. А у комплексі  $[\text{CuCl}_3]^{2-}$  для одного -0,795, і для двох інших -0,791. Були розраховані граничні молекулярні орбіталі (рис. 1) зі значеннями енергії: ВЗМО -0,23475 та -0,18701 еВ; HBMO – 0,00692 та 0,00716 Å, відповідно для  $[\text{CuCl}_2]^-$  та  $[\text{CuCl}_3]^{2-}$ .

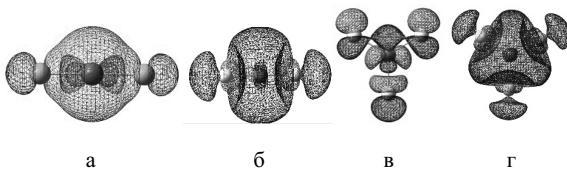


Рис. 1. Молекулярні орбіталі  $[\text{CuCl}_2]^-$  та  $[\text{CuCl}_3]^{2-}$ : а, в – ВЗМО, б, г – HBMO

1. Kurasova Y. D., Vargalyuk V. F., Polonskyy V. A. (2022). Quantum chemical modeling of aquachlorocomplexes of  $\text{Cu}^+$  with acrylic, maleic and fumaric acids. *Journal of Chemistry & Technologies*, 30(4). P. 530-536.

ЕЛЕКТРОФІЛЬНА ЦИКЛІЗАЦІЯ 4,5-ДІАРИЛЗАМІЩЕНИХ 3-АЛІЛТО-  
1,2,4-ТРИАЗОЛІВ *n*-МЕТОКСИФЕНІЛТЕЛУРТРИХЛОРИДОМ  
КУТ Д.Ж., КУТ М.М.

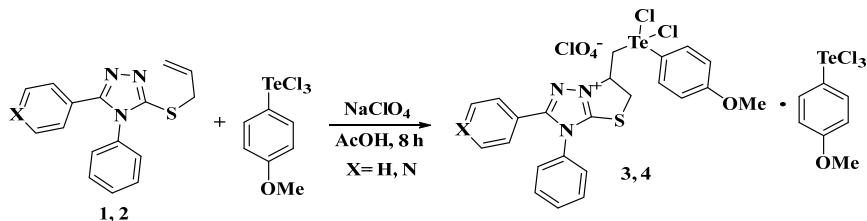
ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Фединця, 53/1, Ужгород

e-mail: kutmykola@ukr.net

Похідні тіазолотриазолу володіють цілим рядом біологічної активності. Найбільш ефективним та простим методом синтезу тіазолотриазолів є електрофільна внутрішньомолекулярна циклізація ненасичених алкенільних(алкінільних) похідних 1,2,4-триазолу під дією різних електрофільних реагентів (галогени, тетрагалогеніди халькогенідів). Використання арилтелуртрихлоридів в реакціях з ненасиченими похідними 1,2,4-триазолу вивчено недостатньо. Тому метою даної роботи є дослідження регіоселективності арилтелурохлорування алільних тіоетерів 1,2,4-триазолу.

В якості модельних об'єктів дослідження в реакції з *n*-метоксифенілтелуртрихлоридом використано алільні тіоетери 1,2,4-триазолу 1, 2. Встановлено, що при 8 годинному нагріванні вихідних реагентів у хлороформі чи льодяній оцтовій кислоті утворюються смолоподібні продукти, які ідентифікувати не вдалося. При додаванні сольової добавки натрій перхлорату в реакції середовище тіоетери 1, 2 зазнають телуро-індукованої гетероциклізації *n*-метоксифенілтелуртрихлоридом з утворенням перхлоратів 6-((дихлоро(4-метоксифеніл)-4-теланіл)метил)-5,6-дигідро-3*H*-тіазоло[3,2-*b*][1,2,4]триазол-7-ію 3, 4. Реакцію проводили в середовищі льодяної оцтової кислоти та при кімнатній температурі з 8-годинним перемішуванням реагентів.

Нами відмічено, що в результаті арилтелурохлорування алільних тіоетерів 1, 2, незалежно від співвідношення реагентів утворюються молекулярні комплекси складу тіазолотриазол-електрофіл 1:1.



Таким чином, в результаті арилтелурохлорування 4,5-диарилзаміщених 3-алілто-1,2,4-триазолів одержано солі тіазоло[3,2-*b*][1,2,4]триазолу. Підібрано оптимальні умови для проходження телуро-індукованої циклізації.

# ІЧ-ЛЮМІНЕСЦЕНЦІЯ ЛАНТАНІДІВ У ІЗОМЕРНИХ КОМПЛЕКСАХ ЕДТА-ПОХІДНИХ ТЕТРАФЕНІЛПОРФІРИНУ

ЛІННИК В.В.<sup>1,2</sup>, СЕМЕНІШИН М.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ОНУ ім. І.І.Мечникова, Одеса, Україна

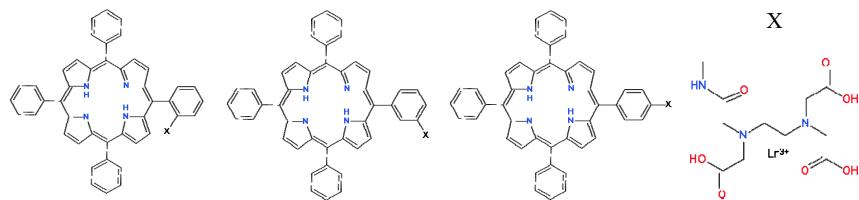
<sup>2</sup> Фізико-хімічний інститут ім. О.В. Богатського НАН України,

Одеса, Україна. linnik.valerija@gmail.com

Синтез та дослідження сполук, що випромінюють світло у ближньому інфрачервоному діапазоні, є складною проблемою сучасної науки. Це пов'язано з відсутністю молекулярних систем з високою ефективністю інфрачервоного випромінювання, яке вже широко використовується для потреб медицини та техніки.

Давно відомо, що тетрапрольні макроцикли мають характерне та ефективне світлопоглинання та здатні до сенсибілізації ІЧ-випромінюючих іонів лантанідів. У цій роботі запропоновано уникнення проблеми відносної лабільності комплексів лантанідів з порфіринами, за рахунок зв'язування іону металу з етилендіамінtetраоцтовою кислотою (Н<sub>4</sub>едта). Завдяки такому підходу отримано комплекси з K<sub>ст.</sub>≈15 [1]. З іншого боку, такий параметр як K<sub>ст.</sub> навіть неможливо застосувати до лабільних Ln-N<sub>4</sub> координованих комплексів порфіринів, тому що за стандартних умов не встановлюється їх рівновага з вихідними речовинами.

Виявлено, що положення заміщення Н<sub>4</sub>едта з лантанідом значно впливає на інтенсивність люмінесценції в ІЧ-діапазоні. Таким чином, квантовий вихід люмінесценції зростає у ряду заміщення в *para*-, *мета*- і *ортоО*- положення.



Тобто ефективність ІЧ-люмінесценції залежить від того, наскільки лантанід наближений до ядра порфіруну. Також інтенсивність люмінесценції залежить від природи лантаніду: емісія іону Nd<sup>3+</sup> значно чутливіша до зміни відстані між донором та акцептором енергії у порівнянні з іоном Yb<sup>3+</sup> в ряду ізоструктурних комплексів, що пов'язано з наявністю декількох шляхів 4f-сенсибілізації. Так, для *ортоО*-ізомеру ефективність люмінесценції Nd<sup>3+</sup> зростає більш ніж у два рази у порівнянні з його *пара*-ізомером, в той час як при подібному порівнянні в ізоструктурних комплексах з Yb<sup>3+</sup> ефективність його люмінесценції зростає лише приблизно на 50%.

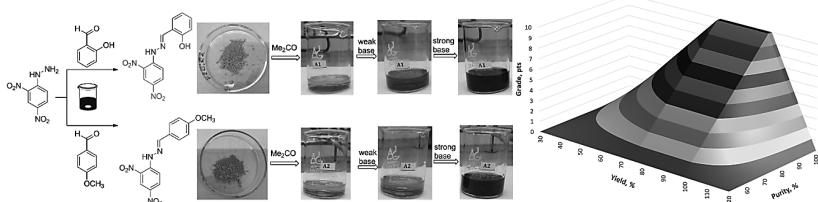
1. Design and Synthesis of Macroyclic Ligands and Their Complexes of Lanthanides and Actinides / V. Alexander // Chem. Rev. - 1995. - Vol. 95, № 2. - P. 273-342. 10.1021/cr00034a002.

РОЗВИТОК І ОЦІНКА БАЗОВИХ НАВИЧОК СТУДЕНТІВ З  
ОРГАНІЧНОГО СИНТЕЗУ: КІЛЬКІСНИЙ ПІДХІД  
ЛЯПУНОВ О.Ю.<sup>[a,b]</sup>

<sup>a</sup>ТОВ «НВП «Снамін», вул. Вінстона Черчилля, 78, м. Київ, Україна, e-mail:  
alexander.yu.lyapunov@gmail.com

<sup>b</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 60,  
м. Київ, Україна

Незважаючи на суттєвий розвиток теоретичних підходів, органічна хімія великою мірою залишається практичною дисципліною, а ефективність роботи студентів у лабораторії є вирішальним елементом їх успішної кар'єри. Зважаючи на нагальну світову проблему відсутності у випускників навичок, необхідних для результативного виконання практичної роботи та важливість виховання майбутніх спеціалістів починаючи з 1-го курсу їх навчання в університеті, ми розробили вступний експериментальний курс, що дозволяє «новачкам» здобути та закріпити базові навички органічного синтезу та ідентифікації органічних сполук. Перша робота цього курсу базується на добре відомій реакції утворення фенілгідразонів бензальдегідів з реактивом Бреді. Ця робота дозволяє закріпити такі первинні лабораторні навички, як вимірювання маси твердої речовини; вимірювання об'єму рідини; використання лабораторної апаратури для фільтрації за зниженого тиску; проведення розрахунків виходу продукту; охайність і точність виконання роботи; уміння студентів робити та занотовувати спостереження. Okрім навчання, у роботі акцент робиться на **кількісній оцінці** навичок студентів та розробці зrozумілої та зручної шкали оцінювання, яка включає всі основні параметри якості продукту реакції, як то його вихід, чистота, сухість. Додатково було проведено комплексний аналіз того, як помилки студентів впливають на ці параметри, а також на час, необхідний для виконання експерименту. Завдяки цьому дослідження дозволяє легко відповісти на питання «Де студенти помилилися під час виконання роботи?». Важливо, що результати роботи дозволяють легко адаптувати експеримент до проведення різного роду змагальних заходів – олімпіад, турнірів, тощо.



# EXPLORATION OF CHEMICAL SPACE IN SEARCHING FOR NEW DRUGS

PAVEL POLISHCHUK

*Institute of Molecular and Translational Medicine, Faculty of Medicine and Dentistry, Palacky University, Hněvotínská 1333/5, 779 00 Olomouc, Czech Republic*

*pavlo.polishchuk@upol.cz*

There are multiple experimental approaches which are applicable for searching of new biologically active substances. These are screening of available libraries of compounds, high-throughput screening (HTS), combinatorial and DNA-encoded libraries, iterative structural modifications of previously identified actives, etc. All these approaches can explore a limited number of compounds, up to  $10^9$  for DNA-encoded libraries. Application of in silico approaches may extend the number of explored compounds. The most commonly used approach is virtual screening, where properties of virtually enumerated compounds are predicted by computational models. This may increase the number of considered compounds to  $10^{10}$  or more. However, the size of a whole drug-like chemical space is much larger and we showed that it is about  $10^{36}$  compounds. Therefore, we need more efficient approaches to explore such a vast space. De novo methods allow to traverse the chemical space more efficiently by adaptive enumeration of compounds and exploration of regions containing preferably active molecules. We will describe some of recent development of these methods and demonstrate their efficacy.

# СИНТЕЗ І ТАУТОМЕРІЯ 5,5-ДИЗАМІЩЕНИХ $\beta$ -КЕТО $\gamma$ -СУЛЬТОНІВ

ПОЛЮДОВ А. О.<sup>1</sup>, ГАВРИШКО Д. Ю.<sup>1</sup>, ДОБРИДНЕВ О. В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

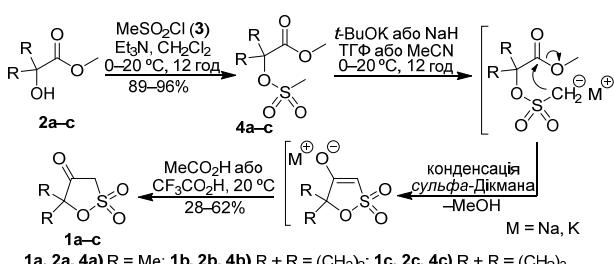
<sup>2</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна  
e-mail: antonpoliudov@gmail.com

Біоізостерна заміна є важливим інструментом фармацевтичної та медичної хімії.

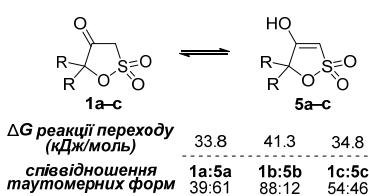
Введення біоізостерних груп дозволяє підвищити селективність, активність та метаболічну стабільність біологічно активних речовин. Крім того, такий метод дозволяє створити нове покоління лікарських засобів з покращеними фармакокінетичними та фармакодинамічними властивостями. Сульфогрупа є найближчим біоізостером карбоксильної групи, що продемонстровано на прикладі сульфаніламідних препаратів – одних з перших антибактеріальних засобів.

Ми розробили зручний метод синтезу 5,5-дизаміщених та спіроциклічних  $\beta$ -кето  $\gamma$ -сультонів шляхом внутрішньомолекулярної конденсації Дікмана. Реакція відбувалась в присутності основ *t*-BuOK або NaH в середовищі THF або MeCN.

Також, нами було проведено DFT розрахунки структур кетонної та енольної форм. Розраховані величини енергії Гібса реакції переходу між таутомерними формами корелюють з експериментально встановленими співвідношеннями таутомерних форм в середовищі ДМСО. Схильність до енолізації повністю залежить від природи замісника



в 5-му положенні. Найменш напруженій 5,5-диметилзаміщений кетосультон **1a** знаходить переважно в енольній формі **5a** (61%), тоді як внесок енольної форми



найбільш напруженого 5,5-спіроциклопропіл кетосультону **5b** становить лише 12%. Проміжне значення має 5,5-спіроцикlobутил кетосультон **1c**, який знаходиться в енольній формі **5c** на 46%.

# СИНТЕЗ ОКСИМІВ ТРИПТАНТРИНІВ – ПОТЕНЦІЙНИХ ПРОТИЗАПАЛЬНИХ АГЕНТІВ

РАДУДІК А.В.<sup>1,2</sup>, КАРПЕНКО О.С.<sup>1</sup>, ЧЕКАЛ С.І.<sup>2</sup>, ЩЕПЕТКІН І.О.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Фізико-хімічний інститут ім. О.В.Богатського НАН України, 65080 Одеса, Україна; alevtina200154@gmail.com, alex\_chem\_2@ukr.net.

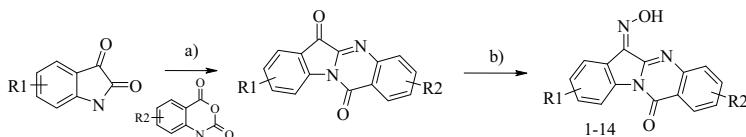
<sup>2</sup> ОНУ імені І. І. Мечникова, факультет хімії та фармації, 65082 Одеса, Україна; stefancheckal99@gmail.com.

<sup>3</sup> Department of Microbiology and Cell Biology, Montana State University, Bozeman, MT 59717, USA, igor@montana.edu.

Триптантрин та його похідні проявляють ряд властивостей, серед яких є антибактеріальні, протиалергенні, інсектицидні, антипрозойні, протизапальні, протипаразитарні та протипухлинні тощо.

Осабливий інтерес представляють оксими триптантринів, для яких продемонстроване селективне інгібування МАРК — мітоген активованих протеїн кіназ, зокрема c-Jun N-Terminal протеїнкіназ (JNKs), відповідальних за розвиток запальної реакції.

Цільові триптантрини отримані за наступною схемою:



Номер сполуки	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	Номер сполуки	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	Номер сполуки	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
<b>1</b>	7-CH <sub>3</sub>	H	<b>6</b>	8-C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	H	<b>11</b>	H	3-F
<b>2</b>	8-NO <sub>2</sub>	2-Br	<b>7</b>	8-OCH <sub>3</sub>	H	<b>12</b>	H	2-NO <sub>2</sub>
<b>3</b>	8-NO <sub>2</sub>	H	<b>8</b>	9-CH <sub>3</sub>	H	<b>13</b>	H	3-NO <sub>2</sub>
<b>4</b>	8-Br	H	<b>9</b>	H	2-Br	<b>14</b>	H	2-CF <sub>3</sub>
<b>5</b>	8-C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	H	<b>10</b>	H	3-Br			

За результатами біологічних досліджень (концентрацією 50% інгібування синтезу лужної фосфатази (IC<sub>50</sub>) та константою асоціації із JNK3 було виділено дві сполуки-лідери (**6**, **7**).

Номер сполуки	IC <sub>50</sub> , μM	Kd(JNK3), μM
6	1.6 ± 0.1	0.34 ± 0.04
7	0.8 ± 0.3	0.34 ± 0.03

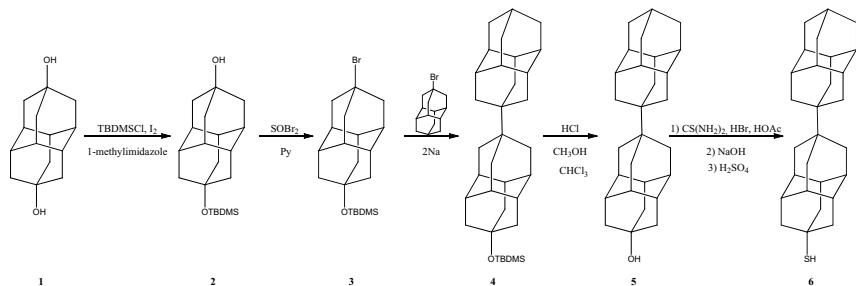
# СИНТЕЗ ФУНКЦІАНАЛІЗОВАНОГО ДИМЕРУ ДІАМАНТАНУ ЯК ПЕРСПЕКТИВНОГО ПРЕКУРСОРУ ДЛЯ НАНОЕЛЕКТРОНІКИ

БУТОВА К. Д., САВЧЕНКО А. В.

*Кафедра органічної хімії та технології органічних речовин,*

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Україна, м. Київ, пр. Перемоги, 37, artemchepyrko@gmail.com*

Діамандоїди – це каркасні вуглеводні, що містяться в нафті, в яких атоми вуглецю розташовані у вигляді кристалічної гратки алмазу. Нещодавні дослідження показали, що тетрамантан-6-тіол може використовуватися для створення самоасоційованих мономолекулярних шарів на поверхні металу [1], що робить його привабливим для застосування в електронних пристроях [2]. Комбінацією димерів каркасних сполук з повністю насищеними зв'язками та лінкером, можна отримати аналог схожий на алмаз. Пропонується синтез функціоналізованого димеру діамантану – 4,4'-бісдамантан-9-тіолу в умовах реакції Вюрца. Дано речовина містить анкерний замісник, за допомогою якого її можна кріпiti до Ag/Au поверхні. Отриманий матеріал на основі мономолекулярних шарів такого димеру може бути однією з складових фотокатоду.



Сполука (4) була виділена та її будова доведена фізико-хімічними методами ЯМР.

1. Lopatina Y. Y., Vorobyova V. I., Fokin A.A., Schreiner, P. R., Marchenko A. A., and Zhuk T. S., *The Journal of Physical Chemistry C* **2019**, 123 (45), 27477-27482
2. Roth, S., Leuenberger, D., Osterwalder, J., Dahl, J. E., Carlson, R. M. K., Tkachenko B. A., Fokin A.A., Hengsberger, M., *Chemical Physics Letters* **2010**, 495(1-3), 102–108

# РОЗРОБКА ЗРУЧНОГО ВАРИАНТУ СИНТЕЗУ НОВИХ ПОХІДНИХ ІНДЕНОХІНОКСАЛІН-6-КАРБОНОВОЇ КИСЛОТИ З ЕСТЕРАМИ $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ - АМІНОКИСЛОТ

САЗОНОВ К. Д., ПШКОВ Ю.В.

Одеський Національний Університет імені І.І.Мечникова, Дворянська 2, м. Одеса,  
65082, Україна. kirl5121997@gmail.com

Похідні інденохіноксаліну є важливими класами азотовмісних гетероциклів, які привернули до себе багато уваги в останні роки через їх біологічну активність. Вони здатні проявляти потужну противірусну, протипухлинну, антибактеріальну дію, а також є інтеркаляторами ДНК та інгібіторами топоізомерази. В цьому дослідженні представлено синтез нових похідних інденохіноксалінів з ефірів амінокислот.

Цільові продукти отримували за наступною схемою (рис. 1.), використовуючи як зшивачий агент етиловий ефірmonoхлоругольної кислоти. Цей метод дав найкращі результати на відміну від синтезу з використанням дициклогексілкарбодіїмідного або хлорангідриду методів. Отримані виходи 40-60 %. Для отримання чистих продуктів використовували колонкову хроматографію.

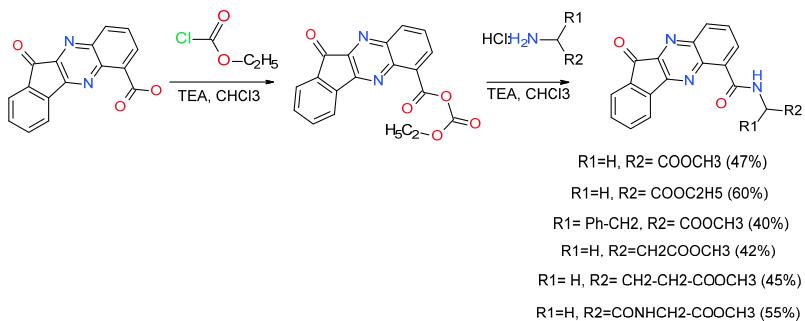


Рис. 1. Схема синтезу естерів амінокислот інденохіноксалін-6-карбонової кислоти

Структуру отриманих сполук було підтверджено методом мас-спектрометрії та ПМР-спектроскопії. Аналіз цих речовин за допомогою програми PASS та результати молекулярного докінгу показали, що ці речовини можуть мати перспективні біологічні властивості та можуть бути інтеркаляторами ДНК.

# ПІДБІР ОПТИМАЛЬНИХ УМОВ ЕНЗИМАТИЧНОГО ГІДРОЛІЗУ ЕТИЛОВИХ ЕСТЕРІВ 3-АРИЛ-2-МЕТИЛПРОПАНОВИХ КИСЛОТ

ШАБЕТЬЯ А.С.

НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» Україна, 03056, м. Київ, Солом'янський район,  
проспект Берестейський, 37. andryhashab@gmail.com

В нашому дослідженні головною стадією, яка буде оптимізовуватися є ензиматичний гідроліз за допомогою ферментів та виведення найкращих умов для проведення синтезу. Значення хіральності, пов'язаної з її біологічною активністю, створила велику потребу в розробці енантіомерно збагачених проміжних продуктів за зниженою ціною. Використання ферментів сприяє боротьбі з недоліками небажаних побічних продуктів, токсичних стоків і поганої селективності субстрату. В цьому дослідженні була вдосконалена методика ензиматичного гідролізу та отримана певна статистика результатів розділення в залежності від зміни ароматичного замісника. Схема синтезу цієї стадії зображена на рисунку 1.

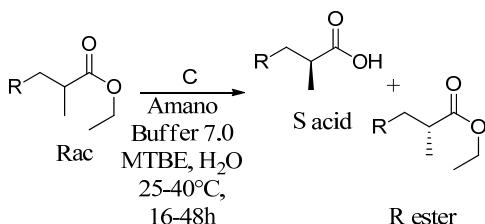


Рисунок 1. Схема проведення ензиматичного гідролізу

Умови проведення синтезу: Етиловий ефір альфа-метил кислоти розчиняємо в буферному розчині з pH = 7 та додаємо фермент Amano PS lipase. Перебіг проходження реакції контролюється за методом ПМР. Ефір з пара-піridиновим замісником вступав в ензиматичний гідроліз з використанням МТБЕ в якості розчинника. Оптична чистота контролюється за допомогою хіральної хроматографії. Цей показник (ee) для S-кислоти складає від 91 до 98 % та від 75 до 86 % для R-ефіру. З отриманих результатів можемо відстежити закономірність, що при збільшенні замісника оптична чистота зростає, як і час проходження реакції. Гідроліз аміноефіру ми не враховуємо, оскільки він проходить за інших умов. Дослідження процесу отримання амінокислот потребує додаткового опрацювання.

# СИНЕРГІЗМ І АДИТИВНА ДІЯ ІНГІБІТОРІВ ТИРОЗИНАЗИ

ШЕВЧУК В.С.<sup>1</sup>, ШЕСТЕРЕНКО Ю.А.<sup>2</sup>, РОМАНОВСЬКА І.І.<sup>2</sup>,  
КАРПЕНКО О.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Національний університет «Одеська політехніка»

проспект Шевченка, 1, Одеса, Україна, 65044

<sup>2</sup> Фізико-хімічний інститут ім. О.В. Богатського НАН України,  
Люстдорфська дор., 86, Одеса, Україна, 65080. yushesterenko@gmail.com

Надмірне накопичення меланіну в шкірі призводить до низки захворювань. Для зменшення біосинтезу пігменту використовують інгібітори тирозинази, однак більшість з них мають суттєві побічні ефекти. Комбіноване лікування декількома інгібіторами ензиму розглядається як перспективний підхід до зменшення побічних ефектів та збільшення терапевтичної ефективності.

Мета роботи – вивчення сумісного використання інгібіторів тирозинази, дослідження типу їх взаємодії і пошук перспективних комбінацій інгібіторів ензиму.

У роботі використовували тирозиназу, виділену з грибів *Agaricus bisporus*. Для визначення впливу сумісної дії речовин на активність тирозинази були обрані як стандартні інгібітори ензиму (коеява кислота, арбутин, фенілтіосечовина), так і виявлений нами 3-(2-гідроксифеніламіно)-1,3-дигідро-індол-2-он.

Розрахунок комбінаційного індексу і побудова ізоболограм для всіх досліджених сумішей стандартних інгібіторів тирозинази показали адитивний ефект при одночасному застосуванні в усіх вивчених випадках. Виявлено, що одночасне застосування койєвої кислоти чи арбутину із 3-(2-гідроксифеніламіно)-1,3-дигідро-індол-2-оном має синергетичний ефект, однак вивчення суміші фенілтіосечовини із похідним індолов показало адитивну дію. Наявність як синергетичного, так і адитивного типу взаємодії між описаними сполуками, вірогідно пояснюється різними механізмами інгібування активності тирозинази.

Синергетичний ефект при одночасному застосування двох інгібіторів відкриває широкі можливості для створення більш ефективних, економічних і менш токсичних засобів лікування гіперпігментації, через зменшення концентрації кожного інгібітора.

## MODIFICATION OF CELLULOSE TO OBTAIN EFFICIENT MEMBRANES

SHYKUNOVA S.O.<sup>1</sup>, HALYSH V.V.<sup>1,2</sup>, TRUS I.M.<sup>1</sup>, GOMELYA M.D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv,  
Ukraine

<sup>2</sup> Chuiko Institute of Surface Chemistry, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Efficient wastewater treatment is an urgent task of ecology and chemical technologies. Many technologies have been developed for water treatment, including mechanical, physical, chemical and biological methods. Among all known methods, membrane technologies are the most promising due to their high efficiency. Today, a large variety of industrial membranes are produced, for the manufacture of which synthetic polymers are used. Such polymer materials include polyvinylidene fluoride, polyethersulfone and polyacrylonitrile. Known industrial membranes are characterized by relatively high cost and foaming difficulties that arise during their disposal. More and more attention are paid to the use of natural polymers in the production of membrane materials, in particular cellulose, which can be obtained from any plant raw material. An important factor in the production of cellulose membranes with adjustable pore sizes is its preliminary fine grinding to achieve low fine particles, which allows the formation of a dense sheet of filter material. The use of additional chemical reagents can ensure high mechanical strength of the membrane, its stability and high resolution. It is promising to use crosslinking agents to obtain crosslinked filter materials. In this work, we investigated the possibility of modifying ground cellulose fiber with a mixture of monoethylamine and epichlorohydrin and using of such fiber for the manufacture of membranes. Cellulose was treated with reagents at a mass concentration of 4%. The monoethylamine:epichlorohydrin ratio was 1:1. Time was from 2 to 6 hours at 60 °C. Then membrane sheets of 80 g/m<sup>2</sup> were prepared using papermaking procedure. The research results showed that the intensity of dehydration of the cellulose mass during the formation of the membrane strongly affects the distribution of fibers in the sheet and the structure of the membrane itself. An increase in the intensity of dehydration leads to an increase in fiber loss and an increase in the turbidity of wastewater. An increase in the consumption of modifying substances leads to a decrease in the loss of cellulose fiber during the formation of membranes. It is obvious that in this case additional chemicals act as binders. The drying temperature of the obtained membranes also has a significant effect on their structure. As the drying temperature increases, plasticization of the modifiers occurs, as a result of which the membrane samples become stiff and inflexible. The lower the drying temperature, the more elastic and flexible the samples are. In addition, it was established that an increase in the consumption of modifying substances will increase the working pressure of the obtained membranes. The obtained results will open the possibility of further studies on the determination of selectivity.

# ЗАСТОСУВАННЯ 3-(5-АРИЛ-2-ФУРИЛ)-2-МЕТИЛПРОПЕНАЛІВ У ТАНДЕМНИХ ПЕРЕТВОРЕННЯХ

<sup>1</sup>**СИТАР А.А.**, <sup>1</sup>**МАТИЙЧУК В.В.**, <sup>1</sup>**ЧУРА О.Р.**, <sup>1</sup>**ЛИТВИН Р.З.**,

<sup>2</sup>**КІНЖИБАЛО В.**, <sup>1</sup>**ГОРАК Ю.І.**, <sup>1</sup>**ОБУШАК М.Д.**

<sup>1</sup>*Львівський національний університет імені Івана Франка,*

*Львів, Україна; e-mail: andrii.sitar@lnu.edu.ua*

<sup>2</sup>*Інститут низьких температур і структурних досліджень ПАН, Вроцлав, Польща*

Функціоналізовані фурани, зокрема альдегіди арилфуранового ряду – часто вживані реагенти в органічному синтезі, зокрема, для створення комбінаторних бібліотек і скринінгу на біологічну активність. Тому розробка методів синтезу нових функціоналізованих похідних фурану з високими виходами є актуальним завданням. Ми вперше одержали із застосуванням реакції Меєрвейна 3-(5-арил-2-фурил)-2-метилпропеналі з метою вивчення їх як дієнів у тандемних перетвореннях, що включають [4+2]-циклоприєднання, а також реагентів для мультикомпонентних реакцій та синтезу конденсованих гетероциклів з арилфурановими замісниками.

Реакція Дільса-Альдера є одним з найбільш затребуваних синтетичних методів у конструкуванні шестичленних циклів. Горизонти цієї реакції значно розширяються завдяки використанню нових дієнів та діенофілів. Для [4+2]-циклоприєднання характерна висока *perio*- та стереоселективність, що, у поєднанні з простотою виконання, забезпечує методу практичне застосування.

Ми одержали [2-метил-3-(5-арил-2-фурил)проп-2-ен-1-іліден]аміни і вивчили взаємодію цих сполук з малеїновим ангідридом. З'ясували, що відбувається тандемна реакція N-ацилювання–циклоприєднання, що дало змогу запропонувати простий метод одержання аза-аналогів сесквітерпенів пінгвісанового ряду – похідних гексагідро-4*H*-фуро[2,3-*f*]ізоіндоло-4-карбонової кислоти.

У випадку застосування (2-фурилметил)-2-метил-3-(5-арил-2-фурил)проп-2-ен-1-амінів у реакції з малеїновим ангідридом, реакція циклоприєднання відбувається регіоселективно з формуванням гексагідро-3*A*,6-епоксизоіндоло-7-карбонових кислот. Будову одержаних сполук доводили методами ЯМР та РСА.

Робота частково підтримана фондом Simons Foundation (Award No 1037973) та Міністерством освіти і науки України.

# СЕЛЕКТИВНІСТЬ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧНОГО

## ВИЗНАЧЕННЯ Е 124

ТРУХИМ М. В., ДМУХАЙЛО А. В., АЛАНІЯ С. К., ДУБЕНСЬКА Л. О.

Кафедра аналітичної хімії

Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Кирила і Мефодія, 6,  
79005 Львів, Україна. maksym.trukhym@lnu.edu.ua

Для контролю вмісту синтетичних харчових барвників у продуктах харчування розроблено різні хроматографічні, спектрофотометричні та вольтамперометричні методики визначення. Головні труднощі, які виникають під час розроблення нових методик, – це оцінювання впливу компонентів матриці та усунення тих впливів, які можуть заважати визначенню. Поряд з тим виникає потреба в одночасному визначенні барвників у їхніх сумішах, наприклад, Е 124 та Е 122, Е 124 та Е 102 та ін.

Ми дослідили вплив деяких харчових добавок на аналітичний сигнал відновлення Е 124. Дослідження проводили з використанням методу диференційно-імпульсної вольтамперометрії з робочим плівковим амальгамним електродом (*пл-АЕ*) на фоні універсальної буферної суміші з pH 5.0. Під час експерименту в електрохімічну комірку, що містить розчин Е 124, додавали надлишок досліджуваного компонента і реєстрували значення струму відновлення  $I_0$  до введення стороннього компонента і після  $I_0$ . Концентрацію компонентів у модельних розчинах розраховували на підставі їхнього можливого вмісту у продуктах харчування. Результати такого дослідження наведено у таблиці.

Вплив речовин різної природи, які є компонентами продуктів харчування, на аналітичний сигнал відновлення Е 124 на *пл-АЕ*,  
оцінений за критерієм Стьюдента;  $t (P=0.95, f=3) = 3.18$

Досліджуваний компонент (ДК)	Співвідношення Е124:ДК	$t_{екс}$	$I/I_0 \cdot 100\%$
Аскорбінова кислота	1:300	1.66	98.0
Лимонна кислота	1:300	1.01	101.2
Цукор	1:1000	1.24	98.5
Бензоат натріо	1:100	0.12	100.0
Крохмаль картопляний	*	1.31	99.4

\* Суспензія картопляного крохмалю з  $T = 0.12 \text{ г/мл}$ .

Також ми підібрали умови та оптимальні параметри диференційно-імпульсної вольтамперометрії, за яких вдається найефективніше розділити піки та одержати найбільші струми відновлення суміші Е 124 та Е 122. На вольтамперограмах такої суміші простежується два піки відновлення з різницею потенціалів 0.2 В.

# ЦИТРАТНІ БУФЕРНІ СИСТЕМИ – ХЕМОСОРБЕНТИ

## КИСЛИХ АБО/І ОСНОВНИХ ГАЗІВ

Т.С. БЄНЬКОВСЬКА<sup>1,2</sup>, О.С. ВАТРАЛЬ<sup>1</sup>, К.В. ЦИГАНЕНКО<sup>1</sup>,

А.М. КАРИЧ<sup>1</sup>, А.Р. КОНОНЧЕНКО<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Одеський національний університет імені І.І. Мечникова,

факультет хімії та фармації

<sup>2</sup>Фізико-хімічний інститут захисту навколишнього середовища і людини,

МОН України та НАН України. esergeevna363@gmail.com

Застосування у складі хемосорбентів кислих газів (амонієвих цитратів моноетаноламіну (MEA) та поліетиленполіаміну (PEPA) або цитрату натрію (Na<sub>3</sub>Cit)) та основних газів (лімонної кислоти (H<sub>3</sub>Cit)) при розробці імпрегнованих волокнистих хемосорбентів-амфолітів (IBXC-A) підтверджено результатами фізико-хімічних досліджень процесів поглинання кислих (SO<sub>2</sub>) та основних (NH<sub>3</sub>) газів.

Здійснено pH- та кондуктометричне дослідження поведінки буферних розчинів H<sub>3</sub>Citr – Na<sub>3</sub>Citr – H<sub>2</sub>O, H<sub>3</sub>Citr – HOCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>NH<sub>2</sub> – H<sub>2</sub>O, H<sub>3</sub>Citr – NH<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>NH)<sub>n</sub>H – H<sub>2</sub>O при 293 – 313 К (C<sub>Cit</sub> = 1,0 М); розраховано іон-молекулярний склад, встановлено граници pH буферної дії, зроблена оцінка буферної ємності вказаних систем. Виявлено залежність густини розчинів від співвідношення компонентів в них при 298 К.

Встановлено, що на кислотність середовища суттєво впливає послідовність додавання компонентів H<sub>3</sub>Cit та MEA (подібно системам MEA із H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>), на відміну від систем із Na<sub>3</sub>Cit та PEPA. Це зумовлено утворенням іонних асоціатів у випадку додавання розчину H<sub>3</sub>Cit до розчину MEA або естерів, коли змішування компонентів здійснюється навпаки. Вказане суттєво впливає на захисну ефективність IBXC-A, отриманих шляхом просочування волокнистих носіїв дослідженими буферними розчинами, щодо SO<sub>2</sub> або NH<sub>3</sub>.

Виявлено оптимальне співвідношення компонентів в просочуючих розчинах H<sub>3</sub>Citr – Na<sub>3</sub>Citr – H<sub>2</sub>O, H<sub>3</sub>Citr – HOCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>NH<sub>2</sub> – H<sub>2</sub>O, H<sub>3</sub>Citr – NH<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>NH)<sub>n</sub>H – H<sub>2</sub>O для приготування IBXC-A респіраторного призначення, які в залежності від обставин здатні поглинати як кислі, так і основні гази (пари), (оксид сірки (IV) та аміак, відповідно). Отримано IBXC-A з індикацією “спрацьовування” динамічної поглинальної ємності при уловлюванні SO<sub>2</sub> або NH<sub>3</sub>.

**ВИБІР ОПТИМАЛЬНИХ УМОВ ПРОМІЖНОЇ РЕАКЦІЇ  
ЕНЗИМАТИЧНОГО АЦИЛЮВАННЯ ДЛЯ СИНТЕЗУ ХІРАЛЬНИХ 2-  
АМИНО(1,2) ФЕНЕТАНОЛЬНИХ ПОХІДНИХ**

**ВИБОРНОВ А.О.**

НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» Україна, 03056, м. Київ, Солом'янський район,  
проспект Берестейський, 37. andrvyb@ukr.net

Хіральні 2-аміно(1,2) фенетанольні похідні мають значний інтерес у наукових дослідженнях завдяки їх перспективності у застосуванні у фармакологічній промисловості завдяки хіральності у молекулі та високій оптичній чистоті. Метою даного дослідження є підбір оптимальних умов проведення реакції ферментативного ацилювання та оцінка впливу різних замісників на підсумкову оптичну чистоту. Схема синтезу цієї стадії зображенна на схемі 1.

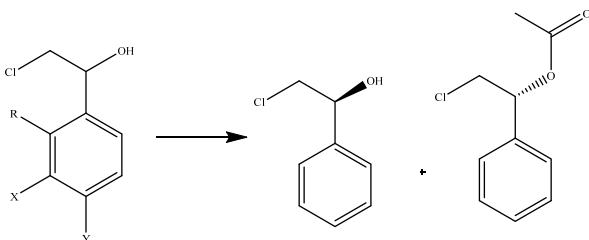


Схема 1

Умови реакції: Спирт розчиняємо у МТБЕ. Поступово додається ізопропенілацетат та фермент Novozyme 435. У підсумку реакції отримували чистий (R)-спирт. Опітчна чистота була визначена за допомогою метода хіральної хроматографії. З отриманих результатів можна зробити висновки, що замісник в *o*-положенні сильно ускладнює проходження реакції у звязку зі стеричними перешкодами і не дає необхідної (<95 %) оптичної чистоти після проходження реакції на 1:1,05 і дає результат 96% тільки на 1:1,15, що суттєво знижує загальний вихід реакції. У випадку більш об'ємного замісника в *m*-положенні відзначається дещо довше проходження реакції, але без впливу на оптичну чистоту продукту. У підсумку можемо побачити, що реакція ферментативного ацилювання є ефективним методом для отримання оптично чистого спирту з рацемату з задовільним показником Enantiomeric Excess (EE) у всіх випадках з різними умовами проходження реакції, в залежності від замісників.

*Наукове видання*

# ПРОБЛЕМИ ТА ДОСЯГНЕННЯ СУЧАСНОЇ ХІМІЇ

Збірник тез доповідей  
XXII Наукової молодіжної конференції  
(14-15 вересня 2023 р.)

*Українською та англійською мовами*

Підписано до друку 07.08.2023 р.

Формат 60×84/16. Папір офсетний. Гарнітура TimesNewRoman

Друк офсетний. Ум. друк. арк. 1,86. Наклад 50 прим.

Зам. № 0708/1

Надруковано з готового оригінал-макета у друкарні «Апрель»

ФОП Бондаренко М. О.

65045, м. Одеса, вул. В. Арнаутська, 60

Тел.: +38 (048) 235 79 76

[info@aprel.od.ua](mailto:info@aprel.od.ua)

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи  
до державного реєстру видавців ДК № 4684 від 13.02.2014