



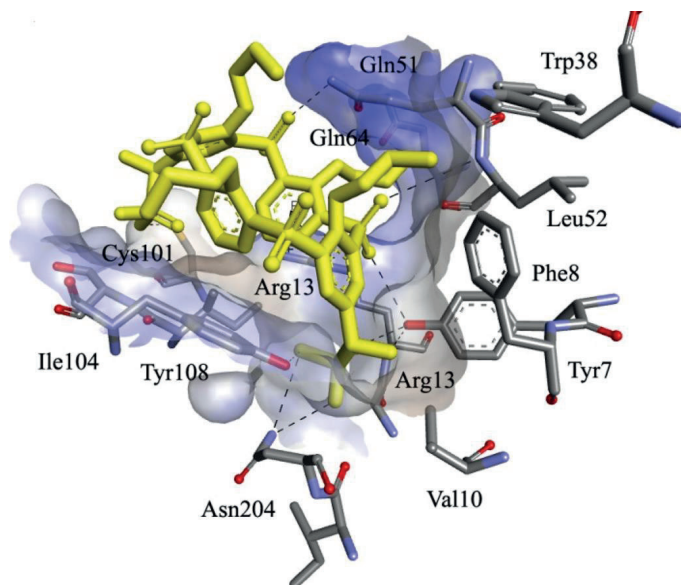
FUNDAMENTAL AND APPLIED
RESEARCH IN MODERN CHEMISTRY
AND PHARMACY

**COLLECTION OF ARTICLES
«FUNDAMENTAL AND APPLIED RESEARCH IN MODERN CHEMISTRY
AND PHARMACY»**

(on the materials of the 11th International Correspondence Scientific-Practical
Conference of Young Scientists: Nizhyn, April 15, 2025)

**ЗБІРНИК СТАТЕЙ
«ФУНДАМЕНТАЛЬНІ
ТА ПРИКЛАДНІ ДОСЛІДЖЕННЯ
В СУЧАСНІЙ ХІМІЇ ТА ФАРМАЦІЇ»**

(за матеріалами XI Міжнародної заочної науково-практичної
конференції молодих учених : Ніжин, 15 квітня 2025 р.)



Рекомендовано Вченою радою НДУ ім. М. Гоголя, протокол №11 від 29.05.2025 р.

Редакційна колегія:

д.х.н., проф. В. В. Суховєєв (*головний редактор*),
чл.-кор. НАН України д.х.н., проф. А. І. Вовк,
чл.-кор. НАН України д.х.н., проф. В. С. Броварець,
д.т.н., проф. І.М. Курмакова, д.х.н., проф. О. С. Лявинець, д.х.н.,
проф. Л. А. Шемчук, д.фарм.н., проф. А. М. Демченко,
д.фарм.н., проф. Ю. А. Федченкова, д.мед.н., проф. Г. П. Потебня,
к.х.н., доц. В. С. Барановський, к.х.н., доц. О. В. Москаленко,
к.х.н., доц. С. А. Циганков, к.фарм.н., доц. В. О. Янченко,
д-р філософії Ельжбета Сікора

Збірник статей «Фундаментальні та прикладні дослідження в сучасній хімії та фармації» за матеріалами XI Міжнародної заочної науково-практичної конференції молодих учених (Ніжин, 15 квітня 2025 р.) / заг. ред. В. В.Суховєєва. – Ніжин : НДУ ім. Миколи Гоголя, 2025. – 89 с.

Збірник містить статті учасників XI Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених **«Фундаментальні та прикладні дослідження в сучасній хімії та фармації»** (м. Ніжин, 15 квітня 2025 р.).

Для молодих науковців та фахівців, що працюють у галузі органічної, біоорганічної, фармацевтичної, неорганічної та нафтохімії у наукових закладах та вищій школі.

Тексти статей опубліковані у збірнику із збереженням авторського стилю.

© Автори статей, 2025

© Редакційна колегія, 2025

© НДУ ім. М. Гоголя, 2025

Зміст

<i>Damian Lisowski, Elżbieta Sikora</i> Innovative formula of gel for automatic dishwashing	6
<i>Bibianna Nowak, Elżbieta Sikora</i> The concept of integrating compact detergents with biodegradable packaging	11
<i>Симчак Р.В., Тулайдан Г.М., Яцюк В.М., Барановський В.С.</i> Каталітичне аніонарилювання амідів акрилової і метакрилової кислот солями 5-карбоксифенілен-1,3-бисдіазонію	16
<i>Підгурська Д.В., Тулайдан Г.М., Симчак Р.В., Барановський В.С.</i> Синтез арилтрифлорометилсульфідів в умовах реакції дедіазоніювання арилдіазоній тозилатів	20
<i>Бондар О.С., Завада Д.М., Курмакова І.М.</i> Протикорозійна дія похідних оксодіазолу у кислому хлоридному середовищі.....	24
<i>Борук С.Д., Куліш В.Г.</i> Застосування модифікованих адсорбентів для захисту природних вод від забруднення солями важких металів.....	28
<i>Буй А. О., Семеніхін А. В., Федченкова Ю. А.</i> Попередні дослідження опалого листя клену звичайного як перспективного джерела біологічно активних речовин	32
<i>Василенко Н.М., Циганкова В.А., Андрусевич Я.В., Качаєва М.В., Пільо С.Г., Соломянний Р.М., Броварець В.С.</i> Пошук нових регуляторів росту рослин гороху (<i>Pisum sativum</i> L.) серед похідних тіоксопіримідину	34
<i>Голінко А.О., Суховєєв В.В., Демченко А.М.</i> Синтез та прогнозована противірусна активність 3-R-6-(2 ¹ -метил-3 ¹ -хлорофеніламіно)-7H-[1,2,4]тріазоло[3,4-b][1,3,4]тіадіазинів.....	39
<i>Заводовська Л.П., Суховєєв В.В., Потебня Г.П., Демченко А.М.</i> Синтез та протибластомна активність 2-аміно-3-бензоїліндолізін-(2 ¹ ,3 ¹ -диметилфеніламід)-1-карбонової кислоти	41
<i>Заводовська Л.П., Суховєєв В.В., Циганков С.А., Демченко А.М.</i> Синтез та противірусна дія 2-аміно-3-бензоїліндолізін-(2 ¹ -етилфеніламід)-1-карбонової кислоти	45
<i>Запорожець Д.В., Виджак Р.М., Панчишин С.Я., Суховєєв В.В.</i> Синтез нітрилів та естерів 2-(3-бром-4-алкіл-6-метилпіразоло[4,3-с]піразол-(1 та 2)(4H)-ілів) та дослідження їх властивостей.....	47

- 20.E.Rosenberg, E.Z.Ron, *Applied Microbiology and Biotechnology*, 1999, **52** (2),154-162, <https://doi.org/10.1007/s002530051502>
- 21.C.Calvo, M.Manzanera, G.A Silva-Castro, I.Uad, *The Science of Total Environment*, 2008, **407**(12), 3634-3640 <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.07.008>
- 22.B.W.Domagalska, K.Pytkowska, *Przem. Chem.*, 2014, **93**(7),1093-1095
- 23.E.E Munoz, A.Farré, A.Sánchez, X.Font, T.Gea, *Bioengineered*, 2022,13(5), 12365-12391 <https://doi.org/10.1080/21655979.2022.2074621>
- 24.J.V.Jadhav, P.Anbu, S.Yadav, A.P.Pratap, S.B Kale, *Journal of Surfactants and Detergents*,2019,**22**,463-476 <https://doi.org/10.1002/jsde.12255>
- 25.K.Paraszkiewicz, J. Długoński, *Biotechnologia*, 2003,**4**(63), 82-91
- 26.M.Bouassida, N.Fourati, I.Ghazala, S. Ellouze-Chaabouni, D.Ghribi, *Engineering in Life Science*, 2018, **18**, 70-77 <https://doi.org/10.1002/elsc.201700152>
- 27.K.V.Sajna, R.K. Sukumaran, H.Jayamurthy, K.K Reddy, S.Kanjilal, R.B.N Prasad,A.Pandey, *Biochemical Engineering Journal*, 2013, **78**, 85-92 <https://doi.org/10.1016/j.bej.2012.12.014>
- 28.J.Pantaleona, Kosmetyki i Detergenty, *Trendy, Legislacja, Surowce, Usługi* 2023,4,100-103
- 29.Raport A.I.S.E 2019 „Compaction of household laundry detergents”

УДК 547.466:547.572

¹Симчак Р.В., ¹Тулайдан Г.М., ²Яцюк В.М., ¹Барановський В.С.

¹ Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

² Тернопільський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр
МВС України

КАТАЛІТИЧНЕ АНІОНАРИЛЮВАННЯ АМІДІВ АКРИЛОВОЇ І МЕТАКРИЛОВОЇ КИСЛОТ СОЛЯМИ 5-КАРБОКСИФЕНІЛЕН-1,3-БІСДІАЗОНІУ

Досліджено взаємодію тетрафлуороборату 5-карбоксифенілен-1,3-бісдіазонію з акриламідом і метакриламідом у присутності бромід- та роданід-аніонів, що відбувається з утворенням продуктів бромо(тіоціанато)арилювання за участю однієї діазогрупи з одночасним нуклеофільним заміщенням іншої на атоми брому або тіоціанатну групу.

The interaction of 5-carboxyphenylene-1,3-bisdiazonium tetrafluoroborate with acrylamide and methacrylamide in the presence of bromide and rhodanide anions was

studied. The reaction occurs with the formation of products of bromo(thiocyanato)arylation with the participation of one diazo group and simultaneous nucleophilic substitution of another by bromine atoms or a thiocyanate group.

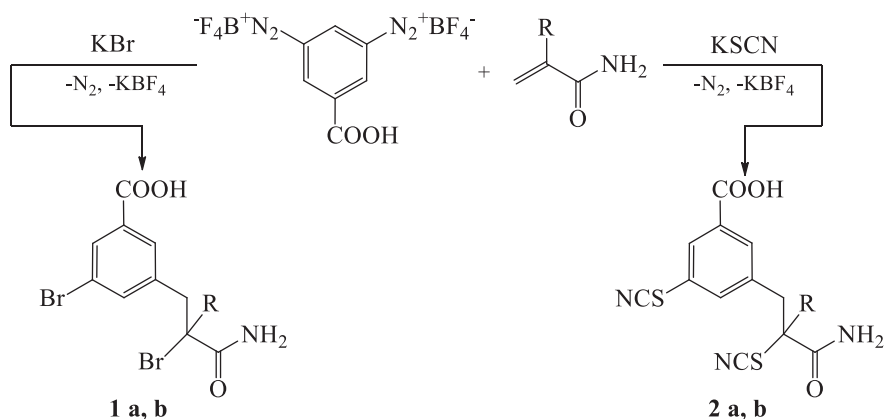
Ключові слова: тетрафлуороборат 5-карбоксифенілен-1,3-бисдіазонію, бром- і тіоціанатоарилування, аміді акрилової і метакрилової кислот, 3-(3-аміно-2-бромо(тіоціанато)-(2-метил)-3-оксопропіл)-5-бромо(тіоціанато)-бензойні кислоти.

З метою вивчення нових арилюючих реагентів в реакції тіоціанатоарилування амідів ненасичених карбонових кислот [1, 2] нами досліджено купрокаталітичну взаємодію тетрафлуороборату 5-карбоксифенілен-1,3-бисдіазонію з акриламідом і метакриламідом у присутності бромід- та роданід-аніонів.

Наявність в структурі арилюючого реагенту двох діазогруп в мета-положенні, можливість проходження конкуруючого процесу дедіазоніювання без участі ненасиченої сполуки – реакції Гаттермана-Зандмейсера, а також здатність роданід-аніону до прояву амбідентності в умовах йон-радикальних реакцій дозволяє передбачити ряд маршрутів проходження взаємодії [3].

Аналіз ймовірних напрямків взаємодії вказує на можливість утворення суміші кількох продуктів, характер яких залежить від співвідношення реагентів, температурного режиму реакції та наявності в системі каталізатора – солей купруму. Тому, враховуючи структуру арилюючого реагенту та встановлені раніше закономірності реакції тіоціанатоарилування, нами при проведенні взаємодії використано двократні надлишки ненасиченого аміду та роданіду калію з одночасним введенням каталізатора.

Встановлено, що в умовах реакції тетрафлуороборату 5-карбоксифенілен-1,3-бисдіазонію з амідами акрилової і метакрилової кислот у присутності бромід і роданід-аніонів утворюються продукти аніонарилування за участю однієї з паралельним заміщенням іншої діазогрупи на атоми брому чи тіоціанатну групу – 3-(3-аміно-2-бромо(тіоціанато)-(2-метил)-3-оксопропіл)-5-бромо(тіоціанато)-бензойні кислоти **1a, b, 2a, b**:



Реакції відбуваються у водно-ацетоновому (1:2,5) середовищі при $-25 \div -20^\circ\text{C}$ в присутності каталізатора – тетрафлуороборату купруму (II). Виходи продуктів бром(тіоціанато)арилування складають 51-71%. Реакція також супроводжується утворенням 3,5-дібром(дитіоціанато)бензойних кислот, в кількості 15-20% у розрахунку на сіль діазонію і смолоподібних речовин невстановленої будови. Виходи, константи і дані елементного аналізу синтезованих сполук **1, 2** подані в табл. 1.

Таблиця 1

Виходи, константи і дані елементного аналізу 3-(3-аміно-2-бром(тіоціанато)-(2-метил)-3-оксопропіл)-5-бром(тіоціанато)бензойних кислот **1, 2**

№	An	R	Вихід, %*	$T_{пл.}, ^\circ\text{C}$ **	Знайдено, %			Формула	Обчислено, %		
					N	Br	S		N	Br	S
1a	Br	H	58	174	4.07	45.42	–	$\text{C}_{10}\text{H}_9\text{Br}_2\text{NO}_3$	3.99	45.53	–
1b	Br	Me	51	162	3.93	43.60	–	$\text{C}_{11}\text{H}_{11}\text{Br}_2\text{NO}_3$	3.84	43.78	–
2a	SCN	H	63	197	13.81	–	20.79	$\text{C}_{12}\text{H}_9\text{N}_3\text{O}_3\text{S}_2$	13.67	–	20.87
2b	SCN	Me	71	191	13.01	–	20.09	$\text{C}_{13}\text{H}_{11}\text{N}_3\text{O}_3\text{S}_2$	13.08	–	19.95

Примітка. * Речовини перекристалізовані з метанолу.

В ІЧ спектрах бром(тіоціанато)амідів **1, 2** спостерігаються смуги поглинання карбонільної і амідної груп відповідно в ділянках 1660-1684 і 3400-3386 cm^{-1} . Тіоціанатоаміди **2** додатково містять смуги поглинання тіоціанатної групи при 2152-2164 cm^{-1} . Проте, дані ІЧ спектроскопії не дозволили беззаперечно встановити структуру цільових продуктів реакції. Наявність двох максимумів поглинання (2160 і 2152 cm^{-1}) в діапазоні характеристичних частот тіоціанатної групи може свідчити як про її зв'язок з різними функціональними групами або фрагментами, так і зумовлюватися несиметричністю молекули можливого продукту бістіоціанатоарилування.

Для остаточного з'ясування структури синтезованих сполук нами проведено ЯМР спектроскопічне дослідження (табл. 2). ^1H ЯМР спектр сполуки **2a** містить

сигнали протонів *m*-феніленового ядра (три синглети при 8.04, 7.96 і 7.80 м.ч.), протонів метиленової групи, зв'язаної з ароматичним ядром (два дублети дублетів при 3.42 і 3.21 м.ч.), протонів метинової групи фрагменту CH(SCN) (триплет при 4.30 м.ч.) та протонів NH₂-груп амідного фрагменту (два синглети при 7.77 і 7.52 м.ч.). Співвідношення інтегральних інтенсивностей сигналів вказує на наявність в структурі молекули лише одного пропанамідного фрагменту, що свідчить про утворення в процесі реакції продукту тіоціанатоарилування за участю однієї діазогрупи арилуючого реагенту. Характеристики ¹H ЯМР спектрів 3-(3-аміно-2-бromo-(2-метил)-3-оксопропіл)-5-бромобензойної кислоти **1a**, **b** також підтверджують хемоселективність реакції бромарилування, яка реалізується лише за участю однієї діазогрупи. Інша діазогрупа при цьому піддається нуклеофільному заміщенню з утворенням відповідних бром- або тіоціанатопохідних.

Таблиця 2

Дані ¹H ЯМР спектрів 3-(3-аміно-2-бromo(тіоціанато)-(2-метил)-3-оксопропіл)-5-бromo(тіоціанато)бензойних кислот **1, 2**

№	Хімічний зсув, δ м.ч.				
	Ar (C ₆ H ₃)	-NH ₂	CH ₂ Ar	R	COOH
1a	7.89 с, 7.82 с, 7.69 с	7.66 с, 7.59 с	3.46 дд (J _{HH} =13 Гц), 3.27 дд (J _{HH} =12.8 Гц)	4.49 т (J _{HH} =11.6 Гц)	13.41 ш. с
1b	7.93 с, 7.88 с, 7.73 с	7.63 с, 7.55 с	3.52 д (J _{HH} =13.2 Гц), 3.45 д (J _{HH} =13.6 Гц)	1.76 с	13.34 ш. с
2a	8.04 с, 7.96 с, 7.80 с	7.77 с, 7.52 с	3.42 дд (J _{HH} =12.4 Гц), 3.21 дд (J _{HH} =12.6 Гц)	4.30 т (J _{HH} =11.2 Гц)	13.45 ш.с
2b	8.07 с, 7.92 с, 7.70 с	8.19 с, 8.00 с	3.55 д (J _{HH} =11.2 Гц), 3.23 д (J _{HH} =11.6 Гц)	1.87 с	13.27 ш.с.

Таку хемоселективність реакцій можна пояснити високою реакційною здатністю арилюючого реагенту в поєднанні з нуклеофільністю бромід- та тіоціанат-аніонів. Оскільки температурні умови, за яких проходять реакції аніонарилування та заміщення діазогрупи на нуклеофіл, є близькими, обидва процеси можуть відбуватися одночасно та з високою швидкістю. Крім того, діазогрупи, розташовані в мета-положеннях ароматичного кільця, зазнають взаємного електронного впливу, який додатково посилюється електроноакцепторним ефектом карбоксильної групи. Це зумовлює перерозподіл електронної густини в ароматичній системі, що пригнічує утворення арилалкільних радикалів — ключових проміжних частинок у реакції аніонарилування.

Експериментальна частина

ІЧ спектри сполук **1a,b**, **2a,b** записані у вазеліновій олії на спектрометрі SPECORD M80 в діапазоні 4000-400 см⁻¹. Спектри ¹H ЯМР отримані в DMSO-d₆ на приладі Bruker Avance DRX-500 (500 МГц), зовнішній стандарт – TMS.

Індивідуальність синтезованих сполук встановлювали методом ТШХ на пластинках Silufol UV-254 (елюенти бензол : метанол (4:1), метанол : бензол : ацетон (1:3:1)).

3-(3-Аміно-2-бромо-3-оксопропіл)-5-бромобензойна кислота (1a)

До 1.7 г (0.024 моль) акриламід, 0.8 г (0.0023 моль) гексагідрату тетрафлуороборату купруму (II) і 5.7 г (0.048 моль) броміду калію в 150 мл водно-ацетонової (1:2,5) суміші додавали впродовж 30 хв. 7.6 г (0.022 моль) тетрафлуороборату 5-карбоксифенілен-1,3-бисдіазонію. Азот виділявся при $-25 \div -20^{\circ}\text{C}$ впродовж 1 год. Після завершення виділення азоту в реакційну суміш додавали 30 мл води і екстрагували 50 мл діетилового етеру. Витяжки промивали водою, сушили безводним хлоридом кальцію. Після упарювання етеру залишок витримували при -20°C впродовж доби в результаті чого проходила його кристалізація. Після перекристалізації з метанолу і одержали 4.4 г (58%) сполуки 1a у вигляді світло-жовтих кристалів з температурою плавлення 174°C .

За аналогічними методиками одержані сполуки 1b, 2a, b.

Перелік інформаційних джерел

1. Яцюк В. М., Барановський В. С., Грищук Б. Д. Ароматичні солі тетразонію в реакції тіоціанатоарилування амідів ненасичених кислот. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: Хімія*, 2012. Вип. 19. С. 29-32.
2. Baranovskii V. S., Yatsyuk V. N., Grishchuk B. D. Bisdiazonium Tetrafluoroborates as Arylating Agents in Anionarylation of Acrylamides and Methacrylamides. *Journal of General Chemistry*. 2013. V. 83, N. 11. P. 2040-2043.
3. Mathew C., Gitlina A. Y., Bormann C. T., Fadaei-Tirani F., Genoux A., Severin K. 1,2-Bis-Triazenylarenes Enable Vicinal Sandmeyer-Type Reactions. *Angewandte Chemie International Edition*. 2025. e202423498.

УДК 547.538+547.466

Підгурська Д.В., Тулайдан Г.М., Симчак Р.В., Барановський В.С.

*Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка*

СИНТЕЗ АРИЛТРИФЛОРОМЕТИЛСУЛЬФІДІВ В УМОВАХ РЕАКЦІЇ ДЕДІАЗОНІЮВАННЯ АРИЛДІАЗОНІЙ ТОЗИЛАТІВ

Досліджено закономірності каталітичного і некаталітичного дедіазоніювання арилдіазоній тозилатів у присутності органічних S-нуклеофілів – трифлуорометилсульфід-йонів. На основі встановлених теоретичних закономірностей та одержаних експериментальних результатів рекомендовано