

исследования влияния на мембраносвязанных тирозиновых протеинкиназ отдельные из полученных соединений являются ингибиторами тирозинкиназ.

SUMMARY

New potentially biologically active compounds were received by reaction of 3-chloro-2-(3,5-di-*tert*-butyl-4-hydroxyphenyl)-1,4-naphthoquinones with various amines and amino acids. Experimental biological studies revealed high antibacterial and fungicidal activity for some of the synthesized compounds. Some of synthesized compounds demonstrated high inhibitory activity against tyrosine kinase.

ЛІТЕРАТУРА

1. Жунгиету Г. И. Юглон и родственные 1,4-нафтохиноны / Г. И. Жунгиету, Л. А. Влад. – Кишнев, 1978. – 72 с.
2. Cytotoxicity of lapachol, β -lapachone and related synthetic 1,4-naphthoquinones against oesophageal cancer cells / S. Sunassee, C. Veale, N. Shunmoogam-Gounden [et al.] // Eur. J. Med. Chem. – 2013. – V. 62. – P. 98–110.
3. Synthesis of novel naphthoquinone aliphatic amides and esters and their anticancer evaluation / B. Kongkathip, S. Akkaramisamiyo, K. Namitapan [et al.] // Eur. J. Med. Chem. – 2013. V. 60. – P. 271–284.
4. Бучкевич І. Р. Синтез та властивості 6,7-заміщених-1,4-нафтохінонів та одержання нових S-N-O-гетероциклічних сполук на їх основі / Дис. канд. хім. наук : 02.00.03. – Львів, 2010. – С. 37.
5. Біологічна активність амінокислотних похідних 1,4-нафтохінону / О. Б. Миколів, Л. Р. Журахівська, Н. Г. Марінцова [та ін.] // Вісник Національного медичного університету. – Вінниця, 2007. – № 11(2/2). – С. 791-792.
6. Ершов В. В. Пространственно-затрудненные фенолы / В. В. Ершов, Г. А. Никифоров, А. А. Володькин. – М.: Химия, 1972. – 257 с.
7. Charlier C. Dual inhibition of cyclooxygenase-2 (COX-2) and 5-lipoxygenase (5-LOX) as a new strategy to provide safer non-steroidal anti-inflammatory drugs / C. Charlier, C. Michaux // Eur. J. Med. Chem. – 2003. – V. 38. – P.645–659.
8. Novel Dual Cyclooxygenase and Lipoxygenase Inhibitors Targeting Hyaluronan-CD44v6 Pathway and Inducing Cytotoxicity in Colon Cancer Cells / S. Misra, S. Ghatak, N. Patil [et al.] // Bioorg. Med. Chemistry. – 2013 (*in press*).
9. Wurm G. 2-(3,5-Di-*tert*-butyl-4-hydroxyphenyl)-1,4-naphthoquinone als 5-Lipoxygenasehemmer // Arch. Pharm. – 1991. – V 324. – N. 8. – P.491–495.
10. Русских С. А. Нуклеофильное арилирование производных нафто- и антрахинонов 2,6-ди-*tert*-бутилфенолом / С. А. Русских, Л. С. Клименко, Е. П. Фокин // Журн. орг. химии. – 1983. – Т. 19. – Вып. 1. – С. 158–163.
11. Марінцова Н. Г. Синтез та властивості деяких фосфоро- і сірковмісних амінокислотних похідних 1,4-нафтохінону // Дис. канд. хім. наук : 02.00.03. – Львів, 1997. – С. 9, 28, 42–50.
12. Казицына Л. А. Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопии в органической химии / Л. А. Казицына, Н. Б. Кулетьская. – М.: Высшая школа, 1971. – С. 263.
13. С.А. Русских / Нуклеофильное арилирование производных нафто- и антрахинонов 2,6-ди-*tert*-бутилфенолом // С. А. Русских, Л. С. Клименко, Е. П. Фокин // Ж. орг. химии. – 1983. – Т. 29. – Вып. 1. – С. 158-163.
14. Плиев Т. Н. / Идентификация алкилфенольных структур по инфракрасным и ультрафиолетовым спектрам / Т. Н. Плиев // Ж. прикл. спектроскопии. – 1970. – Т. 13. – С. 124-126.
15. Воловенко Ю. М. Ядерный магнитный резонанс / Ю. М. Воловенко, О. В. Туров. – К.: Перун, 2007. – 476 с.
16. Лабинская А. С. Микробиология с техникой микробиологических исследований / А. С. Лабинская. – М.: Медицина, 1972. – С. 91-93.
17. Paul M. K. Tyrosine kinase - Role and significance in Cancer / M. K. Paul, A. K. Mukhopadhyay // Int. J. Med. Sci. 2004. – V. 1(2). – P. 101–115.
18. Рыбальченко В. К. Структура и функции мембран: Практикум / В. К. Рыбальченко, М. М. Коганов. – К.: Выща школа, 1988. – 312 с.
19. Takahashi N. Vascular Endothelial Growth Factor Induces Activation and Subcellular Translocation of Focal Adhesion Kinase (p125FAK) in Cultured Rat Cardiac Myocytes / N. Takahashi, Y. Seko, E. Noiri // Journ. of Amer. Heart Assoc. – 1999. – V. 84(10). – P. 1194–1202.
20. Lemmon M. A. Cell signaling by receptor tyrosine kinases / M. A. Lemmon, J. Schlessinger // Cell. – 2010. – V. 141(7). – P. 1117-1134.

Поступило до редакції 08.05.2014 р.

В. М. Яцюк, О. М. Василенко^{*}, В. С. Барановський, Б. Д. Грищук
Тернопільський національний педагогічний університет імені В. Гнатюка
^{*} **Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України, м.Київ**

УДК 547.53:311.37

СОЛІ БІСДІАЗОНІЮ НА ОСНОВІ ЗАМІЩЕНИХ *m*-ФЕНІЛЕНДІАМІНІВ В РЕАКЦІЯХ БРОМО- І ТІОЦІАНАТОАРИЛЮВАННЯ АМІДІВ АКРИЛОВОЇ ТА МЕТАКРИЛОВОЇ КИСЛОТ

Поряд з дослідженням різних аніоноідних реагентів та розширенням кола ненасичених субстратів, введених в реакції аніонарилювання, важливим напрямком є пошук нових ефективних арилюючих реагентів. В даному аспекті перспективними виявилися діазонієві солі на основі бензидину та його похідних [1-3].

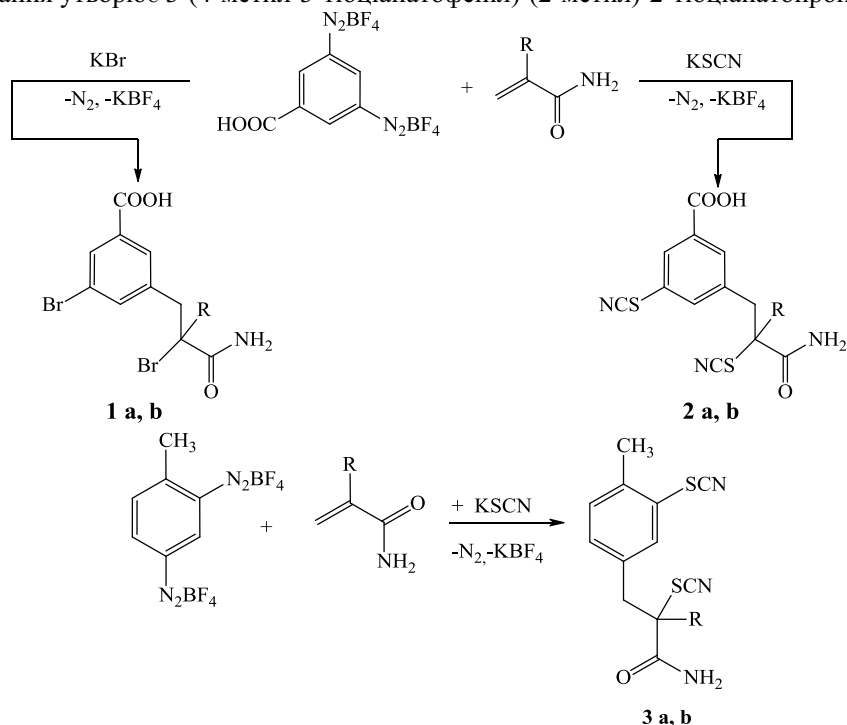
Взаємодією тетрафлуороборатів арилдіазонію на основі бензидину, діамінодіфенілметану і діамінодіфенілсульфону нами одержані продукти галогено- і тіоціанатоарилування амідів акрилової та метакрилової кислот за участю обох діазогруп [3]. Така регіоселективність реакції ймовірно обумовлена просторовою розділеністю діазогруп в структурі цих арилюючих реагентів.

Дедіазоніювання хлоридів *m*-феніленбїсдіазонію у присутності акрилонітрилу, акрилатів та метакрилатів відбувається з утворенням адуктів монохлорарилування, що зумовлено електронними та стеричними ефектами [4]. Аналогічні закономірності спостерігаються у випадку тіоціанатоарилування ненасичених амідів тетрафлуороборатами *n*- та *m*-феніленбїсдіазонію [5, 6].

З метою одержання нових закономірностей та розширення синтетичних можливостей реакції аніларилування представляє інтерес введення в неї як арилюючих реагентів солей тетразонію, одержаних на основі монозаміщених фенілендіамінів – тетрафлуороборатів 5-карбоксифенілен-1,3-бїсдіазонію та 1-метил-2,4-феніленбїсдіазонію. Дані щодо їх використання як арилюючих реагентів в літературі відсутні [3, 7].

Наявність в структурі арилюючих реагентів двох діазогруп в *мета*-положенні, можливість проходження конкуруючого процесу дедіазоніювання без участі ненасиченої сполуки, а також здатність роданід-аніону до прояву амбідентності в умовах йон-радикальних реакцій дозволяє передбачити маршрути взаємодії з утворенням продуктів аніонарилування за участю як однієї, так і обох діазогруп.

Встановлено, що реакції тетрафлуороборату 5-карбоксифенілен-1,3-бїсдіазонію з амідами акрилової і метакрилової кислот у присутності бромід або роданід-аніонів відбуваються з утворенням продуктів аніонарилування за участю однієї з паралельним заміщенням іншої діазогрупи на атоми брому або тіоціанатну групу – 3-(3-аміно-2-бromo(тіоціанато)-(2-метил)-3-оксopропіл)-5-бromo(тіоціанато)бензойні кислоти **1 a, b**, **2 a, b**. Тетрафлуороборат 1-метил-2,4-феніленбїсдіазонію в умовах реакції тіоціанатоарилування утворює 3-(4-метил-3-тіоціанатофеніл)-(2-метил)-2-тіоціанатопропанаміди **3 a, b**:



Реакції відбуваються у водно-ацетоновому (1:2.5) середовищі при -25°C – -20°C у присутності каталізатора – тетрафлуороборату купруму (II). Виходи продуктів бром(тіоціанато)арилування складають 51-71%. Реакції також супроводжується утворенням 3,5-дїбромо(дїтіоціанато)бензойних кислот та 1-метил-2,4-дїтіоціанатобензену, в кількостях 15-25% у розрахунку на сіль діазонію і смолоподібних речовин невідновленої будови.

Спроби реалізувати реакцію бромарилування ненасичених амідів з використанням тетрафлуороборату 1-метил-2,4-феніленбїсдіазонію виявилася невдалою. В умовах реакції основним продуктом є 1-метил-2,4-дїбромобензен.

Виходи, константи і дані елементного аналізу синтезованих сполук **1 – 3** подані в табл. 1.

Виходи, константи і дані елементного аналізу
3-[3-аміно-2-бромо(тіоціанато)-(2-метил)-3-оксопропіл]-5-бромо(тіоціанато)бензойних кислот (1 а, б, 2 а, б) та 3-(4-метил-3-тіоціанатофеніл)-(2-метил)-2-тіоціанатопропанамідів (3 а, б)

№	An	R	Вихід, %*	T.пл., °C**	Знайдено, %			Формула	Обчислено, %		
					N	Br	S		N	Br	S
1a	Br	H	58	174	4.07	45.42	–	C ₁₀ H ₉ Br ₂ NO ₃	3.99	45.53	–
1b	Br	Me	51	162	3.93	43.60	–	C ₁₁ H ₁₁ Br ₂ NO ₃	3.84	43.78	–
2a	SCN	H	63	197	13.81	–	20.79	C ₁₂ H ₉ N ₃ O ₃ S ₂	13.67	–	20.87
2b	SCN	Me	71	191	13.01	–	20.09	C ₁₃ H ₁₁ N ₃ O ₃ S ₂	13.08	–	19.95
3a	SCN	H	59	169	15.45	–	23.00	C ₁₂ H ₁₁ N ₃ OS ₂	15.15	–	23.12
3b	SCN	Me	65	164	14.06	–	22.27	C ₁₃ H ₁₃ N ₃ OS ₂	14.42	–	22.01

Примітка. * Речовини перекристалізовані з метанолу.

Структура синтезованих сполук узгоджується зі спектральними даними. В ІЧ спектрах бром(тіоціанато)амідів **1-3** спостерігаються смуги поглинання карбонільної і амідної груп відповідно в ділянках 1660-1684 і 3400-3386 см⁻¹. Тіоціанатоаміди **2, 3** додатково містять смуги поглинання тіоціанатної групи при 2152-2164 см⁻¹.

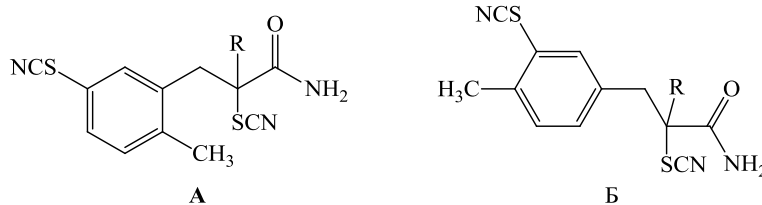
ЯМР ¹H спектри бром(тіоціанато)амідів **1-3** (табл. 2) містять сигнали протонів ароматичних ядер (три синглети в ділянці 8.07-7.28 м.ч.), протонів метиленових груп, зв'язаних з ароматичними ядрами (сполуки **1a-3a** – два дублети дублетів при 3.46-3.15 м.ч., сполуки **1b-3b** – два дублети при 3.55-3.13 м.ч.). Протони NH₂-груп амідного фрагменту характеризуються двома синглетами в ділянці 8.19-7.52 м.ч., протони карбоксильної групи сполук **1, 2** – широкими синглетами в області слабого поля (~13.3-13.4 м.ч.), а протони метильних груп, зв'язаних з ароматичним ядром, сполук **3 a, b** – синглетами при 2.44-2.42 м.ч. Співвідношення інтегральних інтенсивностей сигналів вказує на наявність в структурі молекул сполук **1-3** лише одного пропанамідного фрагменту, що свідчить про утворення в процесі реакції моноадуктів аніонарилювання.

Таблиця 2

Дані ЯМР ¹H спектрів
3-[3-аміно-2-бромо(тіоціанато)-(2-метил)-3-оксопропіл]-5-бромо(тіоціанато)бензойних кислот (1 а, б, 2 а, б) та 3-(4-метил-3-тіоціанатофеніл)-(2-метил)-2-тіоціанатопропанамідів (3 а, б)

№	Хімічний зсув, δ м.ч.				
	Ar (C ₆ H ₃)	-NH ₂	CH ₂ Ar	R	COOH (CH ₃)
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.
3a	7.50 с, 7.36 с, 7.28 с	8.17 с, 7.91 с	3.29 дд (J _{HH} =11.8 Гц), 3.15 дд (J _{HH} =12.2 Гц)	4.27 т (J _{HH} =11.6 Гц)	2.44 с
3b	7.53 с, 7.40 с, 7.29 с	8.17 с, 7.94 с	3.47 д (J _{HH} =11.2 Гц), 3.13 д (J _{HH} =11.6 Гц)	1.83 с	2.42 с

Дані ЯМР ¹H спектрів не дозволяють однозначно визначити структуру синтезованих тіоціанатоамідів **3a, b**, оскільки тіоціанатоарилювання може відбуватися за участю діазогрупи в *орто*- і *пара*-положеннях відносно метильної групи. Ймовірні структурні ізомери сполук **3 a, b** мають близькі спектральні характеристики:



Для доказу будови сполуки **3 b** був використаний комплексний ЯМР аналіз (NOESY, COSY, HSQC, HMBC). Результати віднесення сигналів ЯМР ^1H і ^{13}C представлено на рис. 1, а повний перелік знайдених кореляцій – в табл. 3.

Крос-піки у спектрах NOESY сполуки **3 b** $3.13 \leftrightarrow 7.29$, $3.13 \leftrightarrow 7.53$, $3.47 \leftrightarrow 7.29$, $3.47 \leftrightarrow 7.53$, $2.42 \leftrightarrow 7.40$, а також у спектрах HMBC $2.42 \leftrightarrow 123.75$, $2.42 \leftrightarrow 131.71$, $3.13 \leftrightarrow 132.30$, $3.13 \leftrightarrow 133.67$, $3.47 \leftrightarrow 132.30$, $3.47 \leftrightarrow 133.67$ доводять, що сполуці **3 b** відповідає структура 3-(4-метил-3-тіоціанатофеніл)-2-метил-2-тіоціанатопропанаміду. Слід зазначити, що в спектрі HMBC не проявилися кореляції з сигналами ^{13}C 113.92 і 111.34, тому віднесення цих сигналів відповідає загальним уявленням щодо розподілу електронної густини.

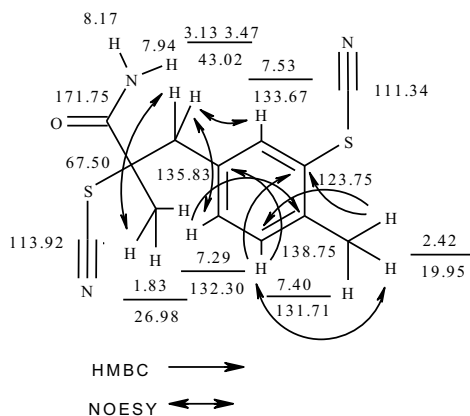


Рис. 1. Основні кореляції (показані стрілками), віднесення сигналів (м.ч.) в спектрах ^1H і ^{13}C сполуки **3 b**

Таблиця 3

Перелік кореляцій, знайдених в спектрах COSY, NOESY, HSQC, HMBC сполуки **3b**

$^1\text{H}, \delta$	$^1\text{H}, \delta$			$^{13}\text{C}, \delta$	
	COSY	NOESY	HSQC	HMBC	
1.83	-	3.13, 3.47, 7.29, 7.53, 7.94, 8.17	26.98	43.02, 171.75	
2.42	7.40	7.40	19.95	123.75, 138.75	
3.13	3.47	1.83, 3.47, 7.29, 7.53	43.02	67.50, 171.75, 135.83, 132.30, 133.67	
3.47	3.13	1.83, 3.13, 7.29, 7.53, 7.94, 8.17	43.02	67.50, 171.75, 135.83, 132.30, 133.67	
7.29	7.53, 7.40	1.83, 3.13, 3.47, 7.40, 7.53, 7.94, 8.17	132.30	133.67, 138.75	
7.40	7.29, 2.42	2.42, 7.29	131.71	123.75, 135.83	
7.53	7.29	1.83, 3.13, 3.47, 7.29, 7.94, 8.17	133.67	138.75, 132.30	
7.94	-	1.83, 3.47, 7.53, 7.29	-	67.50	
8.17	-	1.83, 3.47, 7.53, 7.29	-	-	

Отже, у випадку використання як арилюючого реагенту тетрафлуороборату 1-метил-2,4-феніленбідіазонію тіоціанатоарилування і реакція Зандмейера реалізуються за участю діазогруп які знаходяться в *para*- і *ortho*-положеннях відповідно.

Проведені дослідження підтверджують, що взаємодія тетрафлуороборатів 5-карбоксіфеніл-1,3-бідіазонію та 1-метил-2,4-феніленбідіазонію з амідами акрилової і метакрилової кислот у присутності бромід або роданід-аніонів відбувається однозначно і супроводжується утворенням моноаніонарильованих похідних. Ймовірним поясненням такої хемоселективності реакцій є висока реакційна здатність арилюючого реагенту в поєднанні з нуклеофільністю аніона. Температурний режим реакцій бром- і тіоціанатоарилування та нуклеофільного заміщення діазогрупи на аніон-нуклеофіл практично співпадає, що зумовлює паралельне та інтенсивне проходження цих конкуруючих процесів. Крім цього, суттєвий вплив на швидкість дедіазоніювання арилюючого реагенту і утворення проміжних інтермедіатів (арильних та арилалкільних радикалів) здійснюється з боку реакційного середовища. У полярних розчинниках швидкість нуклеофільного заміщення зростає, тому аніонарилювання обмежується лише однією діазогрупою, а стабілізація моноаніонарильованого похідного відбувається шляхом приєднання атомів бром- або SCN-групи до ароматичного ядра.

Таким чином, солі бідіазонію на основі 1-карбоксі-3,5-фенілендіаміну та 1-метил-2,4-фенілендіаміну є зручними і високореакційноздатними арилюючими реагентами в реакціях аніонарилювання. На відміну від тетрафлуороборатів дифенілбідіазонію для них більш характерні реакції нуклеофільного заміщення діазогрупи, що особливо проявляється за умов використання сильних нуклеофілів. Сукупність наведених факторів, а також близькість температурних режимів реакцій аніонарилювання та Зандмейера, дозволяє поєднувати ці процеси в одній молекулі арилюючого реагенту.

Експериментальна частина

ІЧ спектри сполук **1 - 3** записані у вазеліновій олії на спектрометрі SPECORD M80 в діапазоні 4000-400 cm^{-1} . Спектри ЯМР ^1H отримані в DMCO-d_6 та CDCl_3 на приладах Varian Mercury (400 МГц) і Bruker Avance DRX-500 (500 МГц), зовнішній стандарт – ТМС. Елементний аналіз проводили за стандартними методиками. Дані елементного аналізу відповідають брутто-формулам.

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

3-[3-Аміно-2-бромо-3-оксипропіл]-5-бромобензойна кислота (1 a)

До 1.7 г (0.024 моль) акриламиду, 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 $-25^\circ\text{C} \pm -20^\circ\text{C}$ 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. Одержану тверду фазу перекристалізували з метанолу і одержали 4.4 г (58%) сполуки **1 a** у вигляді світло-жовтих кристалів з температурою плавлення 174°C .

За аналогічними методиками одержані сполуки **1 b, 2 a, b, 3 a, b**.

РЕЗЮМЕ

Взаємодія тетрафлуороборатів 5-карбоксифенілен-1,3-бисдіазонію та 1-метил-2,4-феніленбисдіазонію з амідами акрилової і метакрилової кислот в умовах реакцій бром- і тиоціанатоарилування відбувається з утворенням продуктів аніонарилування та нуклеофільного заміщення діазогрупи в межах молекули арилюючого реагенту. У випадку використання як арилюючого реагенту тетрафлуороборату 1-метил-2,4-феніленбисдіазонію тиоціанатоарилування і реакція Зандмейєра реалізуються за участю діазогруп як знаходяться в *para*- і *ortho*-положеннях відповідно.

РЕЗЮМЕ

Взаимодействие тетрафтороборатов 5-карбоксифенилен-1,3-бисдiazония и 1-метил-2,4-фениленбисдiazония с амидами акриловой и метакриловой кислот в условиях реакций бром- и тиоцианатоарилування протекать с образованием продуктов анионарилування и нуклеофільного замещения диазогруппы в пределах молекулы арилюючого реагента. В случае использования в качестве арилюющего реагента тетрафторобората 1-метил-2,4-фениленбисдiazония тиоцианатоарилування и реакция Зандмейєра проходят с участием диазогрупп находящихся в *para*- и *ortho*-положениях соответственно.

SUMMARY

The interaction of 5-carboxyphenylene-1,3-bisdiazonium and 1-methyl-2,4-phenylenebisdiazonium tetrafluoroborates with amides of acrylic and methacrylic acid under conditions of bromo- and thiocyanatoarylation proceeds to form products of anionarylation and nucleophilic substitution of diazo-group within the molecule of arylating reagent. In case of using of 1-methyl-2,4-phenylenebisdiazonium tetrafluoroborate as arylating reagent the thiocyanatoarylation and Sandmeyer reaction proceeds with diazo-group in the *para*- and *ortho*-positions, respectively.

ЛІТЕРАТУРА

1. Домбровский А. В. Развитие и синтетическое использование реакции Меервейна / А. В. Домбровский // Усп. химии. – 1984. – Т. 53. – Вып. 10. – С. 1625–1645.
2. Гришук Б. Д. Реакції бисдіазонованих солей ароматичних мостикових діамінів з алкенами і алкадієнами в присутності хлорид-аніону / Б. Д. Гришук // Наукове видання – препринт. – Київ: НМК ВО. – 1993. – 24 с.
3. Каталітичні і некаталітичні реакції ароматичних солей діазонію з алкенами у присутності нуклеофілів / Б. Д. Гришук, П. М. Горбовий, В. С. Барановський [та ін.] // Журн. орг. та фарм. хімії. – 2008. – Т.6, Вип. 3(23). – С. 16–32.
4. Baranovskii V. S. Bisdiazonium Tetrafluoroborates as Arylating Agents in Anionarylation of Acrylamides and Methacrylamides / V. S. Baranovskii, V. N. Yatsyuk, B. D. Grishchuk // Russian Journal of General Chemistry. – 2013. – V. 83. – N. 11. – P. 2040-2043.
5. О взаимодействии солей *m*-фениленбисдiazония с непредельными соединениями / Н. Д. Обушак, Н. И. Ганушак, А. И. Лесюк [и др.] // Журнал органической химии. – 1997. – Т. 33, Вып. 4. – С. 490–493.
6. Яцюк В. М. Ароматичні солі тетразонію в реакції тиоціанатоарилування амідів ненасичених кислот / В.М. Яцюк, В. С. Барановський, Б.Д. Гришук // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: Хімія. – 2012. – Вип. 19. – С. 29-32.
7. Гришук Б.Д. Нові перспективні напрямки розширення синтетичних можливостей реакцій аніонарилування / Б.Д. Гришук, В.С. Барановський // XXIII Українська конференція з органічної хімії : тези доп. – Чернівці, 2013. – С. Д–35.

Поступило до редакції 12.06.2014 р.