

АРИЛТЕЛУРОХЛОРУВАННЯ 5-АРИЛ(ГЕТЕРИЛ)ЗАМІЩЕНИХ ПОХІДНИХ 4-АЛІЛ-1,2,4-ТРИАЗОЛ-3-ТІОНУ

М. М. Кут, С. М. Сухарев, М. Ю. Онисько, В. Г. Лендел

Ужгородський національний університет,

Ужгород, пл. Народна, 3

Email: kutmykola@ukr.net

Конденсовані гетероцикли на основі 1,2,4-триазолу володіють широким спектром біологічної активності. Введення до їхнього складу фармакофорного фрагмента арилтелуорового залишку може суттєво підвищити біоактивність одержаних сполук. Тому синтез конденсованих похідних симетричного 1,2,4-триазолу з арилтелуоровим фрагментом є актуальним завданням. Одним із найзручніших та найефективніших методів введення арилтелуорового фрагмента до складу таких систем є метод електрофільної внутрішньомолекулярної циклізації алкенільних похідних азагетероциклів.

Метою цієї роботи було з'ясування впливу природи замісника в положенні п'ять вихідних N-алільних похідних 1,2,4-триазол-3-тіону на регіоселективність електрофільної гетероциклізації *n*-метоксифенілтелуртрихлоридом.

Реакцію телуроіндукованої гетероциклізації N-алілзаміщеного 1,2,4-триазол-3-тіону проводили у середовищі оцтової кислоти за кімнатної температури при перемішуванні протягом 12 годин. Встановлено, що реакції 5-арил(гетерил)заміщених N-алільних похідних 1,2,4-триазол-3-тіону з *n*-метоксифенілтелуртрихлоридом призводять до утворення хлоридів 6-((дихлоро(4-метоксифеніл)-λ⁴-теланіл)метил)-5,6-дигідротіазоло[2,3-с][1,2,4]триазол-1-ію з екзоциклічним *n*-метоксифенілтелуоровим фрагментом. Вихід одержаних солей тіазолотриазолію становив 68–87%. Слід відмітити, що використання двократної кількості електрофільного реагенту не призводило до утворення комплексу тіазолотриазолу з *n*-метоксифенілтелуртрихлоридом, що спостерігали при гетероциклізації S-алкенільних похідних 1,2,4-триазолу.

Таким чином, телуроіндукована циклізація *n*-метоксифенілтелуртрихлоридом 5-заміщених N-алільних похідних 1,2,4-триазол-3-тіону *n*-метоксифенілтелуртрихлоридом відбувається регіоселективно з утворенням хлоридів 6-((дихлоро(4-метоксифеніл)-λ⁴-теланіл)метил)-5,6-дигідротіазоло[2,3-с][1,2,4]триазол-1-ію та анелюванням тіазолінового циклу. Введення різних за природою арильних та гетерильних замісників не впливає на регіоселективність процесу гетероанелювання.

Ключові слова: електрофільна внутрішньомолекулярна циклізація, анелювання, телурорганічні сполуки, тіазоло[2,3-с][1,2,4]триазол, сіль.

ВСТУП. Конденсовані гетероцикли, що містять 1,2,4-триазольний фрагмент, посідають важливе місце серед нітрогеновмісних гетероциклів завдяки їхній різноманітній біологічній активності [1–3]. Пошук шляхів синтезу [1,3]тіазоло[2,3-с][1,2,4]триазолів є особливо актуальним, оскільки серед цих систем виявлено низку речовин, які мають протизапальну [4, 5], анальгетичну [6, 7], антиоксидантну [8], протигрибкову [9] та бактерицидну активності [9] (Рис. 1). Введення до їхнього складу такого біоперспективного фрагмента як арилтелурурового залишку може суттєво підвищити їхні цінні властивості. Також відомо, що сполуки з арилтелуруровим фрагментом проявляють

антиоксидантну [10, 11], протипухлинну [11, 12], протисудомну [13] та антибактеріальну [14] активності (Рис. 1). На основі вищезгаданих біологічних активностей тіазолотриазолів та сполук з арилтелуруровим фрагментом їх можна розглядати як привілейовані структури, що привертають значну увагу дослідників у побудові біологічно активних молекул, таких як конденсовані тіазолотриазоли з арилтелуруровим фрагментом шляхом анелювання додаткового циклу до кістяка триазолу. Цей метод синтезу є одним зі стратегічних підходів для одержання «лікоподібних» структур за концепцією «подвійних препаратів».

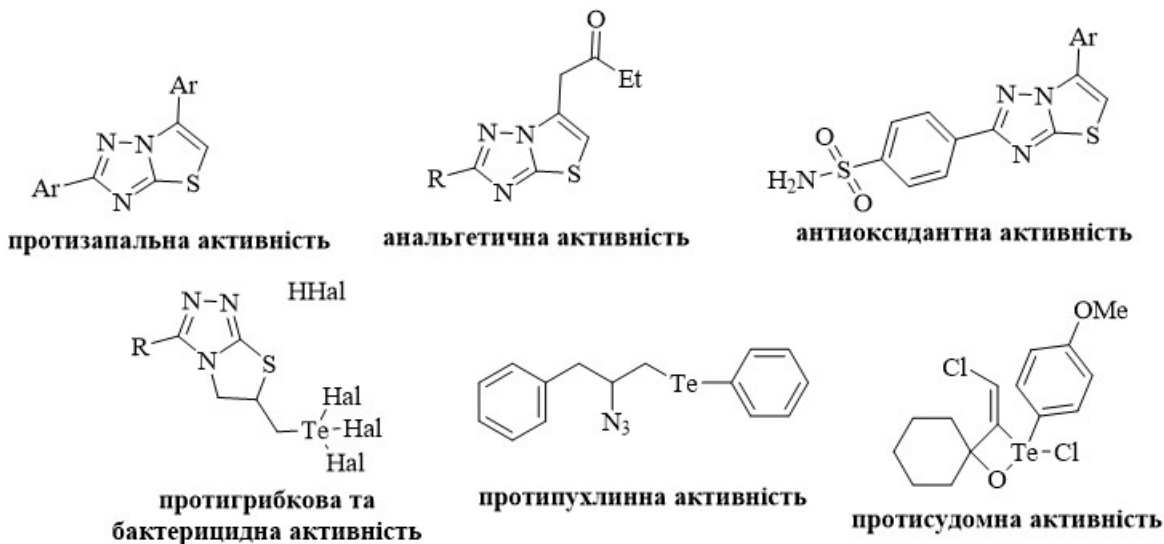


Рис. 1. Приклади біологічно активних сполук, що містять тіазолотриазоли та арилтелурувий фрагмент

Fig. 1. Examples of biologically active compounds containing thiazolotriazoles and an aryltellurium fragment.

Одним із найзручніших та найефективніших методів введення арилтелурурового фрагмента до складу таких систем є метод електрофільної внутрішньомолекулярної

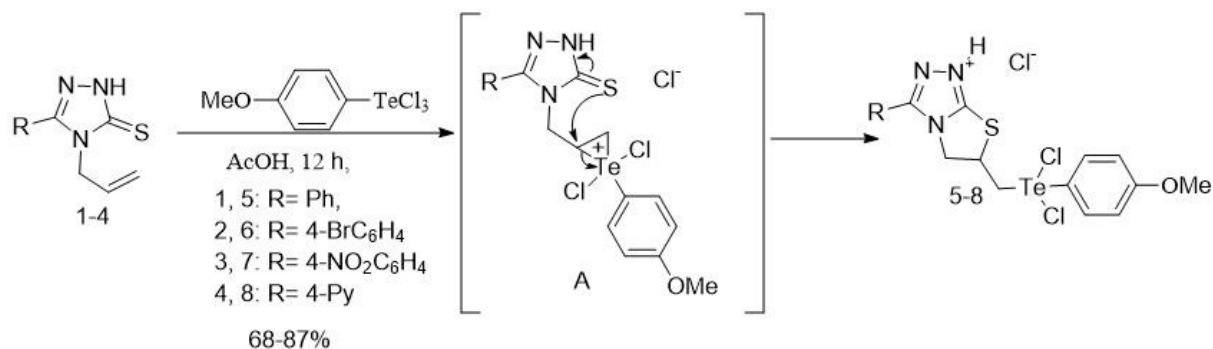
циклізації. В літературі описано використання арилтелуртрихлоридів як ефективних циклізуючих реагентів, що забезпечує зручний синтетичний шлях до синтезу кон-

денсованих систем піримідинового ряду [15]. Використання в реакціях з арилтелуртрихлоридами алкенільних похідних симетричних триазолів є обмеженим, зокрема арилтелуроохлорування описано на прикладі алільних тіоетерів 1,2,4-триазолу [16] та 5-(2-гідроксифеніл)-4-аліл-1,2,4-триазол-3-тіону [17].

Продовжуючи зазначені дослідження, у цій роботі ми дослідили реакції *n*-алкоксифенілтелуртрихлоридів із *N*-алкенільними похідними 1,2,4-триазол-3-тіону. Метою цієї роботи було з'ясування впливу природи замісника в положенні 5 вихідних субстратів на регіоселективність арилтелуроохлорування.

ЕКСПЕРИМЕНТ ТА ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ. Реакції 5-заміщених *N*-алільних похідних 1,2,4-триазол-3-тіону **1–4** із *n*-метоксифенілтелуртрихлоридом у льодяній оцтовій кислоті призводять до утворення хлоридів 6-((дихлоро(4-метоксифеніл)-λ⁴-теланіл)метил)-5,6-дигідротіазо-

ло[2,3-с][1,2,4]триазол-1-ію **5–8** (Схема). На основі спектрів ¹H та ¹³C ЯМР анелювання дигідротіазольного циклу відбувається за участю екзоциклічного атома сульфуру. Сигнал 6-Н у спектрах ¹H ЯМР хлоридів **5–8** проявляється у вигляді мультиплетного сигналу в межах 5.29–5.30 м.ч. У спектрах ЯМР ¹³C солей **6, 7** сигнали карбонів С–S груп можна спостерігати при 161.8 та 161.7 м.ч. відповідно, що свідчить про циклізацію на атом сульфуру. Слід відмітити, що використання двократної кількості електрофільного реагенту не призводить до утворення комплексу тіазолотриазолу з *n*-метоксифенілтелуртрихлоридом, що спостерігалось при гетероциклізації *S*-алкенільних похідних 1,2,4-триазолу [16]. Імовірно, анелювання тіазольного циклу відбувається через утворення телуронієвого катіона **A** з наступною атакою неподіленої пари атома сульфуру на С2 атом катіону із замиканням тіазолінового циклу:



Спектри ЯМР ¹H (400 MHz) отримано на спектрометрі Mercury-400 та ЯМР ¹H (500 MHz), ¹³C (126 MHz) – на спектрометрі Bruker 170 Avance 500 відносно TMS. Точки топлення вимірювали на приладі Stuart Melting Point 30. Елементний аналіз проводили

на приладі Elementar Vario MICRO. Синтез 4-аліл-5-арил-1,2,4-тріазол-3-тіонів **1–4** проводили, виходячи з тіосемікарбазиду та алілізотіоціанату за відомою методикою [18]. Фізико-хімічні характеристики отриманих сполук **1–4** відповідають описаним [18].

Синтез хлоридів 5,6-дигідротіазоло[2,3-с][1,2,4]триазол-1-ію 5–8 (загальна методика)

До розчину 0,005 моль N-аліл-5-арил(гетерил)-1,2,4-триазол-3-тіонів 1–4 в 15 мл льодяної оцтової кислоти додають по краплям розчин 0,005 моль *n*-метоксифенілтелуртрихлориду в 20 мл льодяної оцтової кислоти. Реакційну суміш перемішують за кімнатної температури протягом 12 год; осад фільтрують, промивають льодяною оцтовою кислотою або діетиловим етером.

Хлорид 6-((дихлоро(4-метоксифеніл)- λ^4 -теланіл)метил)-3-феніл-5,6-дигідротіазоло[2,3-с][1,2,4]триазол-1-ію 5. Білий порошок, вихід: 68%; Т пл. 133–134 °C; ^1H ЯМР (400 Гц, DMCO-d_6) δ (м.ч.) 3.80 (с, 3H, CH_3), 4.02 (д, $J = 9.0$, 2H, $\text{CH}_2\text{-cycl}$), 4.65 (д, $J = 11.8$, 1H, CH_2TeAr), 4.73 (дд, $J = 11.6$, 6.9, 1H, CH_2TeAr), 5.29 (м, 1H, CH), 7.07 (д, $J = 8.8$, 2H, $\text{C}_6\text{H}_4\text{OMe}$), 7.59–7.80 (м, 5H, C_6H_5), 8.04 (д, $J = 8.8$, 2H, $\text{C}_6\text{H}_4\text{OMe}$). Знайдено для $\text{C}_{18}\text{H}_{18}\text{Cl}_3\text{N}_3\text{OSTe}$: C, 38.63%, H, 3.17%, N, 7.45%, S, 5.61%. Вирахувано: C, 38.72%, H, 3.25%, N, 7.53%, S, 5.74%.

Хлорид 3-(4-бромфеніл)-6-((дихлоро(4-метоксифеніл)- λ^4 -теланіл)метил)-5,6-дигідротіазоло[2,3-с][1,2,4]триазол-1-ію 6. Білий порошок, вихід: 73%; Т пл. 139–140 °C; ^1H ЯМР (500 Гц, DMCO-d_6) δ (м.ч.) 3.80 (с, 3H, CH_3), 4.01 (д, $J = 8.2$, 2H, $\text{CH}_2\text{-cycl}$), 4.60 (д, $J = 11.5$, 1H, CH_2TeAr), 4.70 (дд, $J = 11.5$, 7.0, 1H, CH_2TeAr), 5.29 (м, 1H, CH), 7.05 (д, $J = 8.8$, 2H, $\text{C}_6\text{H}_4\text{OMe}$), 7.70 (д, $J = 8.3$, 2H, $\text{C}_6\text{H}_4\text{Br}$), 7.79 (д, $J = 8.4$, 2H, $\text{C}_6\text{H}_4\text{Br}$), 8.03 (д, $J = 8.5$, 2H, $\text{C}_6\text{H}_4\text{OMe}$). ^{13}C ЯМР (126 Гц, DMCO-d_6) δ (м.ч.) 161.8, 160.9, 159.1, 150.9, 144.5, 136.7, 136.0, 135.8, 132.8, 131.1, 129.4, 115.9, 115.4, 113.9, 56.2, 54.7, 51.5, 21.7. Знайдено для $\text{C}_{18}\text{H}_{17}\text{BrCl}_3\text{N}_3\text{OSTe}$: C, 33.80%, H, 2.57%, N, 6.49%, S, 4.86%. Ви-

рахувано: C, 33.93%, H, 2.69%, N, 6.59%, S, 5.03%.

Хлорид 6-((дихлоро(4-метоксифеніл)- λ^4 -теланіл)метил)-3-(4-нітрофеніл)-5,6-дигідротіазоло[2,3-с][1,2,4]триазол-1-ію 7. Білий порошок, вихід: 81%; Т пл. 152–153 °C; ^1H ЯМР (500 Гц, DMCO-d_6) δ (м.ч.) 3.81 (с, 3H, CH_3), 3.99 (д, $J = 7.4$, 2H, $\text{CH}_2\text{-cycl}$), 4.58 (д, $J = 11.4$, 1H, CH_2TeAr), 4.72 (дд, $J = 11.5$, 6.9, 1H, CH_2TeAr), 5.30 (м, 1H, CH), 7.04 (д, $J = 8.6$, 2H, $\text{C}_6\text{H}_4\text{OMe}$), 8.00 (д, $J = 8.8$, 2H, $\text{C}_6\text{H}_4\text{NO}_2$), 8.09 (д, $J = 8.6$, 2H, $\text{C}_6\text{H}_4\text{OMe}$), 8.36 (д, $J = 8.8$, 2H, $\text{C}_6\text{H}_4\text{NO}_2$). ^{13}C ЯМР (126 Гц, DMCO-d_6) δ (м.ч.) 172.4, 161.7, 160.8, 148.5, 144.3, 135.9, 132.7, 129.9, 127.9, 125.3, 124.6, 115.6, 113.7, 113.5, 55.9, 51.2, 48.3, 21.5. Знайдено для $\text{C}_{18}\text{H}_{17}\text{Cl}_3\text{N}_4\text{O}_3\text{STe}$: C, 35.69%, H, 2.67%, N, 9.18%, S, 5.21%. Вирахувано: C, 35.83%, H, 2.84%, N, 9.29%, S, 5.31%.

Хлорид 6-((дихлоро(4-метоксифеніл)- λ^4 -теланіл)метил)-3-(піридин-4-іл)-5,6-дигідротіазоло[2,3-с][1,2,4]триазол-1-ію 8. Білий порошок, вихід: 87%; Т пл. 147–148 °C; ^1H ЯМР (400 Гц, DMCO-d_6) δ (м.ч.) 3.80 (с, 3H, CH_3), 3.97 (д, $J = 8.7$, 2H, $\text{CH}_2\text{-cycl}$), 4.70 (д, $J = 11.4$, 1H, CH_2TeAr), 4.78–4.73 (м, 1H, CH_2TeAr), 5.30 (м, 1H, CH), 7.04 (д, $J = 9.2$, 2H, $\text{C}_6\text{H}_4\text{OMe}$), 8.03 (д, $J = 8.3$, 2H, $\text{C}_6\text{H}_4\text{OMe}$), 8.33 (д, $J = 8.9$, 2H, $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}$), 8.90 (д, $J = 5.2$, 2H, Py). Знайдено для $\text{C}_{17}\text{H}_{17}\text{Cl}_3\text{N}_4\text{OSTe}$: C, 36.39%, H, 2.87%, N, 9.92%, S, 5.69%. Вирахувано: C, 36.50%, H, 3.06%, N, 10.02%, S, 5.73%.

ВИСНОВКИ. Таким чином, телуроіндукована циклізація 5-заміщених N-алільних похідних 1,2,4-триазол-3-тіону *n*-метоксифенілтелуртрихлоридом відбувається регіоселективно з анелюванням тіазолінового циклу. Введення різних за природою арильних та гетерильних замісників не впливає на регіоселективність процесу гетероанелювання.



Роботу виконано в межах держбюджетної теми «Гібридні органічно-неорганічні перовськітні матеріали на основі четвертинних гетероциклічних катіонів для потреб сонячної енергетики – нові матеріали для оптоелектроніки», державний реєстраційний номер: 0123U101738.

ARYLTELLUROCHLORINATION OF 5-ARYL(HETERYL)SUBSTITUTED N-ALLYL-1,2,4-TRIAZOLE-3-THIONE DERIVATIVES.

*Kut M.M., Sukharev S.M.,
Onysko M.Yu., Lendel V.G.*

*Uzhhorod National University,
53/1 str. Fedinets', 88000 Uzhhorod, Ukraine
e-mail: kutmykola@ukr.net*

Condensed heterocycles based on 1,2,4-triazole have a wide range of biological activity. The introduction of a pharmacophore fragment of an aryl tertiary residue into their composition can significantly increase the bioactivity of the obtained compounds. Therefore, the synthesis of condensed derivatives of symmetrical 1,2,4-triazole with aryltellurium fragment is an urgent task. One of the most convenient and effective methods for introducing an aryltellurium fragment into such systems is the method of electrophilic intramolecular cyclisation of alkenyl derivatives of azaheterocycles. The aim of this work was to determine the effect of the nature of the substituent at position five of the

initial N-allyl derivatives of 1,2,4-triazol-3-thione on the regioselectivity of electrophilic heterocyclization with *p*-methoxyphenyltellurium trichloride.

The reaction of tellurium-induced heterocyclisation of N-allyl-substituted 1,2,4-triazole-3-thione with was carried out in acetic acid medium at room temperature under stirring for 12 hours. It was found that the reactions of 5-aryl(heteryl)substituted N-allyl derivatives of 1,2,4-triazole-3-thione with *p*-methoxyphenyltellurium trichloride lead to the formation of chlorides 6-((dichloro(4-methoxyphenyl)-λ4-tellanyl)methyl)-5,6-dihydrothiazolo[2,3-*c*][1,2,4]triazol-1-ium chlorides with an exocyclic *p*-methoxyphenyltellurium fragment. The yield of the obtained thiazolotriazolium salts was 68-87%. It should be noted that the use of a double amount of electrophilic reagent did not lead to the formation of a thiazolotriazole complex with *p*-methoxyphenyltellurium trichloride, which was observed during the heterocyclisation of S-alkenyl derivatives of 1,2,4-triazole.

Thus, the tellurium-induced cyclization of 5-substituted N-allyl derivatives of 1,2, 4-triazol-3-thione derivatives by *p*-methoxyphenyltellurium trichloride is regioselective with the formation of 6-((dichloro(4-methoxyphenyl)-λ4-tellanyl)methyl)-5,6-dihydrothiazolo[2,3-*c*][1,2,4]triazol-1-ium chlorides and annulation of the thiazoline cycle. The introduction of aryl and heteryl substituents of different nature does not affect the regioselectivity of the heteroannulation process.

Keywords: electrophilic intramolecular cyclisation, annulation, organotellurium compounds, thiazolo[2,3-*c*][1,2,4]triazole, salt.

ЛІТЕРАТУРА

1. Slivka M.V., Korol N.I., Fizer M.M. Fused bicyclic 1,2,4-triazoles with one extra sulfur atom: Synthesis, properties, and biological activity. *Journal of Heterocyclic Chemistry*. 2020. **57** (9): 3236–3254.
2. Charitos G., Trafalis D.T., Dalezi P., Potamitis C., Sarli V., Zoumpoulakis P., Camoutsis C. Synthesis and anticancer activity of novel 3,6-disubstituted 1,2,4-triazolo[3,4-b]-1,3,4-thiadiazole derivatives. *Arabian Journal of Chemistry*. 2019. **12**: 4784–4794.
3. Oukoloff K., Lucero B., Francisco K.R., Brunten K.R., Ballatore C. 1,2,4-Triazolo[1,5-a]pyrimidines in drug design. *European Journal of Medicinal Chemistry*. 2019. **165**: 332–346.
4. Cristina A., Leonte D., Vlase L., Bencze L.C., Imre S., Zaharia V. Heterocycles 42. Synthesis and characterization of new thiazolo[3,2-b][1,2,4]triazole derivatives with anti-inflammatory potential. *Farmacia*. 2018. **66** (1): 88–96.
5. Toma A., Mogoşan C., Vlase L., Leonte D., Zaharia V. Heterocycles 39. Synthesis, characterization and evaluation of the anti-inflammatory activity of thiazolo[3,2-b][1,2,4]triazole derivatives bearing pyridin-3/4-yl moiety. *Medicinal Chemistry Research*. 2017. **26** (10): 2602–2613.
6. Tozkoparan B., Aytaç S., Gürsoy Ş., Aktay G. Design and synthesis of some thiazolotriazolyl esters as anti-inflammatory and analgesic agents. *Medicinal Chemistry Research*. 2012. **21** (2): 192–201.
7. Naseer Md.A., Husain A. Studies on Chromene based 2, 6-disubstituted-Thiazolo[3,2-b][1,2,4]Triazole derivatives: Synthesis and Biological Evaluation. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*. 2019. **9**: 236–242.
8. Cristina A., Leonte D., Vlase L., Bencze L.C., Imre S., Apan B., Mogoşan C., Zaharia V. Heterocycles 46. Synthesis, characterization and biological evaluation of thiazolo[3,2-b][1,2,4]triazoles bearing benzenesulfonamide moiety. *Farmacia*. 2018. **66** (5): 883–893.
9. Slivka M., Fizer M., Mariychuk R., Ostafin M., Moyzesh O., Koval G., Holovko-Kamoshenkova O., Rusyn, I., Lendel V. Synthesis and Antimicrobial Activity of Functional Derivatives of thiazolo[2,3-c][1,2,4]triazoles. *Letters in Drug Design & Discovery*. 2022. **19**: 791–799.
10. Bandeira P.T., Dalmolin M.C., de Oliveira M.M., Nunes K.C., Garcia F.P., Nakamura C.V., de Oliveira A.R.M., Piovani L. Synthesis, Antioxidant Activity and Cytotoxicity of N-Functionalized Organotellurides. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. 2019. **27** (2): 410–415.
11. Tabarelli G., Dornelles L., Iglesias B.A., Gonçalves D.F., Terra S.S., Soares F.A.A., Piccoli B.C., D'Avila da Silva F., da Rocha J.B.T., Schultze E., Bonemann B.C., Collares T., Kömmling S.F., Peterle M.M., Braga A.L., Rodrigues O.E.D. Synthesis and Antitumoral Lung Carcinoma A549 and Antioxidant Activity Assays Of New Chiral β -Aryl-Chalcogenium Azide Compounds. *Chemistry Select*. 2017. **2** (27): 8423–8430.
12. Silberman A., Kalechman Y., Hirsch S., Erlich Z., Sredni B., Albeck A. The Anticancer Activity of Organotelluranes: Potential Role in Integrin Inactivation. *ChemBioChem*. 2016. **17** (10): 918–927.
13. Persike D.S., Cunha R.L.O.R., Juliano L., Silva I.R., Rosim F.E., Vignoli T., Dona F., Cavalheiro E.A., da Silva F.M.J. Protective effect of the organotelluroxetane RF-07 in pilocarpine-induced status epilepticus. *Neurobiology of Disease*. 2008. **31**: 120–126.
14. Soni D., Gupta P.K., Kumar Y., Chandrashekar T.G. Antibacterial activity of some unsymmetrical diorganyltellurium(IV) dichlorides. *Indian Journal of Biochemistry and Biophysics*. 2005. **42**: 398–400.
15. Кут Н.М., Онисько М.Ю. Арилтеллуртригалогениды в синтезе гетероциклических соединений (микрообзор). *Химия гетероциклических соединений*. 2020. **56**: 503–505.
16. Кут М.М., Кут Д.Ж., Онисько М.Ю., Лендел В.Г. Арилтелуорохлорування 4,5-диарил-

заміщених 3-алітїо-1,2,4-триазолів. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Хімія»*. 2022. **47** (1): 88-92.

17. Русин І.Ф., Стебівка Л.В., Кут М.М., Онисько М.Ю., Лендел В.Г. Взаємодія пропенільних похідних 1, 2, 4-триазолу з 4-алкоксифенілтелуртрихлоридами. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Хімія»*. 2017. **38** (2): 112–115.
18. Хрипак С.М. Синтези та реакції в ряді тієно[2,3-d]піримідину. дис. д.х.н., Київський Державний Університет, Київ, травень 1991.

REFERENCES

1. Slivka M.V., Korol N.I., Fizer M.M. Fused bicyclic 1,2,4-triazoles with one extra sulfur atom: Synthesis, properties, and biological activity. *Journal of Heterocyclic Chemistry*. 2020. **57** (9): 3236–3254.
2. Charitos G., Trafalis D.T., Dalezi P., Potamitis C., Sarli V., Zoumpoulakis P., Camoutsis C. Synthesis and anticancer activity of novel 3,6-disubstituted 1,2,4-triazolo[3,4-b]-1,3,4-thiadiazole derivatives. *Arabian Journal of Chemistry*. 2019. **12**: 4784–4794.
3. Oukoloff K., Lucero B., Francisco K.R., Brunten K.R., Ballatore C. 1,2,4-Triazolo[1,5-a]pyrimidines in drug design. *European Journal of Medicinal Chemistry*. 2019. **165**: 332–346.
4. Cristina A., Leonte D., Vlase L., Bencze L.C., Imre S., Zaharia V. Heterocycles 42. Synthesis and characterization of new thiazolo[3,2-b][1,2,4]triazole derivatives with anti-inflammatory potential. *Farmacia*. 2018. **66** (1): 88–96.
5. Toma A., Mogoşan C., Vlase L., Leonte D., Zaharia V. Heterocycles 39. Synthesis, characterization and evaluation of the anti-inflammatory activity of thiazolo[3,2-b][1,2,4]triazole derivatives bearing pyridin-3/4-yl moiety. *Medicinal Chemistry Research*. 2017. **26** (10): 2602–2613.
6. Tozkoparan B., Aytaç S., Gürsoy Ş., Aktay G. Design and synthesis of some thiazolotriazolyl esters as anti-inflammatory and analgesic agents. *Medicinal Chemistry Research*. 2012. **21** (2): 192–201.
7. Naseer Md.A., Husain A. Studies on Chromene based 2, 6-disubstituted-Thiazolo[3,2-b][1,2,4]-Triazole derivatives: Synthesis and Biological Evaluation. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*. 2019. **9**: 236–242.
8. Cristina A., Leonte D., Vlase L., Bencze L.C., Imre S., Apan B., Mogoşan C., Zaharia V. Heterocycles 46. Synthesis, characterization and biological evaluation of thiazolo[3,2-b][1,2,4]triazoles bearing benzenesulfonamide moiety. *Farmacia*. 2018. **66** (5): 883–893.
9. Slivka M., Fizer M., Mariychuk R., Ostafin M., Moyzesh O., Koval G., Holovko-Kamoshenko O., Rusyn, I., Lendel V. Synthesis and Antimicrobial Activity of Functional Derivatives of thiazolo[2,3-c][1,2,4]triazoles. *Letters in Drug Design & Discovery*. 2022. **19**: 791–799.
10. Bandeira P.T., Dalmolin M.C., de Oliveira M.M., Nunes K.C., Garcia F.P., Nakamura C.V., de Oliveira A.R.M., Piovan L. Synthesis, Antioxidant Activity and Cytotoxicity of N-Functionalized Organotellurides. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. 2019. **27** (2): 410–415.
11. Tabarelli G., Dornelles L., Iglesias B.A., Gonçalves D.F., Terra S.S., Soares F.A.A., Piccoli B.C., D'Avila da Silva F., da Rocha J.B.T., Schultze E., Bonemann B.C., Collares T., Kömmling S.F., Peterle M.M., Braga A.L., Rodrigues O.E.D. Synthesis and Antitumoral Lung Carcinoma A549 and Antioxidant Activity Assays Of New Chiral β -Aryl-Chalcogenium Azide Compounds. *Chemistry Select*. 2017. **2** (27): 8423–8430.
12. Silberman A., Kalechman Y., Hirsch S., Erlich Z., Sredni B., Albeck A. The Anticancer Activity of Organotelluranes: Potential Role in Integrin Inactivation. *ChemBioChem*. 2016. **17** (10): 918–927.
13. Persike D.S., Cunha R.L.O.R., Juliano L., Silva I.R., Rosim F.E., Vignoli T., Dona F., Cavalheiro E.A., da Silva F.M.J. Protective effect of the

- organotelluroxetane RF-07 in pilocarpine-induced status epilepticus. *Neurobiology of Disease*. 2008. **31**: 120–126.
14. Soni D., Gupta P.K., Kumar Y., Chandrashekar T.G. Antibacterial activity of some unsymmetrical diorganyltellurium(IV) dichlorides. *Indian Journal of Biochemistry and Biophysics*. 2005. **42**: 398–400.
15. Kut M.M., Onysko M.Y. Aryltellurium Trihalides in the Synthesis of Heterocyclic Compounds (Microreview). *Chemistry of Heterocyclic Compounds*. 2020. **56**: 503–505.
16. Kut M., Kut D., Onysko M., Lendel V. Aryltellurochlorination of 4,5-diaryl-substituted 3-allylthio-1,2,4-triazoles. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University. Series «Chemistry»*. 2022. **47**(1): 88–92.
17. Rusyn I.F., Stebivka L.V., Kut M.M., Onysko M.Yu., Lendel V.G. Interaction of propenyl derivatives of 1,2,4-triazole with 4-alkoxyphenyltellurium trichlorides. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod University. Series «Chemistry»*. 2017. **38** (2): 112–115.
18. Khripak, S.M. Synthesizes and reactions of thieno[2,3-d]pyrimidines. Dc.Sc. Thesis, Kyiv State University, Kyiv, May 1991.

Стаття надійшла 15.08.2023.