

УДК 547.856+ 547.732.5.

Куля Д.Ю. студ.; Кут Д.Ж. PhD., с.н.с.; Кут М.М., к.х.н., доц;
Онисько М.Ю., д.х.н., проф.

СИНТЕЗ 2,3-ДИАЛКЕНІЛЬНИХ ПОХІДНИХ ХІАЗОЛІН-4-ОНУ

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 88000, м. Ужгород, вул. Підгірна, 46
e-mail: kulia.diana@student.uzhnu.edu.ua

У межах даного дослідження здійснено алкілювання двох вихідних тіолів — 3-аліл-2-меркаптохіназолін-4-ону та 3-металіл-2-меркаптохіназолін-4-ону — з використанням алілброміду та металілхлориду в спиртово-лужному середовищі. Результатом цих реакцій стало отримання нових 2,3-діалкенільних похідних хіназолін-4-ону, які не були описані раніше в літературі.

Будову новосинтезованих сполук підтверджено за допомогою ЯМР-спектроскопії (^1H та ^{13}C), а склад – даними елементного аналізу. Відсутність тіоамідних протонів у спектрах ^1H ЯМР свідчить про проходження реакції алкілювання по атому сульфуру. У випадку 3-аліл-2-(металілтїо)хіназолін-(3Н)-ону зафіксовано характерні сигнали металілового фрагмента, а хімічний зсув у спектрі ^{13}C ЯМР при 160.30 м.ч. підтверджує утворення С–S зв'язку. Подібну спектральну картину спостерігали і для 3-металіл-2-(металілтїо)хіназолін-(3Н)-ону. Для 3-металіл-2-(алілтїо)хіназолін-(3Н)-ону в спектрі ЯМР ^1H ідентифіковано характерні сигнали для алілового замісника, що свідчить про проходження реакції алкілювання в положення 2 хіназоліну.

Таким чином, отримано нові потенційно біоактивні 2,3-діалкенільні хіназолінони, які мають чотири нуклеофільні центри (два алкенільних фрагменти, атом нітрогену в положенні N^1 хіназолінового циклу та атом оксигену карбонільної групи), що відкриває широкі можливості для вивчення регіонаправленості електрофільного гетероанелювання. Ці результати створюють передумови для подальших досліджень у напрямку синтезу нових біологічно активних молекул на основі хіназолін-4-ону.

Ключові слова: 2-меркаптохіназолін-4-он; алкілювання; аліл бромід; металіл хлорид; 2,3-діалкенільні похідні хіназолін-4-ону.

Хіназолінони це клас сполук, який демонструє широкий спектр біологічної активності, включаючи антимікробну [1, 2], протипухлинну [3-6], протизапальну [6, 7], проти ВІЛ [8, 9], протималярійну [10, 11] та антигіпертензивну [12] дію, що робить їх цінними як пестициди та фармацевтичні препарати. Примітно, що деякі хіназолінони були успішно комерціалізовані як ліки: хлороквалон [13], фебрифугін [14], галофугінон [15], ралтитрексед [16] та багато інших. Такі конденсовані гетероцикли з наявним у своїй структурі додатковим нуклеофільним центром та екзоциклічним алкенільним (алкінільним) фрагментом, є цікавими об'єктами для дослідження стерео- та регіонапрямленості процесів електрофільної внутрішньомолекулярної

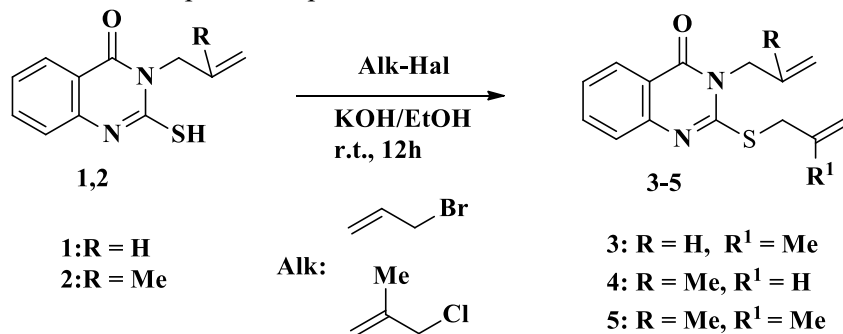
гетероциклізації при дії арилтелуртригалогенідів. [17].

З метою розширення структурного різноманіття ненасичених тіоетерів для подальшого дослідження реакцій гетероциклізації нами було здійснено алкілювання таких вихідних сполук: 3-аліл-2-меркаптохіназолін-4-ону **1** та 3-металіл-2-меркаптохіназолін-4-ону **2**. Було використано такі алкілюючі агенти як алілбромід та металілхлорид. Реакції алкілювання вихідних тіолів **1**, **2** проводили в спиртово-лужному середовищі. Дані умови були успішно використані при алкілюванні структурноподібних похідних хіназолін-4-ону [18].

Будову одержаних 2,3-діалкенільних хіназолонів **3-5** підтверджено спектрами ЯМР ^1H та ^{13}C . Для всіх новосинтезованих сполук

3-5 в спектрах ЯМР ^1H спільним є відсутність сигналів тіоамідних протонів. У спектрі ЯМР ^1H **3**-аліл-2-((2-металіл)тіо)хіназолін-(3Н)-он **3** відмічено появу металільного фрагменту у вигляді чотирьох синглетних сигналів протонів при 4.83 м.ч., 4.62 м.ч., 4.46 м.ч. та 1.75 м.ч. В спектрі ЯМР ^{13}C сполуки **3** відмічено хімічний зсув атома карбону C-S зв'язку при 160.30 м.ч., що доводить проходження реакції алкілювання по атому сульфуру. Аналогічна спектральна картина в

ЯМР ^1H спектрі спостерігається і у випадку тіоетеру **5**. У випадку тіоетеру **4** спостерігається наявність алільного замісника у вигляді мультиплетного сигналу протону при 5.95 м.ч. та трьох дублетних сигналів протонів при 5.39 м.ч., 5.16 м.ч. і 3.95 м.ч. Склад одержаних раніше не описаних в літературі 2,3-діалкенільних хіназолін-4-онів **3-5** підтверджено даними елементного аналізу.



Висновки

Отже, нами отримано потенційно біологічно активні 2,3-діалкенільні похідні хіназолін-4-ону. Новосинтезовані 2,3-діалкенільні похідні хіназоліну мають 4 реакційні нуклеофільні центри (2 алкенільні фрагменти, N¹ атом хіназоліну та атом оксигену карбонільної групи), що робить їх перспективними для дослідження регіонапрямленості реакцій електрофільного гетероанелювання.

Експериментальна частина

Сpektри ЯМР записано на спектрометрі Mercury-400 з робочою частотою для ^1H 400 МГц та спектрометрі Bruker 170 Avance 500 з робочою частотою для ^1H 500 МГц та ^{13}C 126 МГц. Точки топлення вимірювали на приладі Stuart Melting Point 30. Елементний аналіз проводили на приладі Elementar Vario MICRO. Сполуки **1**, **2** одержані за методикою [19].

Загальна методика одержання тіоетерів 3-5

До 0.014 моль 3-алкеніл-2-тіохіназолін-4-ону **1** або **2**, розчиненого в еквімолярній кількості водно-спиртового розчину гідроксиду калію, додають 0.017 моль алкеніл галогеніду. Реакційну суміш перемішують 12-

16 годин. Для виділення сполуки реакційну суміш попередньо охолоджують.

3-Аліл-2-((2-металіл)тіо)хіназолін-(3Н)-он 3.

Вихід 81%; $T_{\text{пл}}$ 37-39°C. ^1H NMR (500 MHz, DMSO- d_6) δ 8.08 (d, J = 7.9 Hz, 1H), 8.08 (d, J = 7.9 Hz, 1H), 7.80 (t, J = 7.7 Hz, 1H), 7.80 (t, J = 7.7 Hz, 1H), 7.58 (d, J = 8.2 Hz, 1H), 7.58 (d, J = 8.2 Hz, 1H), 7.46 (t, J = 7.5 Hz, 1H), 7.46 (t, J = 7.5 Hz, 1H), 5.95 (m, 1H), 5.38 (d, J = 17.0 Hz, 1H), 5.15 (d, J = 10.2 Hz, 1H), 4.83 (s, 1H), 4.62 (s, 2H), 4.46 (s, 1H), 3.94 (d, J = 6.9 Hz, 2H), 1.75 (s, 3H). ^{13}C NMR (126 MHz, DMSO) δ 160.30, 156.17, 154.72, 150.76, 138.75, 132.79, 126.53, 125.79, 118.76, 118.56, 109.93, 48.13, 34.15, 20.02. Вирахувано для $\text{C}_{15}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{OS}$: C, 66.15; H, 5.92; N, 10.29; S, 11.77. Знайдено: C, 66.11; H, 5.90; N, 10.25; S, 11.75.

3-Металіл-2-((2-аліл)тіо)хіназолін-(3Н)-он 4.

Вихід 76 %; $T_{\text{пл}}$ 48-50°C. ^1H NMR (500 MHz, DMSO d_6) δ 8.08 (d, J = 6.6 Hz, 1H), 7.80 (t, J = 7.6 Hz, 1H), 7.58 (d, J = 7.8 Hz, 1H), 7.46 (t, J = 7.0 Hz, 1H), 5.95 (m, 1H), 5.39 (d, J = 17.1 Hz, 1H), 5.16 (d, J = 10.1 Hz, 1H), 4.84 (s, 1H), 4.63 (s, 2H), 4.46 (s, 1H), 3.95 (d, J = 6.1 Hz, 2H), 1.75 (s, 3H). Вирахувано для $\text{C}_{15}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{OS}$: C, 66.15; H, 5.92; N, 10.29; S, 11.77. Знайдено: C, 66.11; H, 5.89; N, 10.26; S, 11.75.

3-Металіл-2-((металіл)тіо)хіназолін-(3Н)-он 5.

Вихід 74%; $T_{\text{пл}}$ 28–30°C. ^1H NMR (400 MHz, DMSO d_6) δ 8.04 (d, J = 7.9 Hz, 1H), 7.77 (t, J = 7.6 Hz, 1H), 7.55 (d, J = 8.4 Hz, 1H), 7.43 (t, J = 7.8 Hz, 1H), 5.07 (s, 1H), 4.86 (s, 1H), 4.81 (s, 1H), 4.61 (s, 2H), 4.42 (s, 1H), 3.95 (s, 2H), 1.76 (s, 3H), 1.73 (s, 3H). Вирахувано для $\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_5$: 67.10; H, 6.33; N, 9.78; S, 11.20. Знайдено: C, 67.07; H, 6.29; N, 9.77; S, 11.

Список використаних джерел

- Li Z., Zhao L., Bian Y., Li Y., Qu J., Song F. The Antibacterial Activity of Quinazoline and Quinazolinone Hybrids. *Curr. Top. Med. Chem.* 2022, 22, 1035–1044. Doi: 10.2174/1568026622666220307144015.
- Qin Z., Li J., Sun P., Lu T. Quinazoline alkylthio derivative targets norepinephrine and calcitonin gene-related peptide to improve behavior and radiographic score in the rat model of cervical vertigo. *Acta Biochim. Pol.* 2022, 69 (4), 825–829. Doi: 10.18388/abp.2020.6192.
- Pogorzelska A., Źołnowska B., Sławiński J., Kawiak A., Szafranski K., Belka M., Bączek T. Synthesis of 2-alkylthio-N-(quinazolin-2-yl)benzenesulfonamide derivatives: anticancer activity, QSAR studies, and metabolic stability. *Monatsh. Chem.* 2018, 149 (10), 1885–1898. Doi: 10.1007/s00706-018-2251-6.
- Gatadi S., Pulivendala G., Gour J., Malasala S., Bujji S., Parupalli R., Shaikh M., Godugu C., Nanduri S. Synthesis and Evaluation of New 4(3H)-Quinazolinone Derivatives as Potential Anticancer Agents. *J. Mol. Struct.* 2020, 1200, 127097. Doi: 10.1016/j.molstruc.2019.127097.
- Khetmalis Y.M., Fathima A., Schweipert M., Debarnot C., Bandaru N. V. M. R., Murugesan S., Jamma T., Meyer-Almes F.-J., Sekhar K. V. G. C. Design, Synthesis, and Biological Evaluation of Novel Quinazolin-4(3H)-One-Based Histone Deacetylase 6 (HDAC6) Inhibitors for Anticancer Activity. *Int. J. Mol. Sci.* 2023, 24(13), 11044. Doi: 10.3390/ijms241311044
- Ghodge B., Kshirsagar A., Navghare V. Synthesis, Characterization, and Investigation of the Anti-Inflammatory Effect of 2,3-Disubstituted Quinazoline-4(1H)-One. Beni-Suef Univ. *J. Basic Appl. Sci.* 2020, 9, 30. Doi: 10.1186/s43088-020-00056-w.
- Kumar N., Shalini K., Drabu S. Synthesis and Pharmacological Screening of Various New Quinazolin-4-One Derivatives as Anti-Inflammatory and Antifungal Agents. *Biointerface Res. Appl. Chem.* 2019, 1, 203–208.
- Tocco G., Esposito F., Caboni P., Laus A., Beutler J.A., Wilson J.A., Corona A., Grice S.F.J.L., Tramontano E. Scaffold Hopping and Optimisation of 3',4'-Dihydroxyphenyl-Containing Thienopyrimidinones: Synthesis of Quinazolinone Derivatives as Novel Allosteric Inhibitors of HIV-1 Reverse Transcriptase-Associated Ribonuclease H. *J. Enzyme Inhib. Med. Chem.* 2020, 35, 1953–1963. Doi: 10.1080/14756366.2020.1835884.
- Gillis E.P., Parcella K., Bowsher M., Cook J.H., Iwuagwu C., Naidu B.N., Patel M., Peese K., Huang H., Valera L., et al. Potent Long-Acting Inhibitors Targeting the HIV-1 Capsid Based on a Versatile Quinazolin-4-One Scaffold. *J. Med. Chem.* 2023, 66, 1941–1954. Doi: 10.1021/acs.jmedchem.2c01732.
- Seifu G., Birhan Y., Beshay B., Hymete A., Bekhit A. Synthesis, Antimalarial, Antileishmanial Evaluation, and Molecular Docking Study of Some 3-Aryl-2-Styryl Substituted-4(3H)-Quinazolinone Derivatives. *BMC Chem.* 2022, 16, 107. Doi: 10.1186/s13065-022-00903-0.
- Charoensutthivarakul S., Lohawittayan D., Kanjanasirirat P., Jearawuttanakul K., Seemakhan S., Chabang N., Schlaeppi P., Tantivess V., Limboonreung T., Phanchana M. Rational Design and Lead Optimisation of Potent Antimalarial Quinazolinones and Their Cytotoxicity against MCF-7. *Molecules.* 2023, 28, 2999. Doi: 10.3390/molecules28072999.
- Ibrahim M.K., Eissa I.H., Abdallah A.E., Metwaly A.M., Radwan M.M., ElSohly M.A. Design, Synthesis, Molecular Modeling and Anti-Hyperglycemic Evaluation of Novel Quinoxaline Derivatives as Potential PPAR γ and SUR Agonists. *Bioorg. Med. Chem.* 2017, 25, 1496–1513. Doi: 10.1016/j.bmc.2017.01.015.
- Wahan S.K., Sharma B., Chawla P.A. Medicinal Perspective of Quinazolinone Derivatives: Recent Developments and Structure–Activity Relationship Studies. *J. Heterocycl. Chem.* 2022, 59, 239–257. Doi: 10.1002/jhet.4382.
- Smullen S., McLaughlin N.P., Evans P. Chemical Synthesis of Febrifugine and Analogues. *Bioorg. Med. Chem.* 2018, 26, 2199–2220. Doi: 10.1016/j.bmc.2018.04.027.
- Gill J., Sharma A. Prospects of Halofuginone as an Antiprotozoal Drug Scaffold. *Drug Discov. Today.* 2022, 27, 2586–2592. Doi: 10.1016/j.drudis.2022.05.020.
- Batra A., Rigo R., Hannouf M.B., Cheung W.Y. Real-World Safety and Efficacy of Raltitrexed in Patients With Metastatic Colorectal Cancer. *Clin. Colorectal Cancer.* 2021, 20, e75–e81. Doi: 10.1016/j.clcc.2020.09.006.
- Kut M., Onysko M. Aryltellurium Trihalides in the Synthesis of Heterocyclic Compounds (Microreview). *Chem. Heterocycl. Compd.* 2020, 56, 503–505. Doi: 10.1007/s10593-020-02688-3.
- Кут М.М., Онисько М.Ю., Лендел В.Г. Синтез бутенільних тіоетерів аренопіримідинонів. *Наук. вісник Ужгород. ун-ту (Сер. Хімія).* 2018, № 2 (40), 49–51. Doi: 10.24144/2414-0260.2018.2.49-51.

19. Kut M., Onysko M., Lendel V. The Influence of Condensed Cycle on Regiochemistry of Electrophilic Heterocyclization of 3-Alkenyl-2-Thioxopyrimidin-4-

One by *p*-Alkoxyphenyltellurium Trichloride, *J. Heterocyclic Chem.*, 2018, 55(4), 888–892. Doi:10.1002/jhet.3114.

Стаття надійшла до редакції: 30.04.2025

Прийняття до друку після рецензування: 05.06.2025

Публікація: 01.07.2025

SYNTHESIS OF 2,3-DIALKENYL DERIVATIVES OF QUINAZOLIN-4-ONE

Kulia D., Kut D., Kut M., Onysko M.

Uzhhorod National University, Pidhirna St., 46, 88000 Uzhhorod, Ukraine

e-mail: kulia.diana@student.uzhnu.edu.ua

In the course of this study, alkylation of two starting thiols — 3-allyl-2-mercaptoquinazolin-4-one and 3-methallyl-2-mercaptoquinazolin-4-one — was carried out using allyl bromide and methallyl chloride in an alcoholic-alkaline medium. As a result of these reactions, new 2,3-dialkenyl derivatives of quinazolin-4-one were obtained, which have not been previously reported in the literature.

The structures of the newly synthesized compounds were confirmed by NMR spectroscopy (^1H and ^{13}C), as well as elemental analysis. The absence of thioamide proton signals in the ^1H NMR spectra indicates that alkylation occurred at the sulfur atom. In the case of 3-allyl-2-(methallylthio)quinazolin-(3H)-one, characteristic signals of the methallyl fragment were observed, while a chemical shift at 160.30 ppm in the ^{13}C NMR spectrum confirmed the formation of the C–S bond. A similar spectral pattern was observed for 3-methallyl-2-(methallylthio)quinazolin-(3H)-one. For 3-methallyl-2-(allylthio)quinazolin-(3H)-one, characteristic signals of the allyl substituent were identified in the ^1H NMR spectrum, confirming the alkylation at position 2 of the quinazoline core.

Thus, new potentially bioactive 2,3-dialkenyl quinazolinones were obtained. These compounds contain four nucleophilic centers (two alkenyl fragments, the nitrogen atom at position N^1 of the quinazoline ring, and the oxygen atom of the carbonyl group), which makes them promising candidates for studying the regioselectivity of electrophilic heteroannulation reactions. These results provide a solid basis for further research into the synthesis of novel biologically active molecules based on the quinazolin-4-one scaffold.

Keywords: 2-mercaptoquinazolin-4-one; alkylation; allyl bromide; methallyl chloride; 2,3-dialkenyl derivatives of quinazolin-4-one.

References

1. Li Z., Zhao L., Bian Y., Li Y., Qu J., Song F. The Antibacterial Activity of Quinazoline and Quinazolinone Hybrids. *Curr. Top. Med. Chem.* 2022, 22, 1035–1044. Doi: 10.2174/1568026622666220307144015.
2. Qin Z., Li J., Sun P., Lu T. Quinazoline alkylthio derivative targets norepinephrine and calcitonin gene-related peptide to improve behavior and radiographic score in the rat model of cervical vertigo. *Acta Biochim. Pol.* 2022, 69 (4), 825–829. Doi: 10.18388/abp.2020_6192.
3. Pogorzelska A., Żołnowska B., Sławiński J., Kawiak A., Szafranski K., Belka M., Bączek T. Synthesis of 2-alkylthio-N-(quinazolin-2-yl)benzenesulfonamide derivatives: anticancer activity, QSAR studies, and metabolic stability. *Monatsh. Chem.* 2018, 149 (10), 1885–1898. Doi: 10.1007/s00706-018-2251-6.
4. Gatadi S., Pulivendala G., Gour J., Malasala S., Bujji S., Parupalli R., Shaikh M., Godugu C., Nanduri S. Synthesis and Evaluation of New 4(3H)-Quinazolinone Derivatives as Potential Anticancer Agents. *J. Mol. Struct.* 2020, 1200, 127097. Doi: 10.1016/j.molstruc.2019.127097.
5. Khetmalis Y.M., Fathima A., Schweipert M., Debarnot C., Bandaru N. V. M. R., Murugesan S., Jamma T., Meyer-Almes F.-J., Sekhar K. V. G. C. Design, Synthesis, and Biological Evaluation of Novel Quinazolin-4(3H)-One-Based Histone Deacetylase 6 (HDAC6) Inhibitors for Anticancer Activity. *Int. J. Mol. Sci.* 2023, 24(13), 11044. Doi: 10.3390/ijms241311044

6. Ghodge B., Kshirsagar A., Navghare V. Synthesis, Characterization, and Investigation of the Anti-Inflammatory Effect of 2,3-Disubstituted Quinazoline-4(1H)-One. Beni-Suef Univ. *J. Basic Appl. Sci.* 2020, 9, 30. Doi: 10.1186/s43088-020-00056-w.
7. Kumar N., Shalini K., Drabu S. Synthesis and Pharmacological Screening of Various New Quinazolin-4-One Derivatives as Anti-Inflammatory and Antifungal Agents. *Biointerface Res. Appl. Chem.* 2019, 1, 203–208.
8. Tocco G., Esposito F., Caboni P., Laus A., Beutler J.A., Wilson J.A., Corona A., Grice S.F.J.L., Tramontano E. Scaffold Hopping and Optimisation of 3',4'-Dihydroxyphenyl- Containing Thienopyrimidinones: Synthesis of Quinazolinone Derivatives as Novel Allosteric Inhibitors of HIV-1 Reverse Transcriptase-Associated Ribonuclease H. *J. Enzyme Inhib. Med. Chem.* 2020, 35, 1953–1963. Doi: 10.1080/14756366.2020.1835884.
9. Gillis E.P., Parcella K., Bowsher M., Cook J.H., Iwuagwu C., Naidu B.N., Patel M., Peese K., Huang H., Valera L., et al. Potent Long-Acting Inhibitors Targeting the HIV-1 Capsid Based on a Versatile Quinazolin-4-One Scaffold. *J. Med. Chem.* 2023, 66, 1941–1954. Doi: 10.1021/acs.jmedchem.2c01732.
10. Seifu G., Birhan Y., Beshay B., Hymete A., Bekhit A. Synthesis, Antimalarial, Antileishmanial Evaluation, and Molecular Docking Study of Some 3-Aryl-2-Styryl Substituted-4(3H)-Quinazolinone Derivatives. *BMC Chem.* 2022, 16, 107. Doi: 10.1186/s13065-022-00903-0.
11. Charoensutthivarakul S., Lohawittayanan D., Kanjanasirirat P., Jearawuttanakul K., Seemakhan S., Chabang N., Schlaeppi P., Tantivess V., Limboonreung T., Phanchana M. Rational Design and Lead Optimisation of Potent Antimalarial Quinazolinones and Their Cytotoxicity against MCF-7. *Molecules.* 2023, 28, 2999. Doi: 10.3390/molecules28072999.
12. Ibrahim M.K., Eissa I.H., Abdallah A.E., Metwaly A.M., Radwan M.M., ElSohly M.A. Design, Synthesis, Molecular Modeling and Anti-Hyperglycemic Evaluation of Novel Quinoxaline Derivatives as Potential PPAR γ and SUR Agonists. *Bioorg. Med. Chem.* 2017, 25, 1496–1513. Doi: 10.1016/j.bmc.2017.01.015.
13. Wahan S.K., Sharma B., Chawla P.A. Medicinal Perspective of Quinazolinone Derivatives: Recent Developments and Structure–Activity Relationship Studies. *J. Heterocycl. Chem.* 2022, 59, 239–257. Doi: 10.1002/jhet.4382.
14. Smullen S., McLaughlin N.P., Evans P. Chemical Synthesis of Febrifugine and Analogues. *Bioorg. Med. Chem.* 2018, 26, 2199–2220. Doi: 10.1016/j.bmc.2018.04.027.
15. Gill J., Sharma A. Prospects of Halofuginone as an Antiprotozoal Drug Scaffold. *Drug Discov. Today.* 2022, 27, 2586–2592. Doi: 10.1016/j.drudis.2022.05.020.
16. Batra A., Rigo R., Hannouf M.B., Cheung W.Y. Real-World Safety and Efficacy of Raltitrexed in Patients With Metastatic Colorectal Cancer. *Clin. Colorectal Cancer.* 2021, 20, e75–e81. Doi: 10.1016/j.clcc.2020.09.006.
17. Kut M., Onysko M. Aryltellurium Trihalides in the Synthesis of Heterocyclic Compounds (Microreview). *Chem. Heterocycl. Compd.* 2020, 56, 503–505. Doi: 10.1007/s10593-020-02688-3.
18. Kut M.M., Onysko M.Yu., Lendel V.G. Synthesis of butenyl thioethers of arenopiriminins. *Sci. Bull. Uzhh. Univ. Ser. Chem.* 2018, № 2 (40), 49–51. Doi: 10.24144/2414-0260.2018.2.49-51.
19. Kut M., Onysko M., Lendel V. The Influence of Condensed Cycle on Regiochemistry of Electrophilic Heterocyclization of 3-Alkenyl-2-Thioxopyrimidin-4-One by *p*-Alkoxyphenyltellurium Trichloride, *J. Heterocyclic Chem.* 2018, 55(4), 888–892. Doi: 10.1002/jhet.3114.