

УДК 547.831.8+ 547.789.6

Сабо Т.Ш., студ.; Кут Д.Ж., асп.; Кут М.М., к.х.н., доц.;
Онисько М.Ю., д.х.н., доц.; Лендєл В.Г., д.х.н., проф.

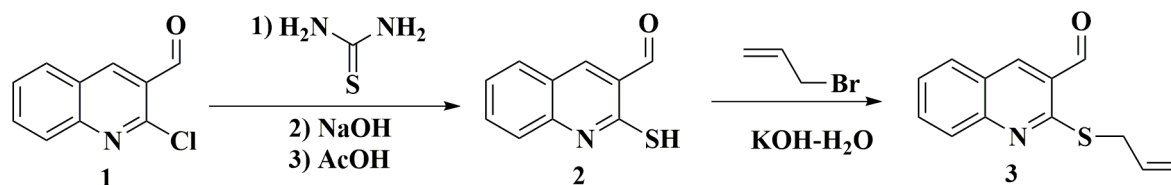
ТЕЛУРОІНДУКОВАНА ЦИКЛІЗАЦІЯ 2-АЛІЛТІОХІНОЛІНКАРБАЛЬДЕГІДУ

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 88000, м. Ужгород,
вул. Підгірна, 46; e-mail: kutmykola@ukr.net

З літературних даних відомо, що тіазолопіримідини з екзоциклічним арилтелуровим фрагментом проявляють протималярійну активність до найсмертоноснішого штаму *Plasmodium falciparum* [1, 2]. Синтез таких сполук проводять методом електрофільної внутрішньомолекулярної циклізації (ЕВЦ) арилтелуртрихлоридами алкенільних тіосечовин та ненасичених похідних піримідину [3]. Розширення набору потенційно біологічно активних сполук, зокрема таких, які проявлятимуть протималярійну активність в поєднанні з

екзоциклічним арилтелуровим фрагментом є актуальним завданням.

В даній роботі для синтезу функціоналізованих телуровмісних сполук використано реакцію арилтелуроохлорування 2-алілтїохінолін-3-карбальдегіду *n*-метоксифенілтелуртрихлоридом. Вибір такого синтону мотивується тим, що похідні хіноліну використовуються як лікарські засоби при лікуванні малярії, а саме: мефлохін, примахін та піперахін [4]. Синтез вихідного тіоетеру **3** проводили за наступною схемою:



Спектральні дані та фізико-хімічні константи 2-алілтїохінолін-3-карбальдегіду **3** корелюють з літературними даними [5].

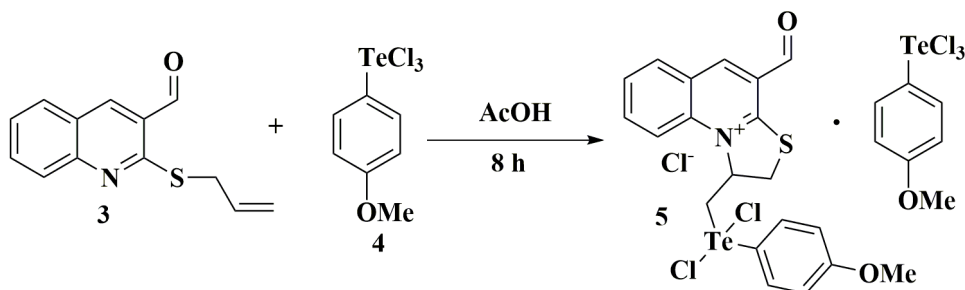
Вихідний тіоетер **3** містить декілька нуклеофільних центрів для проходження телуроіндукованої циклізації, а саме кратний зв'язок алільного фрагменту та ендоециклічний атом нітрогену хіноліну, що може приводити до утворення як продуктів приєднання [6, 7] так і циклізації [8-22]. Взаємодію тіоетеру **3** з *n*-метоксифенілтелуртрихлоридом проводили в льодяній оцтовій кислоті та 8-годинному перемішуванні реагентів при кімнатній температурі. Встановлено, що телуроіндукована циклізація 2-алілтїохінолін-3-карбальдегіду **3** арилтелуртрихлоридом **4** приводить до ангулярного тіазолохіноліну **5** з

екзоциклічним арилтелуровим фрагментом. Так, в спектрі ПМР сполуки **5** слід відмітити слабкопольне зміщення сигналу мультиплету метинової групи з 6.08 до 6.73 м.ч. та наявність двох метиленових груп протонів у вигляді дублет дублетного сигналу при 4.04 м.ч., триплетного при 3.92 м.ч. та двох дублетних сигналів протонів при 3.98 та 3.51 м.ч.

На основі спектральних даних телурофункціоналізованого тіазолохіноліну **4** виявилось, що в результаті реакції утворюється комплекс тіазолохіноліну з *n*-метоксифенілтелуртрихлоридом. Про утворення комплексу свідчать дані ПМР спектру сполуки **5**, в якому наявні характерні сигнали протонів двох *n*-феніленових ядер у вигляді пар дублетів при 7.98 та 7.02 м.ч.,

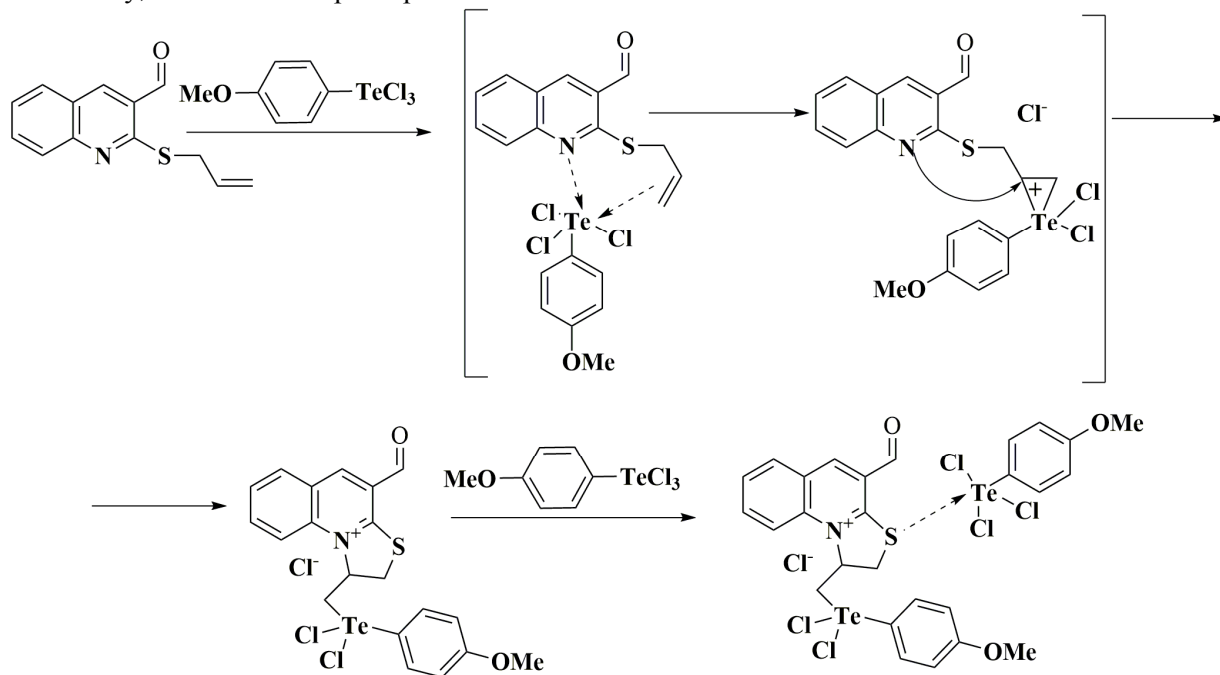
8.31 та 7.11 м.ч., а також два синглетні сигнали протонів метоксигруп при 3.79 та 3.78 м.ч. Слід зазначити, що даний комплекс утворюється навіть при співвідношенні тіоетер-арилтелуртрихлорид 1:1. При використанні двократного надлишку електро-

фільного реагента вихід тіазолохіноліну збільшується з 23% до 56%. Аналогічні закономірності проходження телуруіндукованої електрофільної циклізації на інших гетероциклічних системах спостерігалось в роботах [23].



На основі отриманих експериментальних даних можна запропонувати наступний механізм реакції, який наведено на схемі. На першій стадії реакції відбувається атака арилтелуртрихлориду на атом нітрогену хінолінового циклу та подвійний зв'язок алільного фрагмента з утворенням π -комплексу, який перетворюється на

телуронієвий катіон. Неподілена пара атома нітрогену хіноліну атакує карбон С(2) телуронієвого катіона із замиканням тіазолонового циклу. Друга молекула арилтелуртрихлориду утворює комплекс з ендоциклічним атомом Сульфуру тіазолонового кільця.



Для оцінки потенційної біологічної активності телуруфункціоналізованого тіазолохіноліну проведено його теоретичний скринінг за допомогою онлайн-ресурсу Way2Drug [24]. Аналіз біоактивності сполуки **5** показав, що дана сполука може проявляти антиоксидантну активність та бути

інгібітором фосфатази і гліцерофосфотрансферази. При оцінці антибактеріальної активності виявилось що сполука **5** потенційно має інгібуючий вплив на бактерії чумної палички з роду *Yersinia pestis*. Цікавим виявилось те, що отриманий телуруфункціоналізований тіазолохінолін **5**

може бути інгібітором вірусу Денге другого типу, переносниками якого є комари. Цей факт робить сполуку **5** перспективною для її дослідження на протималарійну активність.

Висновки

Таким чином, в результаті телуріндукованої циклізації *n*-метоксифенілтелуртрихлоридом 2-алілтїохінолін-3-карбальдегіду регіоселективно одержано ангулярний хлорид 1-((дихлоро(4-метоксифеніл)-теланіл)метил)-4-форміл-1,2-дигідротіазоло[3,2-*a*]хінолін-10-ію у вигляді комплексу з *n*-метоксифенілтелуртрихлоридом. Проведено його теоретичний біоскринінг та показано, що отриманий телурофункціоналізований тіазолохінолін може проявляти антиоксидантну, антибактеріальну та противірусну активність.

Експериментальна частина

Спектри ЯМР виміряно на спектрометрі Mercury-400 з робочою частотою для ¹H 400 МГц. Точки топлення вимірювали на приладі Stuart Melting Point 30.

2-Хлорохінолін-3-карбальдегід 1 [25].

2-Тїохінолін-3-карбальдегід 2 [26].

2-Алілтїохінолін-3-карбальдегід 3 [5].

***n*-Метоксифенілтелуртрихлорид 4** [27].

Методика одержання комплексу хлориду 1-((дихлоро(4-метоксифеніл)-теланіл)метил)-4-форміл-1,2-дигідротіазоло[3,2-*a*]хінолін-10-ію з *n*-метоксифенілтелуртрихлоридом 5.

Метод А. До розчину алільного тіоетеру **3** (0.005 моль) в 15 мл льодяної оцтової кислоти прикапували розчин *n*-метоксифенілтелуртрихлориду **4** (0.005 моль) в 10 мл льодяної оцтової кислоти. Реакційну суміш перемішували 8 годин при кімнатній температурі. Осад, що випав, відфільтровували та промивали льодяною оцтовою кислотою.

Метод Б. До розчину алільного тіоетеру **3** (0.005 моль) в 15 мл льодяної оцтової кислоти прикапували розчин *n*-метоксифенілтелуртрихлориду **4** (0.01 моль) в 15 мл льодяної оцтової кислоти. Реакційну суміш перемішували 8 годин при кімнатній температурі. Осад, що випав,

відфільтровували та промивали льодяною оцтовою кислотою.

Вихід (метод А 23%) та (метод Б 56%), T_{пл} 129-130°C. ¹H ЯМР (DMCO-d₆): δ 10.26 (с, 1H), 9.71 (с, 1H), 8.54 (д, J= 8.0 Гц, 1H), 8.31 (д, J= 8.0 Гц, 2H), 8.27 (м, 2H), 7.98 (д, J= 8.0 Гц, 2H), 7.11 (д, J= 8.0 Гц, 2H), 7.02 (д, J= 8.0 Гц, 2H), 6.73 (м, 1H), 4.06 (дд, J= 6.8 Гц, 2H), 3.98 (д, J= 10.0 Гц, 1H), 3.92 (т, J= 9.6 Гц, 1H), 3.79 (с, 3H), 3.78 (с, 3H), 3.51 (д, J= 9.6 Гц, 1H).

Вирахувано, % для C₂₇H₂₅Cl₆NO₃STe₂: С, 35.58; Н, 2.76; N, 1.54; S, 3.52. Знайдено, %: С, 35.49; Н, 2.68; N, 1.47; S, 3.43.

Список використаних джерел

1. Cipriano S.S., Maluf S.E.C., Kut M., Ferrara T.F., Azevedo M.F., Carmona A.K., Onysko M., Cunha R.L.O.R. Characterization of novel tellurium-functionalized fused heterocyclic systems with antimalarial activity in vitro. *Drug Discovery for Neglected Diseases International Congress. Buenos Aires, Argentina*. 2018, P. 195.
2. Maluf S.E.C., Melo P.M.S., Varotti F.P., Gazarinic M.L., Cunha R.L.O.R., Carmona A.K. Hypervalent organotellurium compounds as inhibitors of *P. falciparum* calcium-dependent cysteine proteases. *Parasitology*. 2016, 65(1), 20–22. Doi: 10.1016/j.parint.2015.09.006.
3. 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.
4. <https://go.drugbank.com/>
5. Prabhuswamy B., Ambekar S.Y. Synthesis of 3a,4-dihydro-8-substituted-3H-isoxazolo [c-4,3]thiapyrano[5,6-3,2]quinolines. *Synth. Commun.* 1999, 29(20), 3477–3485. Doi: 10.1080/00397919908085980.
6. Ukrainets I.V., Bezv O.V., Mospanova E.V., Savchenkova L.V., Yankovich S.I. 4-Hydroxy-2-quinolones. 202*. Synthesis, chemical and biological properties of 4-hydroxy-6,7-dimethoxy-2-oxo-1,2-dihydroquinoline-3-carboxylic acid alkylamides. *Chem. Heterocycl. Comp.* 2012, 48(2), 320–326. Doi: 10.1007/s10593-012-0992-4.
7. Kut M., Fizer M., Onysko M., Lendel V. Reactions of N-alkenyl Thioureas with *p*-alkoxyphenyltellurium Trichlorides. *J. Heterocycl. Chem.* 2018, 55, 2284–2290. Doi: 10.1002/jhet.3281.
8. Onysko M.Yu., Filak I.O., Lendel V.G. Halogenoheterocyclization of 2-(allylthio)-quinolin-3-carbaldehyde and 2-(propargylthio)-quinolin-3-carbaldehyde. *Heterocycl. Commun.* 2016, 22(5), 295–299. Doi: 10.1515/hc-2016-0141.

9. Ukrainets I.V., Yangyang L., Berezhnyakova N.L., Turov A.V. 4-hydroxy-2-quinolones. 169*. synthesis and bromination of 1-allyl-3-(arylamino-methylene)quinoline-2,4-(1H,3H)-diones. *Chem. Heterocycl. Comp.* 2009 45, 1235–1240. Doi: 10.1007/s10593-010-0412-6.
10. Ukrainets I.V., Sidorenko L.V., Gorokhova O.V., Shishkina S.V., Turov A.V. 4-Hydroxy-2-quinolones. 118. Synthesis, structure, and chemical properties of 2-bromomethyl-5-oxo-1,2-dihydro-5H-oxazolo-[3,2-a]quinoline-4-carboxylic acid and its ethyl ester. *Chem. Heterocycl. Compd.* 2007, 43, 617–628. Doi: 10.1007/s10593-007-0096-8.
11. Ukrainets I.V., Berezhnyakova N.L., Turov A.V. Slobodzian S.V. 4-Hydroxy-2-quinolinones 128. Bromination of N-allyl-4-hydroxy-2-oxo-1,2-dihydroquinolines and pyridines unsubstituted in position 3. *Chem. Heterocycl. Comp.* 2007, 43(9), 1159–1166. Doi: 10.1007/s10593-007-0178-7.
12. Ukrainets I.V., Berezhnyakova N.L., Parshikov V.A., Turov A.V. 4-Hydroxy-2-quinolones 129. Synthesis and structure of 2-bromomethyl-4-carboxy-5-methyl-1,2-dihydrooxazolo-[3,2-a]quinolinium bromide. *Chem. Heterocycl. Comp.* 2007, 43(10), 1269–1274. Doi: 10.1007/s10593-007-0193-8.
13. Ukrainets I.V., Berezhnyakova N.L., Gorokhova O.V., Turov A.V., Shishkina S.V. 4-hydroxy-2-quinolones. 124. Synthesis and structure of ethyl 2-bromomethyl-5-oxo-1,2,6,7,8,9-hexahydro-5H-oxazolo-[3,2-a]quinoline-4-carboxylate. *Chem. Heterocycl. Comp.* 2007, 43(8), 1001–1007. Doi: 10.1007/s10593-007-0156-0.
14. Vorob'ev D.V., Tikhonova Yu.V., Kim D.G., Belik A.V. Synthesis and heterocyclization of allyl derivatives of 8-aminoquinoline. *Chem. Heterocycl. Comp.* 1997, 33(6), 680–683. Doi: 10.1007/bf02291799.
15. Kim D.G., Sashin A.V., Kozlovskaya V.A., Andreeva I.N. Reaction of 2-allyloxy(thio)-4-methylquinolines with halogens. *Chem. Heterocycl. Comp.* 1996, 32(9), 1075–1077. Doi: 10.1007/bf01164715.
16. Kim D.G., Vershinina E.A., Sharutin V.V. Halocyclization of 1-Allyl-6(7)-methylquinolin-2(1H)-ones. *Russ. J. Org. Chem.* 2018, 54, 601–605. Doi: 10.1134/S1070428018040140.
17. Bartashevich E. V., Yushina I. D., Vershinina E. A., Slepukhin P. A., Kim D.G. Complex structure tri- and polyiodides of iodocyclization products of 2-allylthioquinoline. *J. Struct. Chem.* 2014, 55(1), 112–119. Doi: 10.1134/S0022476614010181.
18. Vershinina E.A., Kim D.G., Slepukhin P.A. Tandem reactions in the iodination of 2-(2-bromoallyl)thioquinoline. *Chem. Heterocycl. Comp.* 2011, 46(11), 1415–1417. Doi: 10.1007/s10593-011-0684-5.
19. Kim D.G., Vershinina E.A., Ezhikova M.A., Kodess M.I. Synthesis and iodination of 2-(alkenylsulfanyl)quinolines. *Russ. J. Org. Chem.* 2015, 51(9), 1313–1317. Doi: 10.1134/S1070428015090183.
20. Batalov V.I., Kim D.G., Slepukhin P.A. Heterocyclization of 8-(2-methyl-prop-2-enylsulfanyl)quinoline using electrophilic reagents. *Chem. Heterocycl. Comp.* 2013, 49(7), 1092–1096. Doi: 10.1007/s10593-013-1348-4.
21. Kim D.G., Vershinina E.A., Ovchinnikova I.G., Slepukhin P.A., Ezhikova M.A., Kodess M.I. Synthesis and halocyclization of 4-methylquinolin-2(1H)-one N- and O-methyl derivatives. *Chem. Heterocycl. Comp.* 2018, 54(10), 977–980. Doi: 10.1007/s10593-018-2374-z.
22. Kim D.G. Synthesis and halocyclization of 2-alkenylthioquinolines. *Chem. Heterocycl. Comp.* 2008, 44(11), 1355–1358.
23. Kut M.M., Onysko M.Y., Suikov S.Yu., Lendel V.G. Regioselectivity of Intramolecular Electrophilic Cyclization of 2-(Alkenylsulfanyl)thieno[2,3-d]pyrimidin-4(3H)-ones with *p*-Methoxyphenyl-tellurium Trichloride. *Russ. J. Org. Chem.* 2020, 56(10), 1711–1715. Doi: 10.1134/S1070428020100061.
24. <http://www.way2drug.com/>
25. Meth-Cohn O., Narine B., Tarnowski B. A versatile new synthesis of quinolines and related fused pyridines, Part 5. The synthesis of 2-chloroquinoline-3-carbaldehydes. *J. Chem. Soc., Perkin Trans.* 1981, 1, 1520–1530. Doi: 10.1039/P19810001520.
26. Onysko M.Yu., Svalyavin O.V., Lendel V.G. The investigation of condensation of 2-amino derivatives 3-quinolincarbaldehyde with active methylene components. *Sci. Bull. Uzhh. Univ. Ser. Chem.* 2005, 14, 156–159.
27. Reichel L., Kirschbaum E. Über aromatische Tellurverbindungen. (I. Mitteilung über Organometallverbindungen). *Ann. Chem.* 1936, 523, 211–223. Doi: 10.1002/jlac.19365230113.

TELLURO-INDUCED CYCLIZATION OF 2-ALLYLTHIOQUINOLINECARBALDEHYDE

Sabo T., Kut D., Kut M., Onysko M., Lendel V.

*Uzhhorod National University, Pidhirna St., 46, 88000 Uzhhorod, Ukraine
e-mail: kutmykola@ukr.net*

It is known that thiazolopyrimidines with an exocyclic aryl tellurium moiety exhibit antimalarial activity against the deadliest strain of *Plasmodium falciparum*. For expanding the number of potentially biologically active compounds with an exocyclic aryl tellurium moiety, a study of tellurium-induced heterocyclization of 2-allylthioquinoline-3-carbaldehyde with *p*-methoxyphenyltellurium trichloride was performed. The selection of this synthon is motivated by the fact that quinoline derivatives are used as drugs in the treatment of malaria.

The starting compound 2-allylthioquinoline-3-carbaldehyde contains several nucleophilic centers for passing tellurium-induced cyclization, namely the multiple bond of the allyl moiety and the endocyclic nitrogen atom of quinoline. Thus cyclization reaction can lead to the formation of both addition and cyclization products. The reaction of the allyl thioether with *p*-methoxyphenyltellurium trichloride was performed in glacial acetic acid and under stirring the reagents at room temperature for 8 hours. It was found that the tellurium-induced cyclization of 2-allylthioquinoline-3-carbaldehyde with *p*-methoxyphenyltellurium trichloride leads to the formation of angular thiazoloquinoline with an exocyclic aryltellurium fragment — 1-(dichloro(4-methoxyphenyl)-tellanyl)methyl)-4-formyl-1,2-dihydrothiazolo[3,2-*a*]quinolin-10-ium chloride. Based on the spectral data, it is proved that the reaction produces a complex of 1-(dichloro(4-methoxyphenyl)-tellanyl)methyl)-4-formyl-1,2-dihydrothiazolo[3,2-*a*]quinolin-10-ium chloride with *p*-methoxyphenyltellurium trichloride with composition 1: 1. It should be noted that the formation and composition of this complex does not depend on the ratio of starting reagents.

In order to evaluate the biological activity of 1-(dichloro(4-methoxyphenyl)-tellanyl)methyl)-4-formyl-1,2-dihydrothiazolo[3,2-*a*]quinolin-10-ium chloride, the theoretical bioscreening was performed using online resource Way2Drug. Analysis of the obtained bioactivity data showed the potential antioxidant, antibacterial and antiviral activity of exotellurofunctionalized thiazolo[3,2-*a*]quinoline-10-ium.

Keywords: 2-allylthioquinoline-3-carbaldehyde; *p*-methoxyphenyltellurium trichloride; electrophilic heterocyclization; annulation, thiazolo[3,2-*a*]quinolinium chloride.

References

1. Cipriano S.S., Maluf S.E.C., Kut M., Ferrara T.F., Azevedo M.F., Carmona A.K., Onysko M., Cunha R.L.O.R. Characterization of novel tellurium-functionalized fused heterocyclic systems with antimalarial activity in vitro. *Drug Discovery for Neglected Diseases International Congress. Buenos Aires, Argentina*. 2018, P. 195.
2. Maluf S.E.C., Melo P.M.S., Varotti F.P., Gazarinic M.L., Cunha R.L.O.R., Carmona A.K. Hypervalent organotellurium compounds as inhibitors of *P. falciparum* calcium-dependent cysteine proteases. *Parasitology*. 2016, 65(1), 20–22. Doi: 10.1016/j.parint.2015.09.006.
3. 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.
4. <https://go.drugbank.com/>
5. Prabhuswamy B., Ambekar S.Y. Synthesis of 3a,4-dihydro-8-substituted-3H-isoxazolo [c-4,3]thia-pyrano[5,6-3,2]quinolines. *Synth. Commun.* 1999, 29(20), 3477–3485. Doi: 10.1080/00397919908085980.
6. Ukrainets I.V., Bezv O.V., Mospanova E.V., Savchenkova L.V., Yankovich S.I. 4-Hydroxy-2-quinolones. 202*. Synthesis, chemical and biological properties of 4-hydroxy-6,7-dimethoxy-2-oxo- 1,2-dihydroquinoline-3-carboxylic acid alkylamides. *Chem. Heterocycl. Comp.* 2012, 48(2), 320–326. Doi: 10.1007/s10593-012-0992-4.
7. Kut M., Fizer M., Onysko M., Lendel V. Reactions of N-alkenyl Thioureas with *p*-alkoxyphenyltellurium Trichlorides. *J. Heterocycl. Chem.* 2018, 55, 2284–2290. Doi: 10.1002/jhet.3281.

8. Onysko M.Yu., Filak I.O., Lendel V.G. Halogenoheterocyclization of 2-(allylthio)-quinolin-3-carbaldehyde and 2-(propargylthio)-quinolin-3-carbaldehyde. *Heterocycl. Commun.* 2016, 22(5), 295–299. Doi: 10.1515/hc-2016-0141.
9. Ukrainets I.V., Yangyang L., Bereznyakova N.L., Turov A.V. 4-hydroxy-2-quinolones. 169*. synthesis and bromination of 1-allyl-3-(arylamino-methylene)quinoline-2,4-(1H,3H)-diones. *Chem. Heterocycl. Comp.* 2009 45, 1235–1240. Doi: 10.1007/s10593-010-0412-6.
10. Ukrainets I.V., Sidorenko L.V., Gorokhova O.V., Shishkina S.V., Turov A.V. 4-Hydroxy-2-quinolones. 118. Synthesis, structure, and chemical properties of 2-bromomethyl-5-oxo-1,2-dihydro-5H-oxazolo-[3,2-a]quinoline-4-carboxylic acid and its ethyl ester. *Chem. Heterocycl. Compd.* 2007, 43, 617–628. Doi: 10.1007/s10593-007-0096-8.
11. Ukrainets I.V., Bereznyakova N.L., Turov A.V. Slobodzian S.V. 4-Hydroxy-2-quinolinones 128. Bromination of N-allyl-4-hydroxy-2-oxo-1,2-dihydroquinolines and pyridines unsubstituted in position 3. *Chem. Heterocycl. Comp.* 2007, 43(9), 1159–1166. Doi: 10.1007/s10593-007-0178-7.
12. Ukrainets I.V., Bereznyakova N.L., Parshikov V.A., Turov A.V. 4-Hydroxy-2-quinolones 129. Synthesis and structure of 2-bromomethyl-4-carboxy-5-methyl-1,2-dihydrooxazolo-[3,2-a]quinolinium bromide. *Chem. Heterocycl. Comp.* 2007, 43(10), 1269–1274. Doi: 10.1007/s10593-007-0193-8.
13. Ukrainets I.V., Bereznyakova N.L., Gorokhova O.V., Turov A.V., Shishkina S.V. 4-hydroxy-2-quinolones. 124. Synthesis and structure of ethyl 2-bromomethyl-5-oxo-1,2,6,7,8,9-hexahydro-5H-oxazolo-[3,2-a]quinoline-4-carboxylate. *Chem. Heterocycl. Comp.* 2007, 43(8), 1001–1007. Doi: 10.1007/s10593-007-0156-0.
14. Vorob'ev D.V., Tikhonova Yu.V., Kim D.G., Belik A.V. Synthesis and heterocyclization of allyl derivatives of 8-aminoquinoline. *Chem. Heterocycl. Comp.* 1997, 33(6), 680–683. Doi: 10.1007/bf02291799.
15. Kim D.G., Sashin A.V., Kozlovskaya V.A., Andreeva I.N. Reaction of 2-allyloxy(thio)-4-methylquinolines with halogens. *Chem. Heterocycl. Comp.* 1996, 32(9), 1075–1077. Doi: 10.1007/bf01164715.
16. Kim D.G., Vershinina E.A., Sharutin V.V. Halocyclization of 1-Allyl-6(7)-methylquinolin-2(1H)-ones. *Russ. J. Org. Chem.* 2018, 54, 601–605. Doi: 10.1134/S1070428018040140.
17. Bartashevich E. V., Yushina I. D., Vershinina E. A., Slepukhin P. A., Kim D.G. Complex structure tri- and polyiodides of iodocyclization products of 2-allylthioquinoline. *J. Struct. Chem.* 2014, 55(1), 112–119. Doi: 10.1134/S0022476614010181.
18. Vershinina E.A., Kim D.G., Slepukhin P.A. Tandem reactions in the iodination of 2-(2-bromoallyl)thioquinoline. *Chem. Heterocycl. Comp.* 2011, 46(11), 1415–1417. Doi: 10.1007/s10593-011-0684-5.
19. Kim D.G., Vershinina E.A., Ezhikova M.A., Kodess M.I. Synthesis and iodination of 2-(alkenylsulfanyl)quinolines. *Russ. J. Org. Chem.* 2015, 51(9), 1313–1317. Doi: 10.1134/S1070428015090183.
20. Batalov V.I., Kim D.G., Slepukhin P.A. Heterocyclization of 8-(2-methyl-prop-2-enylsulfanyl)quinoline using electrophilic reagents. *Chem. Heterocycl. Comp.* 2013, 49(7), 1092–1096. Doi: 10.1007/s10593-013-1348-4.
21. Kim D.G., Vershinina E.A., Ovchinnikova I.G., Slepukhin P.A., Ezhikova M.A., Kodess M.I. Synthesis and halocyclization of 4-methylquinolin-2(1H)-one N- and O-methyl derivatives. *Chem. Heterocycl. Comp.* 2018, 54(10), 977–980. Doi: 10.1007/s10593-018-2374-z.
22. Kim D.G. Synthesis and halocyclization of 2-alkenylthioquinolines. *Chem. Heterocycl. Comp.* 2008, 44(11), 1355–1358.
23. Kut M.M., Onysko M.Y., Suikov S.Yu., Lendel V.G. Regioselectivity of Intramolecular Electrophilic Cyclization of 2-(Alkenylsulfanyl)thieno[2,3-d]pyrimidin-4(3H)-ones with *p*-Methoxyphenyltellurium Trichloride. *Russ. J. Org. Chem.* 2020, 56(10), 1711–1715. Doi: 10.1134/S1070428020100061.
24. <http://www.way2drug.com/>
25. Meth-Cohn O., Narine B., Tarnowski B. A versatile new synthesis of quinolines and related fused pyridines, Part 5. The synthesis of 2-chloroquinoline-3-carbaldehydes. *J. Chem. Soc., Perkin Trans.* 1981, 1, 1520–1530. Doi: 10.1039/P19810001520.
26. Onysko M.Yu., Svalyavin O.V., Lendel V.G. The investigation of condensation of 2-amino derivatives 3-quinolincarbaldehyde with active methylene components. *Sci. Bull. Uzhh. Univ. Ser. Chem.* 2005, 14, 156–159.
27. Reichel L., Kirschbaum E. Über aromatische Tellurverbindungen. (I. Mitteilung über Organometallverbindungen). *Ann. Chem.* 1936, 523, 211–223. Doi: 10.1002/jlac.19365230113.