

1 УДК 547.78+615.3

2

3 *Олександр ІВАНКІВ<sup>1</sup>, Михайло ДЮРДЯЙ<sup>1</sup>, Леся САЛІЄВА<sup>1</sup>, Наталія СЛИВКА<sup>1</sup>,*  
4 *Лариса МАРУШКО<sup>1</sup>, Михайло ВОВК<sup>2</sup>*

5 **СИНТЕЗ ТА АНТИОКСИДАНТНА АКТИВНІСТЬ 2-МЕТИЛ-5-**  
6 **ХЛОРО-2,3-ДИГІДРОІМІДАЗО[2,1-В][1,3]ТІАЗОЛ-6-**  
7 **КАРБАЛЬДЕГІДУ**

8 <sup>1</sup>*Волинський національний університет імені Лесі Українки,*  
9 *просп. Волі 13, 43025 Луцьк, Україна*  
10 *e-mail: salieva.lesia@vnu.edu.ua*

11 <sup>2</sup>*Інститут органічної хімії НАН України,*  
12 *вул. Академіка Кухаря 5, 02660 Київ, Україна*

13 *Праця присвячена синтезу 2-метил-5-хлоро-2,3-дигідроімідазо[2,1-в][1,3]тіазол-6-*  
14 *карбальдегіду та оцінці його антиоксидантного потенціалу. Для реалізації*  
15 *сформульованого завдання як субстрат був використаний синтетично доступний*  
16 *2-метил-2,3-дигідроімідазо[2,1-в][1,3]тіазол-5(6Н)-он, який вводили у реакцію*  
17 *Вільсмаєра-Хаака під час нагрівання з комплексом ДМФА/РОСІз. Склад та будова*  
18 *одержаного хлоральдегіду однозначно підтверджені комплексним фізико-хімічним*  
19 *аналізом, зокрема даними елементного аналізу, хроматомас-, ІЧ- та ЯМР-спектрів.*  
20 *Оцінку його антиоксидантної активності виконували за допомогою методу інгібу-*  
21 *вання радикалів 2,2-дифеніл-1-пікрілгідрозилу (DPPH). Експериментально*  
22 *підтверджено, що показник інгібування радикалів синтезованою сполукою за*  
23 *концентрації 5 мМ становить 54,1 %.*

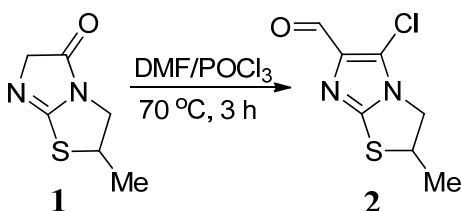
24 *Ключові слова:* 2-метил-2,3-дигідроімідазо[2,1-в][1,3]тіазол-5(6Н)-он, реакція  
25 *Вільсмаєра-Хаака, 2-метил-5-хлоро-2,3-дигідроімідазо[2,1-в][1,3]тіазол-6-кар-*  
26 *альдегід, аналіз DPPH, антиоксидантна активність.*

27 Одним із важливих напрямів сучасної медицини є антиоксидантна терапія  
28 захворювань, які пов'язані з окисним стресом [1]. Вільні радикали здатні окисню-  
29 вати будь-які сполуки і спричиняти пошкодження ендогенних та екзогенних  
30 речовин, у тім числі всіх типів біомолекул, порушують нормальні клітинні  
31 сигнальні механізми, руйнують запаси клітинної енергії, виснажують відновлю-  
32 вальні еквіваленти та приводять до загибелі клітин, індукуючи апоптоз [2–5]. Саме  
33 тому споживання природних і синтетичних антиоксидантів знижує ризик розвитку  
34 раку, неврологічних та серцево-судинних захворювань. Зокрема, синтетичні  
35 антиоксиданти завдяки кращій стабільності та меншій вартості знайшли широке  
36 практичне застосування [6, 7]. З огляду на це пошук і конструювання нових  
37 синтетичних сполук, що характеризуються антиоксидантною дією, є актуальним  
38 завданням.

39 Серед *N,S*-вмісних гетероциклів, що входять до складу важливих фармацевтич-  
40 них препаратів, особливою увагою дослідників користуються імідазо[2,1-  
41 *b*][1,3]тіазоли. Серед цього типу сполук був відкритий антигельмінтний та імуні-  
42 модулюючий препарат «Левімазол» [8], анксиолітичний агент WAY-181187 (SAX-  
43 187) [9], модулятор сиртуїну [10] та модулятори білка CXCR4, які специфічно  
44 націлені на мінорну кишеньку [11]. В ряду функціоналізованих похідних імід-  
45 азо[2,1-*b*]тіазолу знайдено сполуки з антимікробною [12], нейропротекторною  
46 [13], протираковою [14-17] активностями, а також інгібітори 15-ліпоксигенази [18]  
47 та індоламін-2,3-діоксигенази [19].

48 Варто також зазначити, що для низки функціоналізованих 1,3-тіазолів та їхніх  
49 конденсованих похідних, зокрема тіазоло[3,2-*b*][1,2,4]триазолів, виявлені виражені  
50 антиоксидантні властивості [20, 21]. Зважаючи на зазначене вище, предметом  
51 нашого дослідження став синтез та оцінка антиоксидантної активності нового  
52 представника функціоналізованих імідазо[2,1-*b*]тіазолів.

53 Наявність у структурі синтетично доступного 2-метил-2,3-дигідроімідазо[2,1-  
54 *b*][1,3]тіазол-5(6*H*)-ону **1** активованої метиленоюї групи робить її вельми привабли-  
55 вою для подальшої структурної модифікації фармакоформними угрупованнями  
56 та конструювання біологічно активних сполук. Знайдено, що сполука **1** вступає в  
57 реакцію Вільсмаера-Хаака під час нагрівання з комплексом ДМФА/ $\text{POCl}_3$  з  
58 утворенням 6-форміл-5-хлоропохідної **2** з виходом 25% (схема 1). Низька селек-  
59 тивність перебігу знайденої реакції, найвірогідніше, пов'язана з можливістю  
60 побічних процесів за участі метиленоюї і метиноюї груп тіазолідинового циклу.



61

62 **Схема 1.** Синтез 2-метил-5-хлоро-2,3-дигідроімідазо[2,1-*b*][1,3]тіазол-6-карбальдегіду **2**.

63

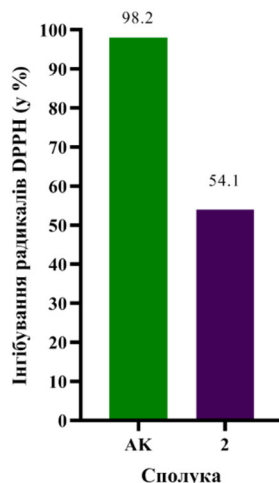
64

**Scheme 1.** Synthesis of 5-chloro-2-methyl-2,3-dihydroimidazo[2,1-*b*][1,3]thiazole-6-carbaldehyde **2**.

65 Склад і будова синтезованого хлороальдегіду підтверджені результатами  
66 елементного аналізу, хроматомас-, ІЧ- та ЯМР-спектрів. Зокрема, в ІЧ-спектрі міс-  
67 титься інтенсивна смуга поглинання валентних коливань групи  $\text{C}=\text{O}$  при  $1684 \text{ cm}^{-1}$ .  
68 Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  характеризується синглетом формільної групи при 9,72 м.ч., а  
69 сигнал відповідного атома карбону в спектрі ЯМР  $^{13}\text{C}$  прописується при 182,2 м.ч.  
70 Факт ароматизації імідазольного циклу підтверджується зміщенням сигналів  
71 атомів  $\text{C}^5$  та  $\text{C}^6$  в область 139,4 м.ч. та 123,2 м.ч., відповідно.

72 Для оцінки антиоксидантної активності синтезованого 2-метил-5-хлоро-2,3-  
73 дигідроімідазо[2,1-*b*][1,3]тіазол-6-карбальдегіду **2** було використано зручний  
74 експрес-метод інгібування радикалів 2,2-дифеніл-1-пікрілгідразилу (DPPH) [22].  
75 На початковому етапі досліджень експериментально продемонстровано, що 6-  
76 форміл-5-хлоропохідна **2** інгібує 54,1% утворених радикалів DPPH (рис. 1).

77



**Рис. 1.** Інгібування радикалів DPPH 2-метил-5-хлор-2,3-дигідроімідазо[2,1-*b*][1,3]-тіазол-6-карбальдегідом **2** за концентрації 5 мМ.

**Fig. 1.** The inhibition of DPPH radicals by the 5-chloro-2-methyl-2,3-dihydroimidazo[2,1-*b*][1,3]-thiazole-6-carbaldehyde **2** at 5 mM concentration.

Наступний етап дослідження – визначення  $IC_{50}$  для 6-форміл-5-хлоропохідної **2**. Значення  $IC_{50}$  відповідає концентрації зразка, який має здатність поглинути 50% вільних радикалів, присутніх у реакційній суміші. Для досліджень використовували серійні розведення вихідних розчинів метанолу в п'яти концентраціях (5,0, 2,25, 1,25, 0,625, 0,3125 мМ, вимірювання через 60 хв). Аналогічний експеримент також проводили для визначення значення  $IC_{50}$  аскорбінової кислоти. Результати скринінгу засвідчують, що досліджуваний 2-метил-5-хлор-2,3-дигідроімідазо[2,1-*b*][1,3]тіазол-6-карбальдегід **2** демонструє високий рівень інгібування радикалів DPPH, а дані  $IC_{50}$  становлять 1,669 мМ, тоді як для аскорбінової кислоти  $IC_{50} = 0,097$  мМ (рис. 2).

#### Експериментальна хімічна частина

$^1H$  і  $^{13}C$  спектри зареєстровані на приладі Bruker Vertex 70 в таблетках KBr. Спектри ЯМР  $^1H$  і  $^{13}C$  записані на спектрометрі Varian VXR-400 (400 і 126 МГц, відповідно) в імпульсному Фур'є-режимі в  $CDCl_3$ , внутрішній стандарт ТМС. Мас-спектри записані на приладі Agilent LC/MSD SL, колонка Zorbax SB-C18, 4,6×15 мм, 1,8 мкм (PN 82(c)75-932), розчинник  $DMSO-d_6$ , іонізація електророзпиленням за атмосферного тиску. Елементний аналіз виконаний на приладі PerkinElmer CH Analyzer серії 2400 в аналітичній лабораторії Інституту органічної хімії НАН України. Температури топлення усіх синтезованих речовин визначали на приладі з капілярною трубкою і не коригували.

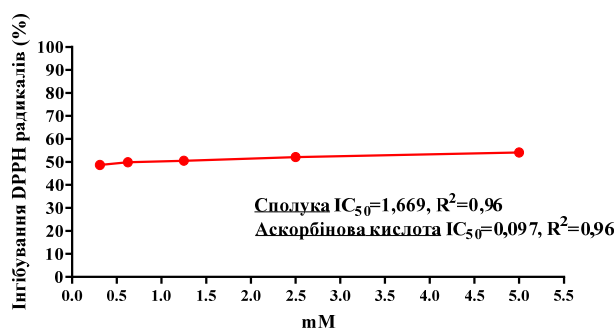


Рис. 2. Інгибування вільних радикалів DPPH за різних концентрацій і значення  $IC_{50}$  для сполуки 2.

Fig. 2. DPPH free radicals inhibition at different concentrations and  $IC_{50}$  values of compound 2.

105  
106  
107  
108  
109  
110

#### Синтез 2-метил-5-хлоро-2,3-дигідроімідазо[2,1-*b*][1,3]тіазол-6-карбальдегіду 2.

До розчину 1 г (6,4 ммоль) 2-метил-2,3-дигідроімідазо[2,1-*b*][1,3]тіазол-5(6*H*)-ону **1** в 2,49 мл (32 ммоль) сухого ДМФА під час охолодження додавали краплями 1,79 мл (19,2 ммоль)  $POCl_3$ . Суміш нагрівали за 70 °C протягом 3 год, охолоджували, виливали на лід, нейтралізували  $K_2CO_3$ , осад відфільтровували. Фільтрат екстрагували  $CHCl_3$ , сушили та упарювали до залишку, який перекристалізували з МТБЕ.

Вихід: 0,32 г (25%), т. топл. 115–116 °C. ІЧ спектр,  $\nu$ ,  $cm^{-1}$ : 1684 (C=O). Спектр ЯМР  $^1H$ ,  $CDCl_3$ ,  $\delta$ , м.ч. (КССВ, *J*, Гц): 1,63 д (3H,  $^3J = 6,4$ ,  $CH_3$ ), 3,79 д. д (1H,  $^2J = 11,2$ ,  $^3J = 7,2$ ,  $NCH_2$ ), 4,27 д. д (1H,  $^2J = 11,2$ ,  $^3J = 6,8$ ,  $NCH_2$ ), 4,46-4,55 м (1H, CH), 9,72 с (1H, CH=O). Спектр ЯМР  $^{13}C$ ,  $CDCl_3$ ,  $\delta$ , м.ч.: 20,5 ( $CH_3$ ), 47,7 ( $C^2$ ), 51,5 ( $C^3$ ), 123,2 ( $C^6$ ), 139,4 ( $C^5$ ), 150,6 ( $C^{7a}$ ), 182,2 (C=O). Мас-спектр, *m/z*: 203 [M+H]<sup>+</sup>. Знайдено, %: C 41,73; H 3,40; N 13,70.  $C_7H_7ClN_2OS$ . Вираховано, %: C 41,49; H 3,48; N 13,82.

124  
125  
126  
127  
128  
129  
130  
131  
132

**Дослідження антиоксидантної активності (аналіз DPPH).** Для оцінки антиоксидантної активності синтезованого 2-метил-5-хлоро-2,3-дигідроімідазо [2,1-*b*][1,3]-тіазол-6-карбальдегіду **2** використовували аналіз інгибування радикалів DPPH згідно з описаною методикою [22]. До метанольних розчинів досліджуваної сполуки та аскорбінової кислоти як еталону додавали по 1 мл розчину DPPH (8 мг/100 мл) та залишали за кімнатної температури в темному місці на 1 год. Величину поглинання визначали при 517 нм стосовно контролю за допомогою спектрофотометра UV-1800 (Shimadzu, Японія). Кожен зразок аналізували в трьох повторах. Відсоток інгибування розраховували щодо холостого зразка

133

$$I\% = \frac{(A_{\text{blank}} - (A_{\text{sample+DPPH}} - A_{\text{sample}}))}{A_{\text{blank}}} \cdot 100\% ,$$

134  
135  
136  
137

де  $A_{\text{blank}}$  – абсорбція контрольної реакції (охоплює всі реагенти, крім досліджуваних сполук);  $A_{\text{sample+DPPH}}$  – абсорбція досліджуваних сполук після 60 хв інкубації з розчином DPPH;  $A_{\text{sample}}$  – абсорбція досліджуваних сполук без розчину DPPH.

138  
139  
140  
141  
142  
143  
144  
145

### Висновки

Розроблено зручний метод біфункціоналізації імідазо[2,1-*b*][1,3]тіазольного ядра формільною групою та атомом галогену, що дало змогу отримати раніше невідомий 2-метил-5-хлоро-2,3-дигідроімідазо[2,1-*b*][1,3]тіазол-6-карбальдегід.

Проведений скринінг антиоксидантної активності синтезованої сполуки виявив, що її інгібуюча дія стосовно радикалів DPPH становить 54.1% та є цікавою для поглиблених фармакологічних досліджень і дизайну потенційних синтетичних антиоксидантів.

146

### ЛІТЕРАТУРА

147  
148  
149  
150  
151  
152  
153  
154  
155  
156  
157  
158  
159  
160  
161  
162  
163  
164  
165  
166  
167  
168  
169  
170  
171  
172  
173  
174  
175  
176  
177  
178  
179  
180  
181  
182  
183  
184

1. *Murphy M. P., Holmgren A., Larsson N. G., Halliwell B., Chang C. J., Kalyanaraman B., Rhee S. G., Thornalley P. J., Partridge L., Gems D., Nyström T., Belousov V., Schumacker P. T., Winterbourn C. C.* Unraveling the biological roles of reactive oxygen species. *Cell Metab.* 2011. Vol. 13(4). P. 361–366. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2011.03.010>.
2. *Đukić M., Ninković M., Jovanović M.* Oxidative stress: Clinical diagnostic significance. *J. Med. Biochem.* 2008. Vol. 27(4). P. 409–425. <https://doi.org/10.2478/v10011-008-0024-1>.
3. *Semchyshyn H. M.* Reactive carbonyl species in vivo: generation and dual biological effects. *Sci. World J.* 2014. Vol. 2014. P. 417842. <https://doi.org/10.1155/2014/417842>.
4. *Kagan V. E., Fabisiak J. P., Shvedova A. A., Tyurina Y. Y., Tyurin V. A., Schor N. F., Kawai K.* Oxidative signaling pathway for externalization of plasma membrane phosphatidylserine during apoptosis. *FEBS Letters.* 2000. Vol. 477. P. 1–7. [https://doi.org/10.1016/S0014-5793\(00\)01707-5](https://doi.org/10.1016/S0014-5793(00)01707-5).
5. *Djukic M. M., Jovanovic M. D., Ninkovic M., Stevanovic I., Ilic K., Curcic M., Vekic J.* Protective role of glutathione reductase in paraquat induced neurotoxicity. *Chem. Biol. Interact.* 2012. Vol. 199. P. 74–86. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2012.05.008>.
6. *Pokorný J.* Are natural antioxidants better – and safer – than synthetic antioxidants? *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 2007. Vol. 109(8). P. 883–883. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200700064>.
7. *Stoia M., Oancea S.* Low-molecular-weight synthetic antioxidants: classification, pharmacological profile, effectiveness and trends. *Antioxidants.* 2022. Vol. 11(4). P. 638. <https://doi.org/10.3390/antiox11040638>.
8. *Amarouch H., Loiseau P. R., Bacha C., Caujolle R., Payard M., Loiseau P. M., Bories C., Gayral P.* Imidazo[2,1-*b*]thiazoles: analogues of levamisole. *Eur. J. Med. Chem.* 1987. Vol. 22(5). P. 463–466. [https://doi.org/10.1016/0223-5234\(87\)90037-7](https://doi.org/10.1016/0223-5234(87)90037-7).
9. *Liu K. G., Robichaud A. J., Bernotas R. C., Yan Y., Lo J. R., Zhang M.-Y., Hughes Z. A., Huselton C., Zhang G. M., Zhang J. Y., Kowal D. M., Smith D. L., Schechter L. E., Comery T. A.* 5-Piperazinyl-3-sulfonylindazoles as potent and selective 5-hydroxytryptamine-6 antagonists. *J. Med. Chem.* 2010. Vol. 53(21). P. 7639–7646. <https://doi.org/10.1021/jm1007825>.
10. *Bemis J., Disch J. S., Jirousek M., Lunsmann W. J., Ng P. Y., Vu C. B.* Sirtuin modulating imidazothiazole compounds. Patent of US. WO 2008156866. Publ. 24.12.2008.
11. *Bekaddour Benatia N., Rodero M., Herbeu-Val J.-P., Pietrancosta N., Smith N.* Imidazoline derivatives as CXCR4 modulators. Patent of France. WO 2020201096. Publ. 08.10.2020.
12. *Shareef M. A., Sirisha K., Sayeed I. B., Khan I., Ganapathi T., Akbar S., Kumar C. G., Kamal A., Nagendra Babu B.* Synthesis of new triazole fused imidazo[2,1-*b*]thiazole hybrids with emphasis on *Staphylococcus aureus* virulence factors. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 2019. Vol. 29(19). P. 126621. <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2019.08.025>.
13. *Leoni A., Frosini M., Locatelli A., Micucci M., Carotenuto C., Durante M., Cosconati S., Budriesi R.* 4-Imidazo[2,1-*b*]thiazole-1,4-DHPs and neuroprotection: preliminary study in

- 185 hits searching. Eur. J. Med. Chem. 2019. Vol. 169. P. 89–102.  
186 <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2019.02.075>.
- 187 14. Baig M. F., Nayak V. L., Budaganaboyina P., Mullagiri K., Sunkari S., Gour J., Kamal A.  
188 Synthesis and biological evaluation of imidazo[2,1-*b*]thiazole-benzimidazole conjugates as  
189 microtubule-targeting agents. Bioorg. Chem. 2018. Vol. 77. P. 515–526.  
190 <https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2018.02.005>.
- 191 15. Nagireddy P. K. R., Kommalapati V. K., Krishna V. S., Sriram D., Tangutur A. D., Kantevari S.  
192 Imidazo[2,1-*b*]thiazole-coupled natural noscaphine derivatives was anticancer agents. ACS  
193 Omega. 2019. Vol. 21(4). P. 19382–19398. <https://doi.org/10.1021/acsomega.9b02789>.
- 194 16. Noha R. M., Abdelhameid M. K., Ismail M. M., Manal R. M., Salwa E. Design, synthesis and  
195 screening of benzimidazole containing compounds with methoxylated aryl radicals as  
196 cytotoxic molecules on (HCT-116) colon cancer cells. Eur. J. Med. Chem. 2020. Vol. 209.  
197 P. 112870. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2020.112870>.
- 198 17. Zhang Q., Zhao K., Jiao X., Zhang Y., Tang C. Synthesis and biological evaluation of  
199 diaryl urea derivatives as FLT3 inhibitors. Bioorg. Med. Chem. Lett. 2020. Vol. 30(23).  
200 P. 127525. <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2020.127525>.
- 201 18. Dianat S., Moghimi S., Mahdavi M., Nadri H., Moradi A., Firoozpour L., Emami S.,  
202 Mouradzadegan A., Shafiee A., Foroumadi A. Quinoline-based imidazole-fused heterocycles  
203 as new inhibitors of 15-lipoxygenase. J. Enzyme Inhib. Med. Chem. 2016. Vol. 31(3).  
204 P. 205–209. <https://doi.org/10.1080/14756366.2016.1206087>.
- 205 19. Serafini M., Torre E., Aprile S., Massarotti A., Fallarini S., Pirali T. Synthesis, docking and  
206 biological evaluation of a novel class of imidazothiazoles as IDO1 inhibitors. Molecules.  
207 2019. Vol. 24(10). P. 1874. <https://doi.org/10.3390/molecules24101874>.
- 208 20. Kasote D. M., Katyare S. S., Hegde M. V., Bae H. Significance of antioxidant potential of  
209 plants and its relevance to therapeutic applications. Int. J. Biol. Sci. 2015. Vol. 11(8).  
210 P. 982–991. <https://doi.org/10.7150%2Fijbs.12096>.
- 211 21. Djukic M., Fesatidou M., Xenikakis I., Geronikaki A., Angelova V. T., Savic V., Pasic M.,  
212 Krilovic B., Djukic D., Gobeljic B., Pavlica M., Djuric A., Stanojevic I., Vojvodic D., Saso L.  
213 In vitro antioxidant activity of thiazolidinone derivatives of 1,3-thiazole and 1,3,4-  
214 thiadiazole. Chem. Biol. Interact. 2018. Vol. 286. P. 119–131.  
215 <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2018.03.013>.
- 216 22. Brand-Williams W., Cuvelier M. E., Berset C. Use of a free radical method to evaluate  
217 antioxidant activity. LWT – Food Science and Technology. 1995. Vol. 28(1). P. 25–30.  
218 [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5).

219

## SUMMARY

220

Olexandr IVANKIV<sup>1</sup>, Mykhailo DIURDIAI<sup>1</sup>, Lesya SALIYEVA<sup>1</sup>, Nataliia SLYVKA<sup>1</sup>,  
Larysa MARUSHKO<sup>1</sup>, Mykhailo VOVK<sup>2</sup>

221

222

SYNTHESIS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF 5-CHLORO-2-METHYL-2,3-  
DIHYDROIMIDAZO[2,1-*b*][1,3]THIAZOLE-6-CARBALDEHYDE

223

224

<sup>1</sup>Lesya Ukrainka Volyn National University  
13, Voli Ave., Lutsk 43025, Ukraine  
e-mail: slivka.natalia@vnu.edu.ua

225

226

227

<sup>2</sup>Institute of Organic Chemistry of the NAS of Ukraine,  
5, Akademika Kukharia Str., 02660 Kyiv, Ukraine

228

229 Imidazothiazoles annelated to the *b* face have been of particular interest to researchers in recent decades  
230 due to their powerful medical and biological potential. Antioxidant therapy of diseases associated with  
231 oxidative stress is one of the important areas of modern medicine. That is why this work is devoted to the  
232 synthesis of 2-methyl-5-chloro-2,3-dihydroimidazo[2,1-*b*][1,3]thiazole-6-carbaldehyde and the evaluation of  
233 its antioxidant potential. Synthetically available 2-methyl-2,3-dihydroimidazo[2,1-*b*][1,3]thiazol-5(6*H*)-one  
234 was used as a substrate. The presence of an activated methylene group in its structure makes it very attractive  
235 for further structural modification by pharmacofom groups and construction of biologically active compounds.  
236 It was found that 2-methylimidazothiazole undergoes a Vilsmeier-Haack reaction during heating with a  
237 DMF/POCl<sub>3</sub> complex to form a 6-formyl-5-chloro derivative with a yield of 25%. The composition and  
238 structure of this chloraldehyde synthesized for the first time was unambiguously confirmed by a set of  
239 physicochemical analysis, including elemental analysis, chromato-mass, IR and NMR spectra. Specifically, IR  
240 spectrum contains an intense absorption band of valence vibrations of the C=O group at 1684 cm<sup>-1</sup>. The <sup>1</sup>H  
241 NMR spectrum is characterized by a formyl group singlet at 9.72 ppm, and the signal of the corresponding  
242 carbon atom in the <sup>13</sup>C NMR spectrum is recorded at 182.2 ppm. The fact of aromatization of the imidazole  
243 ring is confirmed by the shift of the signals of C<sup>5</sup> and C<sup>6</sup> atoms to the region of 139.4 ppm and 123.2 ppm,  
244 respectively. The antioxidant activity was assessed using the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical  
245 inhibition method. Initially, it was experimentally confirmed that the rate of inhibition of radicals by the  
246 synthesized compound at a concentration of 5 mM is 54.1%. The next stage of the study showed that the IC<sub>50</sub>  
247 data is 1.669 mM, vs IC<sub>50</sub> = 0.097 mM for ascorbic acid. Therefore, 2-methyl-5-chloro-2,3-  
248 dihydroimidazo[2,1-*b*][1,3]thiazole-6-carbaldehyde is of interest for advanced pharmacological studies and  
249 design of promising synthetic antioxidants.

250 *Keywords:* 2-methyl-2,3-dihydroimidazo[2,1-*b*][1,3]thiazol-5(6*H*)-one, Wilsmeier-Haack reaction, 5-  
251 chloro-2-methyl-2,3-dihydroimidazo[2,1-*b*][1,3]thiazole-6-carbaldehyde, DPPH assay, antioxidant activity.  
252

253  
254  
255  
256  
257  
258  
259  
260  
261

Стаття надійшла: 30.04.2024.  
Після доопрацювання: 15.06.2024.  
Прийнята до друку: 04.10.2024.