

Синтез 2*H*-[1,2]оксазино[3,4-*c*]хинолин-2,5(6*H*)-дионов из 6-оксо-6*H*-1,2-оксазин-3-карбоксилатов

Эльвира Р. Зайцева¹, Дмитрий С. Иванов¹, Александр Ю. Смирнов^{1,2,3*},
Надежда С. Балеева^{1,2}, Михаил С. Баранов^{1,2}

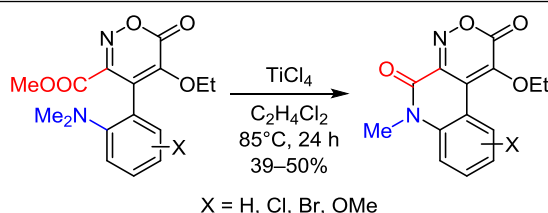
¹ Институт биоорганической химии им. академиков М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова РАН,
ул. Миклухо-Маклая, 16/10, Москва 117997, Россия

² Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова,
ул. Островитянова, 1, Москва 117997, Россия; e-mail: alexmsu@yandex.ru

³ Сколковский институт науки и технологий,
Большой бул., д. 30, стр. 1, Москва 121205, Россия

Поступило 23.01.2023

Принято после доработки 17.02.2023



Разработана методика синтеза 6-метил-1-этоксидионов 2*H*-[1,2]оксазино[3,4-*c*]хинолин-2,5(6*H*)-дионов из метил 4-[2-(диметиламино)-фенил]-6-оксо-5-этоксидионов 6*H*-1,2-оксазин-3-карбоксилатов под действием тетрахлорида титана в инертной атмосфере. Данное взаимодействие является редким примером деметилирования с последующей циклизацией, все вещества получены впервые.

Ключевые слова: оксазинохинолины, оксооксазины, тетрахлорид титана, аминирование, циклизация.

Азотсодержащие гетероциклы играют важнейшую роль в медицинской химии. Особое место среди них занимают хинолины,¹ среди которых есть антибиотики,^{2,3} психоактивные препараты,⁴⁻⁶ противовоспалительные^{7,8} и противоопухолевые⁹ средства, а также многие другие биологически активные вещества¹⁰⁻¹⁴ (рис. 1). Поэтому разработка новых подходов к синтезу соединений данного класса остается важной задачей синтетической химии.

Ранее мы выяснили, что при обработке некоторых 2-диметиламиноарилденазолонов (в частности, бензилдентиазолидин-2,4-диона) TiCl₄ происходит их деметилирование с последующей циклизацией с образованием

хинолонового цикла (схема 1).¹⁵ При этом более ожидаемая для таких соединений реакция [1,5]-гидридного сдвига с последующей циклизацией^{16,17} не протекает вовсе. Обычно реакции *N*-деметилирования требуют специфических условий для третичных аминов – наличия металлоорганических катализаторов,^{18,19} ферментов²⁰ либо облучения в специальных условиях.²¹ Реакции *N*-деметилирования с последующей циклизацией встречаются в литературе очень редко.²²

В данной работе мы решили выяснить, могут ли вступать в подобную реакцию соединения, содержащие в качестве своей основы полученные нами ранее 6-оксо-5-этоксидионов 1,2-оксазин-3-карбоксилаты,^{23,24} если

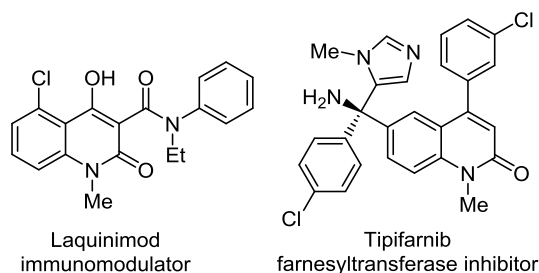
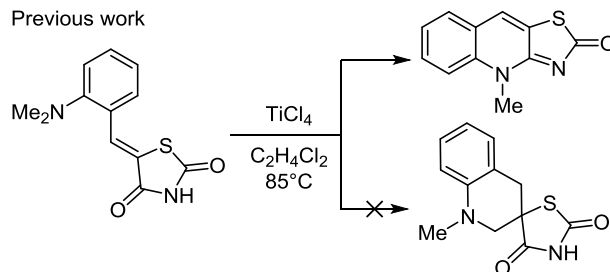


Рисунок 1. Биологически активные хинолины.

Схема 1

Previous work



5600+ ф. AB Sciex, ионизация электрораспылением. Температуры плавления определены на приборе SMP 30. Для хроматографии использован силикагель Merck Kieselgel 60.

Реагенты фирмы Acros Organics применены без дополнительной очистки, для проведения реакций использованы свежеперегранные растворители. Для синтеза соединений **1a–f** использованы замещенные 2-диметиламинобензальдегиды, полученные нами в ходе предыдущей работы.¹⁵

Синтез соединений 1a–f (общая методика). К раствору 3 ммоль соответствующего 2-диметиламинобензальдегида и 548 мг (7.5 ммоль) диэтиламина в 10 мл MeOH добавляют 785 мг (6.6 ммоль) метилнитроацетата. Полученный раствор перемешивают в течение 7 сут, упаривают до объема 2–3 мл, добавляют 20 мл Et₂O и полученную смесь выдерживают в холодильнике в течение 12 ч при +2°C. Осадок отфильтровывают, растворяют в 50 мл CH₂Cl₂ и промывают 1% раствором HCl (3 × 20 мл). Органический слой сушат над безводным Na₂SO₄ и упаривают. Остаток растворяют в 20 мл CH₂Cl₂. К полученному раствору добавляют 684 мг (3.6 ммоль) Et₃O·BF₄, 606 мг (6 ммоль) NEt₃ и перемешивают в течение 12 ч. К полученной смеси добавляют 100 мл EtOAc, раствор последовательно промывают насыщенными растворами NaHCO₃ (1 × 30 мл) и KCl (2 × 30 мл), сушат над безводным Na₂SO₄ и упаривают насухо. Остаток очищают методом флеш-хроматографии (элюент гексан–EtOAc, 10:1).

Метил-4-[2-(диметиламино)фенил]-6-оксо-5-этокси-6H-1,2-оксазин-3-карбоксилат (1a). Выход 562 мг (59%), желтый порошок, т. пл. 104–106°C. Спектр ЯМР ¹H (700 МГц), δ, м. д. (J, Гц): 1.18 (3H, т, J = 7.1, CH₃); 2.46 (6H, с, 2CH₃); 3.67 (3H, с, OCH₃); 4.39 (1H, д, к, J = 9.9, J = 7.1, CH₂); 4.46 (1H, д, к, J = 10.1, J = 7.0, CH₂); 7.09–7.15 (2H, м, H Ar); 7.34–7.40 (2H, м, H Ar). Спектр ЯМР ¹³C (75 МГц), δ, м. д.: 15.4; 43.2; 52.7; 69.1; 118.8; 122.5; 123.4; 125.0; 130.5; 131.2; 146.1; 151.0; 151.4; 160.6; 161.1. Найдено, m/z: 319.1285 [M+H]⁺. C₁₆H₁₉N₂O₅. Вычислено, m/z: 319.1288.

Метил-6-оксо-4-[4-хлор-2-(диметиламино)фенил]-5-этокси-6H-1,2-оксазин-3-карбоксилат (1b). Выход 579 мг (55%), желтый порошок, т. пл. 108–110°C. Спектр ЯМР ¹H (700 МГц), δ, м. д. (J, Гц): 1.19 (3H, т, J = 7.1, CH₃); 2.48 (6H, с, 2CH₃); 3.71 (3H, с, OCH₃); 4.42 (1H, д, к, J = 10.0, J = 7.1, CH₂); 4.50 (1H, д, к, J = 10.0, J = 7.1, CH₂); 7.12 (1H, д, J = 2.1, H Ar); 7.17 (1H, д, д, J = 8.4, J = 2.1, H Ar); 7.36 (1H, д, J = 8.4, H Ar). Спектр ЯМР ¹³C (176 МГц), δ, м. д.: 15.3; 42.8; 52.8; 69.2; 118.9; 121.9; 122.1; 123.5; 132.6; 134.7; 146.2; 150.9; 152.5; 160.6; 160.8. Найдено, m/z: 353.0893 [M+H]⁺. C₁₆H₁₈ClN₂O₅. Вычислено, m/z: 353.0899.

Метил-6-оксо-4-[5-хлор-2-(диметиламино)фенил]-5-этокси-6H-1,2-оксазин-3-карбоксилат (1c). Выход 495 мг (47%), желтый порошок, т. пл. 150–152°C. Спектр ЯМР ¹H (700 МГц), δ, м. д. (J, Гц): 1.20 (3H, т, J = 7.1, CH₃); 2.46 (6H, с, 2CH₃); 3.70 (3H, с, OCH₃); 4.46 (1H, д, к, J = 10.1, J = 7.1, CH₂); 4.53 (1H, д, к, J = 9.9, J = 7.1, CH₂); 7.12 (1H, д, J = 8.6, H Ar); 7.40 (1H, д, J = 2.5, H Ar); 7.40–7.44 (1H, м, H Ar). Спектр ЯМР ¹³C (75 МГц), δ, м. д.: 15.4; 43.1; 52.9; 69.5; 120.7; 122.8; 125.1; 126.1; 130.0; 130.6;

146.5; 150.1; 150.8; 160.6; 160.9. Найдено, m/z: 353.0895 [M+H]⁺. C₁₆H₁₈ClN₂O₅. Вычислено, m/z: 353.0899.

Метил-4-[4-бром-2-(диметиламино)фенил]-6-оксо-5-этокси-6H-1,2-оксазин-3-карбоксилат (1d). Выход 630 мг (53%), желтый порошок, т. пл. 139–141°C. Спектр ЯМР ¹H (700 МГц), δ, м. д. (J, Гц): 1.19 (3H, т, J = 7.1, CH₃); 2.48 (6H, с, 2CH₃); 3.71 (3H, с, OCH₃); 4.42 (1H, д, к, J = 10.1, J = 7.1, CH₂); 4.49 (1H, д, к, J = 10.1, J = 7.1, CH₂); 7.24 (1H, д, J = 1.7, H Ar); 7.27–7.33 (2H, м, H Ar). Спектр ЯМР ¹³C (75 МГц), δ, м. д.: 15.4; 42.9; 52.9; 69.3; 121.9; 122.4; 123.4; 123.5; 125.2; 132.9; 146.3; 150.8; 152.6; 160.7; 160.9. Найдено, m/z: 397.0391 [M+H]⁺. C₁₆H₁₈BrN₂O₅. Вычислено, m/z: 397.0394.

Метил-4-[5-бром-2-(диметиламино)фенил]-6-оксо-5-этокси-6H-1,2-оксазин-3-карбоксилат (1e). Выход 727 мг (61%), желтый порошок, т. пл. 153–155°C. Спектр ЯМР ¹H (700 МГц), δ, м. д. (J, Гц): 1.21 (3H, т, J = 7.1, CH₃); 2.46 (6H, с, 2CH₃); 3.70 (3H, с, OCH₃); 4.45 (1H, д, к, J = 10.1, J = 7.1, CH₂); 4.54 (1H, д, к, J = 10.1, J = 7.1, CH₂); 7.06 (1H, д, J = 8.6, H Ar); 7.51–7.55 (2H, м, H Ar). Спектр ЯМР ¹³C (176 МГц), δ, м. д.: 15.3; 42.9; 52.7; 69.4; 113.8; 120.9; 122.8; 125.3; 132.8; 133.3; 146.4; 150.5; 150.7; 160.5; 160.8. Найдено, m/z: 397.0388 [M+H]⁺. C₁₆H₁₈BrN₂O₅. Вычислено, m/z: 397.0394.

Метил-4-[2-(диметиламино)-4-метоксифенил]-6-оксо-5-этокси-6H-1,2-оксазин-3-карбоксилат (1f). Выход 677 мг (65%), желтый порошок, т. пл. 102–104°C. Спектр ЯМР ¹H (700 МГц), δ, м. д. (J, Гц): 1.19 (3H, т, J = 7.1, CH₃); 2.46 (6H, с, 2CH₃); 3.69 (3H, с, OCH₃); 3.80 (3H, с, OCH₃); 4.36 (1H, д, к, J = 10.1, J = 7.0, CH₂); 4.42 (1H, д, к, J = 9.9, J = 7.0, CH₂); 6.60 (1H, д, J = 2.5, H Ar); 6.70 (1H, д, д, J = 8.5, J = 2.4, H Ar); 7.29 (1H, д, J = 8.6, H Ar). Спектр ЯМР ¹³C (176 МГц), δ, м. д.: 15.3; 42.9; 52.6; 55.1; 68.8; 104.8; 107.6; 115.2; 125.1; 132.3; 145.5; 151.6; 152.6; 160.6; 161.0; 161.1. Найдено, m/z: 349.1391 [M+H]⁺. C₁₇H₂₁BrN₂O₆. Вычислено, m/z: 349.1394.

Синтез соединений 2a–f (общая методика). В атмосфере аргона к раствору 5 мл сухого C₂H₄Cl₂ в 0.5 ммоль соединения **1a–f** прикапывают при перемешивании в течение 5 мин раствор 143 мг (0.75 ммоль) TiCl₄ в 1 мл сухого C₂H₄Cl₂. Полученный раствор перемешивают при 85°C в течение 24 ч. Реакционную смесь охлаждают до 25°C, добавляют 50 мл 3% раствора NaHCO₃ и полученную смесь экстрагируют EtOAc (3 × 50 мл). Объединенные органические фазы промывают насыщенным раствором NaCl (3 × 50 мл), сушат над безводным Na₂SO₄ и упаривают насухо. Остаток очищают методом колоночной хроматографии, элюент EtOAc.

6-Метил-1-этокси-2H-[1,2]оксазино[3,4-с]хинолин-2,5(6H)-дион (2a). Выход 65 мг (48%), желтый порошок, т. пл. 187–189°C. Спектр ЯМР ¹H (700 МГц, CDCl₃), δ, м. д. (J, Гц): 1.56 (3H, т, J = 7.3, CH₃); 3.68 (3H, с, CH₃); 4.89 (2H, к, J = 7.1, CH₂); 7.28–7.31 (2H, м, H Ar); 7.60 (1H, т, д, J = 7.9, J = 1.4, H Ar); 8.92 (1H, д, д, J = 8.6, J = 1.5, H Ar). Спектр ЯМР ¹³C (176 МГц, CDCl₃), δ, м. д.: 16.0; 30.6; 71.0; 114.8; 115.3; 117.7; 123.9; 130.5; 132.5; 138.0; 144.3; 145.2; 155.6; 161.4. Найдено, m/z: 273.0871 [M+H]⁺. C₁₄H₁₃N₂O₄. Вычислено, m/z: 273.0870.

6-Метил-8-хлор-1-этокси-2H-[1,2]оксазино[3,4-с]хинолин-2,5(6H)-дион (2b). Выход 63 мг (41%), корич-

невый порошок, т. пл. 215–217°C. Спектр ЯМР ^1H (700 МГц), δ , м. д. (J , Гц): 1.44 (3H, т, $J = 7.1$, CH_3); 3.55 (3H, с, CH_3); 4.72 (2H, к, $J = 7.1$, CH_2); 7.40 (1H, д, д, $J = 8.8$, $J = 2.1$, H Ar); 7.53 (1H, д, $J = 2.1$, H Ar); 8.81 (1H, д, $J = 8.8$, H Ar). Спектр ЯМР ^{13}C (201 МГц), δ , м. д.: 15.7; 30.3; 70.4; 113.4; 115.8; 123.2; 130.9; 136.6; 139.2; 144.3; 145.2; 154.9; 161.3. Найдено, m/z : 307.0483 $[\text{M}+\text{H}]^+$. $\text{C}_{14}\text{H}_{12}\text{ClN}_2\text{O}_4$. Вычислено, m/z : 307.0480.

6-Метил-9-хлор-1-этокси-2H-[1,2]оксазино[3,4-с]-хинолин-2,5(6H)-дион (2c). Выход 60 мг (39%), коричневый порошок, т. пл. 173–175°C. Спектр ЯМР ^1H (700 МГц), δ , м. д. (J , Гц): 1.47 (3H, т, $J = 7.1$, CH_3); 3.54 (3H, с, CH_3); 4.78 (2H, к, $J = 7.1$, CH_2); 7.49 (1H, д, $J = 9.2$, H Ar); 7.70 (1H, д, д, $J = 9.0$, $J = 2.3$, H Ar); 8.82 (1H, д, $J = 2.5$, H Ar). Спектр ЯМР ^{13}C (201 МГц), δ , м. д.: 15.7; 30.3; 70.8; 116.0; 116.5; 117.8; 127.2; 128.4; 131.5; 136.8; 144.9; 145.1; 154.7; 161.2. Найдено, m/z : 307.0483 $[\text{M}+\text{H}]^+$. $\text{C}_{14}\text{H}_{12}\text{ClN}_2\text{O}_4$. Вычислено, m/z : 307.0480.

8-Бром-6-метил-1-этокси-2H-[1,2]оксазино[3,4-с]-хинолин-2,5(6H)-дион (2d). Выход 74 мг (43%), желтый порошок, т. пл. 199–201°C. Спектр ЯМР ^1H (700 МГц), δ , м. д. (J , Гц): 1.44 (3H, т, $J = 7.1$, CH_3); 3.54 (3H, с, CH_3); 4.72 (2H, к, $J = 7.1$, CH_2); 7.53 (1H, д, д, $J = 8.9$, $J = 2.0$, H Ar); 7.64 (1H, д, $J = 1.9$, H Ar); 8.72 (1H, д, $J = 8.8$, H Ar). Спектр ЯМР ^{13}C (75 МГц), δ , м. д.: 15.8; 30.4; 70.5; 113.8; 117.5; 118.7; 125.5; 126.3; 131.0; 139.2; 144.5; 145.2; 155.0; 161.4. Найдено, m/z : 350.9979 $[\text{M}+\text{H}]^+$. $\text{C}_{14}\text{H}_{12}\text{BrN}_2\text{O}_4$. Вычислено, m/z : 350.9975.

9-Бром-6-метил-1-этокси-2H-[1,2]оксазино[3,4-с]-хинолин-2,5(6H)-дион (2e). Выход 82 мг (47%), желтый порошок, т. пл. 203–208°C. Спектр ЯМР ^1H (700 МГц), δ , м. д. (J , Гц): 1.47 (3H, т, $J = 7.1$, CH_3); 3.53 (3H, с, CH_3); 4.77 (2H, к, $J = 7.1$, CH_2); 7.43 (1H, д, $J = 9.0$, H Ar); 7.81 (1H, д, д, $J = 9.0$, $J = 2.3$, H Ar); 8.97 (1H, д, $J = 2.3$, H Ar). Спектр ЯМР ^{13}C (201 МГц), δ , м. д.: 15.6; 30.3; 70.8; 115.1; 116.3; 118.1; 131.3; 134.4; 137.1; 144.9; 145.1; 154.7; 161.1. Найдено, m/z : 350.9976 $[\text{M}+\text{H}]^+$. $\text{C}_{14}\text{H}_{12}\text{BrN}_2\text{O}_4$. Вычислено, m/z : 350.9975.

6-Метил-8-метокси-1-этокси-2H-[1,2]оксазино[3,4-с]-хинолин-2,5(6H)-дион (2f). Выход 75 мг (50%), белый порошок, т. пл. 201–203°C. Спектр ЯМР ^1H (700 МГц), δ , м. д. (J , Гц): 1.42 (3H, т, $J = 7.1$, CH_3); 3.54 (3H, с, CH_3); 3.92 (3H, с, OCH_3); 4.63 (2H, к, $J = 7.1$, CH_2); 6.92 (1H, д, $J = 2.7$, H Ar); 6.96 (1H, д, д, $J = 9.1$, $J = 2.6$, H Ar); 8.79 (1H, д, $J = 9.2$, H Ar). Спектр ЯМР ^{13}C (176 МГц), δ , м. д.: 15.6; 30.1; 55.7; 69.6; 101.8; 107.1; 109.1; 118.7; 131.5; 139.8; 142.0; 145.2; 155.0; 161.5; 162.2. Найдено, m/z : 303.0978 $[\text{M}+\text{H}]^+$. $\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{N}_2\text{O}_5$. Вычислено, m/z : 303.0975.

Файл сопроводительных материалов, содержащий спектры ЯМР ^1H , ^{13}C и масс-спектры высокого разрешения всех синтезированных соединений, а также спектры ^1H - ^{13}C HSQC и ^1H - ^{13}C HMBC соединения **2a**, доступен на сайте журнала <http://hgs.osi.lv>.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ (проект № 20-73-10195).

Список литературы

- Shiro, T.; Fukaya, T.; Tobe, M. *Eur. J. Med. Chem.* **2015**, *97*, 397.
- Manvar, A.; Bavishi, A.; Radadiya, A.; Patel, J.; Vora, V.; Dodia, N.; Rawal, K.; Shah, A. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* **2011**, *21*, 4728.
- Haemers, A.; Leysen, D. C.; Bollaert, W.; Zhang, M. Q.; Pattyn, S. R. *Antimicrob. Agents Chemother.* **1990**, *34*, 496.
- Thomas, R. L.; Langmead, C. J.; Wood, M. D.; Challiss, R. A. J. *J. Pharmacol. Exp. Ther.* **2009**, *331*, 1086.
- Gibbons, A.; Dean, B. *Curr. Pharm. Des.* **2016**, *22*, 2124.
- Frampton, J. E. *Drugs* **2017**, *77*, 2049.
- Coskun, M.; Vermeire, S.; Nielsen, O. H. *Trends Pharmacol. Sci.* **2017**, *38*, 127.
- Olivera, P.; Danese, S.; Peyrin-Biroulet, L. *Gut* **2017**, *66*, 199.
- Brnardic, E. J.; Garbaccio, R. M.; Fraley, M. E.; Tasber, E. S.; Steen, J. T.; Arrington, K. L.; Dudkin, V. Y.; Hartman, G. D.; Stirdivant, S. M.; Drakas, B. A.; Rickert, K.; Walsh, E. S.; Hamilton, K.; Buser, C. A.; Hardwick, J.; Tao, W.; Beck, S. C.; Mao, X.; Lobell, R. B.; Sepp-Lorenzino, L.; Yan, Y.; Ikuta, M.; Munshi, S. K.; Kuo, L. C.; Kreatsoulas, C. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* **2007**, *17*, 5989.
- Sun, Y.; Han, J.; Wang, Z.; Li, X.; Sun, Y.; Hu, Z. *Front. Pharmacol.* **2021**, *11*, 621093. DOI 10.3389/fphar.2020.621093.
- Staun-Ram, E.; Miller, A. *Clin. Immunol.* **2017**, *184*, 11.
- Kumar, S.; Singh, R. K.; Patial, B.; Goyal, S.; Bhardwaj, T. R. *J. Enzyme Inhib. Med. Chem.* **2016**, *31*, 173.
- Norman, B. H.; Lander, P. A.; Gruber, J. M.; Kroin, J. S.; Cohen, J. D.; Jungheim, L. N.; Starling, J. J.; Law, K. L.; Self, T. D.; Tabas, L. B.; Williams, D. C.; Paul, D. C.; Dantzig, A. H. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* **2005**, *15*, 5526.
- Potapov, A. Yu.; Paponov, B. V.; Podoplelova, N. A.; Panteleev, M. A.; Polikarchuk, V. A.; Ledenyova, I. V.; Stolpovskaya, N. V.; Kryl'skii, D. V.; Shikhaliev, Kh. S. *Russ. Chem. Bull.* **2021**, *70*, 492.
- Zaitseva, E. R.; Ivanov, D. S.; Sokolov, A. I.; Mikhaylov, A. A.; Baleeva, N. S.; Korlyukov, A. A.; Myasnyanko, I. N.; Smirnov, A. Y.; Baranov, M. S. *ChemistrySelect* **2022**, *7*, e202203294.
- Zaitseva, E. R.; Smirnov, A. Yu.; Myasnyanko, I. N.; Mineev, K. S.; Sokolov, A. I.; Volkhina, T. N.; Mikhaylov, A. A.; Baleeva, N. S.; Baranov, M. S. *New J. Chem.* **2021**, *45*, 1805.
- Zaitseva, E. R.; Smirnov, A. Yu.; Baleeva, N. S.; Baranov, M. S. *Chem. Heterocycl. Compd.* **2021**, *57*, 695.
- Maiti, D.; Narducci Sarjeant, A. A.; Karlin, K. D. *J. Am. Chem. Soc.* **2007**, *129*, 6720.
- Comba, P.; Kuwata, S.; Linti, G.; Pritzkow, H.; Tarnai, M.; Wadepohl, H. *Chem. Commun.* **2006**, 2074.
- Kedderis, G. L.; Hollenberg, P. F. *Arch. Biochem. Biophys.* **1984**, *233*, 315.
- Ripper, J. A.; Tiekink, E. R. T.; Scammells, P. J. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* **2001**, *11*, 443.
- Shirokova, V. V.; Ikonnikova, V. A.; Solyev, P. N.; Lushpa, V. A.; Korlyukov, A. A.; Volodin, A. D.; Baleeva, N. S.; Baranov, M. S.; Mikhaylov, A. A. *Synthesis* **2021**, 4689.
- Baranov, M. S.; Yampolsky, I. V. *Tetrahedron Lett.* **2013**, *54*, 628.
- Smirnov, A. Yu.; Zaitseva, E. R.; Belozerovala, O. A.; Alekseyev, R. S.; Baleeva, N. S.; Zagudaylova, M. B.; Mikhaylov, A. A.; Baranov, M. S. *J. Org. Chem.* **2019**, *84*, 15417.
- Zaitseva, E. R.; Smirnov, A. Yu.; Baleeva, N. S.; Baranov, M. S. *Chem. Heterocycl. Compd.* **2019**, *55*, 676.
- Nizovtsev, A. V.; Sokolov, A. I.; Smirnov, A. Yu.; Mikhaylov, A. A.; Myasnyanko, I. N.; Belozerovala, O. A.; Baleeva, N. S.; Usmanova, L.; Baranov, M. S. *ChemistrySelect* **2021**, *6*, 8938.
- Leggio, A.; Comandè, A.; Belsito, E. L.; Greco, M.; Lo Feudo, L.; Liguori, A. *Org. Biomol. Chem.* **2018**, *16*, 5677.
- Shono, T.; Matsumura, Y.; Inoue, K.; Ohmizu, H.; Kashimura, S. *J. Am. Chem. Soc.* **1982**, *104*, 5753.