

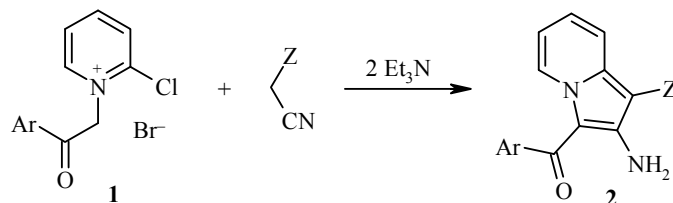
Н. М. Твердохлеб¹, Г. Е. Хорошилов^{1*}

**ПОЭТАПНЫЙ СИНТЕЗ 2-АМИНО-3-ВИНИЛИНДОЛИЗИНОВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СМЕСИ ГАЛОГЕНИДОВ
N-АЛЛИЛ-2-ГАЛОГЕНПИРИДИНИЯ И СН-КИСЛОТ –
ПРОИЗВОДНЫХ АЦЕТОНИТРИЛА**

Галогениды *N*-аллил-2-бром(хлор)пиридиния реагируют с малондинитрилом и тиазолилзамещёнными ацетонитрилами в присутствии двукратного избытка триэтиламина с образованием продуктов нуклеофильного замещения, которые при обработке КОН гладко циклизируются по Торпу в соответствующие 2-амино-3-винил-индолизины.

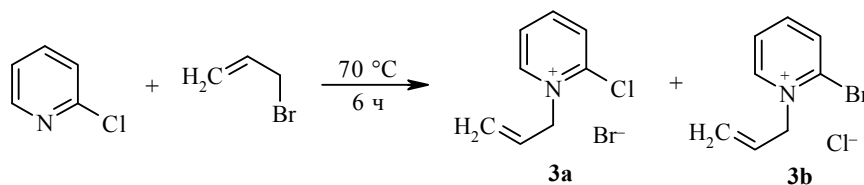
Ключевые слова: 2-амино-3-винилиндолизины, индолизин, соли *N*-аллил-пиридиния.

Известно, что соли Кренке **1** [1] в реакциях с СН-кислотами – производными ацетонитрила – в присутствии двукратного количества основания в мягких условиях образуют 2-амино-3-аролиндолизины **2** [2, 3]. Последние представляют интерес как строительные блоки для получения конденсированных гетероциклических систем с потенциальной фармакологической активностью [4–6].

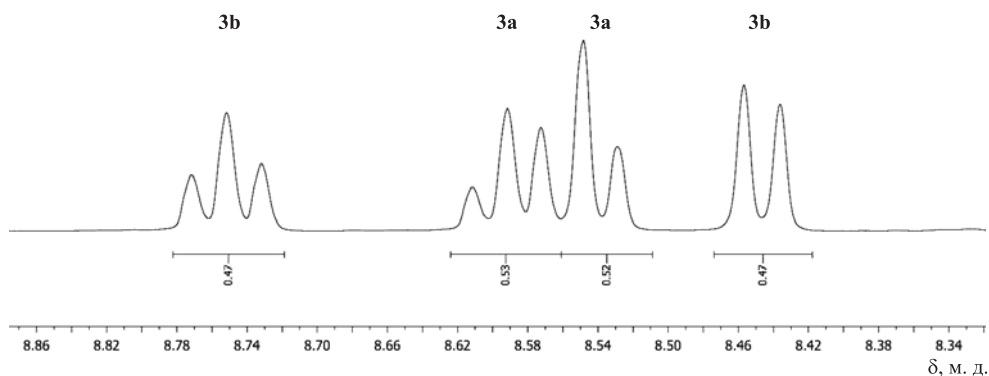


Z = CN, CO₂Et, CONHAr, 2-(4-арил)фенилтиазолил, 2-бензимидазолил

Таким способом можно получить индолизины **2** с акцепторным заместителем в положении 3. Для изучения биологических свойств представляется перспективным получение индолизинов с другими заместителями. Было решено ввести в положение 3 индолизинов винильный радикал, который можно подвергнуть последующей функционализации. Альтернативой солям Кренке в качестве источника пиридинового фрагмента и винильной группы мы использовали ранее неопisanную смесь солей *N*-аллил-2-хлор- и *N*-аллил-2-бромпиридиния **3a,b**.



Галогениды **3a,b** получены длительным нагреванием 2-хлорпиридина и аллилбромиды. Согласно данным спектров ЯМР ¹H, соединения **3a,b** обра-

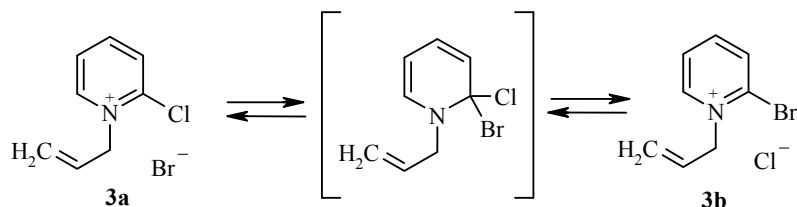


Фрагмент спектра ЯМР ^1H смеси изомеров **3a** и **3b**

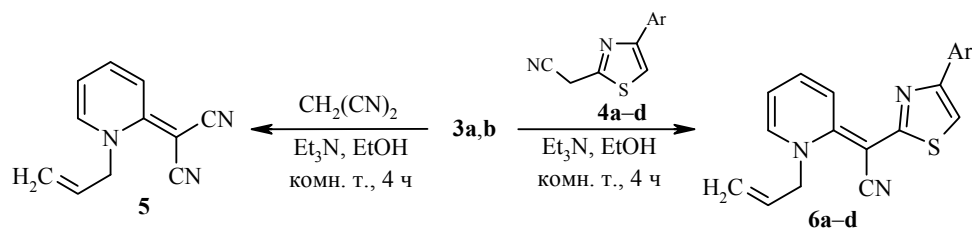
зуются примерно в равных количествах. Сигналы протонов Н-6 и Н-5 пиридинового цикла катионов накладываются и проявляются в виде мультиплета (наложение двух дублетов) и триплета при 9.58–9.59 и 8.23 м. д. соответственно. Сигнал протона Н-5 имеет КССВ $J = 6.8$ Гц, что является типичным для пиридинового ядра аналогичных систем [7]. Однако в этом спектре наблюдается удвоение сигналов протонов Н-3 (дублеты) и Н-4 (триплеты), вероятно, за счёт разного экранирующего эффекта галогенов (рисунок).

В масс-спектре смеси солей **3a,b** присутствуют четыре основных сигнала катионов: 154 [$\text{M}(\mathbf{3a}) - ^{35}\text{Cl}$] (100), 156 [$\text{M}(\mathbf{3a}) - ^{37}\text{Cl}$] (24), 198 [$\text{M}(\mathbf{3b}) - ^{79}\text{Br}$] (52), 200 [$\text{M}(\mathbf{3b}) - ^{81}\text{Br}$] (50). Шестнадцать сигналов в спектре ЯМР ^{13}C также однозначно подтверждают образование смеси солей.

Возможно, обмен галогенов, приводящий к образованию смеси солей **3a,b**, протекает по следующей схеме:



В отличие от солей Кренке **1**, которые реагируют с производными ацетонитрила в основной среде с образованием индолизинов **2**, соли **3a,b** в присутствии двух эквивалентов триэтиламина реагирует с малондинитрилом или нитрилами **4a–d** с образованием продуктов нуклеофильного замещения – *N*-аллил-1,2-дигидропиридинов **5** и **6a–d**.

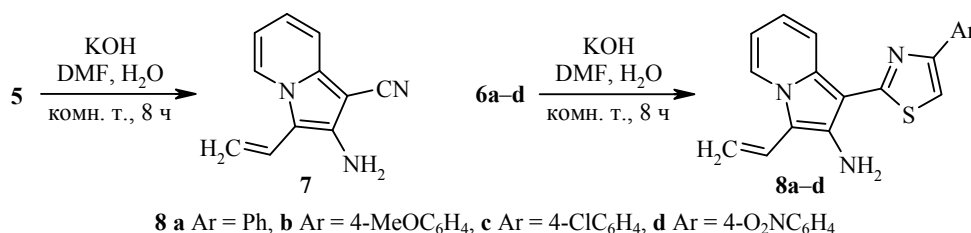


4, 6 a Ar = Ph, **b** Ar = 4-MeOC₆H₄, **c** Ar = 4-ClC₆H₄, **d** Ar = 4-O₂NC₆H₄

Соединения **6a–d**, как и ранее полученные (2*E*)-(1-метилпиридин-2(1*H*)-илиден)(4-арил-1,3-тиазол-2-ил)этаннитрилы [8], существуют в виде (*E*)-изомеров, в пользу чего свидетельствует анализ спектров ЯМР ¹H. В работе [8] мы предположили, что стабилизация (*E*)-изомера возможна за счёт формирования внутримолекулярной водородной связи между атомом азота тиазольного цикла и атомом Н-3 пиридинового цикла.

Сравнение спектральных характеристик соединения **5** и дигидропиридинов **6a–d** также указывает на возможность образования внутримолекулярной водородной связи между атомом Н-3 пиридинового цикла и атомом азота тиазольного цикла у последних. Возможны и другие причины *peri*-эффекта. В дальнейшем планируется на эмпирическом материале провести более тщательные исследования, в том числе и квантово-химические расчёты. Так, в спектре ЯМР ¹H соединения **5** протон Н-3 пиридинового цикла проявляется при 7.27 м. д. в виде дублета с КССВ $J = 9.1$ Гц. В спектрах соединений **6a–d** дублет протона Н-3 проявляется в области 8.70–8.74 м. д. ($J = 9.2$ Гц), т. е. наблюдается значительное смещение сигнала в слабое поле. Химические сдвиги сигналов протонов Н-6 пиридинового цикла в спектрах соединений **5** и **6a–d** отличаются незначительно.

1,2-Дигидропиридины **5**, **6a–d** гладко циклизируются по Торпу с образованием индолизинов **7**, **8a–d** в присутствии 10% водного раствора КОН. Достаточно высокие выходы конечных продуктов косвенно свидетельствуют о том, что исходные соединения **6a–d** являются (*E*)-изомерами.



В ИК спектрах индолизинов **7**, **8a–d** исчезает пик сопряжённой цианогруппы в области 2157–2161 см⁻¹ и появляется полоса поглощения, соответствующая валентным колебаниям аминогруппы в области 3277–3429 см⁻¹.

Таким образом, разработан простой метод синтеза 2-амино-3-винилиндолизинов с широкими возможностями функционализации пиррольного фрагмента молекулы индолизина.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ИК спектры записаны на приборе Spectrum One (PerkinElmer) в таблетках KBr. Спектры ЯМР ¹H зарегистрированы на приборах Varian VRX-200 (200 МГц, соединение **8d**) и Bruker Avance II-400 (400 МГц, остальные соединения). Спектры ЯМР ¹³C зарегистрированы на приборе Bruker Avance II-400 (100 МГц). Растворитель для всех спектров ЯМР – ДМСО-*d*₆, внутренний стандарт – ТМС. Масс-спектры записаны на спектрометре MX-1321 с прямым вводом образца в ионный источник, ионизирующее напряжение 70 эВ. Элементный анализ проведён на приборе Eurovector EA-3000. Температуры плавления определены на блоке Кофлера. Контроль за ходом реакций и чистотой полученных соединений осуществляли методом ТСХ на пластинах Silufol UV-254, элюент ацетон–гексан, 3:5, проявители – пары иода или УФ облучение.

Получение смеси солей 3a,b. Смесь 3.40 г (30 ммоль) 2-хлорпиридина и 3.87 г (32 ммоль) аллилбромида нагревают без растворителя при 70 °С в течение 6 ч. После охлаждения к смеси добавляют 40 мл ацетона и выдерживают 1 сут при комнатной температуре. Полученный осадок отфильтровывают, промывают небольшим количеством ацетона. Выход 2.11 г (30%), белые кристаллы, т. пл. 32–33 °С. Спектр ЯМР ¹H, δ, м. д. (*J*, Гц): 5.35 (2H, д, *J* = 18.0) и 5.41–5.48 (2H, м, =CH₂ (**3a+3b**)); 5.55 (4H, уш. с, NCH₂ (**3a+3b**)); 6.08–6.16 (2H, м, =CH (**3a+3b**)); 8.23 (2H, т, *J* = 6.8, H-5 (**3a+3b**)); 8.45 (1H, д, *J* = 8.1, H-3 (**3b**)); 8.54 (1H, д, *J* = 7.8, H-4 (**3a**)); 8.59 (1H, т, *J* = 7.8, H-3 (**3a**)); 8.75 (1H, т, *J* = 8.1, H-4 (**3b**)); 9.58–9.59 (2H, м, H-6 (**3a+3b**)). Спектр ЯМР ¹³C, δ, м. д.: 61.6; 63.9; 96.0; 122.0; 122.2; 127.4; 127.6; 130.0; 130.3; 130.9; 134.8; 139.4; 147.4; 148.5; 148.7; 150.1. Масс-спектр, *m/z* (*I*_{отн.}, %): 200 [**3b** – ⁸¹Br] (50), 198 [**3b** – ⁷⁹Br] (52), 156 [**3a** – ³⁷Cl] (24), 154 [**3a** – ³⁵Cl] (100).

Получение соединений 5, 6a–d. К смеси 0.235 г (1 ммоль) солей **3a,b** и 1 ммоль малонодинитрила или нитрила **4a–d** в 10 мл EtOH добавляют 0.280 мл (2 ммоль) Et₃N. Реакционную смесь перемешивают при комнатной температуре в течение 4 ч, затем выдерживают 1 сут при температуре 0–2 °С. Полученный осадок отфильтровывают и промывают EtOH.

2-(1-Аллилпиридин-2(1H)-илиден)малононитрил (5). Выход 0.110 г (60%), жёлтые иглы, т. пл. 94–95 °С (MeOH). ИК спектр, ν, см⁻¹: 2195, 2165. Спектр ЯМР ¹H, δ, м. д. (*J*, Гц): 5.04–5.11 (3H, м, NCH₂, CH₂CH=CH(*транс*-)); 5.35 (1H, д, *J* = 10.5, CH₂CH=CH(*цис*-)); 5.98–6.09 (1H, м, CH=CH₂); 6.77 (1H, т, *J* = 6.7, H-5); 7.27 (1H, д, *J* = 9.1, H-3); 7.62 (1H, т, *J* = 9.1, H-4); 7.90 (1H, д, *J* = 6.7, H-6). Спектр ЯМР ¹³C, δ, м. д.: 57.5; 96.0; 114.4; 118.3; 119.4; 121.6; 132.1; 139.2; 142.8; 154.5. Масс-спектр, *m/z* (*I*_{отн.}, %): 183 [M]⁺ (10), 143 (80), 41 (100). Найдено, %: C 72.09; H 4.86; N 23.10. C₁₁H₉N₃. Вычислено, %: C 72.11; H 4.95; N 22.93.

(E)-2-(1-Аллилпиридин-2(1H)-илиден)-2-(4-фенилтиазол-2-ил)ацетонитрил (6a). Выход 0.200 г (63%), оранжевый порошок, т. пл. 114–115 °С (EtOH). ИК спектр, ν, см⁻¹: 2165. Спектр ЯМР ¹H, δ, м. д. (*J*, Гц): 5.06 (2H, д, *J* = 5.5, NCH₂); 5.26 (1H, д, *J* = 17.1, CH₂CH=CH(*транс*-)); 5.35 (1H, д, *J* = 10.3, CH₂CH=CH(*цис*-)); 5.99–6.04 (1H, м, CH=CH₂); 6.70 (1H, т, *J* = 6.7, H-5 Py); 7.25–7.28 (1H, м, H Ph); 7.35–7.39 (2H, м, H Ph); 7.48–7.52 (2H, м, H-4 Py, H-5 тиазол); 7.81 (1H, д, *J* = 6.7, H-6 Py); 7.87 (2H, д, *J* = 7.8, H Ph); 8.73 (1H, д, *J* = 9.2, H-3 Py). Спектр ЯМР ¹³C, δ, м. д.: 58.6; 96.0; 108.7; 113.8; 119.6; 124.0; 124.3; 126.3; 127.9; 128.9; 132.7; 135.0; 136.5; 136.9; 141.7; 152.4; 153.7. Масс-спектр, *m/z* (*I*_{отн.}, %): 317 (44) [M]⁺, 277 (100). Найдено, %: C 71.82; H 4.80; N 13.32; S 9.98. C₁₉H₁₅N₃S. Вычислено, %: C 71.90; H 4.76; N 13.24; S 10.10.

(E)-2-(1-Аллилпиридин-2(1H)-илиден)-2-[4-(4-метоксифенил)тиазол-2-ил]-ацетонитрил (6b). Выход 0.208 г (60%), оранжевый порошок, т. пл. 138–140 °С (EtOH). ИК спектр, ν, см⁻¹: 2161. Спектр ЯМР ¹H, δ, м. д. (*J*, Гц): 3.80 (3H, с, OCH₃); 5.04 (2H, д, *J* = 5.5, NCH₂); 5.25 (1H, д, *J* = 17.0, CH₂CH=CH(*транс*-)); 5.35 (1H, д, *J* = 10.5, CH₂CH=CH(*цис*-)); 5.98–6.08 (1H, м, CH=CH₂); 6.67–6.71 (1H, м, H-5 Py); 6.91 (2H, д, *J* = 7.0, H Ar); 7.33 (1H, уш. с, H-5 тиазол); 7.45–7.50 (1H, м, H-4 Py); 7.78–7.80 (3H, м, H-6, H Ar); 8.71 (1H, д, *J* = 9.2, H-3 Py). Спектр ЯМР ¹³C, δ, м. д.: 55.4; 58.6; 96.0; 106.8; 113.6; 114.2; 119.7; 124.2; 124.3; 127.6; 127.9; 132.7; 136.6; 141.6; 152.3; 153.7; 159.3; 167.3. Масс-спектр, *m/z* (*I*_{отн.}, %): 347 (60) [M]⁺, 307 (100). Найдено, %: C 69.18; H 4.76; N 12.13; S 9.11. C₂₀H₁₇N₃OS. Вычислено, %: C 69.14; H 4.93; N 12.09; S 9.23.

(E)-2-(1-Аллилпиридин-2(1H)-илиден)-2-[4-(4-хлорфенил)тиазол-2-ил]ацетонитрил (6c). Выход 0.253 г (72%), оранжевый порошок, т. пл. 172–173 °С (EtOH). ИК спектр, ν, см⁻¹: 2157. Спектр ЯМР ¹H, δ, м. д. (*J*, Гц): 5.05 (2H, д, *J* = 5.5, NCH₂); 5.26 (1H, д, *J* = 17.1, CH₂CH=CH(*транс*-)); 5.35 (1H, д, *J* = 10.4, CH₂CH=CH(*цис*-)); 5.98–6.08 (1H, м, CH=CH₂); 6.72 (1H, т, *J* = 6.7, H-5 Py); 7.37 (2H, д, *J* = 8.3, H Ar); 7.49–7.53 (1H, м, H-4 Py); 7.56 (1H, уш. с, H-5 тиазол); 7.83 (1H, д, *J* = 6.7, H-6 Py); 7.89 (2H, д, *J* = 8.3, H Ar); 8.70 (1H, д, *J* = 9.2, H-3 Py). Спектр ЯМР ¹³C, δ, м. д.: 58.6;

64.8; 96.0; 109.4; 113.9; 119.7; 123.9; 124.4; 127.9; 128.8; 132.6; 133.8; 136.9; 141.7; 152.4; 152.5; 167.8. Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 351 (27) $[M]^+$, 311 (100). Найдено, %: С 64.90; Н 4.08; N 12.10; S 9.05. $C_{19}H_{14}ClN_3S$. Вычислено, %: С 64.86; Н 4.01; N 11.94; S 9.11.

(E)-2-(1-Аллилпиридин-2(1H)-илиден)-2-[4-(4-нитрофенил)тиазол-2-ил]ацетонитрил (6d). Выход 0.293 г (81%), бордовый порошок, т. пл. 159–163 °С. ИК спектр, ν , cm^{-1} : 2161, 1547. Спектр ЯМР 1H , δ , м. д. (J , Гц): 5.07 (2H, д, $J = 5.4$, NCH_2); 5.27 (1H, д, $J = 17.1$, $CH_2CH=CH$ (*транс*-)); 5.36 (1H, д, $J = 10.3$, $CH_2CH=CH$ (*цис*-)); 6.00–6.09 (1H, м, $CH=CH_2$); 6.77 (1H, т, $J = 6.6$, Н-5 Py); 7.55–7.59 (1H, м, Н-4 Py); 7.88 (1H, д, $J = 6.6$, Н-6 Py); 7.91 (1H, уш. с, Н-5 тиазол); 8.14 (2H, т, $J = 8.7$, Н Ar); 8.22 (2H, д, $J = 8.7$, Н Ar); 8.74 (1H, д, $J = 9.2$, Н-3 Py). Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м. д.: 58.7; 64.8; 113.3; 114.8; 119.6; 124.1; 124.3; 124.5; 127.1; 132.9; 138.0; 140.9; 142.2; 146.7; 151.6; 152.3; 168.8. Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 362 (59) $[M]^+$, 322 (100). Найдено, %: С 63.13; Н 3.89; N 15.43; S 8.89. $C_{19}H_{14}N_4O_2S$. Вычислено, %: С 62.97; Н 3.89; N 15.46; S 8.85.

Получение соединений 7, 8a–d. К раствору 1 ммоль дигидропиридина **5**, **6a–d** в 5–7 мл ДМФА при перемешивании добавляют 0.56 мл (1.0 ммоль) 10% водного раствора КОН. Реакционную смесь перемешивают при комнатной температуре в течение 8 ч, затем добавляют 5–7 мл H_2O и выдерживают 1 сут при низкой температуре. Полученный осадок отфильтровывают, промывают последовательно H_2O и EtOH.

2-Амино-3-винилиндолизин-1-карбонитрил (7). Выход 0.124 г (68%), бежевый порошок, т. пл. 151–153 °С. ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3400, 3301, 3209, 2197. Спектр ЯМР 1H , δ , м. д. (J , Гц): 5.16 (1H, д, $J = 12.3$, $CH=CH$ (*цис*-)); 5.31 (2H, уш. с, NH_2); 5.42 (1H, д, $J = 17.8$, $CH=CH$ (*транс*-)); 6.78 (1H, т, $J = 6.8$, Н-6); 6.91 (1H, д, $J = 17.8$, $J = 12.3$, $CH=CH_2$); 7.02–7.06 (1H, м, Н-7); 7.34 (1H, д, $J = 8.6$, Н-8); 8.32 (1H, уш. с, Н-5). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 182 (100) $[M-H]^+$. Найдено, %: С 72.19; Н 5.03; N 23.08. $C_{11}H_9N_3$. Вычислено, %: С 72.11; Н 4.95; N 22.93.

3-Винил-1-(4-фенилтиазол-2-ил)индолизин-2-амин (8a). Выход 0.285 г (90%), жёлтый порошок, т. пл. 141–144 °С. ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3421, 3287. Спектр ЯМР 1H , δ , м. д. (J , Гц): 5.19 (1H, д, $J = 12.4$, $CH=CH$ (*цис*-)); 5.48 (1H, д, $J = 17.8$, $CH=CH$ (*транс*-)); 6.18 (2H, уш. с, NH_2); 6.77 (1H, т, $J = 6.8$, Н-6); 7.00–7.11 (2H, м, Н-7, $CH=CH_2$); 7.30–7.34 (1H, м, Н Ph); 7.42–7.46 (2H, м, Н Ph); 7.71 (1H, уш. с, Н-5 тиазол); 7.74 (1H, д, $J = 8.9$, Н-8); 7.98 (2H, д, $J = 7.2$, Н Ph); 8.35 (1H, д, $J = 6.7$, Н-5). Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м. д.: 96.0; 108.0; 108.2; 108.6; 111.7; 115.4; 121.4; 123.5; 124.0; 126.4; 128.2; 129.0; 130.8; 134.7; 138.8; 153.2; 162.4. Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 317 (100) $[M]^+$. Найдено, %: С 71.82; Н 4.87; N 13.28; S 10.03. $C_{19}H_{15}N_3S$. Вычислено, %: С 71.90; Н 4.76; N 13.24; S 10.10.

3-Винил-1-[4-(4-метоксифенил)тиазол-2-ил]индолизин-2-амин (8b). Выход 0.198 г (57%), жёлтый порошок, т. пл. 159–160 °С. ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3429, 3308. Спектр ЯМР 1H , δ , м. д. (J , Гц): 3.83 (3H, с, OCH_3); 5.19 (1H, д, $J = 12.3$, $CH=CH$ (*цис*-)); 5.48 (1H, д, $J = 17.7$, $CH=CH$ (*транс*-)); 6.19 (2H, уш. с, NH_2); 6.77 (1H, т, $J = 6.9$, Н-6); 6.95–7.12 (4H, м, Н-7, $CH=CH_2$, Н Ar); 7.50 (1H, с, Н-5 тиазол); 7.73 (1H, д, $J = 8.7$, Н-8); 7.90 (2H, д, $J = 8.6$, Н Ar); 8.35 (1H, д, $J = 6.9$, Н-5). Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м. д.: 55.5; 96.0; 106.6; 108.0; 108.1; 111.6; 114.4; 115.4; 121.3; 123.5; 124.0; 127.5; 127.7; 130.8; 138.8; 153.1; 159.5; 162.3. Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 347 (100) $[M]^+$. Найдено, %: С 69.22; Н 4.83; N 12.08; S 9.14. $C_{20}H_{17}N_3OS$. Вычислено, %: С 69.14; Н 4.93; N 12.09; S 9.23.

3-Винил-1-[4-(4-хлорфенил)тиазол-2-ил]индолизин-2-амин (8c). Выход 0.316 г (90%), жёлтый порошок, т. пл. 184–185 °С. ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3404, 3278. Спектр ЯМР 1H , δ , м. д. (J , Гц): 5.19 (1H, д, $J = 12.2$, $CH=CH$ (*цис*-)); 5.48 (1H, д, $J = 17.7$, $CH=CH$ (*транс*-)); 6.14 (2H, уш. с, NH_2); 6.77 (1H, т, $J = 6.8$, Н-6); 6.99–7.09 (2H, м, Н-7, $CH=CH_2$); 7.45 (2H, д, $J = 8.4$, Н Ar); 7.73 (1H, д, $J = 8.8$, Н-8); 7.79 (1H, с, Н-5 тиазол); 8.00 (2H, д, $J = 8.4$, Н Ar); 8.35 (1H, д, $J = 6.8$, Н-5). Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м. д.:

96.0; 108.0; 108.2; 109.3; 111.7; 115.4; 121.5; 123.5; 124.0; 128.0; 129.0; 130.9; 132.9; 133.4; 138.7; 152.0; 162.6. Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 351 (100) $[M]^+$. Найдено, %: С 64.88; Н 4.15; N 12.09; S 9.04. $C_{19}H_{14}ClN_3S$. Вычислено, %: С 64.86; Н 4.01; N 11.94; S 9.11.

3-Винил-1-[4-(4-нитрофенил)тиазол-2-ил]индолизин-2-амин (8d). Выход 0.271 г (75%), коричневатый порошок, т. пл. 190–191 °С. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3390, 3277. Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 5.19 (1H, д, $J = 12.3$, $\text{CH}=\text{CH}(\text{цис-})$); 5.54 (1H, д, $J = 17.8$, $\text{CH}=\text{CH}(\text{транс-})$); 6.26 (2H, уш. с, NH_2); 6.84 (1H, т, $J = 6.7$, H-6); 7.00–7.23 (2H, м, H-7, $\text{CH}=\text{CH}_2$); 7.77 (1H, д, $J = 8.8$, H-8); 8.13–8.38 (5H, м, H-5 тиазол, H Ar); 8.48 (1H, д, $J = 6.7$, H-5). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 362 (100) $[M]^+$. Найдено, %: С 63.11; Н 3.78; N 15.32; S 8.91. $C_{19}H_{14}N_4O_2S$. Вычислено, %: С 62.97; Н 3.89; N 15.46; S 8.85.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. F. Kröhnke, W. Heffé, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.*, **70**, 864 (1937).
2. H. Pauls, F. Kröhnke, *Chem. Ber.*, **110**, 1294 (1977).
3. Г. Е. Хорошилов, Т. А. Сараева, К. Ю. Кузнецов, *ХТС*, 1109 (2008). [*Chem. Heterocycl. Compd.*, **44**, 895 (2008).]
4. J. Joule, K. Mills, *Heterocyclic chemistry*, 5th ed., John Wiley & Sons, Oxford, 2010, p. 539.
5. G. S. Singh, E. E. Mmatli, *Eur. J. Med. Chem.*, **46**, 5237 (2011).
6. Н. М. Твердохлеб, Г. Е. Хорошилов, Р. И. Зубатюк, О. В. Шишкин, *ХТС*, 772 (2013).
7. E. Pretsch, P. Bühlmann, C. Affolter, *Structure Determination of Organic Compounds: Tables of Spectral Data*, Springer, Berlin, 2000, p. 187.
8. G. Khoroshilov, I. Demchak, T. Saraeva, *Synthesis*, 1541 (2008).

¹ Луганский национальный университет
им. Тараса Шевченко,
ул. Оборонная, 2, Луганск 91011, Украина
e-mail: khoroshilov@inbox.ru

Поступило 5.04.2013