

М. А. Колосов^{1*}, О. Г. Кулык¹,
О. И. Старченко¹, В. Д. Орлов¹

**ОБРАЗОВАНИЕ ПРОИЗВОДНЫХ
3,4,5,6-ТЕТРАГИДРОХИНАЗОЛИН-2(1H)-ОНА В РЕАКЦИИ
4-АРИЛ-6-МЕТИЛ-3,4-ДИГИДРОПИРИМИДИН-2(1H)-ОНОВ
С ХАЛКОНАМИ**

Отработана методика получения 6-метил-3,4-дигидропиримидин-2(1H)-онов, которая заключается в деацилировании 5-ацетил-6-метил-3,4-дигидропиримидин-2(1H)-онов в среде MeOH–KOH. Показано, что полученные соединения легко вступают в реакции с халконами в среде MeOH–MeONa с образованием производных 4,5,7-триарил-3,4,5,6-тетрагидрохиназолин-2(1H)-она.

Ключевые слова: 1,3-С,С-бинуклеофилы, 3,4-дигидропиримидин-2(1H)-оны, 3,4,5,6-тетрагидрохиназолин-2(1H)-оны, деацилирование, соединения Биджинелли.

Ранее мы обнаружили, что попытка метилировать 5-ацетил-6-метил-4-фенил-3,4-дигидропиримидин-2(1H)-он (**1a**) в гомогенной среде (MeOH–KOH–MeI) не привела к желаемому результату. Напротив, единственным выделенным веществом был продукт деацилирования исходного соединения – 6-метил-4-фенил-3,4-дигидропиримидин-2(1H)-он (**2a**) [1].

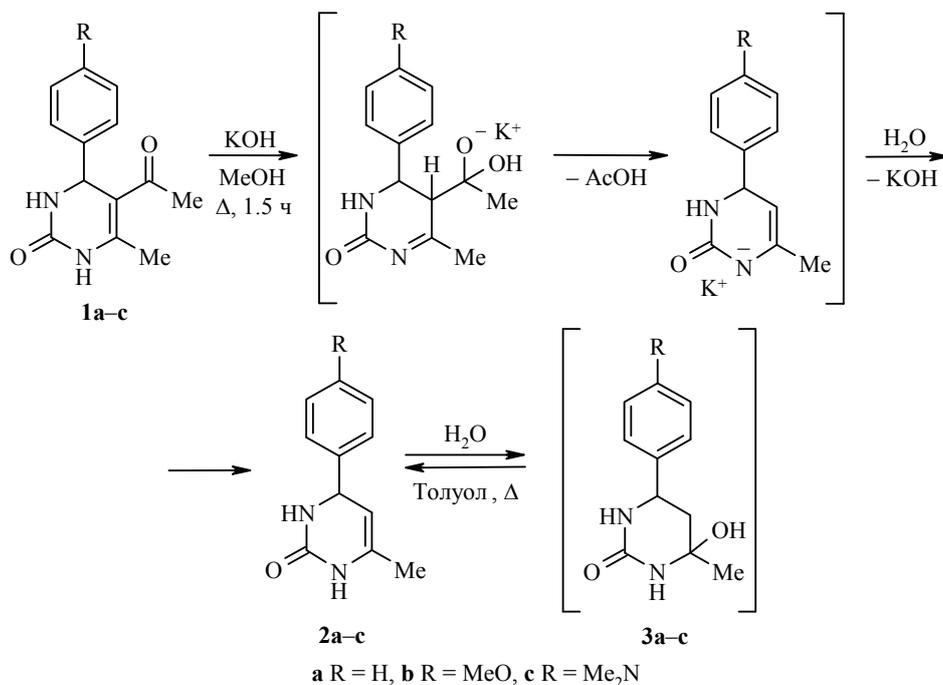
Любопытно, что до настоящего момента, если не учитывать сообщение [1], были известны лишь весьма трудоёмкие методы синтеза аналогов соединения **2a**: декарбоксилирование соответствующих 5-карбокси-3,4-дигидропиримидин-2(1H)-онов [2, 3] или дитионирование соответствующего 3,4-дигидропиримидин-2(1H)-тиона с помощью HgO [4].

С другой стороны, мы обратили внимание на то, что сходные с соединением **2a** вещества, производные 6-метил-4,7-дигидро-1H-пиразоло[3,4-*b*]-пиридина, 5-метил-4,7-дигидро[1,2,4]триазоло[1,5-*a*]пиримидина и 5-метил-4,7-дигидротетразоло[1,5-*a*]пиримидина, могут быть весьма успешно использованы в качестве 1,3-С,С-бинуклеофилов при взаимодействии с различными енонами и их синтетическими эквивалентами [5–8]. Продуктами взаимодействия в последнем случае являются гидрированные производные азолохиназолинов. Нас привлекла возможность использования достаточно низкомолекулярных соединений **2** в качестве модельных многофункциональных строительных блоков для создания новых гетероциклических систем, в частности, в реакции с енонами с образованием аналогов упомянутых производных азолохиназолинов.

Данная работа направлена на изучение деацилирования 4-(4-*R*-фенил)-5-ацетил-6-метил-3,4-дигидропиримидин-2(1H)-онов **1a–c** в различных условиях, а также на исследование взаимодействия полученных соединений с 1,3-диарилпропенонами (халконами). Отметим, что из подобных реакций ранее упоминалось только взаимодействие соединения **2a** с основаниями Манниха на основе ароматических кетонов в присутствии *t*-BuOK [4].

При отработке экспериментальных условий деацилирования мы использовали щелочной катализ, варьируя время нагревания (20 мин – 3 ч), количество метанола (10–50 мл) и основания (KOH, NaOH, MeONa, 1–10 экв.), наличие и количество воды в метаноле (0–50%) и варианты обработки реакционной смеси (фильтрование, экстракция, нейтрализация). Оптимальным оказалось нагревание исходных соединений **1a–c** с KOH (6.2 экв.) в безводном метаноле в течение 1.5 ч с последующей обработкой реакционной смеси.

Любопытно, что масс-спектры неочищенных образцов иногда содержат, наряду с молекулярными ионами соединений **2a–c**, сигналы с m/z $[M+18]^+$, что, на наш взгляд, объясняется присутствием в смеси промежуточных 6-гидроксипроизводных типа **3**. Спектры ЯМР ^1H таких образцов весьма сложные. Мы не выделяли соединения **3a–c**, а переводили их в целевые соединения **2a–c** кипячением полученных смесей в толуоле с водоотделителем. Образование соединений **3a–c**, как и механизм деацилирования, представляется нам сходным с описанным для родственных 2,4-диарил-5-ацетил-6-метил-1,4-дигидропиримидинов [9]. По сути, в данном случае деацилирование проходит как кетонное (или эквивалентное ему в данном случае кислотное) расщепление циклического енамина ацетилацетона.



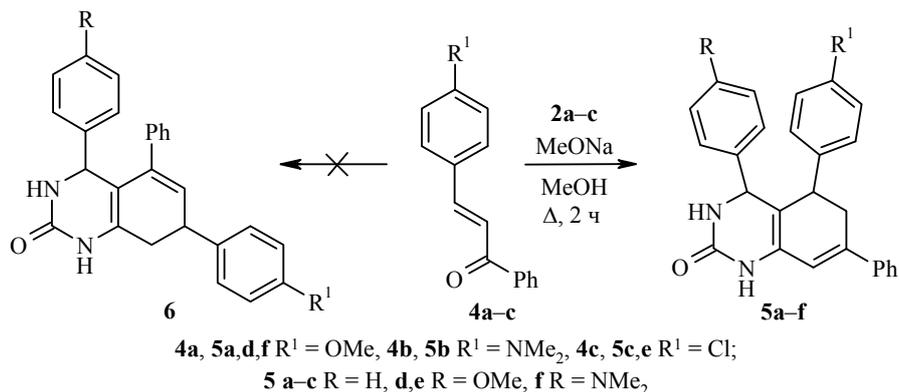
В отличие от соединений **1a–c**, спектры ЯМР ^1H соединений **2a–c** не содержат сигналов CH_3 -групп в области 2.1–2.3 м. д.; напротив, присутствует сигнал единственной метильной группы при 1.64 м. д., а также сигнал протона Н-5 в интервале 4.7–4.9 м. д. ИК спектры соединений **2a–c** содержат интенсивные полосы валентных колебаний амидной $\text{C}=\text{O}$ -группы в области 1673–1680 cm^{-1} , а также уширенный сигнал валентных колебаний NH -групп в области 3318–3340 cm^{-1} .

Несмотря на успешный синтез соединений **2a–c**, нам не удалось получить положительных результатов при попытке деацилирования 5-ацетил-6-метил-

4-(4-нитрофенил)-3,4-дигидропиримидин-2(1*H*)-она, что, возможно, связано с повышением кислотности атома 4-СН и возможностью реализации для этого вещества дополнительных кислотно-основных равновесий.

Также неудачной была попытка деацилировать в указанных условиях 1-метилпроизводное соединения **1a**, а исходное вещество было выделено из реакционной смеси без изменений. Вероятно, это объясняется тем, что в процессе деацилирования существенную роль играет образование анионов с участием эндоциклического атома N-1 [10], что невозможно в данном случае. Конечно, последнее предположение нуждается в более подробном изучении.

Как и ожидалось, соединения **2a–c** легко вступают в реакцию с халконами **4a–c**, образуя производные 3,4,5,6-тетрагидро-2(1*H*)-хиназолинона **5a–f**.



Спектры ЯМР ¹H соединений **5a–f** содержат, помимо сигналов ароматических протонов, уширенные синглеты протонов 1-NH (8.45–8.62 м. д.) и 3-NH (7.02–7.15 м. д.) групп, сигнал атома 4-СН в области 4.82–4.96 м. д., сигнал винильного протона Н-8 (6.20–6.43 м. д.), а также сигналы АВХ-системы (6-СН₂ и 5-СН) в интервале 2.53–3.67 м. д. То, что в спектрах ЯМР ¹H соединений **5a–f** не наблюдается удвоения сигналов 4-СН и 5-СН свидетельствует о стереоспецифичности их образования. Из-за того, что ряд факторов может свидетельствовать как в пользу *транс*-конфигурации арильных заместителей (стерическая ненагруженность), так и в пользу их *цис*-конфигурации (π -стекинг), а также потому, что до нас об относительной конфигурации хиральных центров при атомах С-4 и С-5 не сообщалось, этот вопрос нуждается в дополнительном изучении. В то же время доказательством образования именно производных 3,4,5,6-тетрагидрохиназолин-2(1*H*)-она, а не региоизомерных 3,4,7,8-тетрагидрохиназолин-2(1*H*)-онов **6** является мультиплетность сигналов атомов Н-8 (синглет в спектрах соединений **5b,c,e**) и 5-СН (триплет в спектре соединения **5b** и дублет дублетов в спектре соединения **5e**).

В масс-спектрах полученных соединений **5a–f** присутствуют интенсивные сигналы молекулярных ионов. В ИК спектрах соединений **5a–f** наблюдаются полосы валентных колебаний двух неэквивалентных связей С=C (при 1500 и 1600 см⁻¹ соответственно), а частота валентных колебаний групп С=О снижается до 1662–1669 см⁻¹, и лишь для соединения **5f** составляет 1682 см⁻¹.

Любопытно, что все попытки ввести в реакцию с соединениями **2** халконы с акцепторными заместителями (как 4-, так и 4'-нитрохалконы) были безуспешными.

В реакции соединений **2a–c** и **4a–c** мы не отмечаем образования производных с меньшей степенью гидрирования (хиназолинов или дигидрохиназолинов), что свидетельствует о значительной стабильности гетероаннелированной 1,2-дигидробензольной системы полученных соединений.

Таким образом, мы показали, что 4-арил-6-метил-3,4-дигидропиримидин-2(1*H*)-оны могут быть успешно получены деацилизацией их 5-ацетильных аналогов в среде MeOH–KOH. Кроме того, эти соединения являются удобными 1,3-С,С-бинуклеофилами, которые в реакциях с халконами образуют производные 3,4,5,6-тетрагидрохиназолин-2(1*H*)-она.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ИК спектры зарегистрированы на спектрометре Specord 75 IR в таблетках KBr. Спектры ЯМР ^1H записаны на спектрометре Varian Mercury VX-200 (200 МГц) в ДМСО- d_6 , внутренний стандарт ТМС. Масс-спектры зарегистрированы на спектрометре Varian 1200L путём прямого ввода пробы в ионный источник (ЭУ, 70 эВ). Элементный анализ проведён на элементном анализаторе EuroEA-3000. Температуры плавления определены на столике Кофлера и не исправлены. Контроль за чистотой соединений осуществлён ТСХ на пластинах Merck ALUGRAM Xtra SIL G/UV 254, элюенты – смеси EtOAc–гексан в различных соотношениях, проявитель – УФ облучение. Соединения **1a–c** получены по известным методикам [1, 11], халконы **4a–c** получены согласно [12].

6-Метил-4-фенил-3,4-дигидропиримидин-2(1*H*)-он (2a). Раствор 3.0 г (54 ммоль) KOH, 2.0 г (8.7 ммоль) соединения **1a** в 30 мл метанола кипятят в колбе с обратным холодильником в течение 1.5 ч. По ходу реакции исходная оранжевая смесь становится светло-жёлтой, наблюдается образование осадка. Реакционную смесь выливают в 300 мл воды, подкисляют HOAc до pH 7, насыщают NaCl и экстрагируют EtOAc (4 × 40 мл). Экстракт промывают 50 мл насыщенного раствора NaCl, сушат над Na_2SO_4 , фильтруют осушитель, а фильтрат упаривают при пониженном давлении. Остаток после упаривания перемешивают с 2 мл EtOAc, после чего отфильтровывают 0.44 г продукта **2a**. Фильтрат упаривают, кристаллизуют из смеси ацетон–гексан, 3:1, и выделяют дополнительную порцию продукта. При наличии в спектре ЯМР ^1H полученного образца сигналов гидроксиформы **3** вещество кипятят в 5 мл толуола в колбе с насадкой Дина–Старка в течение 1 ч. Смесь охлаждают, осадок фильтруют, промывают гексаном. Общий выход 0.78 г (48%), т. пл. 165–166 °C (160 °C (2-PrOH) [4]), бесцветные кристаллы. ИК спектр, ν , см^{-1} : 1675 (C=O), 2936 (CH), 3326 (NH). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 1.64 (3H, с, CH_3); 4.39–4.48 (1H, м, 4-CH); 4.84–4.94 (1H, м, H-5); 7.01 (1H, уш. с, 3-NH); 7.18–7.40 (5H, м, H Ph); 8.13 (1H, уш. с, 1-NH). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 187 [M–H] $^+$ (20), 173 (63), 111 (100), 77 (27). Найдено, %: C 70.30; H 6.49; N 14.72. $\text{C}_{11}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}$. Вычислено, %: C 70.19; H 6.43; N 14.88.

6-Метил-4-(4-метоксифенил)-3,4-дигидропиримидин-2(1*H*)-он (2b) получают аналогично соединению **2a**. Выход 1.44 г (76%), т. пл. 160–161 °C, бесцветные кристаллы. ИК спектр, ν , см^{-1} : 1673 (C=O), 2918 (CH), 3340 (NH). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 1.64 (3H, с, CH_3); 3.70 (3H, с, OCH $_3$); 4.34–4.45 (1H, м, 4-CH); 4.79–4.90 (1H, м, 5-CH); 6.86 (2H, д, $J = 8.5$, H Ar); 6.93 (1H, уш. с, 3-NH); 7.14 (2H, д, $J = 8.5$, H Ar); 8.09 (1H, уш. с, 1-NH). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 217 [M–H] $^+$ (100), 187 (15), 173 (10). Найдено, %: C 66.15; H 6.53; N 12.73. $\text{C}_{12}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_2$. Вычислено, %: C 66.04; H 6.47; N 12.84.

4-(4-Диметиламинофенил)-6-метил-3,4-дигидропиримидин-2(1*H*)-он (2c) получают аналогично соединению **2a**. Выход 0.52 г (26%), т. пл. 173–175 °C, бесцветные кристаллы. ИК спектр, ν , см^{-1} : 1680 (C=O), 2911 (CH), 3318 (NH). Спектр

ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 1.64 (3H, с, CH_3); 2.83 (6H, с, $\text{N}(\text{CH}_3)_2$); 4.32–4.41 (1H, м, 4-CH); 4.71–4.82 (1H, м, H-5); 6.65 (2H, д, $J = 8.5$, H Ar); 6.82 (1H, уш. с, 3-NH); 7.03 (2H, д, $J = 8.5$, H Ar); 8.02 (1H, уш. с, 1-NH). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 230 $[\text{M}-\text{H}]^+$ (100), 216 (69), 187 (31), 120 (76), 111 (53), 76 (26). Найдено, %: C 67.68; H 7.56; N 17.99. $\text{C}_{13}\text{H}_{17}\text{N}_3\text{O}$. Вычислено, %: C 67.51; H 7.41; N 18.17.

5-(4-Метоксифенил)-4,7-дифенил-3,4,5,6-тетрагидрохиназолин-2(1H)-он (5a). Смесь 0.300 г (1.6 ммоль) соединения **2a**, 0.380 г (1.6 ммоль) 4-метоксихалкона **4a** и 0.186 г (3.5 ммоль) MeONa в 5 мл MeOH кипятят в колбе с обратным холодильником в течение 2 ч. По ходу реакции исходные вещества растворяются и формируется осадок продукта. Реакционную смесь охлаждают и отфильтровывают осадок, промывая метанолом (3 \times 3 мл). Полученный продукт кристаллизуют из смеси ДМФА–метанол, 1:3. Выход 0.43 г (66%), т. пл. 252–254 $^\circ\text{C}$, бесцветные кристаллы. ИК спектр, ν , cm^{-1} : 1520 (C=C), 1629 (C=C), 1662 (C=O), 2943 (CH), 3264 (NH). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 2.56 (1H, д. д, $J = 16.8$, $J = 4.9$) и 3.07 (1H, д. д, $J = 16.6$, $J = 8.3$, 6- CH_2); 3.48–3.67 (4H, м, OCH_3 , 5-CH); 4.88 (1H, с, 4-CH); 6.32–6.41 (3H, м, H-8, H Ar); 6.69 (2H, д, $J = 8.3$, H Ar); 6.91–6.98 (5H, м, H Ph); 7.09 (1H, уш. с, 3-NH); 7.19–7.37 (5H, м, H Ph); 8.57 (1H, уш. с, 1-NH). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 407 $[\text{M}-\text{H}]^+$ (11), 300 (45), 224 (15), 147 (8), 108 (4), 77 (100). Найдено, %: C 79.25; H 5.85; N 6.83. $\text{C}_{27}\text{H}_{24}\text{N}_2\text{O}_2$. Вычислено, %: C 79.39; H 5.92; N 6.86.

5-(4-Диметиламинофенил)-4,7-дифенил-3,4,5,6-тетрагидрохиназолин-2(1H)-он (5b) получают аналогично соединению **5a**. Выход 0.32 г (48%), т. пл. 256–258 $^\circ\text{C}$, бесцветные кристаллы. ИК спектр, ν , cm^{-1} : 1508 (C=C), 1605 (C=C), 1667 (C=O), 2923 (CH), 3233 (NH). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 2.59 (1H, д. д, $J = 16.4$, $J = 5.9$) и 3.02 (1H, д. д, $J = 16.4$, $J = 8.1$, 6- CH_2); 2.67 (6H, с, $\text{N}(\text{CH}_3)_2$); 3.48 (1H, т, $J = 7.1$, 5-CH); 4.82 (1H, с, 4-CH); 6.21 (2H, д, $J = 8.3$, H Ar); 6.38 (1H, с, H-8); 6.61 (2H, д, $J = 8.3$, H Ar); 6.88–7.03 (5H, м, H Ph); 7.07 (1H, уш. с, 3-NH); 7.19–7.41 (5H, м, H Ph); 8.45 (1H, с, 1-NH). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 421 $[\text{M}]^+$ (94), 299 (100), 267 (22), 147 (59), 121 (7), 77 (11). Найдено, %: C 79.75; H 6.35; N 10.01. $\text{C}_{28}\text{H}_{27}\text{N}_3\text{O}$. Вычислено, %: C 79.78; H 6.46; N 9.97.

4,7-Дифенил-5-(4-хлорфенил)-3,4,5,6-тетрагидрохиназолин-2(1H)-он (5c) получают аналогично соединению **5a**. Выход 0.37 г (56%), т. пл. 230–232 $^\circ\text{C}$, бесцветные кристаллы. ИК спектр, ν , cm^{-1} : 1493 (C=C), 1615 (C=C), 1663 (C=O), 2943 (CH), 3230 (NH). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 2.53–2.61 (1H, м) и 3.07 (1H, д. д, $J = 15.9$, $J = 8.3$, 6- CH_2); 3.53–3.61 (1H, м, 5-CH); 4.96 (1H, с, 4-CH); 6.38 (1H, с, H-8); 6.78 (2H, д, $J = 8.3$, H Ar); 6.84 (2H, д, $J = 8.3$, H Ar); 6.91–7.02 (5H, м, H Ph); 7.15 (1H, уш. с, 3-NH); 7.19–7.38 (5H, м, H Ph); 8.62 (1H, уш. с, 1-NH). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 412 $[\text{M}^{35}\text{Cl}]^+$ (73), 335 (100), 300 (6), 273 (68), 224 (5), 147 (15), 77 (19). Найдено, %: C 75.69; H 5.11; N 6.90. $\text{C}_{26}\text{H}_{21}\text{ClN}_2\text{O}$. Вычислено, %: C 75.63; H 5.13; N 6.78.

5,4-Бис(4-метоксифенил)-7-фенил-3,4,5,6-тетрагидрохиназолин-2(1H)-он (5d) получают аналогично соединению **5a**. Выход 0.37 г (45%), т. пл. 235–237 $^\circ\text{C}$, бесцветные кристаллы. ИК спектр, ν , cm^{-1} : 1511 (C=C), 1605 (C=C), 1665 (C=O), 2940 (CH), 3237 (NH). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 2.58 (1H, д. д, $J = 16.6$, $J = 4.7$) и 3.05 (1H, д. д, $J = 16.6$, $J = 8.3$, 6- CH_2); 3.43–3.50 (1H, м, 5-CH); 3.55 (3H, с, OCH_3); 3.58 (3H, с, OCH_3); 4.83 (1H, с, 4-CH); 6.34–6.43 (3H, м, H-8, H Ar); 6.49 (2H, д, $J = 8.3$, H Ar); 6.68 (2H, д, $J = 8.3$, H Ar); 6.83 (2H, д, $J = 8.3$, H Ar); 7.02 (1H, уш. с, 3-NH); 7.19–7.38 (5H, м, H Ph); 8.54 (1H, уш. с, 1-NH). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 437 $[\text{M}-\text{H}]^+$ (77), 361 (5), 301 (84), 223 (58), 147 (100), 107 (57), 77 (17). Найдено, %: C 76.65; H 6.10; N 6.51. $\text{C}_{28}\text{H}_{26}\text{N}_2\text{O}_3$. Вычислено, %: C 76.69; H 5.98; N 6.39.

4-(4-Метоксифенил)-7-фенил-5-(4-хлорфенил)-3,4,5,6-тетрагидрохиназолин-2(1H)-он (5e) получают аналогично соединению **5a**. Выход 0.34 г (48%), т. пл. 263–265 $^\circ\text{C}$, бесцветные кристаллы. ИК спектр, ν , cm^{-1} : 1508 (C=C), 1606 (C=C), 1669 (C=O), 2939 (CH_2), 3234 (NH). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 2.54 (1H, д. д, $J = 16.5$, $J = 3.3$) и 3.05 (1H, д. д, $J = 16.7$, $J = 8.4$, 6- CH_2); 3.48 (1H, д. д, $J = 8.6$, $J = 3.1$, 5-CH); 3.56 (3H, с, OCH_3); 4.90 (1H, с, 4-CH); 6.36 (1H, с, H-8); 6.47 (2H, д, $J = 8.3$, H Ar); 6.68–6.90 (6H, м, H Ar); 7.05 (1H, уш. с, 3-NH); 7.14–7.35 (5H, м, H Ph); 8.56 (1H,

уш. с, 1-NH). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 442 [$M(^{35}\text{Cl})^+$] (100), 316 (42), 300 (7), 258 (16), 136 (31), 77 (25). Найдено, %: С 73.34; Н 5.18; N 6.50. $\text{C}_{27}\text{H}_{23}\text{ClN}_2\text{O}_2$. Вычислено, %: С 73.21; Н 5.23; N 6.32.

4-(4-Диметиламинофенил)-5-(4-метоксифенил)-7-фенил-3,4,5,6-тетрагидрохиназолин-2(1H)-он (5f) получают аналогично соединению **5a**. Выход 0.32 г (44%), т. пл. 228–230 °С, бесцветные кристаллы. ИК спектр, ν , cm^{-1} : 1498 (C=C), 1620 (C=C), 1682 (C=O), 2923 (CH), 3223 (NH). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц): 2.54 (1H, д. д., $J = 15.8$, $J = 4.8$) и 2.92–3.12 (1H, м, 6- CH_2); 2.69 (6H, с, $\text{N}(\text{CH}_3)_2$); 3.39–3.47 (1H, м, 5-CH); 3.53 (3H, с, OCH_3); 4.73 (1H, с, 4-CH); 6.20–6.43 (5H, м, H-8, H Ar); 6.57–6.78 (4H, м, H Ar); 6.90 (1H, уш. с, 3-NH); 7.14–7.35 (5H, м, H Ph); 8.45 (1H, уш. с, 1-NH). Найдено, %: С 76.99; Н 6.40; N 9.32. $\text{C}_{29}\text{H}_{29}\text{N}_3\text{O}_2$. Вычислено, %: С 77.14; Н 6.47; N 9.31.

Работа выполнена при поддержке Харьковского национального университета им. В. Н. Каразина (грант 811/22–11).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. М. А. Колосов, В. Д. Орлов, *Журн. орган. фарм. химии*, **3**, № 2, 17 (2005).
2. T. G. Steele, C. A. Coburn, M. A. Patane, M. G. Bock, *Tetrahedron Lett.*, **39**, 9315 (1998).
3. G. Zigeuner, C. Knopp, H. Blaschke, *Monatsh. Chem.*, **107**, 587 (1976).
4. G. Zigeuner, H. Brunetti, H. Ziegler, M. Bayer, *Monatsh. Chem.*, **101**, 1767 (1970).
5. V. V. Lipson, I. V. Ignatenko, S. M. Desenko, S. V. Shishkina, O. V. Shishkin, S. A. Komykhov, N. V. Logvinenko, V. D. Orlov, H. Meier, *J. Heterocycl. Chem.*, **40**, 1081 (2003).
6. В. В. Липсон, С. М. Десенко, И. В. Игнатенко, О. В. Шишкин, С. В. Шишкина, *Изв. АН, Сер. хим.*, 335 (2006). [*Russ. Chem. Bull., Int. Ed.*, **55**, 345 (2006).]
7. В. Д. Орлов, Д. Ю. Сидоренко, *ХГС*, 698 (2012). [*Chem. Heterocycl. Compd.*, **48**, 650 (2012).]
8. Д. Ю. Сидоренко, В. Д. Орлов, *Изв. АН, Сер. хим.*, 1971 (2008). [*Russ. Chem. Bull., Int. Ed.*, **57**, 2005 (2008).]
9. A. L. Weis, F. Frolow, *J. Chem. Soc., Perkin. Trans. 1*, 83 (1986).
10. Е. Л. Ханина, Р. М. Золотоябко, Д. Х. Муценице, Г. Я. Дубур, *ХГС*, 1076 (1989). [*Chem. Heterocycl. Compd.*, **25**, 898 (1989).]
11. М. А. Kolosov, V. D. Orlov, D. A. Beloborodov, V. V. Dotsenko, *Mol. Diversity*, **13**, 5 (2009).
12. С. М. Десенко, В. Д. Орлов, *Азагетероциклы на основе α,β -непределных кетонов*, Фолио, Харьков, 1998, с. 108.

¹ Харьковский национальный университет
им. В. Н. Каразина,
пл. Свободы, 4, Харьков 61022, Украина
e-mail: kolosov@univer.kharkov.ua

Поступило 4.04.2013
После доработки 7.05.2013