

СИНТЕЗ 1,2,8,9-ТЕТРАГИДРОПИРИДО[4,3-В][1,6]НАФТИРИДИН-1,9-ДИОНОВ НА ОСНОВЕ ВИЦИНАЛЬНЫХ МЕТИЛЭТОКСИКАРБОНИЛНАФТИРИДИНОВ

А. Ю. Потапов, Е. Л. Полухин, Г. В. Шаталов, М. А. Презент, Н. В. Столповская

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 01.02.2012 г.

Аннотация. Изучена реакция аннелирования пиридинового цикла для 2-метил-3-этоксикарбонил-5,6-дигидро[1,6]нафтиридин-5-онов.

Ключевые слова: виц-метилэтоксикарбонилнафтиридин, диметилацеталь диметилформамида, (Е)-2-(2-диметиламино-1-винил)-3-метоксикарбонил-5,6-дигидро[1,6]нафтиридин-5-оны, амины, enamines, аннелирование, пиридоннафтиридины.

Abstract. Studied the reaction of annelation pyridine cycle for 2-methyl-3-ethoxycarbonyl-5,6-dihydro[1,6]naphthyridin-5-ones.

Keywords: Vic-methylethoxycarbonylnaphthyridin, dimethylformamide dimethyl acetal, (E)-2-(2-dimethylamino-1-vinyl)-3-methoxycarbonyl-5,6-dihydro[1,6]naphthyridin-5-ones, amines, enamines, annelation, pyridonaphthyridines.

ВВЕДЕНИЕ

Ранее показано, что вицинальные метилалкоксикарбонилпиридины и метилалкоксикарбонилпиримидины являются удобными строительными блоками для аннелирования пиридинового цикла. Так 6-метил-2,4-диметокси-5-метоксикарбонилпиримидин циклизуется с основаниями Шиффа в тетрагидропиридопиримидины, обработка которых N-бромсукцинимидом дает дигидропиридопиримидиноны [1]. Подобный синтетический подход применен для получения 6-R-4-амино-7-гидрокси-2-фенилпиридо[4,3-d]пиримидин-5-онов [2]. Аналогичный прием с применением диметилацетала диметилформамида и первичных аминов, позволяющий аннелировать пиридиновый цикл, разработан для производных 7-метил-2-фенил-6-этоксикарбонилпиразолопиримидинов [3], 7-метил-6-этоксикарбонил[1,2,4]триазоло[1,5-a]пиримидинов и 4-метил-5-этоксикарбонилпиримидинов [4, 5], а так же для 2,6-диметил-3,5-диэтоксикарбонилпиридина [6, 7].

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Контроль за ходом реакций и индивидуальностью синтезированных веществ осуществляли методом ТСХ на пластинах Silufol UV-254. Спектры ЯМР ^1H регистрировали на приборе Bruker

AC-300 (300 МГц) в ДМСО- d_6 , внутренний стандарт — Me_4Si ; масс-спектры — на приборе LKB 9000, энергия ионизирующих электронов 70 эВ. Элементный анализ проводили на приборе Carlo Erba NA 1500.

Исходные метилэтоксикарбонилнафтиридины **1a-f** получали по описанной ранее методике [5—7].

Синтез (Е)-2-(2-диметиламино-1-винил)-3-метоксикарбонил-6-R-5,6-дигидро[1,6]нафтиридин-5-онов 3a-f (общая методика). Смесь 5 ммоль соответствующего 2-метил-3-этокси-6-R-карбонилнафтиридина **1**, 5.5 ммоль диметилацетала диметилформамида (**2**) в 3 мл ДМФА кипятили 2—3 часа. Реакционную массу охлаждали, прибавляли 3 мл изопропилового спирта и оставляли на сутки. Выпавший осадок отфильтровывали, промывали изопропиловым спиртом и перекристаллизовывали из смеси изопропиловый спирт-ДМФА.

(Е)-2-(2-диметиламино-1-винил)-3-метоксикарбонил-6-фенил-5,6-дигидро[1,6]нафтиридин-5-он 3a. Выход 69%, т.пл. 189—191 °С. Найдено (%): С, 68.90; Н, 5.55; N, 12.31. $\text{C}_{20}\text{H}_{19}\text{N}_3\text{O}_3$. Вычислено (%): С, 68.75; Н, 5.48; N, 12.03. Спектр ЯМР ^1H (δ , м.д., J/Гц): 2.49(с, 3H, N(CH $_3$)), 2.89 (с, 3H, N(CH $_3$)); 3.88 (с, 3H, OCH $_3$); 6.32 (д, 1H, СНвинил, J=12); 6.41 (д, 1 H, СНпиридинон., J=8); 7.35—7.55 (м, 6H: 5H, СНаром. + 1H, СНпиридинон.); 8.10 (д, 1 H, СНвинил, J=12); 8.75 (с, 0.95H, СН пирид.). Масс-спектр, m/z 349 [M] $^+$.

© Потапов А. Ю., Полухин Е. Л., Шаталов Г. В., Презент М. А., Столповская Н. В., 2012

(E)-2-(2-диметиламино-1-винил)-3-метоксикарбонил-6-(2-метоксифенил)-5,6-дигидро[1,6]нафтиридин-5-он 3b. Выход 47%, т.пл. 193—195 °С. Найдено (%): С, 66.71; Н, 5.54; N, 11.12. $C_{21}H_{21}N_3O_4$. Вычислено (%): С, 66.48; Н, 5.58; N, 11.07. Спектр ЯМР¹H (δ, м.д., J/Гц): 2.55(с, 3Н, N(CH₃)); 3.12 (с, 3Н, N(CH₃)); 3.81 (с, 3Н, OCH₃); 3.88 (с, 3Н, OCH₃); 6.31 (д, 1Н, СНвинил, J=12); 6.39 (д, 1Н, СН пиридинон., J=8); 7.01—7.29 (м, 4Н: 3Н, СНаром. + 1Н, СН пиридинон.); 7.41 (т, 1Н, СН аром., J=9); 8.19 (д, 1Н, СНвинил, J=12); 8.74 (с, 0.96 Н, СНпирид.). Масс-спектр, m/z 379 [M]⁺.

6-(2-хлорфенил)-(E)-2-(2-диметиламино-1-винил)-3-метоксикарбонил-5,6-дигидро[1,6]нафтиридин-5-он 3с. Выход 58%, т.пл. 198—200 °С. Найдено (%): С, 62.14; Н, 4.77; N, 11.01. $C_{20}H_{18}ClN_3O_3$. Вычислено (%): С, 62.58; Н, 4.73; N, 10.95. Спектр ЯМР¹H (δ, м.д., J/Гц): 2.89(с, 3Н, N(CH₃)); 3.19 (с, 3Н, N(CH₃)); 3.89 (с, 3Н, OCH₃); 6.32 (д, 1Н, СНвинил, J=12); 6.41 (д, 1Н, СН пиридинон., J=8); 7.22 (д, 1Н, СНпиридинон., J=8); 7.38—7.50 (м, 3Н, СНаром.); 7.59 (т, 1Н, СНаром., J=9); 8.10 (д, 1Н, СНвинил, J=12); 8.74 (с, 0.95 Н, СНпирид.). Масс-спектр, m/z 383 [M]⁺.

6-[2-(3,4-диметоксифенил)этил]-(E)-2-(2-диметиламино-1-винил)-3-метоксикарбонил-5,6-дигидро[1,6]нафтиридин-5-он 3d. Выход 72%, т.пл. 124—126 °С. Найдено (%): С, 65.52; Н, 6.19; N, 9.63. $C_{24}H_{27}N_3O_5$. Вычислено (%): С, 65.89; Н, 6.22; N, 9.60. Спектр ЯМР¹H (δ, м.д., J/Гц): 2.87 (т, 2Н, СН₂, J=10); 2.97(с, 3Н, N(CH₃)); 3.05 (с, 3Н, N(CH₃)); 3.71 (с, 3Н, OCH₃); 3.79 (с, 3Н, OCH₃); 3.87 (с, 3Н, OCH₃); 4.05 (т, 2Н, СН₂, J=10); 6.21 (д, 1Н, СНпиридинон., J=8); 6.29 (д, 1Н, СНвинил, J=12); 6.64—6.80 (м, 3Н, СНаром.); 7.25 (д, 1Н, СНпиридинон., J=8); 8.05 (д, 1Н, СНвинил, J=12); 8.73 (с, 0.96 Н, СНпирид.). Масс-спектр, m/z 437 [M]⁺.

(E)-2-(2-диметиламино-1-винил)-3-метоксикарбонил-6-(пиридин-2-илметил)-5,6-дигидро[1,6]нафтиридин-5-он 3е. Выход 85%, т.пл. >200 °С (возг.). Найдено (%): С, 65.25; Н, 5.51; N, 15.43. $C_{20}H_{20}N_4O_3$. Вычислено (%): С, 65.92; Н, 5.53; N, 15.37. Спектр ЯМР¹H (δ, м.д., J/Гц): 2.75(с, 3Н, N(CH₃)); 3.09 (с, 3Н, N(CH₃)); 3.87 (с, 3Н, OCH₃); 5.18 (с, 2Н, СН₂); 6.27 (д, 1Н, СНвинил, J=12); 6.39 (д, 1Н, СНпиридинон., J=8); 7.21 (т, 1Н, СНпирид., J=12); 7.28 (д, 1Н, СНпирид., J=8); 7.55 (д, 1Н, СНпиридинон., J=8); 7.69 (т, 1Н, СНпирид., J=12); 8.05 (д, 1Н, СНвинил, J=12); 8.47 (д, 0.96 Н, СНпирид., J=4); 8.73 (с, 1Н, СН пирид.). Масс-спектр, m/z 364 [M]⁺.

6-циклопентил-(E)-2-(2-диметиламино-1-винил)-3-метоксикарбонил-5,6-дигидро[1,6]нафтиридин-5-он 3f. Выход 54%, т.пл. 189—190 °С. Найдено (%): С, 66.95; Н, 6.75; N, 12.28. $C_{19}H_{23}N_3O_3$. Вычислено (%): С, 66.84; Н, 6.79; N, 12.31. Спектр ЯМР¹H (δ, м.д., J/Гц): 1.65—2.30 (м, 8Н, 4СН₂); 2.88(с, 3Н, N(CH₃)); 3.10 (с, 3Н, N(CH₃)); 3.91 (с, 3Н, OCH₃); 5.17—5.33 (м, 1Н, NCH₂); 6.35 (д, 1Н, СНвинил, J=12); 6.63 (д, 1Н, СНпиридинон., J=8); 7.51 (д, 1Н, СНпиридинон., J=8); 8.18 (д, 1Н, СНвинил, J=12); 8.72 (с, 0.95 Н, СНпирид.). Масс-спектр, m/z 341 [M]⁺.

Синтез 1,2,8,9-тетрагидропиридо[4,3-b][1,6]нафтиридин-1,9-дионов 5a-h (общая методика). Смесь 5 ммоль соответствующего (E)-2-(2-диметиламино-1-винил)-3-метоксикарбонил-6-R-5,6-дигидро[1,6]нафтиридин-5-она **3**, 5,5 ммоль соответствующего амина **4** в 2 мл уксусной кислоты кипятили в течение 30 мин. Выпавший при охлаждении осадок соединения **5** отфильтровывали, промывали изопропиловым спиртом и перекристаллизовывали из смеси изопропиловый спирт-ДМФА.

2-(2-фенилэтил)-8-фенил-1,2,8,9-тетрагидропиридо[4,3-b][1,6]нафтиридин-1,9-дион 5a. Выход 55%, т.пл. 174—176 °С. Найдено (%): С, 75.98; Н, 4.84; N, 10.62. $C_{25}H_{19}N_3O_2$. Вычислено (%): С, 76.32; Н, 4.87; N, 10.68. Спектр ЯМР¹H (δ, м.д., J/Гц): 3.67 (т, 2Н, СН₂, J=10); 4.19 (т, 2Н, СН₂, J=10); 6.68 (д, 1Н, СН пиридинон., J=8); 6.77 (д, 1Н, СНпиридинон., J=8); 7.43—7.68 (м, 10Н, СНаром.); 7.81 (д, 1Н, СНпиридинон., J=8); 7.89 (д, 1Н, СНпиридинон., J=8); 9.27 (с, 0.85 Н, γ-СНпирид.). Масс-спектр, m/z 393 [M]⁺.

2-(2-метоксифенил)-8-(2-фенилэтил)-1,2,8,9-тетрагидропиридо[4,3-b][1,6]нафтиридин-1,9-дион 5b. Выход 69%, т.пл. >110 °С (разл.). Найдено (%): С, 73.36; Н, 5.02; N, 9.97. $C_{26}H_{21}N_3O_3$. Вычислено (%): С, 73.74; Н, 5.00; N, 9.92. Спектр ЯМР¹H (δ, м.д., J/Гц): 3.82 (с, 3Н, OCH₃); 4.01 (т, 2Н, СН₂, J=10); 4.22 (т, 2Н, СН₂, J=10); 6.58 (д, 1Н, СНпиридинон., J=8); 6.70 (д, 1Н, СН пиридинон., J=8); 7.05—7.37 (м, 9Н, СНаром.); 7.55 (д, 1Н, Нпиридинон., J=8); 7.65 (д, 1Н, СНпиридинон., J=8); 9.30 (с, 0.87 Н, γ-СНпирид.). Масс-спектр, m/z 423 [M]⁺.

2-(2-хлорфенил)-8-(2-гидроксиэтил)-1,2,8,9-тетрагидропиридо[4,3-b][1,6]нафтиридин-1,9-дион 5с. Выход 88%, т.пл. 164—166 °С. Найдено (%): С, 62.35; Н, 3.86; N, 11.46. $C_{19}H_{14}ClN_3O_3$. Вычислено (%): С, 62.05; Н, 3.84; N, 11.42. Спектр ЯМР¹H (δ, м.д., J/Гц): 3.71 (т, 2Н, СН₂, J=10); 4.09 (т, 2Н, СН₂, J=10); 5.79 (т, 1Н, ОН, J=10); 6.67 (д, 1Н, СНпири-

дион., $J=8$); 6.77 (д, 1H, СН пиридинон., $J=8$); 7.50—7.70 (м, 5H: 4H, СНаром. + 1H, СНпиридинон.); 7.76 (д, 1H, СНпиридинон., $J=8$); 9.29 (с, 0.85 H, γ -СНпирид.). Масс-спектр, m/z 367 $[M]^+$.

2-(2-хлорфенил)-8-(пиридин-2-илметил)-1,2,8,9-тетрагидропиридо[4,3-*b*][1,6]нафтиридин-1,9-дион 5d. Выход 75%, т.пл. 193—195 °С. Найдено (%): С, 66.31; Н, 3.62; N, 13.58. $C_{23}H_{15}ClN_4O_2$. Вычислено (%): С, 66.59; Н, 3.64; N, 13.51. Спектр ЯМР¹H (δ , м.д., J/Гц): 5.31 (с, 2H, CH_2); 6.72 (д, 1H, СНпиридинон., $J=8$); 6.80 (д, 1H, СНпиридинон., $J=8$); 7.25 (т, 1H, СНаром., $J=9$); 7.35—7.75 (м, 7H: 3H, СНаром. + 3H, СНпирид. + 1H, СНпиридинон.); 7.90 (д, 1H, СНпиридинон., $J=8$); 8.50 (д, 0.88 H, γ -СНпирид., $J=4$); 9.37 (с, 1H, СНпирид.). Масс-спектр, m/z 414 $[M]^+$.

2-(2-(3,4-диметоксифенил)-этил)-8-(2-гидроксиэтил)-1,2,8,9-тетрагидропиридо[4,3-*b*][1,6]нафтиридин-1,9-дион 5e. Выход 86%, т.пл. 174—176 °С. Найдено (%): С, 66.79; Н, 5.53; N, 10.00. $C_{23}H_{23}N_3O_5$. Вычислено (%): С, 66.55; Н, 5.50; N, 9.97. Спектр ЯМР¹H (δ , м.д., J/Гц): 2.95 (т, 2H, CH_2 , $J=10$); 3.67—3.75 (м, 8H: 6H, $2OCH_3$ + 2H, CH_2); 4.05 (т, 2H, CH_2 , $J=10$); 4.18 (т, 2H, CH_2 , $J=10$); 4.79 (т, 1H, OH, $J=10$); 6.54 (д, 1H, СНпиридинон., $J=8$); 6.61 (д, 1H, СНпиридинон., $J=8$); 6.68—6.81 (м, 3H, СНаром.); 7.58 (д, 1H, СНпиридинон., $J=8$); 7.72 (д, 1H, СНпиридинон., $J=8$); 9.30 (с, 0.90 H, γ -СНпирид.). Масс-спектр, m/z 421 $[M]^+$.

2-(пиридин-3-ил)-8-(пиридин-2-илметил)-1,2,8,9-тетрагидропиридо[4,3-*b*][1,6]нафтиридин-1,9-дион 5f. Выход 80%, т.пл. 203—205 °С. Найдено (%): С, 69.07; Н, 4.01; N, 18.44. $C_{22}H_{15}N_5O_2$. Вычислено (%): С, 69.28; Н, 3.96; N, 18.36. Спектр ЯМР¹H (δ , м.д., J/Гц): 5.23 (с, 2H, CH_2); 6.72 (д, 1H, СНпиридинон., $J=8$); 6.80 (д, 1H, СНпиридинон., $J=8$); 7.31 (т, 1H, СНпирид., $J=10$); 7.45 (т, 1H, СНпирид., $J=10$); 7.80 (д, 1H, СНпирид., $J=9$); 7.91—8.07 (м, 3H: 2H, СНпирид. + 1H, СНпиридинон.); 8.16 (д, 1H, СНпиридинон., $J=8$); 8.45—8.70

(м, 3H, СНпирид.); 9.35 (с, 0.83 H, СН γ -пирид.). Масс-спектр, m/z 381 $[M]^+$.

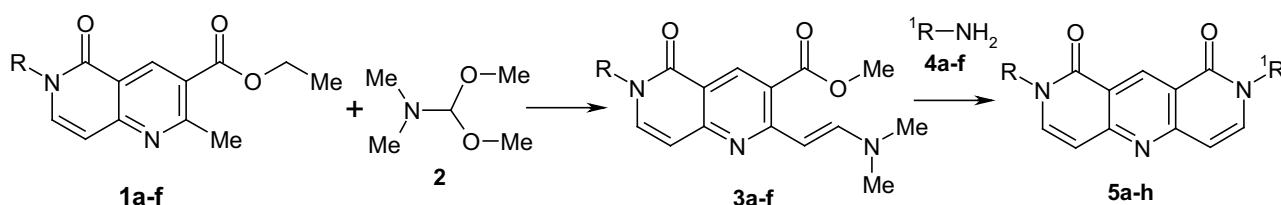
2-циклопентил-8-(2-метоксиэтил)-1,2,8,9-тетрагидропиридо[4,3-*b*][1,6]нафтиридин-1,9-дион 5g. Выход 47%, т.пл. 100—102 °С. Найдено (%): С, 67.75; Н, 6.27; N, 12.33. $C_{19}H_{21}N_3O_3$. Вычислено (%): С, 67.24; Н, 6.24; N, 12.38. Спектр ЯМР¹H (δ , м.д., J/Гц): 1.66—2.18 (м, 8H, $4CH_2$); 3.30 (с, 3H, OCH_3); 3.65 (т, 2H, CH_2 , $J=10$); 4.15 (т, 2H, CH_2 , $J=10$); 5.17—5.30 (м, 1H, NCH); 6.59 (д, 1H, СНпиридинон., $J=8$); 6.68 (д, 1H, СНпиридинон., $J=8$); 7.68 (д, 1H, СНпиридинон., $J=8$); 7.77 (д, 1H, СНпиридинон., $J=8$); 9.29 (с, 0.83 H, γ -СНпирид.). Масс-спектр, m/z 339 $[M]^+$.

2-циклопентил-8-(3-метоксипропил)-1,2,8,9-тетрагидропиридо[4,3-*b*][1,6]нафтиридин-1,9-дион 5h. Выход 41%, т.пл. 91—93 °С. Найдено (%): С, 67.45; Н, 6.58; N, 11.94. $C_{20}H_{23}N_3O_3$. Вычислено (%): С, 67.97; Н, 6.56; N, 11.89. Спектр ЯМР¹H (δ , м.д., J/Гц): 1.67—2.17 (м, 10H, $5CH_2$); 3.29 (с, 3H, OCH_3); 3.39 (т, 2H, CH_2 , $J=10$); 4.05 (т, 2H, CH_2 , $J=10$); 5.16—5.29 (м, 1H, NCH); 6.61 (д, 1H, СНпиридинон., $J=8$); 6.67 (д, 1H, СНпиридинон., $J=8$); 7.70 (д, 1H, СНпиридинон., $J=8$); 7.75 (д, 1H, СНпиридинон., $J=8$); 9.28 (с, 0.87 H, γ -СНпирид.). Масс-спектр, m/z 353 $[M]^+$.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Аннелирование пиридинового цикла к 2,6-диметил-3,5-диэтоксикарбонилпиридину приводит к 2-метил-3-этоксикарбонил-5,6-дигидро[1,6]нафтиридин-5-онам **1a-f**, на основе которых в настоящей работе был разработан способ синтеза 1,2,8,9-тетрагидропиридо[4,3-*b*][1,6]нафтиридин-1,9-дионов **5a-h**, представляющий по своей сути аннелирование еще одного пиридинового кольца по тому же синтетическому сценарию (схема 1).

Установлено, что оптимальными условиями для проведения первой стадии — синтеза (*E*)-2-(2-диметиламино-1-винил)-3-метоксикарбонил-6-*R*-



$R = Ph$ (**1a**, **3a**, **5a**), 2- $CH_3OC_6H_4$ (**1b**, **3b**, **5b**), 2- $Cl-C_6H_4$ (**1c**, **3c**, **5c**, **5d**), 3,4-ди $CH_3O-C_6H_3CH_2CH_2$ (**1d**, **3d**, **5e**), пиридин-2-илметил (**1e**, **3e**, **5f**), циклопентил (**1f**, **3f**, **5g**, **5h**)

$^1R = PhCH_2CH_2$ (**4a**, **5a**, **5b**), $HOCH_2CH_2$ (**4b**, **5c**, **5e**), пиридин-2-илметил (**4c**, **5d**), пиридин-3-ил (**4d**, **5f**), $CH_3OCH_2CH_2$ (**4e**, **5g**), $CH_3OCH_2CH_2CH_2$ (**4f**, **5h**)

Схема 1. Синтез 1,2,8,9-тетрагидропиридо[4,3-*b*][1,6]нафтиридин-1,9-дионов

5,6-дигидро[1,6]нафтиридин-5-онов **3a-f** — является кипячение смеси реагентов в ДМФА. Как оказалось, этоксикарбонильная группа в данных условиях претерпевает переэтерификацию в метоксикарбонильную. 2-(2-Диметиламино-1-винил)-3-метоксикарбонил-6-*R*-5,6-дигидро[1,6]нафтиридин-5-оны **3a-f** представляют собой желтые кристаллические вещества, малорастворимые в спиртах и углеводородах, хорошо растворимые в хлороформе и ДМФА. Их спектры ЯМР¹H в отличие от исходных 2-метил-3-этоксикарбонил-5,6-дигидро[1,6]нафтиридин-5-онов **1a-f** не содержат сигналов протонов этокси и метильных групп, а характеризуются сигналами виниловых протонов в виде двух дублетов при 6.27—6.35 м.д. и 8.05—8.19 м.д., а также синглетными сигналами протонов метокси и диметиламиногрупп. Константы спин-спинового взаимодействия виниловых протонов (12 Гц) свидетельствуют в пользу транс-конфигурации соединений **3a-f**. Масс-спектры характеризуются наличием соответствующих молекулярных ионов.

Найдено, что при действии первичных аминов на енамины **3a-c**, **3e**, **3f** в среде кипящего диметилморфамида образуются 1,2,8,9-тетрагидропиридо[4,3-*b*][1,6]нафтиридин-1,9-дионы **5a-e**, **5g**, **5h** с умеренными (30—35% выходами). Попытка ввести в данное взаимодействие гетероциклический амин — 3-аминопиридин — не увенчалась успехом. Однако при использовании ледяной уксусной кислоты в качестве среды для реакции удалось получить 2-(пиридин-3-ил)-8-(пиридин-2-илметил)-1,2,8,9-тетрагидропиридо[4,3-*b*][1,6]нафтиридин-1,9-дион **5f** с выходом 80%. Более того, применение в качестве растворителя уксусной кислоты позволило сократить время реакции и значительно повысить выход соединений **5a-h**. Спектры ЯМР¹H 1,2,8,9-тетрагидропиридо[4,3-*b*][1,6]нафтиридин-1,9-дионов **5a-h** характеризуются наличием четырех сигналов пиридиновых протонов в виде

дублетов, кроме того интенсивность γ-пиридинового протона для соединений **3a-f** и **5a-h** занижена, что можно объяснить экранирующим эффектом соседних карбонильных групп.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный способ синтеза 1,2,8,9-тетрагидропиридо[4,3-*b*][1,6]нафтиридин-1,9-дионов **5a-h** открывает подходы к синтезу комбинаторных библиотек этих соединений, как видно из схемы 1 в реакцию с енаминами **3** можно вводить алифатические, ароматические и гетероциклические амины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wada A. Synthesis of Pyrido[4,3-*d*]pyrimidin-5(6H)-ones via Anionic Cycloaddition of Methyl 2,4-Dimethoxy-6-methyl-5-pyrimidinecarboxylate with Imines / A. Wada, S. Hirai, M. Hanaoka // Chem. Pharm. Bull. 1991. — V. 39. — P.1189—1192.
2. Komkov A.V. Construction of a pyrido[4,3-*d*]pyrimidine system on the basis of N-cyanobenzamidine and diethyl acetone-1,3-dicarboxylate / A.V. Komkov, V.A. Dorokhov // Russian Chemical Bulletin, International edition. — 2007. — V. 56, № 11. — P. 2290—2292.
3. A new entry to pyrazolo[1,5-*a*]pyrido[3,4-*e*]pyrimidine derivatives / F. Bruni [et al.] // J. Heterocycl. Chem. — 1990. — V.31, № 6. — P. 1141—1149.
4. Аннелирование пиридинового цикла к вицинальным метилэтоксикарбонилпиридинам / Х. С. Шихалиев [и др.] // Известия Академии наук. Серия химическая. — 2009. — № 9. — P.1934—1937.
5. 5-Амино-4-фенилпиразол в реакции аннелирования пиридинового цикла / А.Ю. Потапов [и др.] // Вестник ВГУ. Химия, Биология, Фармация. — 2008. — № 2. — С. 147—149.
6. Studies on naphthyridines synthesis of 4-substituted and 6-substituted 1,6-naphthyridin-5(6H)-ones / M. Balog [et al.] // J. Heterocycl. Chem. — 1989. — V. 26. — P. 1755—1769.
7. Synthesis and structure elucidation of benzimidazolo[2,1-*f*][1,6]naphthyridine aza-derivatives / G. Toth [et al.] // J. Heterocycl. Chem. — 1991. — V.28. — P. 497—501.

Потапов Андрей Юрьевич — с.н.с. кафедры органической химии, Воронежский государственный университет; тел.: (473) 2208433; e-mail: pistones@mail.ru

Полухин Евгений Леонидович — аспирант кафедры органической химии; Воронежский государственный университет; тел.: (473) 2208433; e-mail: dartalf@gmail.com

Шаталов Геннадий Валентинович — профессор, зав. кафедрой химии ВМС и коллоидов; Воронежский государственный университет; тел.: (473) 2208433; e-mail: shhml158@chem.vsu.ru

Potapov Andrey U. — senior researcher, organic chemistry department, Voronezh State University, tel.: (473) 2208433; e-mail: pistones@mail.ru

Poluchin Eugenie L. — PhD student, organic chemistry department, Voronezh State University, tel.: (473) 2208433; e-mail: dartalf@gmail.com

Shatalov Gennady V. — professor, Head of high molecular compound and colloidal chemistry department, Voronezh State University, tel.: (473) 2208433; e-mail: shhml158@chem.vsu.ru

Презент Михаил Абрамович — научный сотрудник, Институт органической химии РАН им. Н. Д. Зелинского; тел.: (903) 7938962; e-mail: pre1962@mail.ru

Столповская Надежда Владимировна — к.х.н., доцент кафедры органической химии; Воронежский Государственный Университет; тел.: (473) 2208521; e-mail: Gusnv@yandex.ru

Prezent Mikhail A. — researcher, N. D. Zelinsky Institute of Organic Chemistry RAS, Moscow, tel.: (903) 7938962; e-mail: pre1962@mail.ru

Stolpovskaya Nadezhda V. — PhD, senior lecturer, organic chemistry department, Voronezh State University, tel.: (473) 2208433; e-mail: Gusnv@yandex.ru