



Научная статья

УДК 547.853.1

DOI: 10.52957/2782-1900-2026-7-1-76-83

СИНТЕЗ ЗАМЕЩЕННЫХ МЕТИЛ 2-ОКСО-4-АРИЛ-6-СТИРИЛ-1,2,3,4-ТЕТРАГИДРОПИРИМИДИН-5-КАРБОКСИЛАТОВ

**Ж.В. Чиркова, А.С. Карандеева, Н.А. Богданова, Е.Н. Макарушко,
Е.В. Волков, М.В. Самородова**

Жанна Вячеславовна Чиркова, д-р. хим. наук, профессор; Алёна Сергеевна Карандеева, аспирант; Наталья Андреевна Богданова, магистрант; Екатерина Николаевна Макарушко, магистрант; Евгений Владимирович Волков, студент; Мария Васильевна Самородова, студент
ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет», 150023, Россия, г. Ярославль, Московский пр., д. 88; karandeeva.alyona@yandex.ru

Ключевые слова:

метил (E)-стирил-
пиримидин-5-карбоксилаты,
хлористое железо,
ацетонитрил

Аннотация. Представлено исследование по направленному синтезу ранее не описанных в литературе замещенных метил (E)-стирилпиримидин-5-карбоксилатов, полученных взаимодействием дигидропиримидин-2(1H)-онов с замещенными ароматическими альдегидами. Строение полученных соединений подтверждено методами ЯМР-спектроскопии и масс-спектрометрии.

Для цитирования:

Чиркова Ж.В., Карандеева А.С., Богданова Н.А., Макарушко Е.Н., Волков Е.В., Самородова М.В. Синтез замещенных метил 2-оксо-4-арил-6-стирил-1,2,3,4-тетрагидропиримидин-5-карбоксилатов // От химии к технологии шаг за шагом. 2026. Т. 7, вып. 1. С. 76-83. URL: <https://chemintech.ru/ru/nauka/issue/7073/view>

Введение

Пиримидины, являющиеся известным классом гетероциклических соединений, привлекают к себе пристальное внимание за счет широкого спектра их фармацевтических и синтетических свойств. Они обладают важными терапевтическими и фармакологическими свойствами и являются наиболее часто используемыми в медицинской химии гетероциклами. Их производные широко распространены в природе и проявляют противомаларийную [1-3], антибактериальную [4, 5], противогрибковую [6, 7], анти-ВИЧ [8], противовирусную [9, 10], противоопухолевую [11] и противопаразитарную [12] активность.

Согласно исследованиям, производные дигидропиримидин-2(1H)-онов также могут быть применены в качестве антигипертензивных средств [13] и α_1 -адренергических антагонистов [14]. В связи с этим, разработка методов синтеза новых производных дигидропиримидин-2(1H)-онов и исследование их полезных свойств с целью получения



безопасных и высокоэффективных лекарственных препаратов является одной из важнейших задач современной химии.

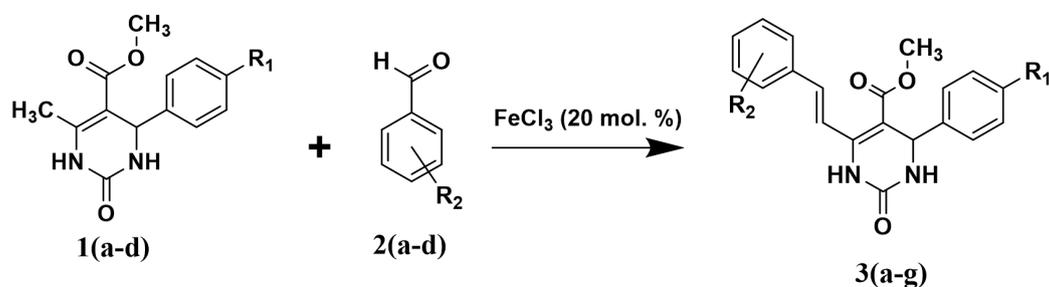
На сегодняшний день создание перспективных фармацевтических субстратов обычно осуществляется с применением одnoreакторных («one-pot») методов синтеза. Одним из таких способов является реакция Биджинелли [15], позволяющая посредством трехкомпонентной конденсации получить 3,4-дигидропиримидин-2(1*H*)-оны. Кроме того, введение стирильной группы в данный класс гетероциклических соединений позволило обнаружить ряд веществ, обладающие полезными для человека биологическими свойствами [16]. Последнее осуществимо путем винилогенной альдольной конденсации продуктов Биджинелли с альдегидами при использовании железа (III) в качестве катализатора [17].

За последнее несколько лет использование многокомпонентных реакций, катализируемых железом, значительно возросло. Это связано в первую очередь с их доступностью и низкой стоимостью катализатора. Такие реакции, как правило, не токсичны, стабильны и обладают экологически чистыми свойствам [18, 19]. Применение этих реакций к метил (*E*)-стирил-пиримидин-5-карбоксилатам позволяет расширить линейку данного класса соединений и получить вещества с заданными полезными свойствами.

Основная часть

В качестве исходных соединений были использованы замещенные метил 4-арил-6-метил-2-оксо-1,2,3,4-тетрагидропиримидин-5-карбоксилаты **1(a-d)**, синтезированные «one-pot» трехкомпонентной конденсацией на основе классической реакции Биджинелли [20].

Структуры **1(a-d)** вступали в реакцию с ароматическими альдегидами **2(a-c)** в присутствии каталитических количеств $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (20 мол.%). Реакция проводилась в среде ацетонитрила при кипячении с обратным холодильником в течение 24 ч. В результате были получены новые метил (*E*)-стирил-пиримидин-5-карбоксилаты **3(a-g)** с выходом до 49 % (схема 1). Выход соединений **3(a-g)** представлены в таблице 1.



1: $R_1 = \text{H}$ (**a**), $R_1 = \text{Cl}$ (**b**), $R_1 = \text{F}$ (**c**), $R_1 = \text{Me}$ (**d**); **2:** $R_2 = 4\text{-Cl}$ (**a**), $R_2 = 4\text{-F}$ (**b**), $R_2 = 4,5\text{-Cl}$ (**c**);
3: $R_1 = \text{H}$, $R_2 = 4\text{-F}$ (**a**); $R_1 = \text{Cl}$, $R_2 = 4\text{-Cl}$ (**b**); $R_1 = \text{Cl}$, $R_2 = 4\text{-F}$ (**c**); $R_1 = \text{F}$, $R_2 = 4\text{-F}$ (**d**); $R_1 = \text{F}$, $R_2 = 4,5\text{-Cl}$ (**e**);
 $R_1 = \text{Me}$, $R_2 = 4\text{-Cl}$ (**f**); $R_1 = \text{Me}$, $R_2 = 4\text{-F}$ (**g**);

Схема 1



Таблица 1. Выход продуктов 3(a-g)

№	Соединение 3	R ₁ , R ₂	Выход, %
1	a	R ₁ = H, R ₂ = 4-F	33
2	b	R ₁ = Cl, R ₂ = 4-Cl	21
3	c	R ₁ = Cl, R ₂ = 4-F	27
4	d	R ₁ = F, R ₂ = 4-F	49
5	e	R ₁ = F, R ₂ = 4,5-Cl	41
6	f	R ₁ = Me, R ₂ = 4-Cl	28
7	g	R ₁ = Me, R ₂ = 4-F	15

Полученные соединения **3** были очищены перекристаллизацией из изопропилового спирта. Строение полученных структур было подтверждено совокупностью спектральных методов анализа. В ИК-спектрах соединений **3** наблюдались полосы поглощения NH-группы в области около 3226 см⁻¹, C=O-группы при 1687 см⁻¹, C=C связей при 1635 см⁻¹, C-O-CH₃-связи при 1230 см⁻¹, колебания бензольных колец при 1601 см⁻¹. В масс-спектрах под действием электронного удара для синтезированных соединений **3** наблюдался молекулярный ион (рис. 1). В спектрах ЯМР ¹H синтезированных соединений наблюдаются характерные дублеты *транс*-протонов при двойной связи в области 7.40-7.54 м.д. и 7.84-7.91 м.д. с КССВ 16.7 Гц, слабopольный сигнал 1-NH-протона в области 9.20-9.30 м.д. и OMe-группы в области около 3.60 м.д. Полное отнесение сигналов атомов водорода продукта **3d** сделано на основании данных двумерной корреляционной NOESY спектроскопии (рис. 2). NOESY-Спектре наблюдаются симметричные кросс-пики атома водорода 1-NH-группы и протона двойной связи, ближайшего к пиримидиновому циклу, а также сигналы атома H-4 с протоном 3-NH-группы и *орто*-протонами одного из ароматических заместителей. Кроме того, наблюдаются слабые кросс-пики второго протона при двойной связи с *орто*-протонами второго ароматического кольца. В спектрах ЯМР ¹³C синтезированных соединений наблюдаются сигналы все атомов углерода.

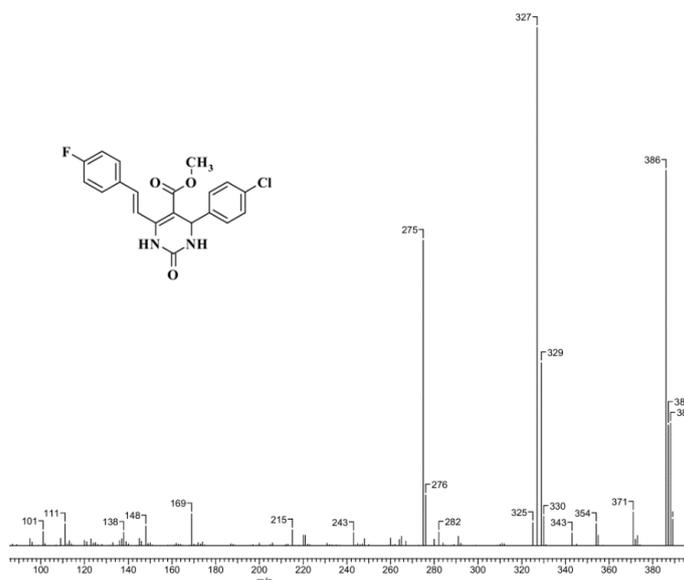


Рис. 1. Фрагмент масс-спектра соединения 3с

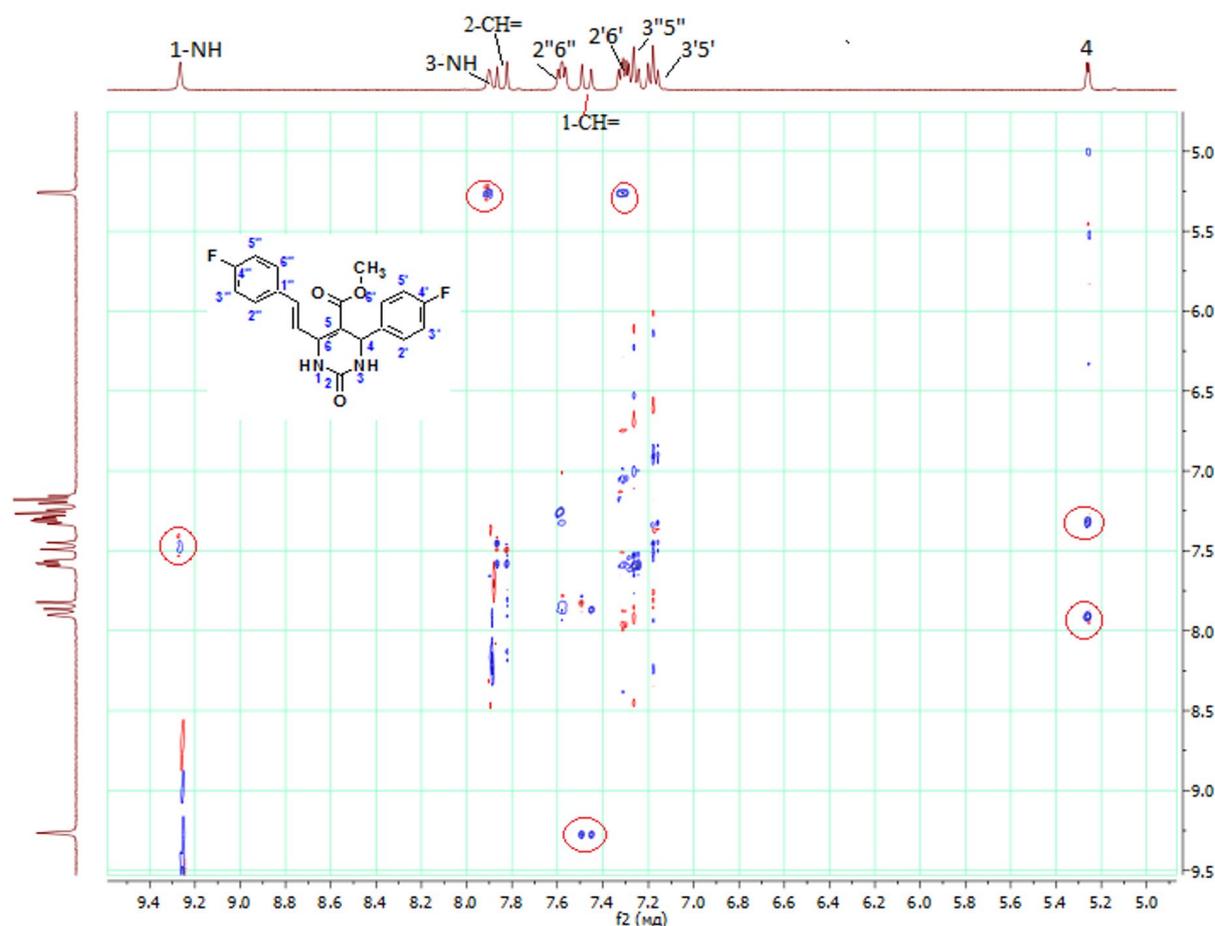


Рис. 2. Фрагмент NOESY-Спектре соединения **3d**

Выводы

В результате проведенного исследования разработан препаративный метод синтеза новых замещенных (*E*)-стирилпиримидин-5-карбоксилатов, основанный на альдольной конденсации 4-арил-6-метил-2-оксо-1,2,3,4-тетрагидропиримидин-5-карбоксилатов с ароматическими альдегидами при катализе треххлористым железом. Строение всех синтезированных соединений подтверждено совокупностью физико-химических методов анализа.

Экспериментальная часть

ИК-спектры записывали в отраженном свете на ИК-Фурье спектрометре Spectrum Two PerkinElmer с длиной волны 700–4000 см^{-1} . Спектры ЯМР ^1H и ^{13}C регистрировали на приборе «Varian Unity Plus 400 MHz» (400 МГц и 100 МГц соответственно) в растворах $\text{DMSO-}d_6$ при 30 °С. В качестве внутреннего стандарта для спектров ЯМР ^1H ($\delta\text{H} = 2.50$ м.д.) и ЯМР ^{13}C ($\delta\text{C} = 39.50$ м.д.) использовали сигналы растворителя. Отнесение сигналов протонов соединения **3d** выполнено с помощью двумерной ЯМР-спектроскопии (^1H - ^1H (NOESY)). Масс-спектры регистрировали на масс-спектрометре «FINNIGAN MAT.INCOS 50» при ионизационном напряжении 70 эВ



и температуре в камере ионизации 100–220 °С (ИОХ РАН г. Москва). Элементный анализ проводился в аналитической лаборатории ИНЭОС РАН г. Москва на приборе «PerkinElmer 2400». Температура плавления определялась на аппарате для определения точки плавления и кипения BüchiM-560. Контроль за ходом реакции осуществляли методом тонкослойной хроматографии на пластинах «Silufol 254 UV» с использованием элюента гексан – этилацетат.

Методы синтеза и физико-химические характеристики соединений **1(a-d)** описаны в [20].

Методика получения **3(a-g)**

Смесь дигидропиримидина (1 ммоль) **1(a-d)**, замещенного ароматического альдегида **2(a-d)** (2 ммоль), гексагидрата хлорида железа (0,2 ммоль) и ацетонитрила (15 мл) кипятили с обратным холодильником в течение 24 ч, после завершения реакции смесь разбавляли водой (50 мл), выпавший осадок отфильтровывали, промывали водой и сушили на воздухе. Перекристаллизовывали в изопропанол.

3a Метил (*E*)-6-(4-фторстирил)-2-оксо-4-фенил-1,2,3,4-тетрагидропиримидин-5-карбоксилат: выход 941 мг (33%), т.пл. 242–243 °С. ИК спектр, $\nu/\text{см}^{-1}$: 3234 (N-H), 2948 (νCH_3), 1685 (C=O), 1630 (C=C), 1595, 1582, 1504 (CC в Ph), 1228 (C-F), 1093 ($\nu\text{C-O-CH}_3$), 975 (C-H в транс-CH=CH). Спектр ЯМР ^1H (DMSO- d_6 , δ , м.д., $J/\text{Гц}$): 3.62 (с, 3H, OMe), 5.26 (д, 1H, $J=3.5$, H-4), 7.21–7.31 (м, 5H, Ph), 7.35 (т, 2H, $J=8.4$, H-3'',5''), 7.47 (д, 1H, $J=16.7$, C(a)-H в CH=CH), 7.58 (дд, 2H, $J=8.4$, 5.5, H-2'',6''), 7.83 (с, 1H, 3-NH), 7.88 (д, 1H, $J=16.7$, C(b)-H в CH=CH), 9.23 (с, 1H, 1-NH). Найдено (%): C, 68.17; H, 4.86; N, 7.95. $\text{C}_{20}\text{H}_{17}\text{FN}_2\text{O}_3$. Вычислено (%): C, 68.26; H, 4.92; N, 8.02.

3b Метил (*E*)-4-(4-хлорфенил)-6-(4-хлорстирил)-2-оксо-1,2,3,4-тетрагидропиримидин-5-карбоксилат: выход 586 мг (21%), т.пл. 236 – 237 °С. ИК спектр, $\nu/\text{см}^{-1}$: 3226 (N-H), 2948 (νCH_3), 1687 (C=O), 1635 (C=C), 1601 (CC в Ph), 1227, 1097 ($\nu\text{C-O-CH}_3$), 976 (C-H в транс-CH=CH). Спектр ЯМР ^1H (DMSO- d_6 , δ , м.д., $J/\text{Гц}$): 3.61 (с, 3H, OMe), 5.25 (д, 1H, $J=3.2$, H-4), 7.30 (д, 2H, $J=8.5$, H-3',5'), 7.42 (д, 2H, $J=8.5$, H-2',6'), 7.46 (д, 1H, $J=16.6$, C(a)-H в CH=CH), 7.48 (д, 2H, $J=8.5$, H-3'',5''), 7.54 (д, 2H, $J=8.5$, H-2'',6''), 7.90 (д, 1H, $J=16.6$, C(b)-H в CH=CH), 7.93 (уш. с, 1H, 3-NH), 9.31 (с, 1H, 1-NH). Спектр ЯМР ^{13}C (DMSO- d_6 , δ , м.д.): 51.38, 53.23, 101.48, 120.20, 128.13 (2C), 128.58 (2C), 128.85 (2C), 129.04 (2C), 132.03, 133.55, 133.79, 134.80, 142.99, 144.97, 152.27, 165.47. Найдено (%): C, 59.57; H, 4.00; N, 6.95. $\text{C}_{20}\text{H}_{16}\text{Cl}_2\text{N}_2\text{O}_3$. Вычислено (%): C, 59.51; H, 3.99; N, 7.03.

3c Метил (*E*)-4-(4-хлорфенил)-6-(4-фторстирил)-2-оксо-1,2,3,4-тетрагидропиримидин-5-карбоксилат: выход 745 мг (27%), т.пл. 220–221 °С. ИК спектр, $\nu/\text{см}^{-1}$: 3226 (N-H), 2950 (νCH_3), 1688 (C=O), 1634 (C=C), 1226 (C-F), 976 (C-H в транс-CH=CH). Спектр ЯМР ^1H (DMSO- d_6 , δ , м.д., $J/\text{Гц}$): 3.61 (с, 3H, OMe), 5.26 (д, 1H, $J=3.5$, H-4), 7.22 (т, 2H, $J=8.3$, H-3'',5''), 7.31 (дд, 2H, $J=8.3$, 5.4, H-2'',6''), 7.47 (д, 1H, $J=16.8$, C(a)-H в CH=CH), 7.50 (д, 2H, $J=8.5$, H-3',5'), 7.58 (д, 2H, $J=8.5$, H-2',6'), 7.85 (д, 1H, $J=16.8$, C(b)-H в CH=CH), 7.93 (с, 1H, 3-NH), 9.30 (уш. с, 1H, 1-NH). Спектр ЯМР ^{13}C (DMSO- d_6 , δ , м.д.): 51.37, 53.22, 101.15, 116.0 (д, 2C, $J_{\text{CF}}=21.5$), 119.35 (д, $J_{\text{CF}}=2.9$), 128.14 (2C), 128.59 (2C), 129.30 (д, 2C, $J_{\text{CF}}=8.6$), 132.03,



132.48 (д, $J_{CF}=3.5$), 134.00, 143.05, 145.16, 152.33, 162.52 (д, $J_{CF}=247.2$), 165.52. Найдено (%): С, 62.10; Н, 4.17; N, 7.24. $C_{20}H_{16}ClFN_2O_3$. Вычислено (%): С, 62.01; Н, 4.19; N, 7.28.

3d Метил (*E*)-4-(4-фторфенил)-6-(4-фторстирил)-2-оксо-1,2,3,4-тетрагидропиримидин-5-карбоксилат: выход 1.362 г (49%), т.пл. 223-224 °С. ИК спектр, ν/cm^{-1} : 3240 (N-H), 2953 (ν CH₃), 1680 (C=O), 1631 (C=C), 1606 (CC в Ph), 1224 (C-F), 1095 (ν C-O-CH₃), 972 (C-H в транс-CH=CH). Спектр ЯМР ¹H (DMSO-*d*₆, δ , м.д., J/Гц): 3.62 (с, 3H, OMe), 5.26 (д, 1H, $J=3.5$, H-4), 7.18 (т, 2H, $J=8.8$, H-3',5'), 7.27 (т, 2H, $J=8.8$, H-3'',5''), 7.31 (дд, 2H, $J=8.5$, 5.5, H-2',6'), 7.47 (д, 1H, $J=16.6$, C(a)-H в CH=CH), 7.58 (дд, 2H, $J=8.5$, 5.5, H-2'',6''), 7.84 (д, 1H, $J=16.6$, C(b)-H в CH=CH), 7.90 (уш.с, 1H, 3-NH), 9.26 (уш.с, 1H, 1-NH). Спектр ЯМР ¹³C (DMSO-*d*₆, δ , м.д.): 51.33, 53.13, 101.47, 115.30 (д, 2C, $J_{CF}=21.5$), 115.97 (д, 2C, $J_{CF}=21.5$), 119.39 (д, $J_{CF}=3.1$), 128.19 (д, 2C, $J_{CF}=8.6$), 129.26 (д, 2C, $J_{CF}=8.6$), 132.48 (д, $J_{CF}=3.1$), 133.88, 140.36, 144.97, 152.34, 161.41 (д, $J_{CF}=246.5$), 162.21 (д, $J_{CF}=246.5$), 165.55. Найдено (%): С, 64.86; Н, 4.35; N, 7.56. $C_{20}H_{16}F_2N_2O_3$. Вычислено (%): С, 64.79; Н, 4.42; N, 7.62.

3e Метил (*E*)-6-(3,4-дихлорстирил)-4-(4-фторфенил)-2-окси-1,2,3,4-тетрагидропиримидин-5-карбоксилат: выход 1.306 г (41%), т.пл. 248-249 °С. ИК спектр, ν/cm^{-1} : 3238 (N-H), 2949 (ν CH₃), 1669 (C=O), 1626 (C=C), 1604 (CC в Ph), 1218 (C-F), 1091 (ν C-O-CH₃), 975 (C-H в транс-CH=CH). Спектр ЯМР ¹H (DMSO-*d*₆, δ , м.д., J/Гц): 3.61 (с, 3H, OMe), 5.26 (д, 1H, $J=3.5$, H-4), 7.18 (т, 2H, $J=8.8$, H-3',5'), 7.31 (дд, 2H, $J=8.8$, 5.0, H-2',6'), 7.40 (д, 1H, $J=16.7$, C(a)-H в CH=CH), 7.52 (дд, 1H, $J=8.4$, 2.0, H-6''), 7.69 (д, 1H, $J=8.4$, H-5''), 7.73 (д, 1H, $J=2.0$, H-2''), 7.89 (д, 1H, $J=16.7$, C(b)-H в CH=CH), 7.92 (уш.с, 1H, 3-NH), 9.28 (уш.с, 1H, 1-NH). Спектр ЯМР ¹³C (DMSO-*d*₆, δ , м.д.): 51.43, 53.17, 102.23, 115.34 (д, 2C, $J_{CF}=21.7$), 121.88, 127.06, 128.22 (д, 2C, $J_{CF}=8.3$), 128.76, 131.17, 131.22, 131.70, 132.45, 136.79, 140.23 (д, $J_{CF}=3.3$), 144.52, 152.25, 161.44 (д, $J_{CF}=243.8$), 165.45. Найдено (%): С, 57.03; Н, 3.59; N, 6.65. $C_{20}H_{15}Cl_2FN_2O_3$. Вычислено (%): С, 57.09; Н, 3.52; N, 6.62.

3f Метил (*E*)-6-(4-хлорстирил)-2-оксо-4-(*n*-толил)-1,2,3,4-тетрагидропиримидин-5-карбоксилат: выход 811 мг (28%), т.пл. 209-210 °С. ИК спектр, ν/cm^{-1} : 3221 (N-H), 2951 (ν CH₃), 1692 (C=O), 1631 (C=C), 1094 (ν C-O-CH₃), 974 (C-H в транс-CH=CH). Спектр ЯМР ¹H (DMSO-*d*₆, δ , м.д., J/Гц): 2.24 (с, 3H, Me), 3.60 (с, 3H, OMe), 5.23 (д, 1H, $J=3.4$, H-4), 7.11 (д, 2H, $J=8.5$, H-3',5'), 7.16 (д, 2H, $J=8.5$, H-2',6'), 7.48 (д, 2H, $J=8.2$, H-3'',5''), 7.54 (д, 1H, $J=16.7$, C(a)-H в CH=CH), 7.59 (д, 2H, $J=8.2$, H-2'',6''), 7.70 (с, 1H, 3-NH), 7.91 (д, 1H, $J=16.7$, C(b)-H в CH=CH), 9.22 (с, 1H, 1-NH). Найдено (%): С, 65.88; Н, 5.00; N, 7.32. $C_{21}H_{19}ClN_2O_3$. Вычислено (%): С, 65.91; Н, 4.99; N, 7.28.

3g Метил (*E*)-6-(4-фторстирил)-2-оксо-4-(*n*-толил)-1,2,3,4-тетрагидропиримидин-5-карбоксилат: выход 421 мг (15%), т.пл. 220 – 221 °С. ИК спектр, ν/cm^{-1} : 3229 (N-H), 2951 (ν CH₃), 1687 (C=O), 1634 (C=C), 1598, 1586, 1507 (CC в Ph), 1227 (C-F), 1099 (ν C-O-CH₃), 974 (C-H в транс-CH=CH). Спектр ЯМР ¹H (DMSO-*d*₆, δ , м.д., J/Гц): 2.26 (с, 3H, Me), 3.60 (с, 3H, OMe), 5.22 (д, 1H, $J=3.4$, H-4), 7.14 (д, 2H, $J=8.4$, H-3',5'), 7.17 (д, 2H, $J=8.4$, H-2',6'), 7.26 (т, 2H, $J=8.6$, H-3'',5''), 7.46 (д, 1H, $J=16.6$, C(a)-H в CH=CH), 7.57 (дд, 2H, $J=8.6$, 5.6, H-2'',6''), 7.84 (с, 1H, 3-NH), 7.85 (д, 1H, $J=16.6$, C(b)-H в CH=CH), 9.21 (с, 1H, 1-NH). Спектр ЯМР ¹³C (DMSO-*d*₆, δ , м.д.): 20.63, 51.26, 53.48, 101.81, 115.85,



116.06, 126.09 (2С), 129.06 (2С), 129.17, 129.26, 132.52, 132.55, 133.63, 136.63, 141.17, 144.67, 152.49, 165.64. Масс-спектр (ЭУ, 70 эВ), m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 388 $[M]^+(23)$, 386 $[M]^+(72)$, 329 (35), 327 (100), 275 (59), 59(10). Найдено (%): С, 68.84; Н, 5.23; N, 7.65. $C_{21}H_{19}FN_2O_3$. Вычислено (%): С, 68.41; Н, 5.29; N, 7.63.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Sarvaiya B. H., Vaja P. I., Paghdar N. A., Ghelani S. M. Medicinal perspective of a promising scaffold-dihydropyrimidinones: A review. *J. Heterocycl. Chem.*, 2024, 61(8), 1325-1348. DOI: 10.1002/jhet.4855
2. A Naikoo R., A Mir M., Bhat S., Tomar R., A Bhat R., A Malla M. Biological activities and synthetic approaches of dihydropyrimidinones and thiones-an updated review. *Curr. Bioact. Compd.*, 2016, 12(4), 236-250. DOI: 10.2174/15734072126661605171500
3. Adigun R. A., Malan F. P., Balogun M. O., October N. Design, synthesis, and in silico-in vitro antimalarial evaluation of 1, 2, 3-triazole-linked dihydropyrimidinone quinoline hybrids. *Struct. Chem.*, 2023, 34(6), 2065-2082. DOI: 10.1007/s11224-023-02142-y
4. Kanwal M., Nadeem H., Malik S., Maqsood S. Synthesis, characterization and biological profile of some new dihydropyrimidinone derivatives. *Heliyon*, 2025, 11(1). DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e41152
5. Bhat M. A., Naglah A. M., Bakheit A. H., Al-Omar M. A., Ansari S. A., Alkahtani H. M., Aleanizy F. S., Eltayb E. K., Alqahtani F. Y. Novel indole derivatives of dihydropyrimidinone: Synthesis, characterization, molecular docking and antimicrobial activity. *J. Mol. Struct.*, 2023, 1291, 136091. DOI: 10.1016/j.molstruc.2023.136091
6. de Azambuja G. O., Svetaz L., Gonçaves I. L., Corbelini P. F., von Poser G. L., Kawano D. F., Zacchino S., Eiffler-Lima V. L. In vitro antifungal activity of dihydropyrimidinones/thiones against *Candida albicans* and *Cryptococcus neoformans*. *Curr. Bioact. Compd.*, 2019, 15(6), 648-655. DOI: 10.2174/1573407214666180926115745
7. Siva Ranjani J., Selvinthanuja C., Sivakumar T. # 195 Synthesis, characterization and antifungal activity of azo coupled dihydropyrimidinones. *J. Pharm. Chem.*, 2022, 8(Supplement).
8. Khasimbi S., Ali F., Manda K., Sharma A., Chauhan G., Wakode S. Dihydropyrimidinones scaffold as a promising nucleus for synthetic profile and various therapeutic targets: A Review. *Curr. Org. Synth.*, 2021, 18(3), 270-293. DOI: 10.2174/1570179417666201207215710
9. Adriaty D., Suwito H., Puspaningsih N. N. T., Permanasari A. A., Nastri A. M., Shimizu K. In Vitro Antiviral Activity and Molecular Docking Analysis of Dihydropyrimidinone, Chromene and Chalcone Derivatives Against SARS-CoV-2. *Trends in Sciences*, 2026, 23(2). DOI: 10.48048/tis.2026.11438
10. Kim J., Ok T., Park C., So W., Jo M., Kim Y., Seo M., Lee D., Jo S., Ko Y., Choi I., Park Y., Yoon J., Ju M. K., Ahn J., Kim J., Han S-J, Kim T-H, Cechetto J., Nam J., Liuzzi M., Sommer P., No Z. A novel 3,4-dihydropyrimidin-2(1H)-one: HIV-1 replication inhibitors with improved metabolic stability. *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, 2012, 22(7), 2522-2526. DOI: 10.1016/j.bmcl.2012.01.133
11. Mostafa A. S., Selim K. B. Synthesis and anticancer activity of new dihydropyrimidinone derivatives. *Eur. J. Med. Chem.*, 2018, 156, 304-315. DOI: 10.1016/j.ejmech.2018.07.004
12. Elso O., Liñares G. G., Sülsen V. Current Status on 1, 4-Dihydropyridine Derivatives against Human Pathogenic Parasites. *Curr. Top. Med. Chem.*, 2023, 30(15), 1689-1711. DOI: 10.2174/0929867330666221104162901
13. Panda K. C., Kumar B. R., Sruti J. Microwave assisted synthesis, antihypertensive activity, docking and SAR studies of some dihydropyrimidines. *Bioscene*, 2024, 21, 1084-1105.
14. Zohny Y. M., Awad S. M., Rabie M. A., Al-Saidan O. A. Synthesis of dihydropyrimidines: isosteres of Nifedipine and evaluation of their calcium channel blocking efficiency. *Molecules*, 2023, 28(2), 784. DOI: 10.3390/molecules28020784
15. Kappe C. O. Multicomponent reactions. Weinheim: Wiley-VCH, 2005, 95-120 pp.



16. **Shutalev A. D., Aksenov A. N.** Simple synthesis of 4-aryl-6-styryl-1,2,3,4-tetrahydropyrimidin-2-ones by the alkaline hydrolysis of Biginelli compounds. *Mendeleev Commun.*, 2005, 15(2), 73-75. DOI: 10.1070/MC2005v015n02ABEH002023
17. **Zhang L., Zhang Z., Liu Q., Liu T., Zhang G.** Iron-catalyzed vinylogous aldol condensation of Biginelli products and its application toward pyrido[4,3-*d*]pyrimidinones. *J. Org. Chem.*, 2014, 79(5), 2281-2288. DOI: 10.1021/jo402773r
18. **Correa A., Mancheño O. G., Bolm C.** Iron-catalysed carbon-heteroatom and heteroatom-heteroatom bond forming processes. *Chem. Soc. Rev.*, 2008, 37(6), 1108-1117. DOI: 10.1039/B801794H
19. **Sherry B. D., Fürstner A.** The promise and challenge of iron-catalyzed cross coupling. *Acc. Chem. Res.*, 2008, 41(11), 1500-1511. DOI: 10.1021/ar800039x
20. **Hu E. H., Sidler D. R., Dolling U. H.** Unprecedented catalytic three component one-pot condensation reaction: an efficient synthesis of 5-alkoxycarbonyl-4-aryl-3,4-dihydropyrimidin-2(1*H*)-ones. *J. Org. Chem.*, 1998, 63(10), 3454-3457. DOI: 10.1021/jo970846u

Поступила в редакцию 23.02.2026

Одобрена после рецензирования 09.03.2026

Принята к опубликованию 17.03.2026