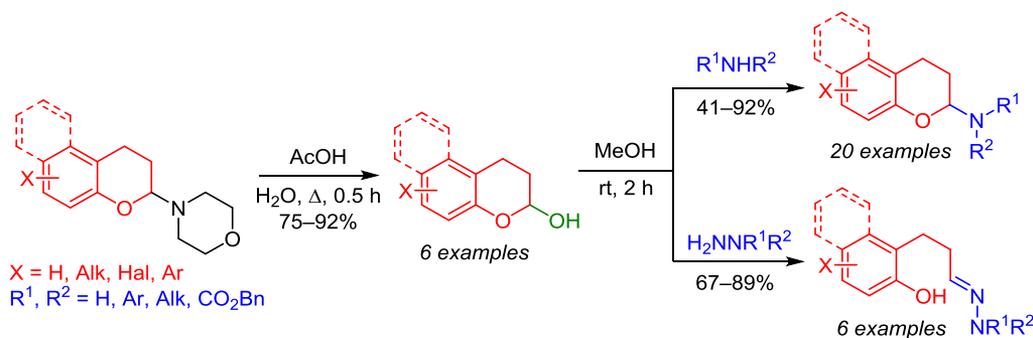


Синтез и реакции хроман-2-олов и их бензаналогов с N-нуклеофилами

Ирина А. Семенова¹, Кирилл С. Корженко¹, Дмитрий В. Осипов¹,
Виталий А. Осянин^{1*}, Юрий Н. Климович¹

¹ Самарский государственный технический университет,
ул. Молодогвардейская, 244, Самара 443100, Россия; e-mail: VOsyarin@mail.ru

Поступило 11.12.2019
Принято 16.01.2020



При воздействии уксусной кислоты на 2-морфолинохроманы получена серия хроман-2-олов, в которых гидроксильная группа легко замещается на фрагмент первичного или вторичного амина или бензилкарбамата. В случае гидразинов и гидразидов карбоновых кислот выделены соответствующие гидразоны.

Ключевые слова: 2-аминохроманы, N,O-ацетали, 2,3-дигидро-1H-бензо[f]хромен-3-олы, N-нуклеофилы, хроман-2-олы.

Хроман-2-олы – циклические полуацетали – являются ключевыми структурными фрагментами ряда природных соединений: дитерпена салвидорола,^{1a} асперанина C, обладающего противовоспалительным действием,^{1b} сесквитерпена популена F,^{1c} производного грифолина с противораковым действием^{1d} и некоторых других^{1e,f} (рис. 1). Также хроман-2-олы используются как исходные соединения или ключевые интермедиаты в органическом синтезе.² Разнообразие химических превращений, в которые могут быть вовлечены хроман-2-олы, обусловлено их структурной особенностью принимать форму циклических полуацеталей или "открытых" гидроксикарбонильных соединений (кольчатая таутомерия).

Существует ограниченное число методов получения 3,4-незамещенных хроман-2-олов: восстановление кумаринов и дигидрокумаринов, гидролиз 2-алкоксихроманов и внутримолекулярная циклизация гидроксикарбонильных соединений.²ⁱ Ранее из 3-трифторацетил-4H-хроменов и их бензаналогов нами был разработан эффективный метод получения хроменов и 2,3-дигидро-1H-бензо[f]хроменов, содержащих фрагмент циклического вторичного амина в α-положении.³

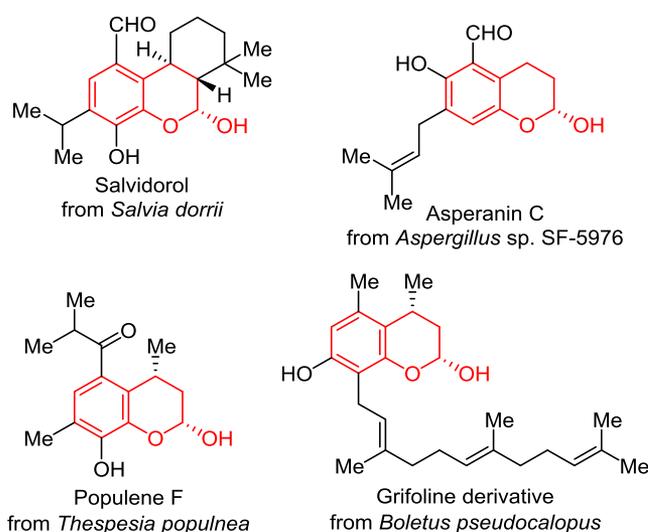
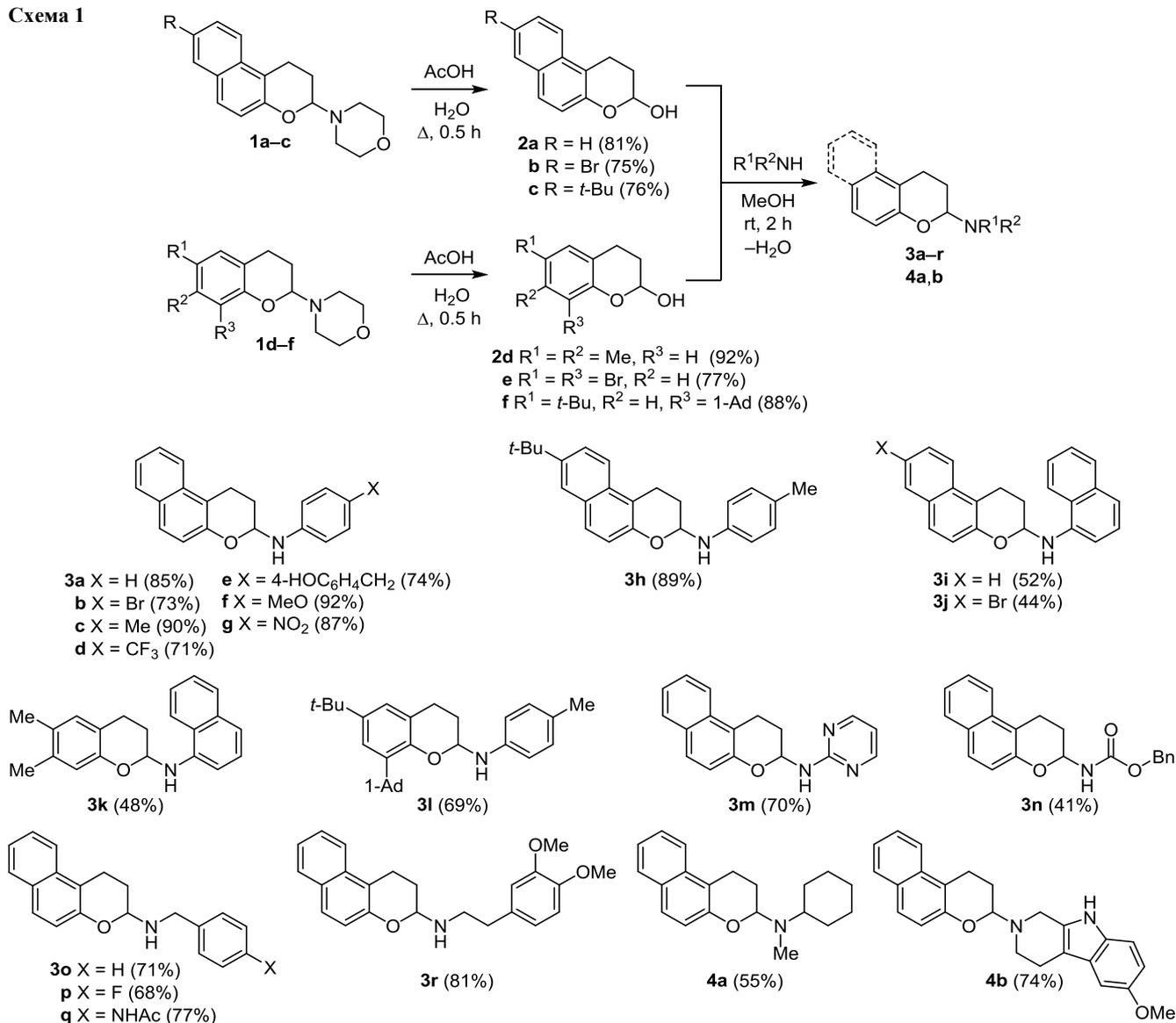


Рисунок 1. Хроман-2-олы природного происхождения.

В данной работе мы показали, что при нагревании 3-морфолино-2,3-дигидро-1H-бензо[f]хроменов **1a-c** и 2-морфолинохроманов **1d-f** в водной CH₃COOH

Схема 1



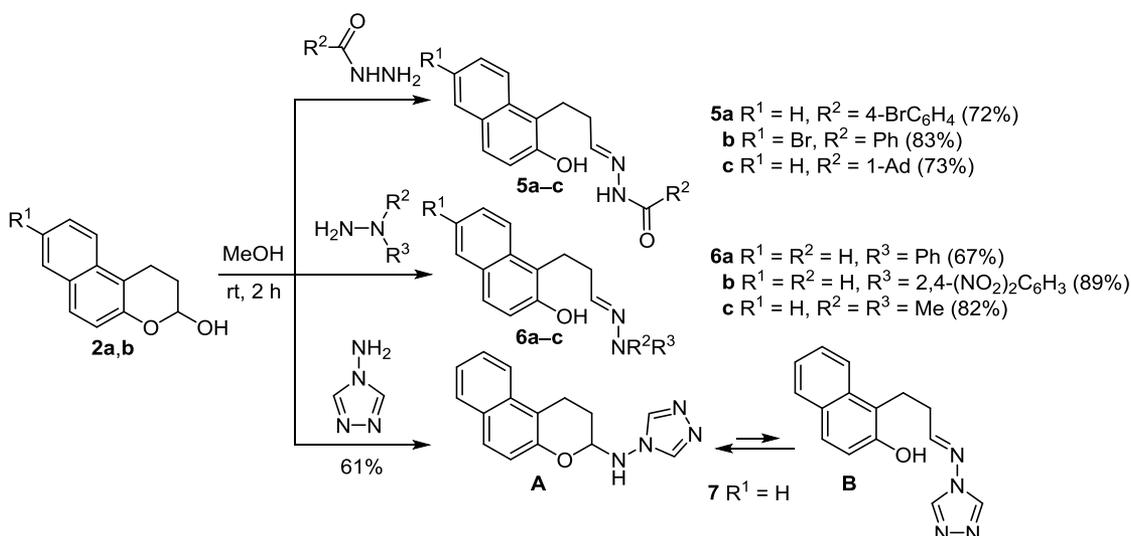
образуются 2,3-дигидро-1*H*-бензо[*f*]хромен-3-олы **2a–c** и хроман-2-олы **2d–f** с выходами 75–92% (схема 1). Полученные бесцветные кристаллические соединения устойчивы при хранении и существуют в форме циклических полуацеталей. Структуры соединений **2a–f** подтверждают полученные данные спектроскопии ИК и ЯМР. Так, в их ИК спектрах отсутствуют полосы поглощения карбонильной группы, в спектрах ЯМР ¹H и ¹³C нет сигналов альдегидной группы, при этом полуацетальный атом углерода проявляется при 92 м. д., а связанный с ним атом водорода – в области 5.40–5.76 м. д.

Число описанных в литературе реакций хроман-2-олов с *N*-нуклеофилами ограничено,⁴ и почти во всех случаях исходные хроманолы имеют заместители в β- и γ-положениях дигидропиранового цикла. Мы показали, что при взаимодействии 2,3-дигидро-1*H*-бензо[*f*]хромен-3-олов **2a–c** или 2,3-дигидро-1*H*-хроман-2-олов **2d–f** с первичными алифатическими аминами или ароматическими аминами бензольного, нафталинового и гетероциклического рядов образуются производные 2-амино-

хроманов **3k,l** и их бензаналоги **3a–j,m–r, 4a,b** (схема 1). Реакцию проводили в MeOH при комнатной температуре, хотя в случае аминов с пониженной нуклеофильностью (4-нитроанилин, 2-аминопиримидин) или с плохой растворимостью – при температуре кипения MeOH. В результате взаимодействия с первичными ароматическими аминами, содержащими как электронодонорные (Me, MeO), так и электроноакцепторные (NO₂, CF₃, Br) заместители, выделены продукты реакций с выходами 69–92%. Однако в случае производных 1-аминонафталина (соединения **3i–k**) выходы несколько ниже (44–52%). Бензилкарбамат в реакции с бензохроманолом **2a** образует *N*-бензилоксикарбонильное производное **3n** с умеренным выходом (41%). Насколько нам известно, подобное взаимодействие между хроманолами и уретанами ранее не было описано. В случае бензиламинов и 3,4-диметоксифенетиламина аминохроманов **3o–r** были получены с выходами 68–81%.

В реакцию с бензохроманолом **2a** также были введены два вторичных амина – метилциклогексилламин

Схема 2



и 6-метокси-1,2,3,4-тетрагидро- β -карболин (схема 1). При этом в последнем случае реакция протекала исключительно по более нуклеофильному атому азота шестичленного цикла. Следует отметить, что в реакцию с хроманолом **2a** нам не удалось ввести индол, имидазол и мочевины.

Полученные *N,O*-ацетали **3a–r**, **4a,b** устойчивы при хранении и имеют циклическую структуру в твердом состоянии и в растворе ДМСО или CHCl_3 .

В ИК спектрах *N,O*-ацеталей **3a–r** группа NH проявляется узкой полосой поглощения в области $3358\text{--}3422\text{ см}^{-1}$ (соединения **3a–l**) или $3308\text{--}3345\text{ см}^{-1}$ (соединения **3n–r**). В спектрах ЯМР ^1H соединений **3a–l**, полученных из первичных ароматических аминов, сдвиги протона NH и ацетальных протонов в растворе ДМСО- d_6 находятся в интервалах 6.63–7.02 и 5.46–5.71 м. д. соответственно. В аминохроманах, полученных из первичных алифатических аминов (соединения **3o–r**), ацетальный атом водорода резонирует в более сильном поле в области 4.72–4.87 м. д. В спектрах ЯМР ^{13}C сигналы метиленовых групп в α - и β -положениях по отношению к нафталиновому фрагменту, а также ацетальных атомов углерода обнаруживаются при 20.0–24.7, 26.4–27.6 и 77.7–82.0 (соединения **3a–n**) или 86.5–87.2 м. д. (соединения **3o–r**) соответственно. В спектрах аминохроманов **4a,b**, полученных в результате взаимодействия со вторичными аминами, ацетальный атом углерода является более дезэкранированным, и его сигнал проявляется при 92.2–92.5 м. д. В спектрах DEPT число атомов C, непосредственно связанных с протонами, согласуется с приведенными структурами.

Взаимодействие бензохроманолов **2a,b** с гидразидами карбоновых кислот или *N*-замещенными гидразинами приводит к получению ацилгидразонов **5a–c** или гидразонов **6a–c** 3-(2-гидроксинафталин-1-ил)пропаналя (схема 2). Образование ациклических продуктов реакций **5a–c** и **6a–c** объясняется высоким уровнем сопряжения иминиевого фрагмента с неподеленной парой электронов соседнего атома азота.

Строение ацилгидразонов **5a–c** подтверждают данные спектроскопии ЯМР. Так, сигналы протонов группы

ОН находятся в диапазоне 9.58–9.81 м. д., группы NH – в диапазоне 10.37–11.51 м. д. и сигналы протонов метинового фрагмента $\text{CH}=\text{N}$ – в области 7.70–7.81 м. д. В спектрах ЯМР ^{13}C сигналы метиленовых атомов углерода в α - и β -положениях по отношению к нафталиновому фрагменту и у атома углерода иминового фрагмента обнаруживаются при 22.0, 32.9 и 151–153 м. д. соответственно. Благодаря наличию в спектрах NOESY корреляционного пика, доказывающего взаимодействие пространственно сближенных атомов водорода фрагмента $\text{CH}=\text{N}-\text{NH}$, была определена *E*-конфигурация двойной связи (рис. 2).

Стоит отметить, что реакция бензохроманола **2a** с 4-амино-1,2,4-триазолом приводит к замещению группы OH и образованию соединения **7**. Продукт **7** в кристаллическом состоянии и в растворе CDCl_3 существует как циклический *N,O*-ацеталь (таутомер **A**, схема 2). Однако при растворении продукта **7** в ДМСО- d_6 образуется таутомер **B**, и устанавливается равновесие, при котором содержание открытоцепочечного таутомера **B** при комнатной температуре примерно в 3 раза меньше, чем циклического. Вероятно, присутствие более полярной "открытой" формы в растворе ДМСО- d_6 обусловлено стабилизирующими водородными связями с молекулами диполярного растворителя. Соотношение таутомеров в растворе ДМСО- d_6 определялось по интенсивности сигналов протонов триазольного цикла при 8.55 м. д. (таутомер **A**) и 8.89 м. д. (таутомер **B**). Характерными для спектра ЯМР ^1H являются триплетные сигналы иминогруппы $\text{CH}=\text{N}$ при 8.45 м. д. ($^3J = 5.3$ Гц) и гидроксильной группы при 9.71 м. д. В спектре ЯМР ^{13}C сигнал иминогруппы проявляется

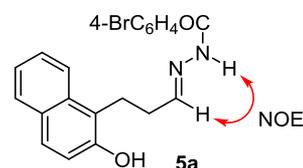


Рисунок 2. Конфигурация двойной связи в спектре NOESY соединения **5a**.

при 164.4 м. д. Сдвиг равновесия в сторону циклического продукта **7** (таутомер **A**) можно объяснить частичной потерей ароматичности триазольного цикла из-за сопряжения иминогруппы с соседним атомом азота в таутомере **B**.

Как правило, нуклеофильное замещение гидроксильной группы в хроман-2-олах протекает в каталитических условиях (в кислой среде) через стадию образования оксокарбениевых ионов. Описанные нами реакции не являются каталитическими, поэтому предполагаем, что первоначально происходит раскрытие полуацетальной формы 3-(2-гидроксифенил)пропаналя по механизму *E1cB*, а затем – образование имина или цвиттер-ионной иминовой соли (в случае вторичного амина), которые в результате 6-экзо-триг-циклизации образуют производные 2-аминохроманов. Реакции с гидразидами карбоновых кислот и гидразинами останавливаются на стадии образования соответствующих гидразонов.

Таким образом, нами разработан метод получения на основе 2-морфолинохроманов производных хроман-2-олов и их дальнейшее преобразование в производные 2-аминохроманов и в ациклические иминосоединения в реакциях с различными N-нуклеофилами.

Экспериментальная часть

ИК спектры записаны на спектрометре Shimadzu IRAffinity-1, оснащенном приставкой Specac Diamond ATR GS 10800-B. Спектры ЯМР ^1H , ^{13}C (400 и 100 МГц соответственно), а также DEPT-135, ^1H - ^{13}C НМВС, ^1H - ^{13}C НМQC и NOESY (время смешивания 0.7 с) зарегистрированы на спектрометре Jeol JNM-ECX400 в ДМСО- d_6 или CDCl_3 , внутренний стандарт – сигналы растворителя (ДМСО- d_6 : 2.50 м. д. для ядер ^1H и 39.5 м. д. для ядер ^{13}C ; CDCl_3 : 7.26 м. д. для ядер ^1H и 77.0 м. д. для ядер ^{13}C). Элементный анализ выполнен на автоматическом CHNS-анализаторе EuroVector EA-3000. Температуры плавления определены капиллярным методом на приборе SRS OptiMelt MPA100. Тонкослойная хроматография проведена на алюминиевых пластинах, покрытых силикагелем (Macherey-Nagel XtraSilGel UV-254), проявление в УФ свете и парах иода.

Исходные соединения **1a–f** получены по известным методикам.^{3a}

Получение 2,3-дигидро-1H-бензо[f]хромен-3-олов 2a–с и хроман-2-олов 2d–f (общая методика). Суспензию 2 ммоль соединения **1a–f** в смеси 5 мл CH_3COOH и 2 мл H_2O нагревают при кипении в течение 30 мин. Полученный раствор охлаждают до комнатной температуры, добавляют 8 мл H_2O и выдерживают смесь при 5 °С в течение 2 ч. Выпавший осадок отфильтровывают, промывают H_2O и перекристаллизовывают.

2,3-Дигидро-1H-бензо[f]хромен-3-ол (2a). Выход 320 мг (81%), бесцветные кристаллы, т. пл. 90–92 °С (MeOH). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3400–3100, 2935, 1626, 1595, 1514, 1464, 1431, 1418, 1400, 1350, 1307, 1296, 1263, 1234, 1225, 1174, 1122, 1053, 1024, 980, 960, 881, 870, 806, 768, 737. Спектр ЯМР ^1H (CDCl_3), δ , м. д. (*J*, Гц): 2.09–2.24 (2H, м, CH_2); 3.05–3.20 (2H, м, CH_2); 3.34 (1H, уш. с, OH); 5.66 (1H, д. д, *J* = 3.9, *J* = 2.5,

3-CH); 7.06 (1H, д, *J* = 8.9, H Ar); 7.37 (1H, т, *J* = 7.6, H Ar); 7.50 (1H, т, *J* = 7.6, H Ar); 7.64 (1H, д, *J* = 8.0, H Ar); 7.77 (1H, д, *J* = 8.0, H Ar); 7.84 (1H, д, *J* = 8.5, H Ar). Спектр ЯМР ^{13}C (CDCl_3), δ , м. д.: 17.4 (CH_2); 27.1 (CH_2); 92.1 (3-CH); 113.9; 119.0; 122.1; 123.6; 126.5; 128.1; 128.5; 129.3; 132.8; 149.3 (C-4a). Найдено, %: C 77.88; H 5.99. $\text{C}_{13}\text{H}_{12}\text{O}_2$. Вычислено, %: C 77.98; H 6.04.

8-Бром-2,3-дигидро-1H-бензо[f]хромен-3-ол (2b). Выход 420 мг (75%), бесцветные кристаллы, т. пл. 114–115 °С (MeOH– H_2O , 4:1). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3500–3000 (OH), 1614, 1585, 1556, 1497, 1393, 1310, 1234, 1221, 1194, 1101, 1051, 993, 968, 934, 881, 860, 816. Спектр ЯМР ^1H (CDCl_3), δ , м. д. (*J*, Гц): 2.10–2.25 (2H, м, CH_2); 3.02–3.22 (3H, м, CH_2 , OH); 5.67 (1H, с, 3-CH); 7.05 (1H, д, *J* = 8.9, H Ar); 7.52–7.57 (2H, м, H Ar); 7.70 (1H, д, *J* = 8.9, H Ar); 7.90 (1H, с, H-7). Спектр ЯМР ^{13}C (CDCl_3), δ , м. д.: 17.1 (CH_2); 26.8 (CH_2); 92.0 (3-CH); 114.2; 117.3; 120.2; 124.0; 127.1; 129.6; 130.4; 130.5; 131.3; 149.6 (C-4a). Найдено, %: C 56.02; H 3.91. $\text{C}_{13}\text{H}_{11}\text{BrO}_2$. Вычислено, %: C 55.94; H 3.97.

8-(трет-Бутил)-2,3-дигидро-1H-бензо[f]хромен-3-ол (2c). Выход 390 мг (76%), бесцветные кристаллы, т. пл. 90–91 °С (MeOH). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3500–2600 (OH), 1599, 1503, 1470, 1391, 1358, 1233, 1190, 1157, 1130, 1105, 1051, 991, 972, 935, 883, 814, 804. Спектр ЯМР ^1H (ДМСО- d_6), δ , м. д. (*J*, Гц): 1.32 (9H, с, $\text{C}(\text{CH}_3)_3$); 1.93–1.98 (2H, м, CH_2); 2.95 (2H, т, *J* = 6.8, CH_2); 5.46–5.50 (1H, м, 3-CH); 6.93 (1H, д, *J* = 8.7, H-5); 6.99 (1H, д, *J* = 5.0, OH); 7.55 (1H, д. д, *J* = 8.9, *J* = 1.8, H-9); 7.62 (1H, д, *J* = 8.9, H Ar); 7.68 (1H, д, *J* = 1.8, H-7); 7.74 (1H, д, *J* = 8.9, H Ar). Спектр ЯМР ^{13}C (ДМСО- d_6), δ , м. д.: 17.9 (CH_2); 27.8 (CH_2); 31.6 ($\text{C}(\text{CH}_3)_3$); 34.8 ($\text{C}(\text{CH}_3)_3$); 92.0 (3-CH); 114.0; 119.3; 122.3; 123.6; 125.5; 128.0; 128.8; 131.1; 145.7; 149.9 (C-4a). Найдено, %: C 79.58; H 7.91. $\text{C}_{17}\text{H}_{20}\text{O}_2$. Вычислено, %: C 79.65; H 7.86.

6,7-Диметилхромен-2-ол (2d). Выход 328 мг (92%), бесцветные кристаллы, т. пл. 93–94 °С (MeOH– H_2O , 1:1). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3455 (OH), 2934, 2918, 2855, 1624, 1578, 1503, 1456, 1410, 1356, 1319, 1298, 1265, 1211, 1198, 1179, 1126, 1092, 1061, 1040, 1016, 964, 895, 885, 868, 858. Спектр ЯМР ^1H (CDCl_3), δ , м. д. (*J*, Гц): 1.92–2.04 (2H, м, CH_2); 2.16 (3H, с, CH_3); 2.18 (3H, с, CH_3); 2.63 (1H, д. т, *J* = 16.4, *J* = 5.5, CH_2); 2.91 (1H, д. д, *J* = 16.4, *J* = 10.1, *J* = 6.2, CH_2); 3.05 (1H, уш. с, OH); 5.57 (1H, уш. с, 2-CH); 6.62 (1H, с, H Ar); 6.83 (1H, с, H Ar). Спектр ЯМР ^{13}C (CDCl_3), δ , м. д.: 18.8 (CH_3); 19.6 (CH_3); 19.9 (CH_2); 27.3 (CH_2); 92.1 (2-CH); 117.8; 119.0; 129.0; 130.2; 135.9; 149.8 (C-8a). Найдено, %: C 74.19; H 7.88. $\text{C}_{11}\text{H}_{14}\text{O}_2$. Вычислено, %: C 74.13; H 7.92.

6,8-Дибромхромен-2-ол (2e). Выход 475 мг (77%), бесцветные кристаллы, т. пл. 72–74 °С (циклогексан). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3500–2900 (OH), 1558, 1452, 1425, 1352, 1321, 1300, 1280, 1247, 1228, 1163, 1145, 1033, 983, 952, 894, 875, 856, 786, 731, 709. Спектр ЯМР ^1H (CDCl_3), δ , м. д. (*J*, Гц): 1.89–1.97 (1H, м, CH_2); 2.03–2.09 (1H, м, CH_2); 2.66 (1H, д. д, *J* = 16.6, *J* = 5.5, *J* = 4.0, CH_2); 2.96–3.05 (1H, м, CH_2); 3.35 (1H, уш. с, OH); 5.76 (1H, т, *J* = 2.7, 2-CH); 7.15 (1H, д, *J* = 2.0, H Ar); 7.49 (1H, д, *J* = 2.0, H Ar). Спектр ЯМР ^{13}C

(CDCl₃), δ, м. д.: 20.2 (CH₂); 26.3 (CH₂); 92.6 (2-CH); 111.9; 112.8; 125.7; 131.2 (CH Ar); 133.3 (CH Ar); 148.1 (C-8a). Найдено, %: С 35.01; Н 2.57. C₉H₈Br₂O₂. Вычислено, %: С 35.10; Н 2.62.

8-(Адамантан-1-ил)-6-(трет-бутил)хромен-2-ол (2f). Выход 600 мг (88%), бесцветные кристаллы, т. пл. 164–165 °С (MeOH–H₂O, 4:1). ИК спектр, ν, см⁻¹: 3500–3200 (ОН), 2963, 2899, 2847 (СН *t*-Bu, СН Ad), 1468, 1449, 1360, 1281, 1198, 1180, 1128, 1103, 1092, 1055, 1015, 984, 941, 914, 876, 754. Спектр ЯМР ¹H (DMCO-*d*₆), δ, м. д. (*J*, Гц): 1.18 (9H, с, C(CH₃)₃); 1.68–2.06 (17H, м, СН, СН₂ адамантан); 2.57–2.63 (1H, м, СН₂); 2.73–2.78 (1H, м, СН₂); 5.40 (1H, уш. с, 2-CH); 6.80–6.98 (3H, м, Н Ar, ОН). Спектр ЯМР ¹³C (DMCO-*d*₆), δ, м. д.: 22.4 (СН₂); 28.3 (СН₂); 29.0 (3СН адамантан); 32.0 (C(CH₃)₃); 34.3 (C(CH₃)₃); 37.0 (С адамантан); 37.2 (3СН₂ адамантан); 40.6 (3СН₂ адамантан); 91.9 (2-CH); 121.0; 121.9; 123.9; 136.6; 141.4; 149.9 (C-8a). Найдено, %: С 81.05; Н 9.41. C₂₃H₃₂O₂. Вычислено, %: С 81.13; Н 9.47.

Получение 2-аминохроменов и их бензанаалогов 3a–g, 4a,b, 5, 6 a–c, 7 (общая методика). В 5 мл MeOH растворяют 1 ммоль хромола **2a–f**, к полученному раствору добавляют 1 ммоль амина. Раствор выдерживают в течение 2 ч при комнатной температуре (если особо не оговорено), затем в течение 1 ч при –30 °С. Выпавший осадок отфильтровывают, промывают ледяным MeOH и перекристаллизовывают.

N-Фенил-2,3-дигидро-1H-бензо[*f*]хромен-3-амин (3a). Выход 235 мг (85%), бесцветные кристаллы, т. пл. 151–152 °С (DMFA–EtOH, 1:5). ИК спектр, ν, см⁻¹: 3393, 1620, 1595, 1510, 1466, 1433, 1391, 1304, 1261, 1221, 1209, 1179, 1157, 1140, 1117, 1069, 1042, 966, 858, 824, 743, 689. Спектр ЯМР ¹H (DMCO-*d*₆), δ, м. д. (*J*, Гц): 2.10–2.18 (1H, м, СН₂); 2.21–2.31 (1H, м, СН₂); 3.06–3.28 (2H, м, СН₂); 5.49–5.56 (1H, м, 3-CH); 6.65 (1H, т, *J* = 7.3, Н Ar); 6.74 (1H, д, *J* = 8.7, NH); 6.83 (2H, д, *J* = 8.0, Н Ar); 6.94 (1H, д, *J* = 8.9, Н Ar); 7.12 (2H, т, *J* = 7.8, Н Ar); 7.30–7.33 (1H, м, Н Ar); 7.46–7.50 (1H, м, Н Ar); 7.62 (1H, д, *J* = 8.9, Н Ar); 7.77 (1H, д, *J* = 8.0, Н Ar); 7.81 (1H, д, *J* = 8.5, Н Ar). Спектр ЯМР ¹³C (DMCO-*d*₆), δ, м. д.: 20.4 (СН₂); 27.0 (СН₂); 80.8 (3-CH); 113.9; 114.0 (2С Ph); 118.1; 119.7; 122.5; 123.7; 126.9; 128.1; 128.7; 129.0; 129.5 (2С Ph); 133.1; 146.8 (C–N); 151.5 (C-4a). Найдено, %: С 82.95; Н 6.18; N 4.98. C₁₉H₁₇NO. Вычислено, %: С 82.88; Н 6.22; N 5.09.

N-(4-Бромфенил)-2,3-дигидро-1H-бензо[*f*]хромен-3-амин (3b). Выход 260 мг (73%), бесцветные кристаллы, т. пл. 208–209 °С (DMFA–MeOH, 1:5). ИК спектр, ν, см⁻¹: 3389 (NH), 1618, 1589, 1506, 1485, 1466, 1393, 1306, 1221, 1209, 1175, 1152, 1140, 1069, 1045, 976, 968, 858, 818, 810, 743. Спектр ЯМР ¹H (DMCO-*d*₆), δ, м. д. (*J*, Гц): 2.07–2.16 (1H, м, СН₂); 2.22–2.31 (1H, м, СН₂); 3.06–3.26 (2H, м, СН₂); 5.48–5.53 (1H, м, 3-CH); 6.78 (2H, д, *J* = 8.7, Н-2',6'); 6.91–6.96 (2H, м, Н-5, NH); 7.26 (2H, д, *J* = 8.7, Н-3',5'); 7.30–7.34 (1H, м, Н Ar); 7.46–7.50 (1H, м, Н Ar); 7.62 (1H, д, *J* = 8.9, Н Ar); 7.77 (1H, д, *J* = 8.0, Н Ar); 7.82 (1H, *J* = 8.5, Н Ar). Спектр ЯМР ¹³C (DMCO-*d*₆), δ, м. д.: 20.2 (СН₂); 26.8 (СН₂); 80.5 (3-CH); 109.1; 113.9; 116.1 (2С); 119.6; 122.5; 123.7; 127.0;

128.1; 128.8; 129.0; 132.0 (2С); 133.0; 146.2; 151.3. Найдено, %: С 64.38; Н 4.50; N 3.84. C₁₉H₁₆BrNO. Вычислено, %: С 64.42; Н 4.55; N 3.95.

N-(*n*-Толил)-2,3-дигидро-1H-бензо[*f*]хромен-3-амин (3c). Выход 260 мг (90%), бесцветные кристаллы, т. пл. 195–196 °С (DMFA–EtOH, 1:5). ИК спектр, ν, см⁻¹: 3395 (NH), 1618, 1595, 1585, 1522, 1466, 1433, 1389, 1377, 1300, 1260, 1221, 1207, 1184, 1179, 1155, 1142, 1067, 1042, 1028, 964, 858, 824, 804, 746. Спектр ЯМР ¹H (DMCO-*d*₆), δ, м. д. (*J*, Гц): 2.08–2.16 (4H, м, СН₃, СН₂); 2.23–2.32 (1H, м, СН₂); 3.05–3.24 (2H, м, СН₂); 5.46–5.52 (1H, м, 3-CH); 6.55 (1H, д, *J* = 8.9, Н-5); 6.72 (2H, д, *J* = 8.2, Н Ar); 6.90–6.94 (3H, м, Н Ar, NH); 7.29–7.33 (1H, м, Н Ar); 7.45–7.49 (1H, м, Н Ar); 7.61 (1H, д, *J* = 8.9, Н Ar); 7.77 (1H, д, *J* = 8.0, Н Ar); 7.81 (1H, д, *J* = 8.5, Н Ar). Спектр ЯМР ¹³C (DMCO-*d*₆), δ, м. д.: 20.4 (СН₂); 20.7 (СН₃); 27.0 (СН₂); 81.1 (3-CH); 113.9; 114.1 (2С); 119.7; 122.5; 123.6; 126.6; 126.9; 128.1; 128.7; 128.9; 129.9 (2С); 133.1; 144.4; 151.6. Найдено, %: С 82.94; Н 6.59; N 4.95. C₂₀H₁₉NO. Вычислено, %: С 83.01; Н 6.62; N 4.84.

N-[4-(Трифторметил)фенил]-2,3-дигидро-1H-бензо[*f*]хромен-3-амин (3d). Выход 245 мг (71%), бесцветные кристаллы, т. пл. 189–190 °С (MeOH). ИК спектр, ν, см⁻¹: 3387 (NH), 1614, 1597, 1533, 1503, 1470, 1329, 1321, 1308, 1221, 1153, 1142, 1103, 1065, 1045, 862, 831, 822, 810, 750. Спектр ЯМР ¹H (DMCO-*d*₆), δ, м. д. (*J*, Гц): 2.10–2.19 (1H, м, СН₂); 2.25–2.34 (1H, м, СН₂); 3.08–3.28 (2H, м, СН₂); 5.57–5.61 (1H, м, 3-CH); 6.93–6.97 (3H, м, Н Ar, NH); 7.30–7.34 (1H, м, Н Ar); 7.38 (1H, д, *J* = 8.3, Н Ar); 7.43–7.51 (3H, м, Н Ar); 7.63 (1H, д, *J* = 8.9, Н Ar); 7.78 (1H, д, *J* = 8.0, Н Ar); 7.83 (1H, д, *J* = 8.2, Н Ar). Спектр ЯМР ¹³C (DMCO-*d*₆), δ, м. д. (*J*, Гц): 20.2 (СН₂); 26.7 (СН₂); 80.0 (3-CH); 113.7 (2',6'-CH); 113.9; 118.1 (κ, ²J_{CF} = 31.5, CCF₃); 119.6; 122.5; 123.8; 125.7 (κ, ¹J_{CF} = 268.9, CF₃); 127.0; 128.2; 128.8; 129.1; 133.0; 150.2; 151.2. Найдено, %: С 70.01; Н 4.67; N 3.98. C₂₀H₁₆F₃NO. Вычислено, %: С 69.96; Н 4.70; N 4.08.

4-{4-(2,3-Дигидро-1H-бензо[*f*]хромен-3-ил)амино}-бензил}фенол (3e). Выход 280 мг (74%), бесцветные кристаллы, т. пл. 155–156 °С (MeOH). ИК спектр, ν, см⁻¹: 3500–3000 (ОН), 3397 (NH), 1614, 1597, 1510, 1466, 1433, 1393, 1304, 1260, 1223, 1207, 1179, 1155, 1069, 1043, 974, 864, 826, 804, 772, 745. Спектр ЯМР ¹H (DMCO-*d*₆), δ, м. д. (*J*, Гц): 2.06–2.15 (1H, м, СН₂); 2.21–2.29 (1H, м, СН₂); 3.06–3.23 (2H, м, СН₂); 3.65 (2H, с, СН₂); 5.46–5.51 (1H, м, 3-CH); 6.59–6.64 (3H, м, Н Ar); 6.73 (2H, д, *J* = 8.2, Н Ar); 6.91–6.97 (5H, м, Н Ar, NH); 7.29–7.32 (1H, м, Н Ar); 7.45–7.49 (1H, м, Н Ar); 7.61 (1H, д, *J* = 8.7, Н Ar); 7.76 (1H, д, *J* = 7.8, Н Ar); 7.80 (1H, д, *J* = 8.4, Н Ar); 9.10 (1H, с, ОН). Спектр ЯМР ¹³C (DMCO-*d*₆), δ, м. д.: 20.4 (СН₂); 27.0 (СН₂); 40.1 (СН₂); 81.2 (3-CH); 113.9; 114.1 (2С); 115.6 (2С); 119.7; 122.5; 123.6; 126.9; 128.0; 128.7; 128.9; 129.6 (2С); 129.9 (2С); 131.5; 132.8; 133.1; 144.8; 151.6 (C-4a); 155.9 (C–ОН). Найдено, %: С 81.79; Н 6.05; N 3.57. C₂₆H₂₃NO₂. Вычислено, %: С 81.86; Н 6.08; N 3.67.

N-(4-Метоксифенил)-2,3-дигидро-1H-бензо[*f*]хромен-3-амин (3f). Выход 280 мг (92%), бесцветные кристаллы,

т. пл. 166–167 °С (EtOH). ИК спектр, ν , см^{-1} : 3400, 3375, 1620, 1595, 1512, 1466, 1433, 1391, 1258, 1244, 1231, 1221, 1207, 1182, 1173, 1155, 1140, 1028, 970, 858, 818, 741. Спектр ЯМР ^1H (CDCl_3), δ , м. д. (J , Гц): 2.14–2.23 (1H, м, CH_2); 2.39–2.45 (1H, м, CH_2); 3.18–3.25 (2H, м, CH_2); 3.76 (3H, с, OCH_3); 4.41 (1H, уш. с, NH); 5.46 (1H, уш. с, 3-CH); 6.82 (4H, уш. с, $\text{C}_6\text{H}_4\text{OCH}_3$); 7.04 (1H, д, $J = 8.9$, H Ar); 7.35 (1H, т, $J = 7.3$, H Ar); 7.47–7.51 (1H, м, H Ar); 7.61 (1H, д, $J = 8.7$, H Ar); 7.76 (1H, д, $J = 8.0$, H Ar); 7.81 (1H, д, $J = 8.5$, H Ar). Спектр ЯМР ^{13}C (CDCl_3), δ , м. д.: 20.8 (CH_2); 27.6 (CH_2); 55.8 (OCH_3); 81.8 (3-CH); 112.9; 114.9 (2C); 116.1 (2C); 119.6; 121.9; 123.4; 126.5; 128.1; 128.6; 129.1; 132.9; 139.0; 151.3 (C-4a); 153.5 (COCH_3). Найдено, %: С 78.72; Н 6.25; N 4.47. $\text{C}_{20}\text{H}_{19}\text{NO}_2$. Вычислено, %: С 78.66; Н 6.27; N 4.59.

N-(4-Нитрофенил)-2,3-дигидро-1H-бензо[*f*]хромен-3-амин (3g). Реакционную смесь кипятят в течение 2 ч. Выход 280 мг (87%), желтые кристаллы, т. пл. 234–235 °С (ДМФА–MeOH, 1:4). ИК спектр, ν , см^{-1} : 3358 (NH), 1628, 1603, 1587, 1551, 1537, 1483, 1450, 1317, 1298, 1273, 1225, 1177, 1148, 1111, 1092, 1072, 978, 870, 833, 797. Спектр ЯМР ^1H ($\text{DMCO-}d_6$), δ , м. д. (J , Гц): 2.12–2.22 (1H, м, CH_2); 2.28–2.35 (1H, м, CH_2); 3.08–3.28 (2H, м, CH_2); 5.65–5.69 (1H, м, 3-CH); 6.93–6.97 (3H, м, Н-2,6 *n*-нитрофенил, NH); 7.33 (1H, т, $J = 7.3$, H Ar); 7.47–7.51 (1H, м, H Ar); 7.64 (1H, д, $J = 8.7$, H Ar); 7.78 (1H, д, $J = 7.8$, H Ar); 7.83 (1H, д, $J = 8.5$, H Ar); 8.01 (1H, д, $J = 8.0$, H Ar); 8.06 (2H, д, $J = 8.9$, Н-3,5 *n*-нитрофенил). Спектр ЯМР ^{13}C ($\text{DMCO-}d_6$), δ , м. д.: 20.0 (CH_2); 26.4 (CH_2); 79.6 (3-CH); 113.3 (2C-2,6 *n*-нитрофенил); 113.9; 119.5; 122.5; 123.9; 126.5 (2C-3,5 *n*-нитрофенил); 127.1; 128.2; 128.8; 129.1; 132.9; 138.4; 150.9; 153.2. Найдено, %: С 71.31; Н 4.99; N 8.63. $\text{C}_{19}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_3$. Вычислено, %: С 71.24; Н 5.03; N 8.74.

8-(трет-Бутил)-N-(*n*-толил)-2,3-дигидро-1H-бензо[*f*]хромен-3-амин (3h). Выход 307 мг (89%), бесцветные кристаллы, т. пл. 184–185 °С (ДМФА–MeOH, 1:5). ИК спектр, ν , см^{-1} : 3408, 3391 (NH), 2955, 2901 ($\text{C}(\text{CH}_3)_3$), 1614, 1599, 1524, 1474, 1389, 1300, 1261, 1231, 1223, 1192, 1165, 1153, 1072, 1042, 972, 891, 862, 847, 808. Спектр ЯМР ^1H (CDCl_3), δ , м. д. (J , Гц): 1.41 (9H, с, $\text{C}(\text{CH}_3)_3$); 2.14–2.25 (1H, м, CH_2); 2.27 (3H, с, CH_3); 2.38–2.46 (1H, м, CH_2); 3.15–3.28 (2H, м, CH_2); 4.48 (1H, уш. с, NH); 5.52 (1H, уш. с, 3-CH); 6.77 (2H, д, $J = 8.2$, H Ar); 7.00–7.06 (3H, м, H Ar); 7.57–7.62 (2H, м, H Ar); 7.70 (1H, д, $J = 1.4$, Н-7); 7.77 (1H, д, $J = 8.9$, H Ar). Спектр ЯМР ^{13}C (CDCl_3), δ , м. д.: 20.6 (CH_3); 20.7 (CH_2); 27.6 (CH_2); 31.4 (3 CH_3); 34.6 ($\text{C}(\text{CH}_3)_3$); 81.0 (3-CH); 112.6; 114.6 (2C); 119.5; 121.7; 123.7; 125.3; 128.1; 128.7; 129.0; 129.9 (2C); 130.9; 142.8; 146.1; 150.9 (C-4a). Найдено, %: С 83.51; Н 7.84; N 3.94. $\text{C}_{24}\text{H}_{27}\text{NO}$. Вычислено, %: С 83.44; Н 7.88; N 4.05.

N-(Нафталин-1-ил)-2,3-дигидро-1H-бензо[*f*]хромен-3-амин (3i). Выход 170 мг (52%), бесцветные кристаллы, т. пл. 179–180 °С (ДМФА–EtOH, 1:5). ИК спектр, ν , см^{-1} : 3408 (NH), 1622, 1595, 1576, 1524, 1483, 1466, 1435, 1387, 1344, 1312, 1275, 1261, 1238, 1227, 1207, 1182, 1036, 1022, 978, 870, 820, 783, 762, 743. Спектр ЯМР ^1H ($\text{DMCO-}d_6$), δ , м. д. (J , Гц): 2.36–2.45 (2H, м, CH_2); 3.13–

3.21 (1H, м, CH_2); 3.26–3.33 (1H, м, CH_2); 5.68 (1H, т. д, $J = 8.2$, $J = 3.0$, 3-CH); 6.98 (2H, д, $J = 8.7$, H Ar); 7.02 (1H, д, $J = 7.6$, NH); 7.27 (1H, д, $J = 8.0$, H Ar); 7.31–7.35 (2H, м, H Ar); 7.39–7.45 (2H, м, H Ar); 7.47–7.51 (1H, м, H Ar); 7.64 (1H, д, $J = 8.7$, H Ar); 7.77–7.80 (2H, м, H Ar); 7.84 (1H, д, $J = 8.4$, H Ar); 8.28 (1H, д, $J = 8.9$, H Ar). Спектр ЯМР ^{13}C ($\text{DMCO-}d_6$), δ , м. д.: 21.3 (CH_2); 27.2 (CH_2); 81.9 (3-CH); 107.4; 114.0; 118.5; 119.6; 122.6 (2C); 123.7; 123.9; 124.9; 126.2; 127.0; 127.1; 128.1; 128.6; 128.8; 129.0; 133.1; 134.5; 142.1; 151.8 (C-4a). Найдено, %: С 84.94; Н 5.87; N 4.22. $\text{C}_{23}\text{H}_{19}\text{NO}$. Вычислено, %: С 84.89; Н 5.89; N 4.30.

8-Бром-N-(нафталин-1-ил)-2,3-дигидро-1H-бензо[*f*]хромен-3-амин (3j). Выход 178 мг (44%), бесцветные кристаллы, т. пл. 180–181 °С (ДМФА–MeOH, 1:5). ИК спектр, ν , см^{-1} : 3418 (NH), 1614, 1584, 1576, 1526, 1483, 1389, 1346, 1310, 1273, 1260, 1229, 1198, 1155, 1067, 1032, 980, 959, 881, 862, 808, 785, 766. Спектр ЯМР ^1H ($\text{DMCO-}d_6$), δ , м. д. (J , Гц): 2.34–2.44 (2H, м, CH_2); 3.11–3.36 (2H, м, CH_2); 5.67–5.71 (1H, м, 3-CH); 6.98–7.05 (3H, м, H Ar, NH); 7.27 (1H, д, $J = 8.0$, H Ar); 7.31–7.35 (1H, м, H Ar); 7.39–7.45 (2H, м, H Ar); 7.59 (1H, д, $J = 8.5$, H Ar); 7.64 (1H, д, $J = 8.9$, H Ar); 7.75–7.82 (2H, м, H Ar); 8.06 (1H, с, H Ar); 8.27 (1H, д, $J = 7.6$, H Ar). Спектр ЯМР ^{13}C ($\text{DMCO-}d_6$), δ , м. д.: 21.2 (CH_2); 27.0 (CH_2); 82.0 (3-CH); 107.4; 114.5; 116.6; 118.6; 120.9; 122.6; 123.9; 124.9; 125.0; 126.3; 127.1; 127.4; 128.6; 129.7; 130.4; 130.5; 131.7; 134.5; 142.1; 152.3 (C-4a). Найдено, %: С 68.25; Н 4.46; N 3.34. $\text{C}_{23}\text{H}_{18}\text{BrNO}$. Вычислено, %: С 68.33; Н 4.49; N 3.46.

6,7-Диметил-N-(нафталин-1-ил)хромен-2-амин (3k). Выход 145 мг (48%), бесцветные кристаллы, т. пл. 130–131 °С (MeOH). ИК спектр, ν , см^{-1} : 3422 (NH), 1624, 1576, 1526, 1503, 1483, 1454, 1435, 1406, 1381, 1296, 1273, 1252, 1225, 1202, 1175, 1150, 1074, 1032, 966, 870, 785, 768. Спектр ЯМР ^1H ($\text{DMCO-}d_6$), δ , м. д. (J , Гц): 2.06 (3H, с, CH_3); 2.07 (3H, с, CH_3); 2.12–2.30 (2H, м, CH_2); 2.83–2.89 (2H, м, CH_2); 5.50 (1H, т. д, $J = 8.2$, $J = 2.7$, 2-CH); 6.48 (1H, с, Н-8); 6.81–6.84 (2H, м, H Ar); 6.95 (1H, д, $J = 7.4$, NH); 7.24 (1H, д, $J = 8.0$, H Ar); 7.29–7.33 (1H, м, H Ar); 7.37–7.45 (2H, м, H Ar); 7.77 (1H, д, $J = 8.2$, $J = 1.8$, H Ar); 8.21–8.24 (1H, м, H Ar). Спектр ЯМР ^{13}C ($\text{DMCO-}d_6$), δ , м. д.: 18.9 (CH_3); 19.6 (CH_3); 24.0 (CH_2); 27.6 (CH_2); 81.7 (2-CH); 107.3; 117.9; 118.3; 119.3; 122.5; 123.9; 124.8; 126.2; 127.1; 127.9; 128.5; 130.4; 134.5; 135.3; 142.2; 152.2 (C-8a). Найдено, %: С 83.11; Н 7.04; N 4.54. $\text{C}_{21}\text{H}_{21}\text{NO}$. Вычислено, %: С 83.13; Н 6.98; N 4.62.

8-(Адамантан-1-ил)-6-(трет-бутил)-N-(*n*-толил)-хромен-2-амин (3l). Выход 295 мг (69%), бесцветные кристаллы, т. пл. 151–152 °С (*i*-PrOH). ИК спектр, ν , см^{-1} : 3395 (NH), 2959, 2899, 2849, 1616, 1518, 1464, 1298, 1198, 1184, 1177, 1167, 1123, 1036, 997, 976, 928, 891, 862, 812. Спектр ЯМР ^1H (CDCl_3), δ , м. д. (J , Гц): 1.29 (9H, с, $\text{C}(\text{CH}_3)_3$); 1.42–1.46 (3H, м, H адамантан); 1.55–1.58 (3H, м, H адамантан); 1.83 (3H, уш. с, H адамантан); 1.92–2.02 (7H, м, CH_2 адамантан); 2.23–2.34 (4H, м, CH_3 , CH_2); 2.84–2.91 (1H, м, CH_2); 2.99–3.08 (1H, м, CH_2); 4.33 (1H, д, $J = 10.8$, NH); 5.51 (1H, т, $J = 8.7$, 2-CH); 6.75 (2H, д, $J = 8.0$, H Ar); 6.93 (1H, с, H Ar); 6.99

(2H, д, $J = 8.0$, H Ar); 7.07 (1H, с, H Ar). Спектр ЯМР ^{13}C (CDCl_3), δ , м. д.: 20.6 (CH_3); 25.3 (CH_2); 28.0 (CH_2); 29.1 (3C адамантан); 31.7 ($\text{C}(\text{CH}_3)_3$); 34.3 ($\text{C}(\text{CH}_3)_3$); 36.9 (3C адамантан); 37.2 (C адамантан); 40.5 (3 CH_2 адамантан); 81.1 (2-CH); 115.2 (2C); 120.5; 122.0; 123.6; 128.7; 129.6 (2C); 137.9; 142.1; 143.0; 150.6 (C-8a). Найдено, %: C 83.95; H 9.09; N 3.19. $\text{C}_{30}\text{H}_{39}\text{NO}$. Вычислено, %: C 83.87; H 9.15; N 3.26.

N-(2,3-Дигидро-1H-бензо[f]хромен-3-ил)пиримидин-2-амин (3m). Реакционную смесь кипятят в течение 2 ч. Выход 195 мг (70%), бесцветные кристаллы, т. пл. 203–204 °C (MeOH). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3252 (NH), 1580, 1528, 1450, 1425, 1395, 1368, 1229, 1179, 1152, 1067, 1042, 978, 964, 887, 862, 810, 800, 745. Спектр ЯМР ^1H ($\text{DMCO}-d_6$), δ , м. д. (J , Гц): 2.13–2.29 (2H, м, CH_2); 3.05–3.34 (2H, м, CH_2); 6.00 (1H, т. д, $J = 8.9$, $J = 2.5$, 3-CH); 6.74 (1H, т, $J = 4.8$, H-5 пиримидин); 6.94 (1H, д, $J = 8.9$, NH); 7.30–7.34 (1H, м, H Ar); 7.45–7.49 (1H, м, H Ar); 7.62 (1H, д, $J = 8.9$, H Ar); 7.76–7.81 (2H, м, H Ar); 8.17 (1H, д, $J = 9.4$, H Ar); 8.36 (2H, д, $J = 4.8$, H-4,6 пиримидин). Спектр ЯМР ^{13}C ($\text{DMCO}-d_6$), δ , м. д.: 21.0 (CH_2); 26.6 (CH_2); 78.7 (3-CH); 112.7 (2-CH пиримидин); 113.7; 119.5; 122.6; 123.7; 127.0; 128.1; 128.7; 129.0; 133.0; 151.8; 158.7 (2C-4,6 пиримидин); 161.9 (C-2 пиримидин). Найдено, %: C 73.71; H 5.44; N 15.03. $\text{C}_{17}\text{H}_{15}\text{N}_3\text{O}$. Вычислено, %: C 73.63; H 5.45; N 15.15.

Бензил(2,3-дигидро-1H-бензо[f]хромен-3-ил)-карбамат (3n). Выход 137 мг (41%), бесцветные кристаллы, т. пл. 159–160 °C (MeOH– H_2O , 4:1). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3327 (NH), 1699 (C=O), 1622, 1597, 1537, 1514, 1468, 1308, 1260, 1229, 1207, 1184, 1082, 1040, 1026, 993, 966, 893, 810, 739, 727, 694. Спектр ЯМР ^1H (CDCl_3), δ , м. д. (J , Гц): 2.04–2.13 (1H, м, CH_2); 2.33 (1H, д. т. д, $J = 13.3$, $J = 6.2$, $J = 2.8$, CH_2); 3.08–3.24 (2H, м, CH_2); 5.12 (1H, д, $J = 11.9$, CH_2O); 5.20 (1H, д, $J = 11.9$, CH_2O); 5.59 (1H, д, $J = 8.0$, NH); 5.77–5.83 (1H, м, 3-CH); 7.06 (1H, д, $J = 8.9$, H Ar); 7.31–7.38 (6H, м, H Ar); 7.49 (1H, д. д. д, $J = 8.2$, $J = 6.8$, $J = 1.1$, H Ar); 7.63 (1H, д, $J = 8.9$, H Ar); 7.75–7.79 (2H, м, H Ar). Спектр ЯМР ^{13}C (CDCl_3), δ , м. д.: 20.0 (CH_2); 26.8 (CH_2); 67.4 (CH_2O); 77.7 (C-3); 112.4; 119.3; 121.9; 123.7; 126.6; 128.3; 128.4 (3C); 128.6; 128.7 (2C); 129.2; 132.7; 136.0; 150.8 (C-4a нафталин); 155.4 (C=O). Найдено, %: C 75.60; H 5.80; N 4.11. $\text{C}_{21}\text{H}_{19}\text{NO}_3$. Вычислено, %: C 75.66; H 5.74; N 4.20.

N-Бензил-2,3-дигидро-1H-бензо[f]хромен-3-амин (3o). Выход 205 мг (71%), бесцветные кристаллы, т. пл. 93–94 °C (MeOH). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3314 (NH), 1620, 1599, 1514, 1493, 1466, 1454, 1435, 1398, 1360, 1261, 1231, 1155, 1055, 1024, 974, 868, 818, 768, 745, 723, 692. Спектр ЯМР ^1H ($\text{DMCO}-d_6$), δ , м. д. (J , Гц): 1.93–2.12 (1H, м, CH_2); 2.11–2.18 (1H, м, CH_2); 2.94–3.11 (2H, м, CH_2); 3.53–3.59 (1H, м, NH); 3.92 (1H, д. д, $J = 14.0$, $J = 6.6$, CH_2N); 4.05 (1H, д. д, $J = 14.0$, $J = 4.8$, CH_2N); 4.76 (1H, д. д. д, $J = 10.8$, $J = 7.8$, $J = 2.3$, 3-CH); 7.00 (1H, д, $J = 8.9$, H-5); 7.16–7.21 (1H, м, H Ar); 7.25–7.31 (3H, м, H Ar); 7.35 (2H, д, $J = 7.1$, H Ar); 7.42–7.47 (1H, м, H Ar); 7.64 (1H, д, $J = 8.9$, H Ar); 7.74–7.78 (2H, м, H Ar). Спектр ЯМР ^{13}C ($\text{DMCO}-d_6$), δ , м. д.: 20.8 (CH_2); 27.5 (CH_2);

48.8 (CH_2N); 86.6 (3-CH); 113.9; 119.7; 122.5; 123.5; 126.8; 127.1; 128.0; 128.5 (2C); 128.6 (2C); 128.7; 128.8; 133.2; 141.2; 151.9 (C-4a). Найдено, %: C 82.94; H 6.59; N 4.72. $\text{C}_{20}\text{H}_{19}\text{NO}$. Вычислено, %: C 83.01; H 6.62; N 4.84.

N-(4-Фторбензил)-2,3-дигидро-1H-бензо[f]хромен-3-амин (3p). Выход 210 мг (68%), бесцветные кристаллы, т. пл. 101–102 °C (MeOH). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3314 (NH), 1620, 1597, 1506, 1483, 1466, 1435, 1395, 1231, 1217, 1152, 1043, 1024, 962, 846, 818, 772, 748, 729. Спектр ЯМР ^1H ($\text{DMCO}-d_6$), δ , м. д. (J , Гц): 1.92–2.01 (1H, м, CH_2); 2.09–2.18 (1H, м, CH_2); 2.94–3.10 (2H, м, CH_2); 3.57–3.65 (1H, м, NH); 3.90 (1H, д. д, $J = 14.0$, $J = 6.6$, CH_2N); 4.02 (1H, д. д, $J = 14.0$, $J = 4.6$, CH_2N); 4.75 (1H, д. д. д, $J = 10.3$, $J = 7.6$, $J = 2.1$, 3-CH); 6.98 (1H, д, $J = 8.9$, H Ar); 7.07–7.12 (2H, м, H Ar); 7.29 (1H, т, $J = 7.6$, H Ar); 7.35–7.40 (2H, м, H Ar); 7.42–7.46 (1H, м, H Ar); 7.64 (1H, д, $J = 8.7$, H Ar); 7.76 (2H, д, $J = 8.2$, H Ar). Спектр ЯМР ^{13}C ($\text{DMCO}-d_6$), δ , м. д. (J , Гц): 20.7 (CH_2); 27.5 (CH_2); 48.1 (CH_2N); 86.5 (3-CH); 113.9; 115.3 (д, $^2J_{\text{CF}} = 21.0$, C-3,5 $\text{C}_6\text{H}_4\text{F}$); 119.7; 122.5; 123.5; 126.8; 128.0; 128.7; 128.8; 130.2 (д, $^3J_{\text{CF}} = 8.6$, C-2,6 $\text{C}_6\text{H}_4\text{F}$); 133.1; 137.4; 151.8 (C-4a); 161.6 (д, $^1J_{\text{CF}} = 240.3$, C–F). Найдено, %: C 78.08; H 5.92; N 4.48. $\text{C}_{20}\text{H}_{18}\text{FNO}$. Вычислено, %: C 78.15; H 5.90; N 4.56.

N-(4-((2,3-Дигидро-1H-бензо[f]хромен-3-ил)амино)-метил)фенил)ацетамид (3q). Выход 265 мг (77%), бесцветные кристаллы, т. пл. 162–163 °C (DMFA–MeOH, 1:5). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3308 (NH), 1665 (C=O), 1622, 1593, 1522, 1466, 1412, 1366, 1314, 1233, 1223, 1207, 1165, 1057, 1034, 974, 864, 814, 766, 745, 735, 691. Спектр ЯМР ^1H ($\text{DMCO}-d_6$), δ , м. д. (J , Гц): 1.92–2.03 (4H, м, CH_3 , CH_2); 2.09–2.16 (1H, м, CH_2); 2.94–3.10 (2H, м, CH_2); 3.45–3.51 (1H, м, NH); 3.86 (1H, д. д, $J = 13.7$, $J = 6.5$, CH_2NH); 3.98 (1H, д. д, $J = 13.7$, $J = 4.6$, CH_2NH); 4.72–4.77 (1H, м, 3-CH); 6.99 (1H, д, $J = 8.7$, H Ar); 7.24 (2H, д, $J = 8.2$, H Ar); 7.27–7.31 (1H, м, H Ar); 7.42–7.49 (3H, м, H Ar); 7.63 (1H, д, $J = 8.9$, H Ar); 7.76 (2H, д, $J = 8.5$, H Ar); 9.83 (1H, с, NHAc). Спектр ЯМР ^{13}C ($\text{DMCO}-d_6$), δ , м. д.: 20.8 (CH_2); 24.5 (CH_3); 27.5 (CH_2); 48.4 (CH_2N); 86.5 (3-CH); 113.9; 119.3 (2C); 119.8; 122.5; 123.5; 126.8; 128.0; 128.7; 128.8 (3C); 133.2; 135.7; 138.4; 151.9 (C-4a нафталин); 168.6 (C=O). Найдено, %: C 76.33; H 6.38; N 7.98. $\text{C}_{22}\text{H}_{22}\text{N}_2\text{O}_2$. Вычислено, %: C 76.28; H 6.40; N 8.09.

N-(3,4-Диметоксифенетил)-2,3-дигидро-1H-бензо[f]хромен-3-амин (3r). Выход 295 мг (81%), бесцветные кристаллы, т. пл. 74–75 °C (MeOH). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 3345 (NH), 2928, 2839, 1620, 1595, 1514, 1464, 1395, 1260, 1231, 1190, 1153, 1138, 1059, 1024, 968, 839, 812. Спектр ЯМР ^1H ($\text{DMCO}-d_6$), δ , м. д. (J , Гц): 1.87–1.96 (1H, м, CH_2); 2.06–2.13 (1H, м, CH_2); 2.65 (2H, т, $J = 7.4$, CH_2); 2.85–3.15 (5H, м, CH_2 , NH); 3.66 (3H, с, CH_3O); 3.67 (3H, с, CH_3O); 4.82 (1H, д. д. д, $J = 10.3$, $J = 7.8$, $J = 2.3$, 3-CH); 6.68 (1H, д. д, $J = 8.0$, $J = 1.8$, H Ar); 6.76–6.80 (2H, м, H Ar); 6.96 (1H, д, $J = 9.0$, H-5); 7.27–7.31 (1H, м, H Ar); 7.42–7.47 (1H, м, H Ar); 7.62 (1H, д, $J = 9.0$, H Ar); 7.75 (2H, д, $J = 8.7$, H Ar). Спектр ЯМР ^{13}C ($\text{DMCO}-d_6$), δ , м. д.: 20.7 (CH_2); 27.6 (CH_2); 36.6 (CH_2); 47.5 (CH_2N); 55.9 (CH_3O); 56.0 (CH_3O); 87.2

(3-CH); 112.4; 113.1; 113.8; 119.8; 120.9; 122.4; 123.4; 126.8; 128.1; 128.7; 128.8; 133.2; 133.4; 147.6 (COCH₃); 149.1 (COCH₃); 151.9 (C-4a). Найдено, %: С 75.94; Н 6.99; N 3.74. C₂₃H₂₅NO₃. Вычислено, %: С 76.01; Н 6.93; N 3.85.

N-Метил-N-циклогексил-2,3-дигидро-1H-бензо[*f*]-хромен-3-амин (4a). Выход 162 мг (55%), бесцветные кристаллы, т. пл. 84–85 °С (MeOH). ИК спектр, ν , см⁻¹: 2926, 2855, 1622, 1597, 1512, 1466, 1396, 1375, 1231, 1207, 1179, 1138, 1055, 1030, 1022, 962, 804, 741. Спектр ЯМР ¹H (DMCO-*d*₆), δ , м. д. (*J*, Гц): 1.00–1.07 (1H, м, CH₂); 1.14–1.27 (2H, м, CH₂); 1.32–1.41 (2H, м, CH₂); 1.53 (1H, д, *J* = 11.5, CH₂); 1.71 (2H, уш. с, CH₂); 1.81 (1H, д, *J* = 11.2, CH₂); 1.90 (1H, д, *J* = 10.8, CH₂); 1.96–2.01 (1H, м, CH₂); 2.11–2.15 (1H, м, CH₂); 2.40 (3H, с, CH₃); 2.71 (1H, т, *J* = 10.8, CHN); 2.95–3.12 (2H, м, CH₂); 4.87 (1H, д, *J* = 10.1, 3-CH); 6.92 (1H, д, *J* = 8.7, H Ar); 7.25–7.29 (1H, м, H Ar); 7.41–7.45 (1H, м, H Ar); 7.59 (1H, д, *J* = 8.7, H Ar); 7.72–7.76 (2H, м, H Ar). Спектр ЯМР ¹³C (DMCO-*d*₆), δ , м. д.: 23.1 (CH₂); 26.2 (2CH₂); 26.3 (CH₂); 26.8 (CH₂); 30.5 (CH₃); 31.4 (CH₂); 31.5 (CH₂); 61.5 (CH циклогексан); 92.2 (CH-3); 113.7; 119.8; 122.4; 123.4; 126.8; 128.0; 128.7; 133.1; 153.5 (C–O). Найдено, %: С 81.40; Н 8.48; N 4.65. C₂₀H₂₅NO. Вычислено, %: С 81.31; Н 8.53; N 4.74.

2-(2,3-Дигидро-1H-бензо[*f*]хромен-3-ил)-6-метокси-2,3,4,9-тетрагидро-1H-пиридо[3,4-*b*]индол (4b). Реакционную смесь кипятят в течение 2 ч. Выход 285 мг (74%), бесцветные кристаллы, т. пл. 220–221 °С (DMFA–MeOH, 1:4). ИК спектр, ν , см⁻¹: 3412 (NH), 1618, 1593, 1508, 1483, 1464, 1449, 1431, 1412, 1387, 1231, 1213, 1173, 1155, 1126, 1034, 970, 841, 808. Спектр ЯМР ¹H (DMCO-*d*₆), δ , м. д. (*J*, Гц): 2.15–2.30 (2H, м, CH₂); 2.65–2.73 (2H, м, CH₂); 3.01–3.36 (4H, м, CH₂); 3.71 (3H, с, OCH₃); 3.97 (1H, д, *J* = 14.9, 1-CH₂); 4.12 (1H, д, *J* = 14.9, 1-CH₂); 4.99 (1H, д, *J* = 9.4, H-3); 6.62 (1H, д, *J* = 8.2, *J* = 1.6, H-7); 6.86 (1H, с, H-5); 7.00 (1H, д, *J* = 8.7, H Ar); 7.14 (1H, д, *J* = 8.5, H Ar); 7.29–7.33 (1H, м, H Ar); 7.44–7.48 (1H, м, H Ar); 7.64 (1H, д, *J* = 8.7, H Ar); 7.76–7.80 (2H, м, H Ar); 10.54 (1H, с, NH). Спектр ЯМР ¹³C (DMCO-*d*₆), δ , м. д.: 22.5 (CH₂); 22.7 (CH₂); 25.7 (CH₂); 44.0 (CH₂); 47.4 (CH₂); 55.8 (OCH₃); 92.5 (3-CH); 100.3; 107.2; 110.4; 112.0; 114.0; 119.5; 122.5; 123.6; 127.0; 127.6; 128.1; 128.7; 128.9; 131.6; 133.1; 134.0; 153.0; 153.5. Найдено, %: С 78.01; Н 6.28; N 7.18. C₂₅H₂₄N₂O₂. Вычислено, %: С 78.10; Н 6.29; N 7.29.

(E)-4-Бром-N'-[3-(2-гидроксинафталин-1-ил)-пропилиден]бензогидразид (5a). Выход 286 мг (72%), бесцветные кристаллы, т. пл. 158–159 °С (MeOH). ИК спектр, ν , см⁻¹: 3364, 3250 (NH, OH), 1645 (C=O), 1593, 1464, 1435, 1395, 1229, 1209, 1179, 1144, 1072, 1057, 1034, 1013, 978, 962, 864, 849, 839, 806, 766, 748, 737. Спектр ЯМР ¹H (DMCO-*d*₆), δ , м. д. (*J*, Гц): 2.48–2.54 (2H, м, CH₂CH₂CH=N); 3.16 (2H, т, *J* = 7.6, CH₂CH₂CH=N); 7.15 (1H, д, *J* = 8.7, H-3 нафталин); 7.25 (1H, т, *J* = 7.4, H-6 нафталин); 7.43 (1H, т, *J* = 7.4, H-7 нафталин); 7.62 (1H, д, *J* = 9.0, H-4 нафталин); 7.68 (2H, д, *J* = 8.5, H-3,5); 7.74–7.79 (3H, м, H-5 нафталин, H-2,6); 7.80 (1H, т, *J* = 5.0, CH=N); 7.88 (1H, д, *J* = 8.7, H-8 нафталин); 9.61 (1H, с, OH); 11.51 (1H, с, NH).

Спектр ЯМР ¹³C (DMCO-*d*₆), δ , м. д.: 22.0 (CH₂CH₂CH=N); 32.9 (CH₂CH₂CH=N); 118.5 (C-1 нафталин); 118.6 (C-3 нафталин); 122.8 (C-6 нафталин); 122.9 (C-8 нафталин); 125.8 (C-4); 126.8 (C-7 нафталин); 128.0 (C-4 нафталин); 128.7 (C-4a нафталин); 129.0 (C-5 нафталин); 130.2 (2C-2,6); 132.0 (2C-3,5); 133.2 (C-1); 133.4 (C-8a нафталин); 152.9 (C-2 нафталин, CH=N); 162.4 (C=O). Найдено, %: С 60.52; Н 4.29; N 6.96. C₂₀H₁₇BrN₂O₂. Вычислено, %: С 60.47; Н 4.31; N 7.05.

(E)-N'-[3-(6-Бром-2-гидроксинафталин-1-ил)-пропилиден]бензогидразид (5b). Выход 330 мг (83%), бесцветные кристаллы, т. пл. 143–144 °С (MeOH). ИК спектр, ν , см⁻¹: 3651, 3500–2800 (NH, OH), 1649 (C=O), 1589, 1572, 1495, 1476, 1447, 1389, 1321, 1308, 1238, 1194, 1175, 1150, 1051, 1032, 959, 935, 876, 866, 812, 806. Спектр ЯМР ¹H (DMCO-*d*₆), δ , м. д. (*J*, Гц): 2.48–2.54 (2H, м, CH₂CH=N); 3.12–3.17 (2H, м, CH₂); 7.19 (1H, д, *J* = 8.7, H-3 нафталин); 7.44–7.48 (2H, м, H Ar); 7.52 (2H, д, *J* = 7.8, H Ar); 7.63 (1H, д, *J* = 8.7, H Ar); 7.76–7.81 (3H, м, H Ar, CH=N); 7.85 (1H, д, *J* = 9.1, H Ar); 8.02 (1H, д, *J* = 1.8, H-5 нафталин); 9.81 (1H, с, OH); 11.43 (1H, с, NH). Спектр ЯМР ¹³C (DMCO-*d*₆), δ , м. д.: 22.1 (CH₂); 32.9 (CH₂CH=N); 115.7; 119.1; 119.8; 125.5; 127.4; 128.0 (2C); 128.9 (2C); 129.5; 130.0; 130.6; 132.1 (2C); 134.1; 152.2; 153.4; 163.4 (C=O). Найдено, %: С 60.54; Н 4.25; N 6.94. C₂₀H₁₇BrN₂O₂. Вычислено, %: С 60.47; Н 4.31; N 7.05.

N'-[(E)-3-(2-Гидроксинафталин-1-ил)пропилиден]-адамantan-1-карбогидразид (5c). Выход 275 мг (73%), бесцветные кристаллы, т. пл. 247–248 °С (DMFA–MeOH, 1:5). ИК спектр, ν , см⁻¹: 3500–3000 (OH, NH), 2901, 2849 (CH адамantan), 1626 (C=O), 1541, 1476, 1449, 1362, 1308, 1271, 1215, 1182, 1142, 1099, 1015, 816, 764, 743, 675. Спектр ЯМР ¹H (DMCO-*d*₆), δ , м. д. (*J*, Гц): 1.67 (6H, уш. с, CH₂ адамantan); 1.78 (6H, уш. с, CH₂ адамantan); 1.94 (3H, уш. с, CH адамantan); 2.40–2.46 (2H, м, CH₂); 3.11 (2H, т, *J* = 7.6, CH₂); 7.14 (1H, д, *J* = 8.7, H Ar); 7.22–7.26 (1H, м, H Ar); 7.40–7.44 (1H, м, H Ar); 7.61 (1H, д, *J* = 8.7, H Ar); 7.70–7.75 (2H, м, H Ar, CH=N); 7.84 (1H, д, *J* = 8.5, H Ar); 9.58 (1H, с, OH); 10.37 (1H, с, NH). Спектр ЯМР ¹³C (DMCO-*d*₆), δ , м. д.: 22.1 (CH₂); 28.1 (3C адамantan); 32.9 (CH₂); 36.6 (4C адамantan); 38.9 (3C адамantan); 118.7 (2C); 122.8; 122.9; 126.7; 128.0; 128.8; 129.0; 133.4; 151.0 (CH=N); 152.8 (COH); 173.4 (C=O). Найдено, %: С 76.63; Н 7.45; N 7.35. C₂₄H₂₈N₂O₂. Вычислено, %: С 76.56; Н 7.50; N 7.44.

(E)-1-[3-(2-Фенилгидразинилиден)пропил]нафталин-2-ол (6a). Выход 195 мг (67%), светло-желтые кристаллы, т. пл. 116–117 °С (MeOH–H₂O, 2:1). ИК спектр, ν , см⁻¹: 3319, 3300–2600 (OH), 1620, 1597, 1510, 1493, 1466, 1452, 1404, 1300, 1271, 1252, 1242, 1223, 1126, 874, 816, 748, 739, 691. Спектр ЯМР ¹H (DMCO-*d*₆), δ , м. д. (*J*, Гц): 1.98–2.06 (1H, м, CH₂); 2.42–2.45 (1H, м, CH₂); 3.15 (2H, т, *J* = 7.7, CH₂); 6.61 (1H, т, *J* = 7.3, H Ar); 6.86 (2H, д, *J* = 7.8, H Ar); 7.07–7.12 (2H, м, H Ar); 7.15 (1H, д, *J* = 8.7, H Ar); 7.21–7.26 (2H, м, H Ar, CH=N); 7.40–7.44 (1H, м, H Ar); 7.61 (1H, д, *J* = 8.9, H Ar); 7.74 (1H, д, *J* = 8.0, H Ar); 7.88 (1H, д, *J* = 8.5, H Ar); 9.57 (1H, с, OH(NH)); 9.62 (1H, с, NH(OH)). Спектр ЯМР ¹³C (DMCO-*d*₆), δ , м. д.:

22.7 (CH₂); 32.7 (CH₂); 112.0 (2C); 118.2; 118.5; 119.0; 122.7; 123.0; 126.7; 127.8; 128.7; 129.0; 129.5 (2C); 133.5; 140.9 (CH=N); 146.6; 152.8. Найдено, %: С 78.64; Н 6.19; N 9.55. С₁₉H₁₈N₂O. Вычислено, %: С 78.59; Н 6.25; N 9.65.

(Е)-1-[3-[2-(2,4-Динитрофенил)гидразинилиден]пропил]нафталин-2-ол (6b). Реакционную смесь кипятят в течение 2 ч. Выход 340 мг (89%), оранжевые кристаллы, т. пл. 214–215 °С (ДМФА–МеОН, 1:4). ИК спектр, ν , см⁻¹: 3439, 3283 (ОН, NH), 1612, 1580, 1512, 1497, 1410, 1327, 1263, 1211, 1132, 1074, 997, 926, 907, 829, 812, 741, 725. Спектр ЯМР ¹H (ДМСО-*d*₆), δ , м. д. (*J*, Гц): 2.55–2.61 (2H, м, CH₂CH=N); 3.22 (2H, т, *J* = 7.3, CH₂); 7.15 (1H, д, *J* = 8.7, H Ar); 7.22–7.26 (1H, м, H Ar); 7.41–7.45 (1H, м, H Ar); 7.62 (1H, д, *J* = 8.7, H Ar); 7.74 (1H, д, *J* = 8.2, H Ar); 7.79 (1H, д, *J* = 9.6, H-6 динитрофенил); 7.88 (1H, д, *J* = 8.5, H Ar); 8.07 (1H, т, *J* = 5.0, CH=N); 8.26 (1H, д, *J* = 9.6, H-5 динитрофенил); 8.79 (1H, с, H-3 динитрофенил); 9.64 (1H, с, OH); 11.30 (1H, с, NH). Спектр ЯМР ¹³C (ДМСО-*d*₆), δ , м. д.: 21.9 (CH₂); 33.0 (CH₂); 116.9; 118.4; 118.5; 122.7; 122.8; 123.6; 126.8; 128.1; 128.7; 129.0; 129.2; 130.3; 133.4; 137.0; 145.2; 152.9; 155.3 (CH=N). Найдено, %: С 59.94; Н 4.19; N 14.63. С₁₉H₁₆N₄O₅. Вычислено, %: С 60.00; Н 4.24; N 14.73.

(Е)-1-[3-(2,2-Диметилгидразинилиден)пропил]нафталин-2-ол (6c). После выдерживания при комнатной температуре в течение 2 ч растворитель отгоняют в вакууме, остаток перекристаллизовывают из циклогексана и 70% водного МеОН. Выход 198 мг (82%), бесцветные кристаллы, т. пл. 100–101 °С. ИК спектр, ν , см⁻¹: 3200–2400 (ОН), 1616, 1593, 1514, 1468, 1429, 1416, 1404, 1377, 1269, 1250, 1234, 1213, 1148, 1036, 999, 858, 818, 746. Спектр ЯМР ¹H (CDCl₃), δ , м. д. (*J*, Гц): 2.79 (6H, с, N(CH₃)₂); 2.85–2.89 (2H, м, CH₂CH₂CH=N); 3.32–3.36 (2H, м, CH₂CH₂CH=N); 6.83 (1H, уш. с, CH=N); 7.19 (1H, д, *J* = 8.9, H-3); 7.28–7.32 (1H, м, H-6); 7.45–7.49 (1H, м, H-7); 7.64 (1H, д, *J* = 8.7, H-4); 7.77 (1H, д, *J* = 8.0, H-5); 7.84 (1H, д, *J* = 8.5, H-8); 9.95 (1H, уш. с, OH). Спектр ЯМР ¹³C (CDCl₃), δ , м. д.: 19.9 (CH₂CH₂CH=N); 33.2 (CH₂CH₂CH=N); 43.3 (N(CH₃)₂); 119.9 (C-1); 120.5 (C-3); 122.4 (C-8); 122.7 (C-6); 126.2 (C-7); 128.2 (C-4); 128.9 (C-5); 129.4 (C-4a); 133.3 (C-8a); 140.1 (уш. с, CH=N); 152.6 (C–O). Найдено, %: С 74.28; Н 7.44; N 11.45. С₁₅H₁₈N₂O. Вычислено, %: С 74.35; Н 7.49; N 11.56.

N-(2,3-Дигидро-1H-бензо[*f*]хромен-3-ил)-4H-1,2,4-триазол-4-амин (7). Реакционную смесь кипятят в течение 2 ч. Выход 162 мг (61%), бесцветные кристаллы, т. пл. 223–224 °С (EtOH). ИК спектр, ν , см⁻¹: 3300–2800, 1622, 1595, 1541, 1508, 1398, 1354, 1221, 1204, 1179, 1130, 1070, 1053, 1047, 984, 968, 872, 810, 768, 748, 637, 621.

Таутомер А. Спектр ЯМР ¹H (ДМСО-*d*₆), δ , м. д. (*J*, Гц): 1.79–1.89 (1H, м, CH₂); 2.21–2.28 (1H, м, CH₂); 3.05–3.11 (2H, м, CH₂); 5.06–5.10 (1H, м, 3-CH); 7.14 (1H, д, *J* = 8.9, H Ar); 7.31–7.35 (1H, м, H Ar); 7.45–7.50 (1H, м, H Ar); 7.69 (1H, д, *J* = 8.9, H Ar); 7.79 (2H, д, *J* = 8.2, H Ar); 7.90 (1H, д, *J* = 7.6, NH); 8.55 (2H, с, H триазол). Спектр ЯМР ¹H (CDCl₃), δ , м. д. (*J*, Гц):

1.98–2.04 (1H, м, CH₂); 2.39–2.44 (1H, м, CH₂); 3.20 (2H, т, *J* = 6.7, CH₂); 5.02–5.06 (1H, м, 3-CH); 5.61 (1H, д, *J* = 8.3, NH); 7.09 (1H, д, *J* = 8.7, H Ar); 7.37–7.41 (1H, м, H Ar); 7.50–7.54 (1H, м, H Ar); 7.69 (1H, д, *J* = 8.9, H Ar); 7.78 (2H, д, *J* = 8.5, H Ar); 8.41 (2H, с, H триазол). Спектр ЯМР ¹³C (ДМСО-*d*₆), δ , м. д.: 20.0 (CH₂); 24.7 (CH₂); 86.3 (3-CH); 114.0; 119.4; 122.7; 124.0; 127.1; 128.4; 128.8; 129.2; 132.8; 144.7 (2C триазол); 150.6 (C–O). Найдено, %: С 67.72; Н 5.28; N 20.92. С₁₅H₁₄N₄O. Вычислено, %: С 67.65; Н 5.30; N 21.04.

Таутомер В. Спектр ЯМР ¹H (ДМСО-*d*₆), δ , м. д. (*J*, Гц): 2.61–2.67 (2H, м, CH₂); 3.26 (2H, т, *J* = 7.4, CH₂); 7.14 (1H, д, *J* = 8.9, H Ar); 7.23–7.27 (1H, м, H Ar); 7.41–7.45 (1H, м, H Ar); 7.63 (1H, д, *J* = 8.7, H Ar); 7.75 (1H, д, *J* = 8.0, H Ar); 7.88 (1H, д, *J* = 8.5, H Ar); 8.45 (1H, т, *J* = 5.3, CH=N); 8.89 (2H, с, H триазол); 9.71 (1H, с, OH). Спектр ЯМР ¹³C (ДМСО-*d*₆), δ , м. д.: 21.4 (CH₂); 33.1 (CH₂); 117.8; 118.4; 122.8; 124.0; 126.9; 128.3; 128.7; 129.1; 133.3; 139.1 (2C-триазол); 152.9 (C–OH); 164.4 (CH=N).

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант 19-13-00421).

Список литературы

- (a) Ahmed, A. A.; Mohamed, A. El-H. H.; Karchesy, J.; Asakawa, Y. *Phytochemistry* **2006**, *67*, 424. (b) Kwon, J.; Lee, H.; Ko, W.; Kim, D.-C.; Kim, K.-W.; Kwon, H. C.; Guo, Y.; Sohn, J. H.; Yim, J. H.; Kim, Y.-C.; Oh, H.; Lee, D. *Tetrahedron* **2017**, *73*, 3905. (c) Boonsri, S.; Karalai, C.; Ponglimanont, C.; Chantapromma, S.; Kanjana-opas, A. *J. Nat. Prod.* **2008**, *71*, 1173. (d) Song, J.; Manir, M. M.; Moon, S.-S. *Chem. Biodiversity* **2009**, *6*, 1435. (e) Li, J.-T.; Fu, X.-L.; Tan, C.; Zeng, Y.; Wang, Q.; Zhao, P.-J. *Molecules* **2011**, *16*, 686. (f) Stobiecki, M.; Popenda, M. *Phytochemistry* **1994**, *37*, 1707.
- (a) Wu, X.-N.; You, Z.-H.; Liu, Y.-K. *Org. Biomol. Chem.* **2018**, *16*, 6507. (b) Mori, T.; Akioka, Y.; Onodera, G.; Kimura, M. *Molecules* **2014**, *19*, 9288. (c) Li, J.-Y.; Li, Z.-L.; Zhao, W.-W.; Liu, Y.-K.; Tong, Z.-P.; Tan, R. *Org. Biomol. Chem.* **2016**, *14*, 2444. (d) You, Z.-H.; Chen, Y.-H.; Tang, Y.; Liu, Y.-K. *Org. Lett.* **2018**, *20*, 6682. (e) Sun, X.-L.; Chen, Y.-H.; Zhu, D.-Y.; Zhang, Y.; Liu, Y.-K. *Org. Lett.* **2016**, *18*, 864. (f) You, Z.-H.; Chen, Y.-H.; Tang, Y.; Liu, Y.-K. *Org. Lett.* **2019**, *21*, 8358. (g) Chen, Y.-H.; Li, D.-H.; Liu, Y.-K. *ACS Omega* **2018**, *3*, 16615. (h) Chen, Y.-H.; Lv, X.-J.; You, Z.-H.; Liu, Y.-K. *Org. Lett.* **2019**, *21*, 5556. (i) Mattalia, J.-M. R.; Attolini, M. M. *ARKIVOC* **2013**, (i), 101.
- (a) Осипов, Д. В.; Мельникова, И. В.; Климошкин, Ю. Н.; Осянин, В. А. Патент РФ 2652119. (b) Lukashenko, A. V.; Osyinin, V. A.; Osipov, D. V.; Klimochkin, Yu. N. *J. Org. Chem.* **2017**, *82*, 1517.
- (a) Gandolfi, C. A.; Domenico, R. D.; Spinelli, S.; Gallico, L.; Fiocchi, L.; Lotto, A.; Menta, E.; Borghi, A.; Rosa, C. D.; Tognella, S. *J. Med. Chem.* **1995**, *38*, 508. (b) Jurd, L. *J. Heterocycl. Chem.* **1996**, *33*, 1919. (c) Liu, Y.-K.; Li, Z.-L.; Li, J.-Y.; Feng, H.-X.; Tong, Z.-P. *Org. Lett.* **2015**, *17*, 2022. (d) Hewage, A. N. D. P.; Yao, H.; Nammalwar, B.; Gnanasekaran, K. K.; Lovell, S.; Bunce, R. A.; Eshelman, K.; Phaniraj, S. M.; Lee, M. M.; Peterson, B. R.; Battaile, K. P.; Reitz, A. B.; Rivera, M. *J. Am. Chem. Soc.* **2019**, *141*, 8171. (e) Eggler, J. F.; Johnson, M. R.; Melvin, L. S., Jr. US Patent 4486428A. (f) Nakazawa, T.; Furukawa, H.; Torii, K.; Itabashi, K. *Nippon Kagaku Kaishi* **1989**, 244.