

ДОКЛАДЫ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ

Выходит шесть номеров в год

Журнал основан в июле 1957 года

МИНСК, БЕЛОРУССКАЯ НАУКА, 2015, ТОМ 59, № 4

Учредитель – Национальная академия наук Беларуси

Редакционная коллегия:

В. Г. Гусаков (главный редактор),
А. В. Кильчевский (заместитель главного редактора),
С. Я. Килин (заместитель главного редактора),
С. А. Чижик (заместитель главного редактора),
И. М. Богдевич, Н. А. Борисевич, П. А. Витязь,
И. Д. Волоотовский, И. В. Гайшун, С. В. Гапоненко, А. Е. Дайнеко, И. В. Залуцкий,
О. А. Ивашкевич, Н. А. Изобов, Н. С. Казак, А. А. Коваленя,
Ф. Ф. Комаров, И. В. Котляров, В. А. Лабунов, А. П. Ласковнев, О. Н. Левко,
А. И. Лесникович, В. Ф. Логинов, А. А. Махнач, А. А. Михалевич,
М. Е. Никифоров, В. А. Орлович, О. Г. Пенязьков, Ю. М. Плескачевский,
Н. С. Сердюченко, А. Ф. Смянович, Л. М. Томильчик, С. А. Усанов,
Л. В. Хотылева, В. А. Хрипач, И. П. Шейко,
ведущий редактор **Т. П. Петрович**

Адрес редакции:

220072, Минск, ул. Академическая, 1, к. 119,
тел. 284-19-19

csl.bas-net.by/Web/Pages/magNAS.asp

E-mail: doklady_nanb@mail.ru

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Забрейко П. П., Михайлов А. В. Сходимость последовательных приближений для уравнений с нормальными операторами	5
Гётце Ф., Гусакова А. Г. Алгебраические числа в коротких интервалах	11
Янович Л. А., Игнатенко М. В. О некоторых аналогах формул сплайн-интерполирования для функций матричной переменной.	17
Лиходед Н. А., Полещук М. А. Метод ранжирования параметров размера блоков вычислений параллельного алгоритма	25
Садовский А. П., Щеглова Т. В. Многообразия комплексного и вещественного центра двумерных автономных полиномиальных дифференциальных систем	34

ФИЗИКА

Пилипович В. А., Залесский В. Б., Конойко А. И., Кравченко В. М. Амплитудная модуляция света путем электрооптического управления многолучевой интерференцией в интерферометре Фабри–Перо	41
---	----

Суходола А. А. Влияние эффектов красного края на интеркомбинационную конверсию индола в этаноле при 77 К	46
Троянчук И. О., Чобот А. Н., Мантыцкая О. С., Терешко Н. В., Лобановский Л. С., Добрянский В. М., Чобот Г. М., Никитин А. В. Колоссальный магниторезистивный эффект в кобальтитах со структурой перовскита	52
Ластовский С. Б., Маркевич В. П., Коршунов Ф. П., Якушевич А. С., Мурич Л. И., Макаренко Л. Ф. Бистабильные центры с глубокими уровнями в облученных кристаллах кремния <i>p</i> -типа	57
ХИМИЯ	
Ковганко В. Н., Ковганко Н. Н., Дорошук Д. С. Новый подход к синтезу пиразолсодержащих жидкокристаллических соединений	63
Барабошина А. А., Свиридова Т. В., Цыбульская Л. С., Кокорин А. И., Свиридов Д. В. Неорганические фоторезисты на основе смешанных оксидов молибдена и ванадия	68
Воробьева Е. В., Крутько Н. П., Воробьев П. Д., Чердиченко Д. В., Матрунчик Ю. В. Количественное определение органических реагентов в образцах хлорида калия методом ИК спектроскопии	72
БИОЛОГИЯ	
Вежновец В. В., Литвинова А. Г. Размерно-возрастная характеристика <i>Eurytemora lacustris</i> в озерах Беларуси	78
Ризевский В. К., Ермолаева И. А., Лещенко А. В., Кудрицкая А. П. Бычок-песочник <i>Neogobius fluviatilis</i> – понто-каспийский чужеродный вид рыб в бассейне р. Неман	83
Гетко Н. В., Поболовец Т. А., Титок В. В. Функциональная анатомия листа тропических и субтропических древесных видов в оранжерейной культуре	88
Аверина Н. Г., Бейзаи З., Щербаков Р. А. Молекулярные механизмы регуляции нитратредуктазы экзогенной 5-аминолевулиновой кислотой в проростках ячменя, выращенных в условиях засоления хлоридом натрия	95
МЕДИЦИНА	
Кузнецова И. В. Реакция окружающих тканей в отдаленный послеоперационный период на имплантацию композиционных материалов	102
НАУКИ О ЗЕМЛЕ	
Матвеев А. В. Особенности распределения «местного» (грунтового) радона в почвенном воздухе покровных отложений Беларуси	107
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ	
Комаров А. И., Витязь П. А., Комарова В. И. Структура и трибомеханические свойства керамического покрытия, модифицированного в процессе его формирования наноразмерным TiN	113
СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ	
Богдан А. И. «Автобиография» Богуслава Радзивилла как авторская исповедь-оправдание перед обществом Речи Посполитой (на бел. яз.)	117
АГРАРНЫЕ НАУКИ	
Гануш Г. И., Грибодова И. А. Обоснование развития экспортоориентированного промышленного грибоводства в Республике Беларусь	123

ДОКЛАДЫ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ. 2015. Т. 59, № 4

Журнал зарегистрирован в Министерстве информации Республики Беларусь,
свидетельство о регистрации № 387 от 18.05.2009.

Редактор Т. П. Петрович
Компьютерная верстка Н. И. Кашуба

Сдано в набор 04.08.2015. Выпуск в свет 26.08.2015. Формат 60×84¹/₈. Бумага офсетная. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 14,88. Уч.-изд. л. 16,4. Тираж 126 экз. Заказ 139.

Цена номера: индивидуальная подписка – 83 600 руб.; ведомственная подписка – 203 287 руб.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Республиканское унитарное предприятие «Издательский дом «Беларуская навука».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/18 от 02.08.2013. ЛП № 02330/455 от 30.12.2013. Ул. Ф. Скорины, 40, 220141, г. Минск.

© «Издательский дом «Беларуская навука».
Доклады НАН Беларуси, 2015

ХИМИЯ

УДК 547.775; 544.25

В. Н. КОВГАНКО¹, Н. Н. КОВГАНКО², Д. С. ДОРОЩУК¹НОВЫЙ ПОДХОД К СИНТЕЗУ ПИРАЗОЛСОДЕРЖАЩИХ
ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

(Представлено членом-корреспондентом В. И. Поткинъм)

¹Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь
umkauhanka@belstu.by²Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Беларусь

Разработан новый подход к синтезу пиразолсодержащих жидких кристаллов, который заключается во взаимодействии мезогенных 3-арил-3-кетозэфиров с 4-замещенными арилгидразинами. В качестве примера применения данного подхода реакцией 3-арил-3-кетозэфиров с 4-метоксифенилгидразином синтезирован ряд новых мезогенных пиразолов. Среди синтезированных соединений обнаружены вещества, образующие монотропную нематическую фазу.

U. M. KAUSHANKA¹, M. M. KAUSHANKA², D. S. DARASHCHUK¹

NEW APPROACH TO THE SYNTHESIS OF PYRAZOLE-CONTAINING LIQUID CRYSTAL

¹Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus
umkauhanka@belstu.by²Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus

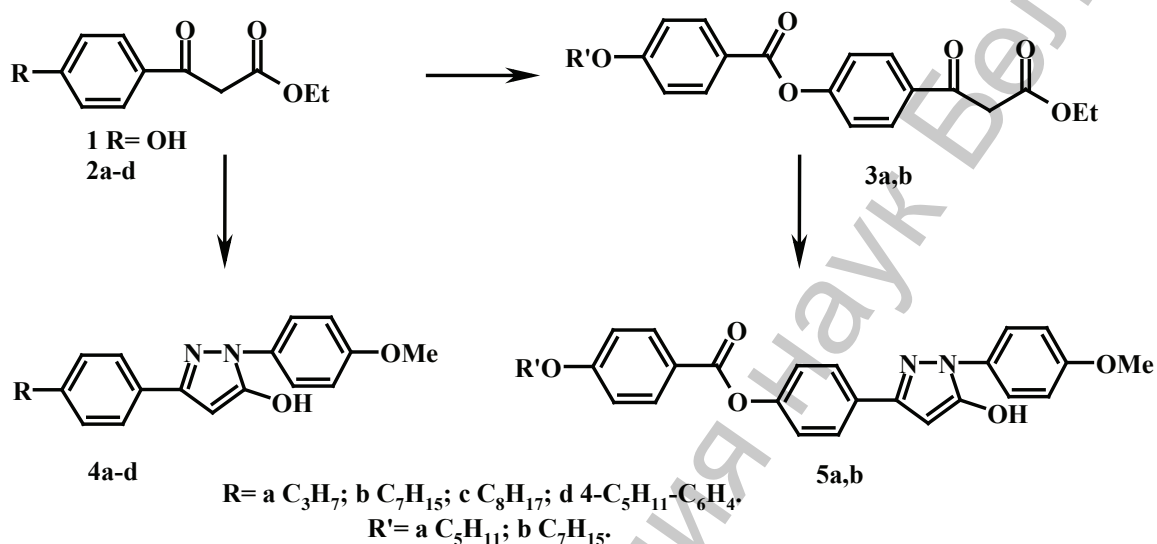
A new approach to the synthesis of pyrazole-containing liquid crystals was investigated. This synthetic approach is based on the mesogenic reaction of 3-aryl-3-ketoesters with 4-substituted arylhydrazines. As an example of this approach, the reaction of 3-aryl-3-ketoesters with 4-methoxyphenylhydrozine was investigated. As a result, a series of new mesogenic pyrazoles were synthesized. Substances with a monotropic nematic phase were detected among the synthesized compounds.

В последние десятилетия в области синтеза мезогенных соединений значительный интерес уделяют разработке методов получения веществ, содержащих в жестком остове молекул различные гетероциклы. Это связано с тем, что на основе гетероциклических мезогенов могут быть созданы новые типы жидких кристаллов, расширены области их применения. К перспективным гетероциклическим мезогенам, в частности, относятся замещенные азолы [1–6]. Так, в настоящее время разработаны методы синтеза жидкокристаллических 2-изоксазолинов, изоксазолов и пиразолов [1–3].

При этом наибольшее внимание исследователи уделяют 3,5-дизамещенным изоксазолам и пиразолам, надежные методы синтеза которых позволяют получать соединения с анизотропной структурой [2; 3]. В литературе имеется также ряд сообщений о синтезе мезоморфных соединений, жесткий остов которых содержит 1,4-дизамещенные пиразолы [4; 5]. В то же время для пиразолсодержащих соединений существует принципиальная возможность создать необходимую для проявления жидкокристаллических свойств вытянутую форму молекулы при наличии мезогенных заместителей в положении 1 и 3 гетероцикла. Разработка синтетического подхода для получения такого нового класса мезогенных веществ и являлась целью данного исследования.

В основе разработанного нами подхода лежит взаимодействие мезогенных 3-арил-3-кетоэфиров с 4-замещенными арилгидразинами. В результате могут быть получены соответствующие 1,3-диарилпиразолонны. Потенциальная мезогенность будет достигнута вытянутой формой молекулы.

Для проверки возможности применения данного подхода в синтезе мезоморфных 1,3-диарилпиразолонов нами исследовано взаимодействие мезогенных кетоэфиров с коммерчески доступным гидрохлоридом 4-метоксифенилгидразина. В качестве исходных соединений нами использованы кетоэфиры **2a-d** и **3a,b**, синтез которых описан ранее [7–9].



В литературе описан синтез пиразолонов с использованием гидрохлорида 4-метоксифенилгидразина [10; 11], однако известные методики, на наш взгляд, не являются препаративными. Поэтому на примере синтеза пиразолона **4b** нами вначале проведена разработка удобных экспериментальных условий синтеза.

Попытки получить соответствующий пиразолон **4b** реакцией кетоэфира **2b** с гидрохлоридом 4-метоксифенилгидразина и ацетатом натрия в обычных для такого рода превращений условиях [7; 12] оказались безуспешными. Так, осуществить эту реакцию в водной суспензии, а также в среде этанола не удастся в силу низкой растворимости гидрохлорида 4-метоксифенилгидразина. Использование в качестве растворителя уксусной кислоты, ацетонитрила или пиридина позволяло повысить растворимость гидрохлорида 4-метоксифенилгидразина, но приводило к осмолению реакционной смеси. Попытка предварительного получения свободного основания взаимодействием гидрохлорида 4-метоксифенилгидразина с этанольным раствором эквимольного количества гидроксида натрия позволило решить проблему растворимости. Однако реакция в этанольном растворе между полученным таким образом 4-метоксифенилгидразином и кетоэфиром **2b** не протекала даже при длительном кипячении реакционной смеси.

В результате анализа литературных данных [10; 11] и неудачных синтезов в среде растворителя нами было решено провести синтез при сплавлении реагентов. Смесь кетоэфира **2b**, гидрохлорида 4-метоксифенилгидразина, ацетата натрия, хлорида или сульфата натрия (в качестве инертного твердого разбавителя и теплоносителя) тщательно растирали в фарфоровой чашке, после чего выдерживали в сушильном шкафу при 100 °С. В результате нам удалось получить целевой пиразол **4b** с выходом 82 %.

Замещенные пиразолы **4a,c,d** и **5a,b** также получены сплавлением реагентов в описанных выше условиях. Выход целевых соединений составил 60–90 %.

Строение синтезированных соединений **4**, **5** подтверждено данными УФ, ИК и ЯМР спектров. Так, в ЯМР ¹H спектрах соединений **4**, **5** отсутствуют характерные триплеты и квартеты этилокси групп, которые наблюдаются в спектрах исходных β-кетоэфиров **2**, **3** [7–9]. Это под-

тверждает, что при реакции происходит циклизация с образованием соответствующих гетероциклов, сопровождающаяся отщеплением этилового спирта. В спектрах ЯМР ^1H и ^{13}C синтезированных соединений **4**, **5** присутствуют сигналы всех фрагментов исходных кетоэфиров и гидразина.

Для соединений **5a,b** в ИК спектрах наблюдается полоса колебаний $\text{C}=\text{O}$ связи бензоатной группы при 1735 см^{-1} . Это подтверждает, что при циклизации кетоэфиров **2a,b** не происходит побочного гидразиолиза сложноэфирной группы.

Известно, что для замещенных пиразолонов характерна кето-енольная таутомерия, которая фиксируется по данным спектров [7; 12]. Следует указать, что в ИК спектрах кристаллических образцов **4a-d** и **5a,b** только в спектре соединения **4a** присутствует интенсивная полоса поглощения $\text{C}=\text{O}$ группы при 1684 см^{-1} . Это значит, что в кристаллическом состоянии соединения **4b-d** и **5a,b** существуют в виде 5-гидроксипиразолов.

Для растворов соединений **4a-d** и **5a,b** соотношение пиразолоновой и пиразолольной форм зависит от типа растворителя. Так, судя по данным ЯМР спектров растворов в дейтеродиметилформамиде вещества **4a,c,d** и **5b** существуют в енольной форме. Для растворов соединений **4b** в дейтероацетоне и **5a** в дейтероацетонитриле фиксируются оба таутомера, с преобладанием кетонной формы.

Изучение температур фазовых переходов показало, что для соединений **5a,b** характерно наличие монокристаллической нематической фазы. Это подтверждает перспективность синтеза новых жидкокристаллических 1,3-дизамещенных пиразолов с использованием разработанного подхода. О результатах дальнейшей работы в данном направлении будет сообщено дополнительно.

Экспериментальная часть. Температуры плавления и фазовых переходов определены на нагревательном столике, соединенном с поляризационным микроскопом. ИК спектры записаны в таблетках бромида калия на ИК фурье спектрометре Nexus (Thermo) в области $400\text{--}4000\text{ см}^{-1}$, УФ спектры – в циклогексане (если не указано иначе) на спектрофотометрах Specord M500 и Solar PB2201 в области $220\text{--}900\text{ нм}$. Спектры ЯМР растворов в дейтеродиметилформамиде (если не указано иначе) записаны на приборе Bruker Avance. Ход реакций и чистоту полученных соединений контролировали с помощью пластинок Kieselgel 60 F_{254} фирмы Merck.

Кетоэфиры **2a-d** синтезированы по методу, приведенному в работе [7]. Синтез бензоатов **3a,b** из фенола **1** приведен в работе [8].

1-(4-Метоксифенил)-3-(4-пропилоксифенил)-пиразол-5-ол 4a. В фарфоровой чашке смешали $0,124\text{ г}$ ($0,496\text{ ммоль}$) кетоэфира **2a**, $0,097\text{ г}$ ($0,556\text{ ммоль}$) гидрохлорида 4-метоксифенилгидразина и $0,300\text{ г}$ ($3,66\text{ ммоль}$) ацетата натрия. Полученную смесь тщательно растерли фарфоровым пестиком и нагрели в сушильном шкафу. Реакционную смесь выдержали при $100\text{ }^\circ\text{C}$ 30 мин , а затем охладили до комнатной температуры и добавили 25 мл воды. Полученный пиразолон **4a** отфильтровали, последовательно промыли на фильтре водой, водным 2-пропанолом (1 : 1), петролейным эфиром и снова водой. Получено $0,108\text{ г}$ соединения **4a**. Выход 67% . Аналитический образец получен после дополнительной перекристаллизации из ацетонитрила. Т. пл. $137\text{--}138\text{ }^\circ\text{C}$ (ацетонитрил). УФ спектр, $\lambda_{\text{макс}}$, нм: 228, 241, 259, 269, 293, 297, 316, 325, 345. ИК спектр, см^{-1} : 3200–3650 (O-H), 2999, 2965, 2938, 2876, 2833 (C-H), 1684 (C=O), 1607, 1509 (C=N, C=C_{аром.}). Спектр ЯМР ^1H (δ , м. д.), в виде 5-гидроксипиразола: 1,02 (3H, т, J 7 Гц, CH_3); 1,78 (2H, секстет, J 7 Гц, CH_2); 3,99 (2H, т, J 7 Гц, OCH_2) $\{\text{OC}_3\text{H}_7\}$; 3,86 (3H, с, OCH_3); 6,00 (1H, с, 4-CH); 6,99 (2H, д, J 8 Гц); 7,08 (2H, д, J 9 Гц); 7,75–7,85 (4H, м) $\{\text{аром. протоны}\}$. Спектр ЯМР ^{13}C (δ , м. д.): 10,67 (CH_3); 23,05 (CH_2); 55,78 (OCH_3); 69,88 (OCH_2); 84,95 (4-CH); 114,56; 115,04; 123,35; 127,01; 133,55; 150,14; 154,76; 158,13; 159,56 (C аром., C=N).

1-(4-Метоксифенил)-3-(4-гептилоксифенил)-пиразол-5-ол 4b. Выход 82% . Т. пл. $127\text{ }^\circ\text{C}$ (2-пропанол). УФ спектр ($\lambda_{\text{макс}}$, нм): 278 (этанол). УФ спектр, $\lambda_{\text{макс}}$, нм: 266, 334 (циклогексан). ИК спектр, см^{-1} : 3300–3650 (O-H), 2954, 2924, 2854 (C-H), 1614, 1596, 1578, 1570, 1526, 1510 (C=N, C=C_{аром.}). Спектр ЯМР ^1H (дейтероацетон, δ , м. д.) (фиксируется кето-енольная таутомерия; кетон : енол = 4 : 1). Кетон: 0,898 (3H, т, J 7 Гц, CH_3); 1,28–1,43 (6H, м, CH_2 -алкил.); 1,50 (2H, квинтет, J 7 Гц, CH_2); 1,80 (2H, квинтет, J 7 Гц, CH_2); 4,07 (2H, т, J 7 Гц, OCH_2) $\{\text{OC}_7\text{H}_{15}\}$; 3,82 (3H,

с, OCH₃); 3,84 (1H, с); 3,99 (1H, с) {4-CH₂}; 6,99 (2H, д, J 9 Гц); 7,03 (2H, д, J 9 Гц); 7,79 (2H, д, J 9 Гц); 7,90 (2H, д, J 9 Гц) {аром. протоны}. Енол: 0,902 (3H, т, J 7 Гц, CH₃); 3,81 (3H, с, OCH₃); 4,02 (2H, т, J 7 Гц, OCH₂); 5,94 (1H, с, 4-CH); 7,47 (2H, д, J 9 Гц); 7,75 (2H, д, J 9 Гц) {аром. протоны}. Спектр ЯМР ¹³C (δ, м. д., кетонная и енольная формы): 14,34 (CH₃); 23,27; 26,69 (кетон); 26,74 (енол); 32,55 (CH₂); 40,05 (кетон 4-CH₂); 55,71 (кетон OCH₃); 55,77 (енол OCH₃); 68,80 (кетон OCH₂); 68,72 (енол OCH₂); 114,59; 114,63; 114,67; 115,19; 115,24; 115,54; 120,88; 121,08; 123,73; 124,87; 127,26; 128,51; 131,13; 133,22; 155,80; 157,67; 161,97; 170,94 (C аром., C=N).

1-(4-Метоксифенил)-3-(4-октилоксифенил)-пиразол-5-ол 4с. Выход 69 %. Т. пл. 127–128 °С (ацетонитрил). УФ спектр, λ_{макс}, нм: 232, 259, 269, 278, 332. ИК спектр, см⁻¹: 3300–3630 (О-Н), 2954, 2924, 2876, 2851 (С-Н), 1614, 1596, 1578, 1570, 1526, 1509 (С=N, С=C_{аром}). Спектр ЯМР ¹H (δ, м. д.), в виде 5-гидроксипиразола: 0,88 (3H, т, J 7 Гц, CH₃); 1,24–1,38 (8H, м, CH₂); 1,47 (2H, квинтет, J 7 Гц, CH₂); 1,77 (2H, квинтет, J 7 Гц, CH₂); 4,04 (2H, т, J 7 Гц, OCH₂) {OC₈H₁₇}; 3,86 (3H, с, OCH₃); 6,01 (1H, с, 4-CH); 7,00 (2H, д, J 9 Гц); 7,08 (2H, д, J 9 Гц); 7,79 (4H, м) {аром. протоны}. Спектр ЯМР ¹³C (δ, м. д.): 14,27 (CH₃); 23,08; 26,56; 32,32 (CH₂); 55,78 (OCH₃); 68,40 (OCH₂); 114,56; 115,04; 123,37; 127,01; 133,50; 158,14; 159,59 (C аром., C=N).

1-(4-Метоксифенил)-3-(4-(4'-пентил)-бифенил)-пиразол-5-ол 4d. Выход 62 %. Т. пл. 193–194 °С (ацетонитрил-ацетон). УФ спектр, λ_{макс}, нм: 276, 345. ИК спектр, см⁻¹: 3300–3630 (О-Н), 2958, 2922, 2851 (С-Н), 1595, 1571, 1526, 1509 (С=N, С=C_{аром}). Спектр ЯМР ¹H (δ, м. д.), в виде 5-гидроксипиразола: 0,89 (3H, т, J 7 Гц, CH₃); 1,3–1,38 (4H, м, CH₂); 1,65 (2H, квинтет, J 7 Гц, CH₂); 2,66 (2H, т, J 7 Гц, CH₂) {C₅H₁₁}; 3,87 (3H, с, OCH₃); 6,13 (1H, с, 4-CH); 7,01 (2H, д, J 9 Гц); 7,34 (2H, д, J 8 Гц); 7,68 (2H, д, J 9 Гц); 7,75 (2H, д, J 8 Гц); 7,84 (2H, д, J 9 Гц); 7,96 (2H, д, J 8 Гц) {аром. протоны}. Спектр ЯМР ¹³C (δ, м. д.): 14,24 (CH₃); 22,96; 31,74; 31,98 (CH₂); 55,80 (OCH₃); 114,60; 123,52; 126,23; 127,14; 127,28; 129,65; 149,79; 154,98 (C аром., C=N).

1-(4-Метоксифенил)-3-(4-(4'-пентилокси)-бензоилоксифенил)пиразол-5-ол 5a. Выход 82 %. Температуры фазовых переходов, °С: нагревание Cr 147 I, охлаждение I 116 N 109 Cr. УФ спектр, λ_{макс}, нм: 238, 245, 259, 268, 281, 336. ИК спектр, см⁻¹: 3300–3600 (О-Н), 3073, 2950, 2932, 2870, 2830 (С-Н), 1735 (С=О сл. эф.), 1605, 1567, 1510 (С=N, С=C_{аром}). Спектр ЯМР ¹H (дейтероацетонитрил, δ, м. д.) (фиксируется кето-енольная таутомерия; кетон : енол = 4,5 : 1). Кетон: 0,94 (3H, т, J 7 Гц, CH₃); 1,35–1,50 (4H, м, CH₂); 1,80 (2H, квинтет, J 7 Гц, CH₂); 4,09 (2H, т, J 7 Гц, OCH₂) {OC₅H₁₁}; 3,81 (3H, с, OCH₃); 3,90 (2H, с, 4-CH₂); 7,01 (2H, д, J 9 Гц); 7,06 (2H, д, J 9 Гц); 7,34 (2H, д, J 9 Гц); 7,81 (2H, д, J 9 Гц); 7,88 (2H, д, J 9 Гц); 8,12 (2H, д, J 9 Гц) {аром. протоны}. Спектр ЯМР ¹³C (дейтероацетонитрил, δ, м. д.): 14,23 (CH₃); 23,05; 28,74; 29,39 (CH₂); 40,37 (4-CH₂); 56,04 (OCH₃); 69,27 (OCH₂); 114,86, 115,45, 121,79; 123,50; 128,11, 133,05 (C аром., C=N).

1-(4-Метоксифенил)-3-(4-(4'-гептилокси)-бензоилоксифенил)пиразол-5-ол 5b. Выход 89 %. Cr 165 I, охлаждение I 132 N 112 Cr. УФ спектр (λ_{макс}, нм): 277 (этанол). УФ спектр, λ_{макс}, нм: 229, 241, 259, 269, 279, 298, 312, 321, 332, 336 (циклогексан). ИК спектр, см⁻¹: 3300–3600 (О-Н), 2993, 2950, 2930, 2855 (С-Н), 1735 (С=О сл. эф.), 1606, 1566, 1510 (С=N, С=C_{аром}). Спектр ЯМР ¹H (δ, м. д.): в виде 5-гидроксипиразола 0,89 (3H, т, J 7 Гц, CH₃); 1,28–1,43 (6H, м, CH₂-алкил.); 1,48 (2H, квинтет, J 7 Гц, CH₂); 1,81 (2H, квинтет, J 7 Гц, CH₂); 4,16 (2H, т, J 7 Гц, OCH₂) {OC₇H₁₅}; 3,87 (3H, с, OCH₃); 6,13 (1H, с, 4-CH); 7,09 (2H, д, J 9 Гц); 7,18 (2H, д, J 9 Гц); 7,36 (2H, д, J 9 Гц); 7,81 (2H, д, J 9 Гц); 7,96 (2H, д, J 9 Гц); 8,15 (2H, д, J 9 Гц) {аром. протоны}. Спектр ЯМР ¹³C (δ, м. д.): 13,67 (CH₃); 22,46; 25,83; 31,71 (CH₂); 55,25 (OCH₃); 68,40 (OCH₂); 84,80 (4-CH); 114,05; 114,77; 117,67; 121,39; 122,18; 123,09; 126,17; 132,18; 132,76; 148,95; 150,82; 154,01; 157,81; 163,79; 164,63 (C аром., C=N).

Список использованной литературы

1. Ковганко, Н. Н. Синтез новых жидкокристаллических соединений на основе 2-изоксазолинов и фуроксанов / Н. Н. Ковганко, В. Н. Ковганко // Вестн. Фонда фундаментальных исследований. – 2004. – № 3. – С. 36–60.
2. Kauhanka, U. M. Synthesis of new liquid crystalline isoxazole-, pyrazole- and 2-isoxazoline-containing compounds / U. M. Kauhanka, M. M. Kauhanka // Liq. Cryst. – 2006. – Vol. 33, N 1. – P. 121–127.
3. Synthesis of liquid-crystalline 3,5-diarylisoxazolines / A. Tavares [et al.] // Liq. Cryst. – 2010. – Vol. 37, N 2. – P. 159–169.
4. Thaker B. T. [et al.] // Liq. Cryst. – 2013. – Vol. 40, N 9. – P. 1296–1309.
5. Thaker B. T. [et al.] // Mol. Cryst. Liq. Cryst. – 2012. – Vol. 552, N 1. – P. 134–146.

6. Heterocyclic 3,5-disubstituted phenylpyrazoles and isoxazoles: synthesis and mesomorphic behavior / H.-M. Kuo [et al.] // *Tetrahedron*. – 2013. – Vol. 69, N 2. – P. 618–626.
7. Ковганко, В. Н. Синтез новых мезогенных веществ ряда 3-арилизоксазолонов и 3-арилпиразолонов / В. Н. Ковганко, Н. Н. Ковганко, М. А. Половков // *Жур. орг. хим.* – 2010. – Т. 46, № 12. – С. 1803–1807.
8. Ковганко, В. Н. Синтез новых металломезогенов на основе 3-кетозэфиров / В. Н. Ковганко, Н. Н. Ковганко // *Жур. общ. хим.* – 2013. – Т. 83, № 8. – С. 1326–1333.
9. Ковганко, В. Н. Синтез новых мезогенных 3-кетозэфиров меди (II) / В. Н. Ковганко, Н. Н. Ковганко // *Весті НАН Беларусі. Сер. хім. навук.* – 2012. – № 2. – С. 75–79.
10. Efficient di-bromination of 5-pyrazolones and 5-hydroxypyrazoles by *N*-bromobenzamide / Y.-Y. Huang [et al.] // *Tetrahedron*. – 2009. – Vol. 65, N 46. – P. 9592–9597.
11. Basaif, S. A. AlCl₃-Catalyzed diazocoupling of 1-(aryl/hetaryl)-3-phenyl-1H-pyrazol-2-in-5-ones in aqueous medium. Synthesis of hetaryl-azopyrazolones and their application as disperse dyes / S. A. Basaif, M. A. Hassan, A. A. Gobouri // *Dyes and Pigments*. – 2007. – Vol. 72, N 3. – P. 387–391.
12. 3-Арил-3-кетозэферы в синтезе микобактерицидов / В. Н. Ковганко [и др.] // *Весті НАН Беларусі. Сер. хім. навук.* – 2013. – № 3. – С. 94–99.

Поступило в редакцию 16.03.2015