УДК 547.022 + 547.022

СИНТЕЗ 1,4-БЕНЗОДИОКСАН-6-СУЛЬФОХЛОРИДА И СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ЕГО РЕАКЦИЙ СО ВТОРИЧНЫМИ АМИНАМИ

Г.А.Ташбаев, Д.Д.Тохиров, У.К.Абдурахмонова, А.Э.Алимов

Мақолада 1,4-бензодиоксан-6-сульфохлориди ҳосил қилиш усулларини яхшилаш ва бу модданинг иккиламчи аминлар билан реакциясини ўрганиш натижалари келтирилган. 6-(морфолино) сульфоно-1,4-бензодиоксан синтези шароитида бензодиоксансульфохлорид ва иккиламчи аминлар орасидаги реакцион шароитлари кузатилди. Кўзда тутилган моддани ҳосил қилишда сульфонилхлоридли босқичини четлаб ўтиб, хлоросульфон кислотаси ва морфолиннинг 1,4-бензодиоксанга бевосита таъсири натижасида реакция маҳсулдорлиги 10-20 % га ошди.

Калит сўзлар: *1,4-бензодиоксан-6-сульфохорид, реакция маҳсулдорлиги, реакция шароитини такомиллаштириш, ИҚ-спектроскопия.*

В статье представлены результаты усовершенствования методов получения 1,4-бензодиоксан-6-сульфохлорида и исследования реакций этого вещества с вторичными аминами. Изучены условия реакции между бензодиоксансульфохлорида со вторичными аминами в условиях синтеза 6- (морфолино)сульфоно-1,4-бензодиоксана. Выход искомого продукта при реакции в обход стадии синтеза сульфонилхлорида в результате прямого действия хлорсульфоновой кислоты и морфолина на 1,4-бензодиоксан повышается на 10-20%.

Ключевые слова: *1,4-бензодиоксан-6-сульфохлорид, продуктивность реакции, совершенствование условий реакции, ИК-спектроскопия.*

В последнее время научный интерес к производным 1,4-бензодиоксана возрастает с каждым днем. Это прежде всего связано с биологической активностью и другими полезными свойствами соединений этого ряда.

Среди производных вышеуказанного соединения известны вещества обладающие антигепототоксические свойства [1. С. 1869]. Ряд соединений обладают модуляторная активность по отношению к AMPA-рецепторам [2. С. 27**]** и инсектицидной активность [3. С. 1751]. Авторами работы проведено исследование термохимических свойств некоторых производных 1,4-бензодиоксана [4]. Различные методы синтеза, химические свойства и биологическая активность ряда производных 1,4-бензодиксана и его производных рассмотрены в работе [5].

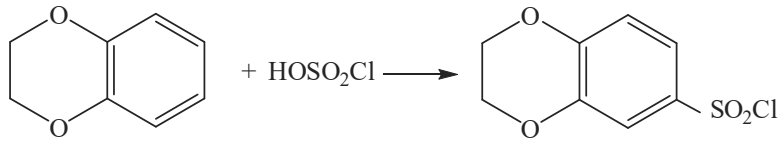
На распространность производных 1,4-бензодиоксана указывает и тот факт, что сульфонамиды ароматического и гетероциклического данного типа соединений [7. С. 41] широко представлены среди лекарственных веществ [8] и химических средств защиты растений [9].

В связи с этим, синтез и исследование новых производных 1,4-бензодиоксана, представляет собой не только теоретический интерес но и практический интерес, поскольку спектр применения данного типа соединений включает почти все отрасли народного хозяйства.

Целью настоящей работы являются разработка и усовершенствование ранее известных методов получения 1,4-бензодиоксан-6-сульфохлорида и исследование реакций данного соединения со вторичными аминами.

Известно, что для синтеза сульфохлоридов ароматических соединений используют пятихлористый фосфор и соответствующие сульфокислотные производные [9], или же пользуются общеизвестными методами сульфохлорирования ароматических соединений путем применения хлорсульфоновой кислоты [10].

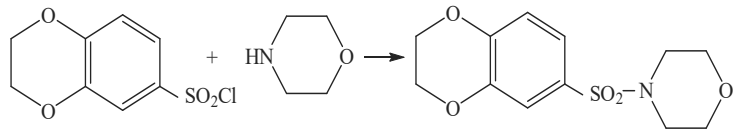
При видоизмененном методе синтеза нами был применен путь воздействия хлорсульфоновой кислоты на 1,4-бензодиоксан (**1**) в бензольном растворе или без растворителя, в результате которого образуется 1,4-бензодиоксан-6-сульфохлорид (**2**) с хорошим выходом.



(1) **(2)**

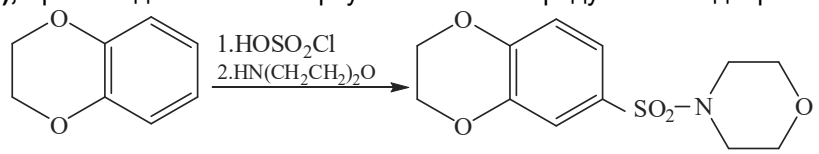
Структура (**2**) установлена методом ИК-спектроскопии, так в ИК спектрах соединения (**2**) имеются узкие полосы поглощения в областях 820, 880, 910 $см^{-1}$ свидетельствующие о присутствии ароматического кольца. Широкие полосы поглощения в областях 1440 $см^{-1}$ свидетельствуют о наличии метиленовой группы, а полосы с пиками при 1140 $см^{-1}$, и 1320 $см^{-1}$ отнесены к валентным колебаниям от сульфоногрупп.

Далее, с целью изучения реакционной способности сульфохлорида (**2**), нами была осуществлена ее реакция с вторичными аминами. При взаимодействии сульфохлорида (**2**) с морфолином с высоким выходом образуется 6-(морфолино)сульфоно-1,4-бензодиоксан (**3**).



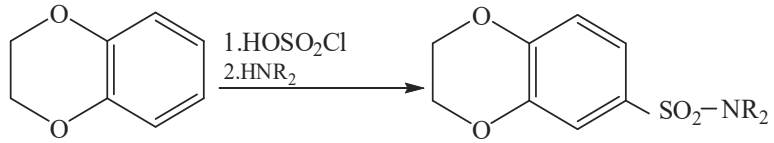
(2) (3)

Для сравнения нами также были исследованы реакции получения 6-(морфолино)-сульфоно-1,4-бензодиоксана (**3**). Минуя стадию синтеза сульфохлорида (**2**), прямым действием хлорсульфоновой кислоты и морфолина к 1,4-бензодиоксану. Основные константы синтезированных соединений, как в первом, так и во втором случае идентичны и продукты не подвергаются депрессии.



(1) (3)

Нами также были синтезированы похожие сульфонамиды с использованием аммиака, диметиламина, диэтиламина и пиперидина с применением второго метода синтеза. Реакция проходит как в бензоловом растворе, так и в диоксане при условиях комнатной температуры в течение одного часа.



(1) (4-7)

R= H (**4**); CH_3 (**5**); CH_2CH_3 (**6**); $(CH_2)_5$ (**7**).

Как видно из полученных результатов, при применении описанных нами методик синтеза производных 1,4-бензодиоксана существенно повышаются. Так, при синтезе сульфохлорида 1,4-бензодиоксана при применении хлорсульфоновой кислоты на 1,4-бензодиоксан в бензольном растворе или без растворителя выход 1,4-бензодиоксан-6-сульфохлорида (**2**) повышается от 61% (по ранее известной методике) до 83%.

Результаты изучения реакции получения 6-(морфолино)-сульфоно-1,4-бензодиоксан (**3**), минуя стадию синтеза сульфохлорида (**2**), путем прямого воздействия хлорсульфоновой кислоты и морфолина на 1,4-бензодиоксан показано, что выход от 73% повышается до 81%. Так, на основе результатов проведенных работ можно сделать вывод, что применение новых методов синтеза приводит как к существенному повышению выходов искомых продуктов, так и заметному сокращению расходов на реактивы и времени реакций.

Экспериментальная часть

Приборы и реактивы: спектры ИК- записаны на приборе «Perkin-Elmer Spectrum-65» (в интервале 400-4000 см-1), в тонким слое вазелина, спектры записаны на Hitachi, использованием ГМДС в качестве внутреннего стандарта. Температуры плавления установлены на плавильном столе «Boethius», со скоростью нагрева 4°С в минуту. Тонкослойную хроматографию (ТСХ) проводили на пластинке «Silufol», проявлением пятен над парами йода.

Синтез 1,4-бензодиксана осуществлен по видоизмененной методике [11], хлорсульфоновую кислоту синтезировали по методике [12], другие реактивы использованы из товарных продуктов фирмы «Aldrich», жидкие амины очищены перегонкой под вакуумом.

1,4-бензодиоксан (1)

Синтезирован с использованием 55 г пирокатехина. Получен продукт весом 54.4 г (80% от теор.), $T_{кип.}$= 80-85 °С. Выход по [12] составляет 60% от теоретического, а $T_{кип.}$= 100°С / 20 мм.рт.ст.

Хлорсульфоновая кислота

Синтезирован с применением 42 г пятихлористого фосфора и 100 мл серной кислоты. В результате на выходе получены 80 г (около 83% от теор.) продукта. $T_{кип.}$= 148-150 °С, R_f =0,32. По литературным данным [12] $T_{кип.}$= 149-151°С.

1,4-Бензодиоксан-6-сульфохлорид (2), метод А

В коническую колбу емкостью 100 мл, снабженную обратным холодильником с хлоркальцевой трубкой на магнитной мешалке с водяной баней, загружали 2.8 г (0.02 М) 1,4-бензодиоксана, 50 мл бензола, при температуре 5°С и перемешивании по каплям добавляли 2.7 мл хлорсульфоновой кислоты в течение 20 минут. После добавления хлорсульфоновой кислоты перемешивали при 20 °С в течение 1 часа. После завершения реакции смесь выливали на толченный лед. К смеси добавляли 20 мл воды отделяли бензольный слой, сушили над безводным сульфатом магния. Перегоняли бензол и остаток фракционировали при 148-151°С/10 мм. рт.ст, R_f =0,34 выход продукта 4.0 г (83% от теор.).

Найдено С: 40.84, 40.73; Н: 2.76, 2.81; Cl: 15.05, 15.14; S: 13.52, 13.59 $C_8H_7ClO_4S$; Вычислено, С: 40.94; Н: 2.98; Cl: 15.14; S: 13.65.

ПМР, δ, м.д.: 7.25, 7.56, 7.62 (3Н, СН); 4.42 (4 CH_2).

ИК, γ, $см^{-1}$: 860, 890, 920 (аромат.), 1140, 1330 (SO_2), 1465 (CH_2).

1,4-Бензодиоксан-6-сульфохлорид (2), (метод Б)

В коническую колбу емкостью 30 мл, снабженную обратным холодильником с хлоркальцевой трубкой на магнитной мешалке с водяной баней, загружали 1.4 г (0.01 М) 1,4-бензодиоксана, при температуре 10°С. При перемешивании в течение 20 минут по каплям добавляли 1.4 мл хлорсульфоновой кислоты. После добавления хлорсульфоновой кислоты перемешивание при 20 °С продолжали еще в течение 1 часа. По завершении реакции смесь реакционной массы выливали на толченный лед. К полученной смеси добавляли еще 10 мл воды и экстрагировали по 20 мл эфиром 3 раза, сушили над безводным сульфатом магния. Перегоняли эфир, а остаток подвергали фракционной перегонке при 50-53°С/3 мм. рт. ст, R_f =0,30 выход продукта 1.75 г (81.4% от теор.).

Найдено, %: С, 40.82-40.76; Н, 2.79-2.84; Cl, 15.03-15.11; S, 13.50-13.58 ($C_8H_7ClO_4S$); Вычислено, %: С, 40.94; Н, 2.98; Cl, 15.14; S, 13.65.

ПМР, δ, м.д: 7.25, 7.56, 7.62 (3Н, СН); 4.42 (4 CH_2).

ИК, γ, $см^{-1}$: 860, 890, 920 (аромат.), 1140, 1330 (SO_2), 1460 (CH_3), 1465 (CH_2).

6-(морфолино)сульфонил-1,4-бензодиоксан (3), (метод А)

В коническую колбу емкостью 50 мл, снабженной обратным холодильником и хлоркальцевой трубкой на магнитной мешалке в водяной бане, загружали 2.85 г (0.01М) сульфохлорида (**2**), 20 мл этанола при перемешивании и температуре 10°С в течение 20 минут по каплям добавляли 1 г или 1.25 мл морфолина в 10 мл этанола в течение 10 минут. После завершении реакции отгоняли этанола остаток подвергали перекристаллизации в этаноле $T_{пл.}$= 124-126°С, R_f=0,32 выход продукта 2.1 г (73,68 % от теор.).

Найдено %: С, 44.42-44.56; Н, 4.09-3.94; N, 6.33-6.41; S, 14.80-14.68 ($C_8H_9NO_4S$); Вычислено, %: С, 44.65; Н, 4.19; N, 6.51; S, 14.88.

ПМР, δ, м.д: 7.25, 7.56, 7.62 (3Н, СН); 4.42 (4Н CH_2), 4.50-4.70 (8Н, CH_2).

ИК, γ, $см^{-1}$: 860, 890, 920 (аромат.), 1140, 1330 (SO_2), 1460 (CH_3), 1465 (CH_2), 1510 (–N=).

6-(морфолино)сульфонил-1,4-бензодиоксан (3), (метод Б)

В коническую колбу емкостью 50 мл, снабженной обратным холодильником и хлоркальциевой трубкой на магнитной мешалке в водяной бане при перешивании и при температуре -5 °С, загружали 1,36 г 1,4-бензодиоксана и в течение 15 минут по каплям добавляли 1.4 мл хлорсульфоновой кислоты. После окончания выделения хлороводорода реакционную смесь оставили до набора температуры равной комнатной. Затем при перемешивании добавляли 1 г (или 1.25 мл) морфолина, растворенного в 10 мл этанола в течение 10 минут, в течение одного часа. По завершении реакции отгоняли этанол, твердый остаток перекристаллизации из этанола $T_{пл}$= 123-126°С, R_f =0,32 выход продукта 1,74 г (81% от теор.).

Найдено, %: C, 44.48-44.61; H, 4.11-4.04; N, 6.35-6.48; S, 14.82-14.78 ($C_8H_9NO_4S$); Вычислено, %: C, 44.65; H, 4.19; N, 6.51; S, 14.88.

ПМР, δ, м.д: 7.25, 7.56, 7.62 (3H, CH); 4.42 (4H CH_2), 4.50-4.70 (8H, CH_2).

ИК, γ, $см^{-1}$: 860, 890, 920 (аромат.), 1140, 1330 (SO_2), 1460 (CH_3), 1465 (CH_2), 1510 (–N=).

1,4-бензодиоксан-6-сульфонамид (4)

В коническую колбу емкостью 50 мл, снабженную обратным холодильником с газоотводной и хлоркальциевой трубкой на магнитной мешалке с водяной баней, загружали 2.35 г (0.01M) сульфохлорида 20 мл этанола при перемешивании и температуре 0°C в течение 20 минут пропускали ток газообразного аммиака. По завершении реакции реакционную массу вылили в ледяную воду объемом 40 мл. Затем отделили органический слой от водного слоя, экстрагирование продолжали бензолом по 20 мл 3 раза. Отгоняли бензол. Остаток подвергли фракционной перегонке. Выход продукта ($T_{кип.}$= 90°C) 1.62 г (75% от теор.).

Найдено, %: C, 40.82-40.76; H, 2.79-2.84; N, 15.03-15.11; S, 13.50-13.58 ($C_8H_9NO_4S$); Вычислено, %: C, 44.65; H, 4.19; N, 6.51; S, 14.88.

ПМР, $_δ$, м.д: 7.25, 7.56, 7.62 (3H, CH); 4.42 (4H CH_2), 4.50-4.70 (8H, CH_2).

ИК, γ, $см^{-1}$: 860, 890, 920 (аромат.), 1140, 1330 (SO_2), 1465 (CH_2), 1650 (NH_2).

6-(N,N-диметиламино)сульфонил-1,4-бензодиоксан (5)

синтезирован по методу 3Б, с использованием 1.7 г или 1.8 мл (0.01M) 30%-водного раствора диметиламина, $T_{кип.}$= 84-86 ^{0}C, R_f= 0,34 выход продукта 1.85 г (76% от теор.).

Найдено, %: C, 40.82-40.76; H, 2.79-2.84; N, 15.03-15.11; S, 13.50-13.58 ($C_{10}H_{13}NO_4S$); Вычислено, %: C, 49.38; H, 5.35; N, 5.76; S, 13.17

ПМР, δ, м.д: 7.56, 7.62 (3H, CH); 4.42 (4H CH_2), 1.6 1.70 (6H, CH_3).

ИК, γ, $см^{-1}$: 860, 890, 920 (аромат.), 1140, 1330 (SO_2), 1460 (CH_3), 1465 (CH_2), 1510 (–N=).

6-(N,N-димэтиламино)сульфонил-1,4-бензодиоксан (6)

Синтезирован по методу Б, с использованием 0.8 г. или 1 мл (0.011M) диметиламина, $T_{кип.}$= 97-99 ^{0}C, R_f =0,36, выход продукта 2.22 г (82% от теор.).

Найдено, %: C, 53.08-52.96; H, 6.19-6.14; Cl, 15.03-15.11; S, 13.50-13.58 ($C_{10}H_{13}NO_4S$); Вычислено, %: C, 53.14; H, 6.27; N, 5.17; S, 11.81

ПМР, δ, м.д: 7.56, 7.62 (3H, CH); 4.42 (4H CH_2), 4.60-4.70 (4H, CH_2), 1.60 (6H, CH_3).

ИК, γ, $см^{-1}$: 860, 890, 920 (аромат.), 1140, 1330 (SO_2), 1465 (CH_2), 1510 (–N=).

6-(пиперидино)сульфонил-1,4-бензодиоксан (7)

Синтезирован по методу Б, с использованием 0.94 г. или 1.81 мл (0.011M) пиперидина, $T_{кип.}$= 120-121°C, R_f =0,35, выход продукта 2.2 г (85% от теор.).

Найдено, %: C, 53.08-52.96; H, 6.19-6.14; N, 15.03-15.11; S, 13.50-13.58 ($C_{13}H_{17}NO_4S$); Вычислено, %: C, 55.12; H, 6.00; N, 4.95; S, 11.31

ПМР, δ, м.д: 7.56, 7.62 (3H, CH); 4.42 (4H CH_2), 4.50-4.70 (10H, CH_2).

ИК, γ, $см^{-1}$: 860, 890, 920 (аромат.), 1140, 1330 (SO_2), 1460 (CH_3), 1465 (CH_2), 1510 (–N=).

Литература:

1. *Вартанян С.О., Авакян А.С., Саркисян А.Б.,* Керобян М.О., Арутюнян Т.Г., Гукасян Т.Г. Синтез и антигипотоксические свойства новых производных аминотиадизолилбензодиоксана // Химический журнал Армении, 2017. – Т.53. – № 12. 1869 – 1871.

2. *Лавров М.И., Лаптева В.Л., Григорьев В.В., Палюлин В.А, Бачурин С.О., Зефиров Н.С.* Синтез и модуляторная активность по отношению к AMPA-рецепторам производных бензодиоксанкарбоновой и пиперониловой кислоты // Химико-фармацевтический журнал, 2012. –Т. 46. – № 2. – С. 27 –30.

3. *Yamauchi S., Taniguchi E.* Synthesis and Insecticidal Activity of Sesquilignan Analogs with 2-Alkyl-6-methoxy-3-(3,4-methylenedioxyphenyl)-1,4-benzodioxanyl Group // Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 1992. –Vol. 56. Pp. 1751 – 1759.

4. *Matos M., Agostinha R., Sausa C., Morais V.* Experimental and computational thermochemistry of 1,4-benzodioxan and its 2-R-derivatives // The Journal of Physical Chemistry A, 2008. –Vol. 112. – № 34. – Pp. 7961 – 7968.

5. *Pilkington L.* Barker D., Synthesis and biology of 1,4-benzodioxane lignan natural products // Natural Product Reports, 2015. – Vol. 32. **–** Pp. 1369 **–**1388.

6. *Ташбаев Г.А.* Химия 1,4-бензодиоксана. – Душанбе: Дониш, 2018. **–** 168 с.

7. *Ташбаев Г.А., Джалолов С.С., Насыров И.М.* Хлорангидрид 1,3-зигидробензо[с]тиофен-2,2-диоксид-5-сульфокислоты и неокоторые его превращения // Известия АН РТ, Отделение физико-математических, химических и геологических наук, 1987. – № 1. – С. 41 – 45.

8. Беликов В.Г. *Фармацевтическая химия. Часть 1*. – Москва: Высшая школа, 1993. – 432 с.

9. *Мельников Н.Н., Новожилов, К.И., Белан В.И., Нилова Т.И.* Справочник по пестицидам. – Москва: Химия, 1985. – 352 с.

10. *Губен И.* Методы органической химии. Том 3. Выпуск 3 / Перевод с немецкого М.В.Гумилевой под ред. А.В.Кирсанова. – Москва: Главная редакция химической литературы, 1935. – 676 с.

11. *Беккер Х., Беккерт Р., Бергер В.* и др. Органикум. Практикум по органической химии. Том 1,2 / Пер. с нем. – В двух томах. Т.1. – Москва: Мир, 1979. – 456 с.

12. *Агрономов А.Е., Шабаров Ю.С.* Лабораторные работы в органическом практикуме. – Москва: Химия, 1974. – 376 с.

13. Препаративная органическая химия / Перевод с польского. Под общ. ред. Н.С.Вульфсона. – Москва-Ленинград: Химия, 1964. – 907 с.

SYNTHESE OF 1,4-BENZODIOXAN-6-SULFOCHLORIDE AND COMPARATIVE STUDY OF ITS REACTIONS WITH SECONDARY AMINES

Г.А.Ташбаев[1], Д.Д.Тохиров[2], У.К.Абдурахмонова[3], А.Э.Алимов[4]

Ilmiy xabarnoma. Seriya: Kimyo tadqiqotlari – Scientific Bulletin. Chemical Research. 2020. 3(47). 117 – 122.

[1,2]*Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin Academy of Sciences of the Republic of Tadzhikistan, 734063 str. Aini, 299/2. E-mail: admin@chemistry.tj*

[3,4]*Gulistan State University, Gulistan, 120100, Uzbekistan, Syrdarya region, Gulistan, microdistrict 4, Email: glsu_info@edu.uz*

Keywords: *1,4-benzodioxan-6-sulfochloride, reaction productivity, improvement of reaction conditions, IR spectroscopy.*

This work concerns the development and improvement of previously known methods for producing 1,4-benzodioxan-6-sulfochloride and the study of its reactions with secondary amines.

It is known that the synthesis and research in the field of new derivatives of 1,4-benzodioxane are attractive not only theoretically, but also from a practical point of view, because the use of derivatives of this compound incorporates almost all sectors of the national economy. In addition, derivatives of 1,4-benzodioxane are used in various fields of medicine.

Under the conditions of a modified synthesis method, to the place of application of the aromatic compounds initial in the synthesis of sulfochlorides, in which phosphorus pentachloride and the corresponding sulfonic acid derivatives are used. For sulfochlorination, the authors used a direct route to the action of chlorosulfonic acid on 1,4-benzodioxan, both in benzene solution or without solvent. In both cases, the desired product 1,4-benzodioxan-6-sulfochloride is formed, and a noticeable increase in the yield of the product is also observed.

In addition, the reactivity of benzodioxane sulfochloride with secondary amines was studied, resulting in the formation of 6- (morpholino) sulfono-1,4-benzodioxane in higher yield.

For comparison purposes, the reactions of obtaining 6- (morpholino) -sulfono-1,4-benzodioxan were also studied bypassing the stage of synthesis of sulfonyl chloride by direct exposure to chlorosulfonic acid and morpholine to the 1,4-benzodioxan was carried out. The basic constants of the synthesized compounds, both in the first and in the second case, completely coincide.

In addition, the authors of this work synthesized similar sulfonamides using organic bases, using the second synthesis method, where secondary amines was used.

When using the described synthesis methods, the yield of 1,4-benzodioxane derivatives substantially increased. Thus, in the synthesis of 1,4-benzodioxane sulfochloride using chlorosulfonic acid and 1,4-benzodioxane, the yield of 1,4-benzodioxan-6-sulfochloride rises to 61% (by a previously known method) to 83%. In the case of applying the direct method as a result of the reaction to obtain 6- (morpholino) -sulfono-1,4-benzodioxan, bypassing the synthesis step of the synthesis of sulfonyl chloride, by direct exposure to chlorosulfonic acid and morpholine on 1,4-benzodioxan it is shown that the yield increases from 73% to 81%.

The composition and structure of the compounds are proved by using such modern physicochemical methods as IR, PMR spectrocopy and elemental analysis. The purity of the obtained compounds is proved on the basis of thin layer chromatography (TLC) in using various systems.

References:

1. Vartanyan, S.O., Avakyan, A.S., Sarksyan, A.B., Kerobyan, M.O., Arutyunyan, T.G., Gukasyan, T.G. (2017) Sintez i antigipotoksicheskie svojstva novyh proizvodnyh aminotiadizolilbenzodioksana [Synthesis and antihypotoxic properties of new derivatives of aminothiadisolylbenzodioxane]. *Himicheskij zhurnal Armenii*. Vol. 53. No.12. Pp. 1869-1871.

2. Lavrov, M.I., Lapteva, V.L., Grigor'ev V.V., Palyulin V.A, Bachurin S.O., Zefirov N.S. (2012) Sintez i modulyatornaya aktivnost' po otnosheniyu k AMRA-receptoram proizvodnyh benzodioksankarbonovoj i piperonilovoj kisloty [Synthesis and modulatory activity with respect to AMPA receptors of benzodioxanecarboxylic and piperonyl acid derivatives]. *Himiko-farmacevticheskij zhurnal.* Vol. 46. No. 2. Pp. 27-30.

3. Yamauchi, S., Taniguchi, E. (1992) Synthesis and insecticidal activity of sesquilignan analogs with 2-alkyl-6-methoxy-3-(3,4-methylenedioxyphenyl)-1,4-benzodioxanyl Group. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. Vol. 56. Pp. 1751-1759.

4. *Matos, M., Agostinha, R., Sausa, C., Morais, V.* (2008) Experimental and computational thermochemistry of 1,4-benzodioxan and its 2-R-derivatives. *The Journal of Physical Chemistry A*. Vol. 112. No 34. Pp. 7961-7968.

5. Pilkington, L. Barker, D. (2015) Synthesis and biology of 1,4-benzodioxane lignan natural products. *Natural Product Reports*. Vol. 32. Pp. 1369- 1388.

6. *Tashbaev, G.A.* (2018) *Himiya 1,4-benzodioksana* [Chemistry of 1,4-benzodioxane]. Dushanbe: Donish.

7. Tashbaev, G.A., Dzhalolov, S.S., Nasyrov, I.M. (1987) Hlorangidrid 1,3-zigidrobenzo[c]tiofen-2,2-dioksid-5-sul'fokisloty i neokotorye ego prevrashcheniya [Chloranhidride of 1,3-dihydrobenzo [c] thiophene-2,2-dioxide-5-sulfonic acid and some of its transformations]. Izvestiya AN RT, Otdelenie fiziko-matematicheskih, himicheskih i geologicheskih nauk. No. 1. Pp. 41-45.

8. Belikov, V.G. (1993) *Farmacevticheskaya himiya. Chast' 1* [Pharmaceutical Chemistry, Part 1]. Moscow: Vysshaya shkola.

9. Mel'nikov, N.N., Novozhilov, K.I., Belan, V.I., Nilova, T.I.. (1985) *Spravochnik po pesticidam* [Pesticide Handbook]. Moscow: Himiya.

10. Guben, I. (1935) *Metody organicheskoj himii. Tom 3. Vypusk 3* [Methods of Organic Chemistry]. Volume 3. Issue 3. Translation from German. pod red. A.V.Kirsanova. Moscow: Glavnaya redakciya himicheskoj literatury.

11. Becker, H. et. al. (1979) *Organikum. Praktikum po organicheskoj himii* [Organicum. Workshop on Organic Chemistry]. Volume 1,2. Translation from German - In two volumes]. 1th. Moscow: Mir.

12. Agronomov, A.E., Shabarov, Yu.S. (1974) *Laboratornye raboty v organicheskom praktikume* [Laboratory work in an organic workshop]. Moscow: Himiya.

13. Vul'fson, N.S (ed.) (1964) *Preparativnaya organicheskaya himiya* [Preparative Organic Chemistry]. Translation from Polish Translat. from Polish. Moscow-Leningrad: Himiya.

Сведения об автора:

ТАШБАЕВ Гуламджон Аскарович – доктор химических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории - химии гетероциклических соединений института химии Национальной АН Республики Таджикистан. E-mail: tgabek@yandex.ru

ТОИРОВ Джурабой Джалолович – аспирант лаборатории - химии гетероциклических соединений института химии Национальной АН Республики Таджикистан. E-mail: Dzhura@bk.ru

АБДУРАХМОНОВА Угилой Кахаровна – кандидат химических наук, заведущая кафедрой химии Гулистанского Государственного Университета Р.Узбекистан. E-mail: augi_lay.912@mail.ru

АЛИМОВ Алишер Эркинович – старший преподаватель кафедры химии Гулистанского Государственного Университета Р. Узбекистан, E-mail: Alisher_alimov@mail.ru