

УДК 547.537.9

DOI: 10.31040/2222-8349-2019-0-4-68-73

СИНТЕЗ МЕТАНОФУЛЛЕРЕНОВ НА ОСНОВЕ СОЕДИНЕНИЙ С АКТИВНЫМ ДИХЛОРМЕТИЛЬНЫМ ФРАГМЕНТОМ И СН-КИСЛОТ

© З.Ф. Нуриахметова, С.А. Торосян, Ф.А. Гималова, М.С. Мифтахов

Реализована программа синтеза новых метанофуллеренов C_{60} с вовлечением разнотипных аддендов на базе производных дихлоруксусной и малоновой кислот. Так, взаимодействием додецилового и эйкозанилового эфиров дихлоруксусной кислоты с фуллереном C_{60} в условиях реакции Бингеля–Хирша с выходом 55–60% получены новые монозамещенные «липофильные» метанофуллерены [1-(хлор-1-додецилоксикарбонил-1,2)-метано]-1,2-дигидро- C_{60} -фуллерен и [1-(хлор-1-эйкозанилоксикарбонил)-1,2-метано]-1,2-дигидро- C_{60} -фуллерен, хорошо растворимые в типовых органических растворителях.

Показано, что (*R*)-2,2-дихлор-*N*-(1-фенилэтил)ацетамид реагирует с фуллереном C_{60} в присутствии NaH в кипящем о-дихлорбензоле с образованием неопищенного в литературе хирального (+)-{[*N*-(1-фенилэтил)карбониламино-1-хлор]метано}-1,2-дигидро- C_{60} -фуллерена. Изучены электрохимические и физические свойства полученного конъюгата и показано, что электрооакцепторные характеристики нового соединения близки к таковым известного метанофуллерена [60]PCBM.

Взаимодействием продукта ацилирования метилмалонилхлоридом 1,3,5-триметоксибензола по Фриделю–Крафтсу с фуллереном C_{60} получен {1-метоксикарбонил-1-(2,4,6-триметоксибензоил)-1,2-метано}-1,2-дигидро- C_{60} -фуллерен. Методом циклической вольтамперометрии получены сравнительные с [60]PCBM электрофизические характеристики синтезированного конъюгата.

Изучены реакции фуллерена C_{60} с соединениями, содержащими дихлорметильный фрагмент, в условиях реакции Бингеля–Хирша. Впервые синтезированы конъюгаты фуллерена C_{60} с левометицином и его ди-ацетатом (1*R*,2*R*)-3-(гидрокси)-2-{[(1-хлор)-1,2-метано-1,2-дигидро-фуллеренил]-карбониламино}-1-(4-нитрофенил)пропилацетат и (1*R*,2*R*)-3-(ацетокси)-2-{[(1-хлор)-1,2-метано-1,2-дигидрофуллеренил]-карбониламино}-1-(4-нитрофенил)пропилацетат. Выделенные метанофуллерены представляют интерес в качестве потенциальных биоактивных соединений и пролекарств. Аналогичным взаимодействием метил-(2*Z*)-2,4,4-трихлор-3-метокси-2-бутеноата с фуллереном C_{60} в условиях реакции Бингеля–Хирша впервые получен и охарактеризован 1-хлор-1-{(2*Z*)-2-метоксикарбонил-1-метокси-2-хлорэтен-1-ил}-1,2-метано}-1,2-дигидро- C_{60} -фуллерен. Донорная и акцепторная части синтезированного соединения эффективно конъюгированы кросс-сопряжением, что представляет интерес в качестве спейсера при создании донорно-акцепторного типа малых молекул с участием фуллеренов.

Ключевые слова: фуллерен C_{60} , производные дихлоруксусной кислоты, метанофуллерены, синтез, реакция Бингеля–Хирша, электрофизические свойства.

Введение. Производные фуллеренов демонстрируют широкий спектр полезных свойств. Неординарные показатели выявлены среди метанофуллеренов, обеспечивающих возникновение нелинейно-оптических свойств, активных в отношении ВИЧ-синтазы и т.д.

Интересен и аспект применения функционализированных фуллеренов как электрооакцепторных материалов в объемно-гетеропереходного типа преобразователях солнечной энергии в электрическую [1, 2]. В этих устройствах поглощение света и разделение зарядов

НУРИАХМЕТОВА Зоя Фазлиахметовна, Уфимский Институт химии УФИЦ РАН,

e-mail: zoyanuriahmetova@gmail.com

ТОРОСЯН Седа Арамовна – к.х.н., Уфимский Институт химии УФИЦ РАН,

e-mail: sedat@list.ru

ГИМАЛОВА Фануза Арслановна – д.х.н., Уфимский Институт химии УФИЦ РАН,

e-mail: fangim@anrb.ru

МИФТАХОВ Мансур Сагарьярович – д.х.н., Уфимский Институт химии УФИЦ РАН,

e-mail: bioreg@anrb.ru

происходит в бинарных пленках с полимерным донором и фуллеренсодержащим акцептором. При этом усиление межповерхностных контактов между донором и акцептором однозначно положительно влияет на эффективность преобразования света [3].

Применение функционализированных фуллеренов в значительной степени сдерживается их крайне низкой растворимостью в типовых органических растворителях. На устранение этого факта и направлены предпринятые в данном обзоре попытки получения фуллереносодержащих соединений, содержащих липофильную и липофобную (фуллереновый остов) части. С этой целью нами проведены синтезы метанофуллеренов по классической схеме Бингеля–Хирша [4] циклопропанированием фуллерена C_{60} различными СН-кислотами.

Результаты и их обсуждение. Синтез блоков **1,2** осуществлен согласно рис. 1. Исходные соединения – додециловый **3** и эйкозаниловый **4** эфиры дихлоруксусной кислоты получены ацилированием додецилового и арахинового спиртов хлорангидридом дихлоруксусной кислоты. Реакции циклопропанирования C_{60} с участием эквимольных количеств реагентов протекали в течение 8 часов, приводя с выходами более 50% к метанофуллеренам **1, 2** [5] (рис. 1).

Структура полученных соединений **1** и **2** подтверждена совокупностью физико-химических методов анализа: ИК-, ЯМР ^{13}C -спектров и масс-спектроскопией.

Как видно из представленных структур, соединения **1** и **2** содержат длинные алкильные

боковые цепи, связанные с фуллереновым кором сочлененной циклопропилкарбоксилатной субъединицей. Такая, подобная поверхностно-активным веществам (ПАВ), структурная конфигурация в **1-2** должна обеспечивать некоторую амфифильность молекул (липофильная алкановая часть и липофобная фуллереновая «головка») и увеличить растворимость указанных производных в органических растворителях, что и отмечается на практике.

В указанных выше реакциях мы использовали дихлорацетилхлорид в качестве связующего (спейсерного) элемента в реакциях фуллерена C_{60} . По такой схеме ранее были получены аддукты C_{60} с полуэфирами этиленгликоля с акриловыми и метакриловыми кислотами [6], норборненкарбоновой кислотой [7] и фенилтетразолтиолами [8]. В продолжение этих работ была изучена реакция хирального блока **5**, полученного ацилированием (+)- α -метилбензиламина дихлорацетилхлоридом, и фуллерена C_{60} . Эта реакция с выходом 40% (рис. 2) привела к аддукту **6** [9].

Последний является весьма интересным синтетическим объектом. В частности, планировалось осуществить его внутримолекулярную циклизацию по Фриделю–Крафтсу с получением нового блока **7**, где донорная и акцепторная части соединены через циклопропан. При этом достигается непосредственное π -сопряжение акцептора фуллерена с донорной частью молекулы, что важно в процессах фотопреобразования. Однако осуществить реакцию внутримолекулярной циклизации **6** ($AlCl_3$, CH_2Cl_2) не удалось (рис. 3).

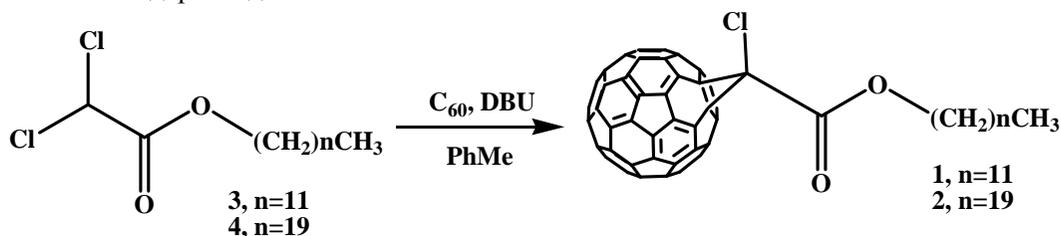


Рис. 1. Синтез производных фуллерена **1** и **2**

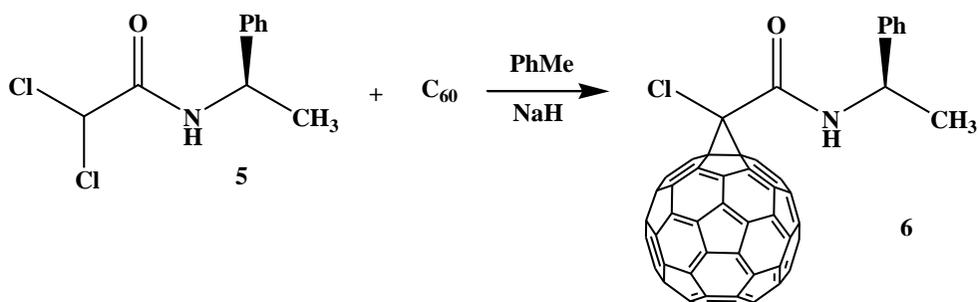


Рис. 2. Синтез аддукта **6**

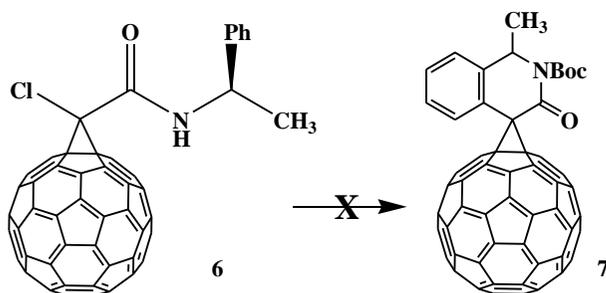


Рис. 3. Возможные трансформации аддукта **6**

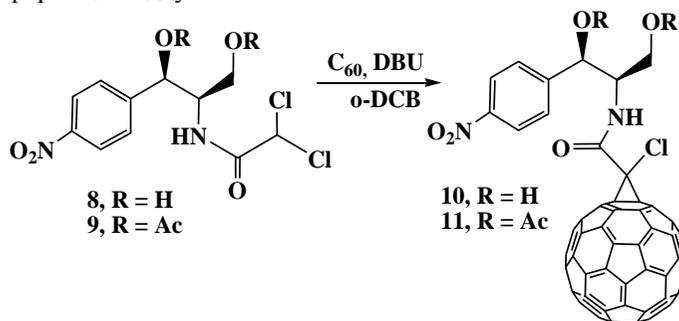


Рис. 4. Конъюгаты с левомицитином (**10**) и с диацетатом левомицитина (**11**)

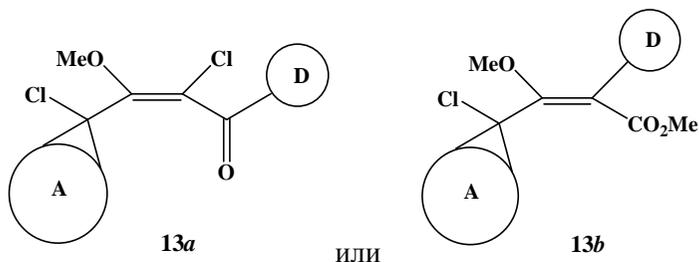


Рис. 5. Структура продукта **13**

Также был осуществлен синтез конъюгата широкого спектра действия антибиотика левомицитина **8** с фуллереном C_{60} . Как видно из структуры, соединение **8** содержит активированный дихлорметиновый фрагмент $CHCl_2$, и мы испытали его в условиях циклопропанирования C_{60} по Бингелю [4, 10]. Как и ожидалось, левомицитин **8** гладко реагировал с фуллереном C_{60} в растворе *o*-дихлорбензола, содержащем 2–3 эквивалента DBU, с образованием аддукта **10** с выходом 30% [11]. Конъюгат **10** хорошо растворяется в органических растворителях, в том числе, в DMSO. В аналогичных условиях была апробирована реакция циклопропанирования фуллерена C_{60} диацетатом левомицитина **9**. В этом случае выход аддукта **11** составил 40% (рис. 4).

Синтезированный метанофуллерен **11** оказался растворимым в $CHCl_3$ и толуоле, однако его растворимость в DMSO оказалась несколько хуже, чем у циклоаддукта **10**. В целом диацетат **11** и диол **10** рассматриваются нами как новые потенциальные биоактивные соединения и про-

лекарства, поскольку ацетаты и амиды *in vivo* легко гидролизуются до спиртов и аминов соответственно.

В указанных выше реакциях для получения метанопроизводных C_{60} мы использовали эфиры и амиды дихлоруксусной кислоты, в которых содержится подвижный метиновый протон и в присутствии оснований (DBU) они легко вступают в реакцию циклопропанирования с C_{60} по реакции Бингеля [4, 10].

Для расширения ряда возможных циклопропанирующих агентов с активированной $CHCl_2$ -группой, мы изучили реакцию циклопропанирования C_{60} сполна функционализированным соединением **12** [12]. Это соединение в перспективе представляет интерес и в качестве спейсера при создании донорно-акцепторного (D-A) типа малых молекул **13a,b** и др. с участием фуллеренов. В данном случае мощный акцептор электронов C_{60} присоединяется к эфиру **12** по схеме циклопропанирования, а донорный фрагмент может быть сформирован с участием

метоксикарбонильной группы или винильного атома С1 известными методами. Как видно из структуры продукта **13**, донорная и акцепторная части эффективно связаны кросс-сопряжением (рис. 5).

Реакцию фуллерена C_{60} с эфиром **12** проводили в растворе толуола, содержащем 10 экв. NaH [13]. Реакция протекала гладко (~6 ч, 20°C) с образованием нескольких продуктов основного – моно- и минорных – ди- и полиприсоединения. Чтобы минимизировать образование продуктов полиприсоединения реакцию прерывали при неполной конверсии C_{60} и после очистки колоночной хроматографией на SiO_2 выделили моноаддукт **14** с выходом 52% (рис. 6). При этом возврат непрореагировавшего фуллерена составил ~30%. Метанофуллерен **14** представляет собой хорошо растворимый в толуоле и хлороформе порошок темно-красного цвета.

Корректное отнесение сигналов метокси-групп и олефинового углерода, связанного с OMe-группой, сделано на основании данных НМВС-спектров соединения **14**. Кроме того, в MALDI-TOF спектре **14** наблюдается пик молекулярного иона при 915.971 (M^+).

Как отмечалось выше, в солнечных элементах с объемным гетеропереходом используются комбинации донорных (*p*-типа) и акцеп-

торных (*n*-типа) материалов. Малые молекулы, сочетающие в структуре ковалентно-связанные донорную и акцепторную составляющие, представляют большой интерес в качестве «микро-модели» объемно-гетеропереходного типа фотовольтаических устройств [14]. Синтез одного из таких соединений на примере производного фуллерена **16** показан на рис. 7. Исходными веществами послужили β-кетозфир **15** – продукт ацилирования 1,3,5-триметоксибензола метилмалонилхлоридом по Фриделю–Крафтсу – и фуллерен C_{60} [15]. Реакцию триметоксипроизводного **15** с C_{60} проводили в условиях Бингеля–Хирша, выход аддукта **16** составил более 50% (рис. 7).

Как видно из представленной структуры, конъюгат **16** содержит донорного типа фрагмент триметоксибензола и акцепторную фуллереновую часть, соединенные «циклопропанкентонным» спейсером. По сути, соединение **16** – это «пуш-пулл» типа блок, где акцепторная и донорная части находятся в состоянии кросс-сопряжения с участием кетонной и циклопропановой групп. Все это должно обеспечивать реализацию фундаментального процесса фотовольтаики – поглощение света – образование экситонов и разделение зарядов – внутри одной молекулы.

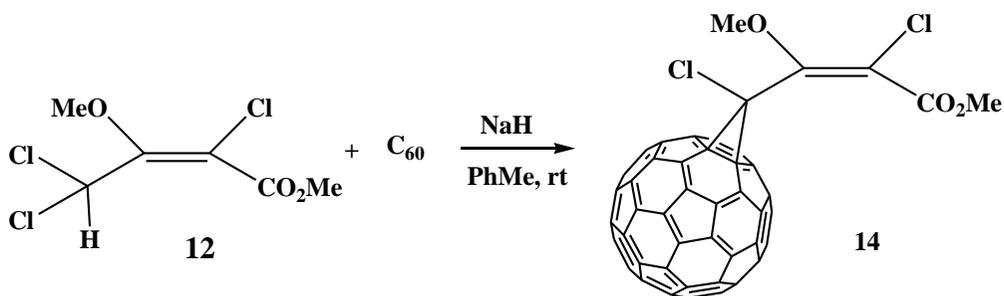


Рис. 6. Синтез моноаддукта **14**

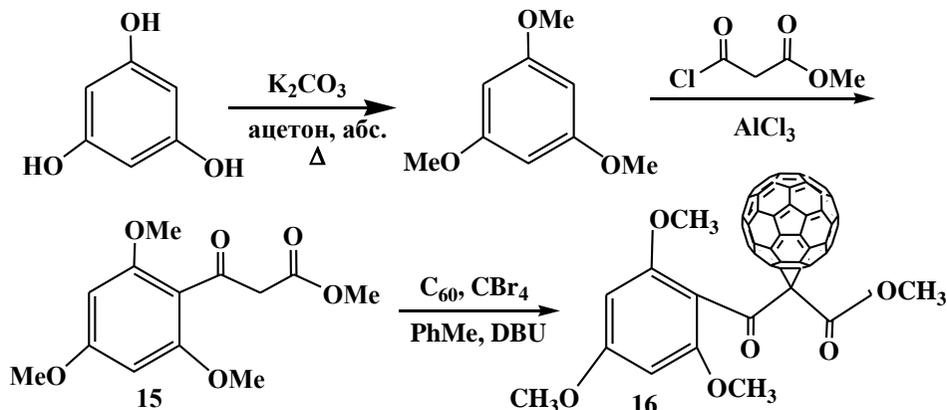


Рис. 7. Синтез аддукта **16** в условиях Бингеля–Хирша

Для определения электрофизических характеристик синтезированного производного фуллерена **16** изучили его окислительно-восстановительные свойства в *o*-дихлорбензоле методом CV в сравнении с традиционно используемым в органических солнечных элементах блоком PC₆₀BM [16].

Работа выполнена по теме АААА-А17-117011910032-4 госзадания.

Литература

1. Khlyabich P.P., Bukhart B., Thompson B.C. Efficient ternary blend bulk heterojunction solar cells with tunable open-circuit voltage // *J. Amer. Chem. Soc.* 2011. V. 133. P. 14534.

2. Troshin P.A., Mukhacheva O.A., Goryachev A.E., Dremova N.N., Voylov D., Ulbricht C., Egbe D.A.M., Sariciftci N.S., Rasumov V.F. Material structure – composite morphology-photovoltaic performance relationship for organic bulk heterojunction solar cells // *Chem. Commun.* 2012. V. 48. P. 9477.

3. Chen L.M., Hong Z., Li G., Yang Y. Recent progress in polymer solar cells: Manipulation of polymer: Fullerene morphology and the formation of efficient inverted polymer solar cells // *Adv Mater.* 2009. V. 21. P. 1434–1449.

4. Camps X., Hirsch A. Efficient cyclopropanation of C₆₀ starting from malonates // *J. Chem. Soc., Perkin Trans.* 1997. V. 1. P. 1595–1596.

5. Торосян С.А., Михеев В.В., Биглова Ю.Н., Мифтахов М.С. Липофильные фуллерены // *Журн. орг. химии.* 2015. Т. 51, Вып. 8. С. 1079–1082.

6. Torosyan S.A., Biglova Yu.N., Mikheev V.V., Khalitova Z.T., Gimalova F.A., Miftakhov M.S. Synthesis of fullerene-containing methacrylates // *Mendeleev Commun.* 2012. V. 5. P. 199–200.

7. Miftakhov M.S., Mikheev V.V., Torosyan S.A., Biglova Yu.N., Gimalova F.A., Menshov V., Mustafin A.G. Fullerene containing norbornenes: synthesis and ring-opening metathesis polymerization // *Tetrahedron.* 2014. V. 70. P. 8040–8046.

8. Михеев В.В., Биглова Ю.Н., Торосян С.А., Мифтахов М.С. Полиноборнены, модифицированные метанофуллереновыми и 1-фенилтетразол-5-ил-сульфанилметильными блоками // *Журн. орг. химии.* 2015. Т. 51, Вып. 3. С. 406–410.

9. Торосян С.А., Биглова Ю.Н., Нуриахметова З.Ф., Мифтахов М.С. Синтез конъюгата 2,2-дихлор-*N*-(1-фенилэтил)ацетамида с фуллереном C₆₀ // *Журн. орг. химии.* 2017. Т. 53, Вып. 10. С. 1554–1556.

10. Bingel C. Cyclopropanierung von fullerenen // *Chem. Ber.* 1993. V. 126. P. 1957–1959.

11. Торосян С.А., Михеев В.В., Биглова Ю.Н., Мифтахов М.С. Синтез конъюгата левомецетина с

фуллереном C₆₀ // *Журн. орг. химии.* 2016. Т. 52, Вып. 4. С. 600–602.

12. Егоров В.А., Гималова Ф.А., Хасанова Л.С., Мифтахов М.С. Функционализированные α,β-непредельные эфиры из гексахлорбутадиена // *Изв. АН. Сер. хим.* 2015. № 2. С. 355–358.

13. Торосян С.А., Михеев В.В., Биглова Ю.Н., Егоров В.А., Мифтахов М.С. Взаимодействие фуллерена C₆₀ с метил-(2*Z*)-2,4,4-трихлор-3-метоксибут-2-еноатом // *Журн. орг. химии.* 2016. Т. 52, Вып. 3. С. 463–464.

14. Zhou J., Wan X., Liu Y., Zuo Y., Li Z., He G., Long G., Ni W., Li Ch., Su X., Chen Y. Small molecules based on benzo[1,2-*b*:4,5-*b'*]dithiophene unit for high-performance solution-processed organic solar cells // *J. Amer. Chem. Soc.* 2012. V. 134, № 39. P. 16345–16351.

15. Торосян С.А., Михеев В.В., Биглова Ю.Н., Мифтахов М.С. Синтез и электрофизические свойства конъюгата фуллерена C₆₀ с 1,3,5-триметоксибензолом // *Журн. орг. химии.* 2015. Т. 51, Вып. 7. С. 960–962.

16. Pommerehne J., Vestweber H., Guss W., Mahr R.F., Bassler H., Porsch M., Daub J. Efficient two layer leds on a polymer blend basis // *Adv. Mater.* 1995. V. 7. P. 551.

References

1. Khlyabich P.P., Bukhart B., Thompson B.C. Efficient ternary blend bulk heterojunction solar cells with tunable open-circuit voltage. *J. Amer. Chem. Soc.*, 2011, vol. 133, p. 14534.

2. Troshin P.A., Mukhacheva O.A., Goryachev A.E., Dremova N.N., Voylov D., Ulbricht C., Egbe D.A.M., Sariciftci N.S., Rasumov V.F. Material structure – composite morphology-photovoltaic performance relationship for organic bulk heterojunction solar cells. *Chem. Commun.*, 2012, vol. 48, p. 9477.

3. Chen L.M., Hong Z., Li G., Yang Y. Recent progress in polymer solar cells: Manipulation of polymer: Fullerene morphology and the formation of efficient inverted polymer solar cells. *Adv Mater.*, 2009, vol. 21, pp. 1434–1449.

4. Camps X., Hirsch A. Efficient cyclopropanation of C₆₀ starting from malonates. *J. Chem. Soc., Perkin Trans.*, 1997, vol. 1, pp. 1595–1596.

5. Mikheev V.V., Biglova Yu.N., Miftakhov M.S. Lipophilic fullerenes. *Russ. J. Org. Chem.*, 2015, vol. 51, no. 8, pp. 1057–1060.

6. Torosyan S.A., Biglova Yu.N., Mikheev V.V., Khalitova Z.T., Gimalova F.A., Miftakhov M.S. Synthesis of fullerene-containing methacrylates, *Mendeleev Commun.*, 2012, vol. 5, pp. 199–200.

7. Miftakhov M.S., Mikheev V.V., Torosyan S.A., Biglova Yu.N., Gimalova F.A., Menshov V., Mustafin A.G. Fullerene containing norbornenes: synthesis

and ring-opening metathesis polymerization. *Tetrahedron*, 2014, vol. 70, pp. 8040–8046.

8. Mikheev V.V., Biglova Yu.N., Torosyan S.A., Miftakhov M.S. Polynorbornenes modified by methanofullerene and 1-phenyltetrazol-5-ylsulfanylmethyl blocks. *Russ. J. Org. Chem.*, 2015, vol. 51, no. 3, pp. 392–396.

9. Torosyan S.A., Biglova Yu.N., Nuriakhmetova Z.F., Miftakhov M.S. Synthesis of a conjugate of (*R*)-2,2-dichloro-*N*-(1-phenylethyl)acetamide with fullerene C₆₀. *Russ. J. Org. Chem.*, 2017, vol. 53, no. 10, pp. 1583–1585.

10. Bingel C. Cyclopropanierung von fullerenen. *Chem. Ber.*, 1993, vol. 126, pp. 1957–1959.

11. Torosyan S.A., Mikheev V.V., Biglova Yu.N., Miftakhov M.S. Synthesis of chloramphenicol conjugate with fullerene C₆₀. *Russ. J. Org. Chem.*, 2016, vol. 52, no. 4, pp. 587–589.

12. Egorov V.A., Gimalova F.A., Khasanova L.S., Miftakhov M.S. Reaction of hexachlorobutadiene with

sodium methoxide. *Rus. Chem. Bull., Int. Ed.*, 2015, no. 2, pp. 355–358.

13. Torosyan S.A., Mikheev V.V., Biglova Yu.N., Egorov V.A., Miftakhov M.S. Reaction of fullerene C₆₀ with methyl (2*Z*)-2,4,4-trichloro-3-methoxybut-2-enoate. *Russ. J. Org. Chem.*, 2016, vol. 52, no. 3, pp. 456–457.

14. Zhou J., Wan X., Liu Y., Zuo Y., Li Z., He G., Long G., Ni W., Li Ch., Su X., Chen Y. Small molecules based on benzo[1,2-*b*:4,5-*b'*]dithiophene unit for high-performance solution-processed organic solar cells. *J. Amer. Chem. Soc.*, 2012, vol. 134, no. 39, pp. 16345–16351.

15. Torosyan S.A., Mikheev V.V., Biglova Yu.N., Miftakhov M.S. Synthesis and electrophysical properties of the fullerene C₆₀-1,3,5-trimethoxybenzene conjugate. *Russ. J. Org. Chem.*, 2015, vol. 51, no. 7, pp. 940–942.

16. Pommerehne J., Vestweber H., Guss W., Mahrt R.F., Bassler H., Porsch M., Daub J. Efficient two layer leds on a polymer blend basis // *Adv. Mater*, 1995, vol. 7, p. 551.

SYNTHESIS OF METHANOFULLERENES BASED ON COMPOUNDS WITH ACTIVE DICHLOROMETHYLENE FRAGMENT AND CH-ACIDS

© Z.F. Nuriakhmetova, S.A. Torosyan, F.A. Gimalova, M.S. Miftakhov

Ufa Institute of Chemistry – Subdivision of the Ufa Federal Research Centre
of the Russian Academy of Sciences,
69, prospect Oktyabrya, 450054, Ufa, Russian Federation

A program for the synthesis of new C₆₀ methanofullerenes with the involvement of different types of addends based on derivatives of dichloroacetic and malonic acids has been implemented. Thus, by the interaction of dodecyl and icosanyl esters of dichloroacetic acid with C₆₀ fullerene under the conditions of the Bingel-Hirsch reaction the monosubstituted “lipophilic” methanofullerenes – [1-(chloro-1-dodecyloxy-carbonyl)-1,2-methano]-1,2-dihydro-C₆₀-fullerene and [1-(chloro-1-icosanyloxy-carbonyl)-1,2-methano]-1,2-dihydro-C₆₀-fullerene, were obtained with yield of 55–60% readily soluble in typical organic solvents.

It has been shown that (*R*)-2,2-dichloro-*N*-(1-phenylethyl)acetamide reacts with C₆₀ fullerene in the presence of NaH in boiling *o*-dichlorobenzene with the formation of chiral (+)-{[*N*-(1-phenylethyl)carbonylamino-1-chloro]methano}-1,2-dihydro-C₆₀-fullerene. The electrochemical and physical properties of the resulting conjugate were studied and it was shown that the electron-withdrawing characteristics of the new compound are close to those of the known methanofullerene [60]PCBM.

By the interaction of the product of acylation with methyl malonyl chloride of 1,3,5-trimethoxybenzene according to Friedel-Crafts with fullerene C₆₀ {1-methoxycarbonyl-1-(2,4,6-trimethoxybenzoyl)-1,2-methano}-1,2-dihydrofullerene is obtained. By the method of cyclic voltammetry, the electrophysical characteristics of the synthesized conjugate were compared with [60]PCBM.

The reactions of fullerene C₆₀ with compounds containing a dichloromethyl fragment were studied under the conditions of the Bingel-Hirsch reaction. So, the conjugates of fullerene C₆₀ with chloramphenicol and its diacetate – (1*R*,2*R*)-3-(hydroxy)-2-{[(1-chloro)-1,2-methano-1,2-dihydro-fullerenyl]-carbonylamino}-1-(4-nitrophenyl) propyl acetate and (1*R*,2*R*)-3-(acetoxy)-2-{[(1-chloro)-1,2-methano-1,2-dihydrofullerenyl]carbonylamino}-1-(4-nitrophenyl)propyl acetate. Isolated methanofullerenes are of interest as potential bioactive compounds and prodrugs.

In a similar reaction of methyl (2*Z*)-2,4,4-trichloro-3-methoxy-2-butenate with fullerene C₆₀ under the conditions of the Bingel-Hirsch reaction, 1-chloro-1-{(2*Z*)-2-methoxycarbonyl-1-methoxy-2-chloroethen-1-yl]-1,2-methano}-1,2-dihydro-C₆₀-fullerene. The donor and acceptor parts of the synthesized compound are efficiently conjugated by cross-conjugation, which is of interest as a spacer when creating donor-acceptor type of small molecules with the participation of fullerenes.

Key words: fullerene C₆₀, dichloroacetic acid derivatives, methanofullerenes, synthesis, Bingel-Hirsch reaction, electrophysical properties.