

УДК 547.341+547.725

В. А. Тарасова, П. П. Муковоз, В. О. Козьминых

СИНТЕЗ И СТРОЕНИЕ ГИДРАЗОНПРОИЗВОДНЫХ ДИАЛКИЛКЕТИПИНАТОВ

Аннотация.

Актуальность и цели. 1,3,4,6-Тетракарбонильные системы успешно используются в органическом синтезе и координационной химии как перспективные полифункциональные наноматериалы и биологически активные вещества. Химия таких представителей тетракарбонильных соединений, как эфиры 3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-диовой (кетипиновой) кислоты, до наших исследований оставалась недостаточно изученной. Цель работы – дополнить данные о химии диалкилкетипинатов и изучить особенности строения новых азотистых производных на их основе.

Материалы и методы. В качестве исходных соединений для получения диалкилкетипинатов использовали алкилацетаты, диалкилоксалаты и гидрид натрия. В качестве способа получения новых гидразонопроизводных была применена реакция диалкилкетипинатов с 2,4-динитрофенилгидразином в среде этанола с ледяной уксусной кислотой.

Результаты. Разработан способ получения различных эфиров 3-[2-(2,4-динитрофенил)гидразоно]гексан-1,6-диовой кислоты и эфиров 3,4-бис[2-(2,4-динитрофенил)гидразоно]гексан-1,6-диовой кислоты. Изучены особенности строения синтезированных соединений на основании данных ИК и ЯМР спектроскопии.

Выводы. Изучена реакция диалкилкетипинатов с 2,4-динитрофенилгидразином, в результате которой получены новые гидразонопроизводные. Исследованы особенности строения синтезированных соединений, установлено, что кетипинаты, в зависимости от условий, могут образовывать как моногидразонопроизводные, так и бис-гидразоны. Показано, что в твердом состоянии гидразонопроизводные кетипинатов ассоциированы, а в растворах ассоциация отсутствует.

Ключевые слова: 1,3,4,6-тетракарбонильные соединения, диалкилкетипинаты, 2,4-динитрофенилгидразин, гидразонопроизводные кетипинатов.

V. A. Tarasova, P. P. Mukovoz, V. O. Koz'minykh

SYNTHESIS AND STRUCTURE OF HYDRAZONE-DERIVATIVE DIALKYLKETIPINATS

Abstract.

Background. 1,3,4,6-Tetracarbonyl systems are successfully used in organic synthesis and coordination chemistry as perspective semi-functional nanomaterials and bioactive substances. Chemistry of such representatives of tetracarbonyl compounds as ethers of 3,4-dihydroxy-2,4-hexadiene-1,6-ketipic acid until the present research remained insufficiently studied. The aim of the article is to supplement the data of

dialkylketipinat chemistry and to study the structural features of new nitrous derivatives of the basis thereof.

Materials and methods. The authors used alkylacetates, dialkyloxalates and sodium hydrides as parent compounds for obtainment of dialkylketipinats. The method of new hydrazine derivatives obtainment was a reaction of dialkylketipinats with 2,4-dinitrophenylhydrazine in the environment consisting of ethanol with glacial acetic acid.

Results. The authors developed a method of obtaining various ethers of 3-[2-(2,4-dinitrophenyl)hydrazono]hexane-1,6-ketipic acid and ethers of 3,4-bis[2-(2,4-dinitrophenyl)hydrazono]hexane-1,6-ketipic acid. The researchers studied the structural features of the synthesized compounds on the basis of data obtained by infrared and nuclear magnetic resonance spectroscopy.

Conclusions. The authors studied the reaction of dialkylketipinats with 2,4-dinitrophenylhydrazine, resulting in obtainment of new hydrazine derivatives. The researchers investigated the structural features of the synthesized compounds and established that the ketipinats may form both monohydrazone-derivative and bis-hydrazones depending on the conditions. It is shown that the hydrazine derivatives of ketipinats in solid condition are associated, and in solutions there is no association.

Key words: 1,3,4,6-tetracarboxyl compounds, dialkylketipinats, 2,4-dinitrophenylhydrazine, hydrazine derivatives of ketipinats.

1,3,4,6-Тетракарбонильные системы (ТКС) успешно используются в органическом синтезе и координационной химии как перспективные оксо-реагенты, полифункциональные наноматериалы и биологически активные вещества [1–16]. Однако химия таких представителей ТКС, как эфиры 3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-диовой (кетипиновой) кислоты **1**, остается недостаточно изученной [17–23].

Нами исследовано взаимодействие соединений **1** с 2,4-динитрофенилгидразином (ДНФГ), в результате которого выделены различные гидразон-производные кетипинатов: диметиловый **2а** и диэтиловый **2б** эфиры 3-[2-(2,4-динитрофенил)гидразоно]гексан-1,6-диовой кислоты; диэтиловый **3а**, дипропиловый **3б** и дибутиловый **3в** эфиры 3,4-бис[2-(2,4-динитрофенил)гидразоно]гексан-1,6-диовой кислоты (схема 1). Исходные диалкилкетипинаты **1** получены конденсацией Кляйзена алкилацетатов с диалкилоксалатами [17–20]. Строение соединений **2**, **3** установлено на основании данных ИК и ЯМР спектроскопии [24].

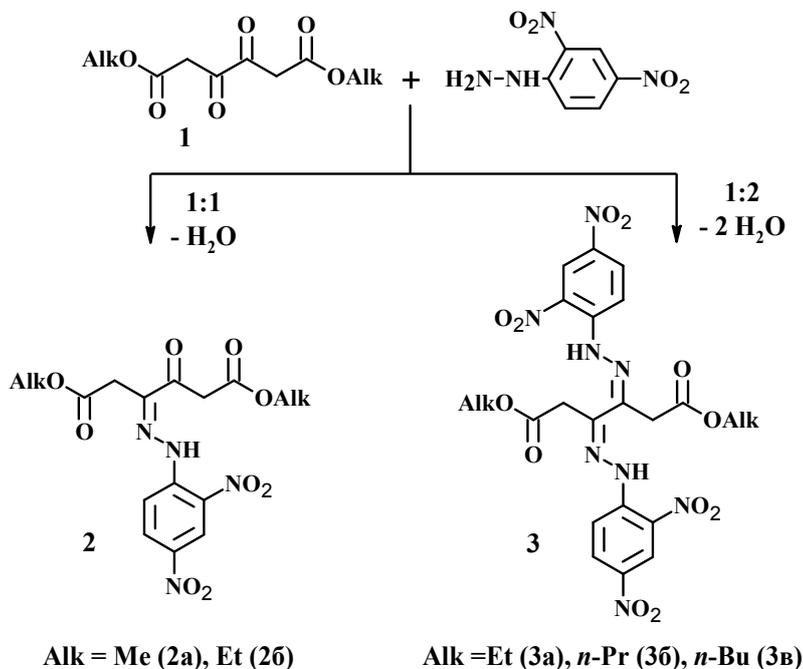
Согласно данным ИК спектров (КВг) в твердом состоянии соединения **2**, **3** ассоциированы, что подтверждается одновременным присутствием сразу двух полос поглощения в области 3354–3358 см⁻¹ и 3187–3206 см⁻¹. Высокочастотная полоса соответствует валентным колебаниям свободных вторичных NH-групп гидразонных фрагментов, а более низкочастотная полоса подтверждает наличие NH-групп, связанных водородными связями, межмолекулярный характер которых подтверждается отсутствием низкочастотной полосы поглощения в ИК спектрах разбавленных растворов соединений **2**, **3** (хлороформ).

В растворах соединения **2**, **3** существуют в форме производных гидразонов, что подтверждают данные ЯМР ¹H спектров.

Так, в спектрах соединений **2** присутствуют неэквивалентные синглеты двух протонов одной метиленовой C(2)H₂ группы при 3,73–3,90 м.д. и двух протонов одной метиленовой C(5)H₂ группы при 3,75–4,05 м.д., а также синг-

лет одного протона вторичной аминогруппы при 11,86–11,90 м.д. с хорошо сопоставимыми интегральными интенсивностями. В спектрах соединений **3** присутствует один неразделенный синглет четырех протонов двух метиленовых групп C(2,5)H₂ при 4,03–4,05 м.д. и один неразделенный синглет двух протонов двух вторичных аминогрупп при 11,89–11,93 м.д., что подтверждает симметрию молекулы относительно связи C(3)-C(4).

Схема 1. Синтез соединений (**2**, **3**)



Представленные нами экспериментальные результаты расширяют сведения о химии диалкилкетипинатов и открывают перспективы структурных решений в области синтеза потенциально значимых гетерофункциональных производных этих соединений.

Экспериментальная химическая часть

ИК спектры полученных соединений **2**, **3** записаны на спектрофотометре «Инфралюм ФТ-02» в таблетке KBr и в растворе хлороформа. Спектры ЯМР ¹H соединений **2**, **3** получены на приборах «Bruker DRX-500» (500,13 МГц) и «MERCURYplus-300» (300,05 МГц) в дейтерохлороформе, внутренний стандарт – ТМС. Данные элементного анализа синтезированных соединений соответствуют расчетным значениям. Протекание реакций контролируют, а индивидуальность полученных веществ подтверждают методом ТСХ на пластинках Silufol UV-254 в системе гексан–ацетон, 2:1. Исходные реактивы перед использованием очищают перегонкой.

Диметилловый эфир 3-[2-(2,4-динитрофенил)гидразоно]гексан-1,6-диовой кислоты (2а). Смесь 0,51 г (2,5 ммоль) диметилкетипината **1a** и 0,5 г (2,5 ммоль) 2,4-динитрофенилгидразина растворяют при нагревании в 50 мл этанола и 20 мл ледяной уксусной кислоты и кипятят один час. Растворитель

Диэтиловый эфир 3,4-бис[2-(2,4-динитрофенил)гидразоно]гексан-1,6-диовой кислоты (3а). Смесь 0,29 г (1,25 ммоль) диэтилкетипината **1б** и 0,5 г (2,5 ммоль) 2,4-динитрофенилгидразина растворяют при нагревании в 50 мл этанола и 20 мл ледяной уксусной кислоты и кипятят 4 ч. Растворитель испаряют, остаток растирают с эфиром и кристаллизуют из этанола или этилацетата. Получают гидразон **3а**, выход 0,22 г (30 %), т. пл. 225–227 °С. Спектр ЯМР ^1H (Bruker DRX-500), δ , м.д. (CDCl_3): 1,31 т (6H, $2\text{OCH}_2\text{CH}_3$, $J=7,5$ Гц), 4,03 с (4H, $2\text{C}(2,5)\text{H}_2$), 4,26 кв (4H, $2\text{OCH}_2\text{CH}_3$, $J=7,5$ Гц), 8,14 д (2H(6), $2\text{C}_6\text{H}_3$), 8,45 д (2H(5), $2\text{C}_6\text{H}_3$), 9,18 с (2H(3), $2\text{C}_6\text{H}_3$), 11,89 с (2H, 2NH). Найдено, %: C 44,92; H 3,83; N 18,77. $\text{C}_{22}\text{H}_{22}\text{N}_8\text{O}_{12}$. Вычислено, %: C 44,75; H 3,76; N 18,98.

Дипропиловый эфир 3,4-бис[2-(2,4-динитрофенил)гидразоно]гексан-1,6-диовой кислоты (3б). Смесь 0,32 г (1,25 ммоль) дипропилкетипината **1в** и 0,5 г (2,5 ммоль) 2,4-динитрофенилгидразина растворяют при нагревании в 50 мл этанола и 20 мл ледяной уксусной кислоты и кипятят 4 ч. Растворитель испаряют, остаток растирают с эфиром и кристаллизуют из этанола или этилацетата. Получают гидразон **3б**, выход 0,16 г (21 %), т. пл. 165–169 °С. Спектр ЯМР ^1H (Bruker DRX-500), δ , м.д. (CDCl_3): 0,92 т (6H, $2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$, $J=7,2$ Гц), 1,69 м (4H, $2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$, $J=7,2$ Гц), 4,05 с (4H, $2\text{C}(2,5)\text{H}_2$), 4,16 т (4H, $2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$, $J=7,2$ Гц), 8,10 д (2H(6), $2\text{C}_6\text{H}_3$), 8,44 д (2H(5), $2\text{C}_6\text{H}_3$), 9,18 с (2H(3), $2\text{C}_6\text{H}_3$), 11,93 с (2H, 2NH). Найдено, %: C 46,72; H 4,31; N 18,01. $\text{C}_{24}\text{H}_{26}\text{N}_8\text{O}_{12}$. Вычислено, %: C 46,60; H 4,24; N 18,12.

Дибутиловый эфир 3,4-бис[2-(2,4-динитрофенил)гидразоно]гексан-1,6-диовой кислоты (3в). Смесь 0,36 г (1,25 ммоль) дибутилкетипината **1в** и 0,5 г (2,5 ммоль) 2,4-динитрофенилгидразина растворяют при нагревании в 50 мл этанола и 20 мл ледяной уксусной кислоты и кипятят 20 мин. Растворитель испаряют, остаток растирают с эфиром и кристаллизуют из этанола или этилацетата. Получают гидразон **4а**, выход 0,30 г (37 %), т. пл. 102–105 °С. $\text{C}_{26}\text{H}_{30}\text{N}_8\text{O}_{12}$. M 646,56. ИК спектр, ν , cm^{-1} , (KBr): 3312 ν (N-H), 3187 ν (N-H, (MBC)), 3102 ν (CH, Ar), 3038 ν (CH, Ar), 2963 ν_{as} (CH_3), 2936 ν_{as} (CH_2), 2901 ν_{s} ($\text{C}(2,5)\text{H}_2$), 2875 ν_{s} (CH_2), 1732 ν (C=O), 1614 ν (C=C, Ar), 1589 ν (C=C, Ar), 1543 ν_{as} (C-NO₂), 1519 ν (C=N), 1499 ν (C=C, Ar), 1441 ν (C=C, Ar), 1423, 1385 δ_{s} (CH_3), 1338 ν_{s} (C-NO₂), 1280 $\delta_{\text{плоские}}$ (CH, Ar), 1211 ν_{as} (C-O-C), 1171, 1138 ν (C-N), 1110 ν (N-N), 1064 $\delta_{\text{плоские}}$ (CH, Ar), 1036 ν_{s} (C-O-C), 971, 922 $\nu_{\text{скелетные}}$ (C-C), 858 δ (N-C(Ar)), 836 $\delta_{\text{неплоские}}$ (CH, Ar), 808 $\delta_{\text{неплоские}}$ (CH, Ar), 762 $\delta_{\text{маятниковые}}$ (CH_2), 684, 661, 645 δ (C-N-O), 640 δ (C-N-O), 626, 579, 513, 491 $\delta_{\text{скелетные}}$ (C-C). (Хлороформ): 3300 ν (N-H), 3102 ν (CH, Ar), 3038 ν (CH, Ar), 2963 ν_{as} (CH_3), 2936 ν_{as} (CH_2), 2901 ν_{s} ($\text{C}(2,5)\text{H}_2$), 2875 ν_{s} (CH_2), 1732 ν (C=O), 1614 ν (C=C, C=N), 1589 ν (C=C, Ar), 1543 ν_{as} (C-NO₂), 1519, 1499 ν (C=C, Ar), 1441 ν (C=C, Ar), 1423, 1385 δ_{s} (CH_3), 1338 ν_{s} (C-NO₂), 1280 $\delta_{\text{плоские}}$ (CH, Ar), 1211 ν_{as} (C-O-C), 1167, 1139, 1112, 1064 $\delta_{\text{плоские}}$ (CH, Ar), 1036 ν_{s} (C-O-C), 971, 922 $\nu_{\text{скелетные}}$ (C-C), 858 ν (C-N), 836 $\delta_{\text{неплоские}}$ (CH, Ar), 808 $\delta_{\text{неплоские}}$ (CH, Ar), 762 $\delta_{\text{маятниковые}}$ (CH_2), 684, 661, 645 δ (C-N-O), 640 δ (C-N-O), 626, 579, 513, 491 $\delta_{\text{скелетные}}$ (C-C). Спектр ЯМР ^1H (Bruker DRX-500), δ , м.д. (CDCl_3): 0,90 т (6H, $2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$), 1,35 м (4H, $2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$), 1,65 м (4H, $2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$), 4,05 с (4H, $2\text{C}(2,5)\text{H}_2$), 4,20 кв (4H, $2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$), 8,10 д (2H(6), $2\text{C}_6\text{H}_4$), 8,45 д (2H(5), $2\text{C}_6\text{H}_4$), 9,20 с (2H(3), $2\text{C}_6\text{H}_4$), 11,90 с (2H, 2NH). Найдено, %: C 48,62; H 4,83; N 16,98. $\text{C}_{26}\text{H}_{30}\text{N}_8\text{O}_{12}$. Вычислено, %: C 48,30; H 4,68; N 17,33.

Список литературы

1. **Игидов, Н. М.** 1,3,4,6-Тетракарбонильные соединения. 3. Синтез, особенности строения и противомикробная активность 1,6-диарил-3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-диононов / Н. М. Игидов, Е. Н. Козьминых, О. А. Софьина [и др.] // Химия гетероциклических соединений. – 1999. – № 11. – С. 1466–1475.
2. **Козьминых, В. О.** 1,3,4,6-Тетракарбонильные соединения в синтезе биологически активных енаминокетонов, полуаминалей и азаетероциклических систем / В. О. Козьминых // Фармация и фармакология. – 1993. – № 4. – С. 90–91.
3. **Шарутин, В. В.** Взаимодействие октантетраона-2,4,5,7 с пентафенилсурьмой / В. В. Шарутин, О. К. Шарутина, В. С. Сенчурин, П. П. Муковоз // Журнал неорганической химии. – 2014. – Т. 59, № 5. – С. 678.
4. **Löw, N.** Polynukleare Metall(II)-Chelatkomplexe durch spontane Selbstorganisation: metalla-Kronenether und ihre Einschluß-Komplexe, tetranukleare und octanukleare Metall-Chelate / Löw N. – Erlangen ; Nürnberg : Institut für Organische Chemie der Friedrich-Alexander-Universität, 1997. – 102 s.
5. **Козьминых, В. О.** Металлопроизводные р-π-электронизбыточных поликарбонильных систем с сочлененными α- и β-диоксофрагментами. Сообщение 1. Обзор литературы / В. О. Козьминых, Е. А. Кириллова, Ю. В. Щербаков [и др.] // Вестник Оренбург. гос. ун-та. – 2008. – № 9. – С. 185–198.
6. **Козьминых, В. О.** Металлопроизводные р-π-электронизбыточных поликарбонильных систем с сочлененными α- и β-диоксофрагментами. Сообщение 3. Синтез и строение метало(II)хелатов 4-оксозамещенных эфиров 2-гидрокси-2-алкеновых кислот / В. О. Козьминых, Е. А. Кириллова, А. Н. Виноградов [и др.] // Вестник Оренбург. гос. ун-та. – 2009. – № 4. – С. 135–149.
7. **Карманова, О. Г.** Синтез и строение динатрий-бис-диалкил-1,3-дикетонатов. Сообщение 4 / О. Г. Карманова, В. О. Козьминых, П. П. Муковоз // Башкирский химический журнал. – 2012. – Т. 19, № 2. – С. 82–84.
8. **Козьминых, В. О.** 1,3,4,6-Тетракарбонильные системы. Сообщение 9. Диэтилкетипинат: синтез, особенности строения и взаимодействие с 1,2-диаминобензолом / В. О. Козьминых, П. П. Муковоз, Е. А. Кириллова // Вестник Оренбург. гос. ун-та. – 2009. – № 5. – С. 155–166.
9. **Карманова, О. Г.** Современные достижения в области синтеза и изучения строения 1,3,4,6-тетракарбонильных систем и их ближайших аналогов / О. Г. Карманова, В. О. Козьминых, П. П. Муковоз, Е. Н. Козьминых // Башкирский химический журнал. – 2012. – Т. 19, № 3. – С. 109–114.
10. **Кириллова, Е. А.** Синтез, особенности строения и таутомерия 1,6-дизамещенных 3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-диононов / Е. А. Кириллова, П. П. Муковоз, А. Н. Виноградов [и др.] // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – 2011. – Т. 54, № 4. – С. 18–22.
11. **Козьминых, В. О.** Конденсация эфиров метиленактивных карбоновых кислот с диалкилоксалатами: обзор / В. О. Козьминых, В. И. Гончаров, Е. Н. Козьминых, П. П. Муковоз // Вестник Оренбург. гос. ун-та. – 2007. – № 9. – С. 134–149.
12. **Карманова, О. Г.** Синтез и структурное разнообразие 1,6-диалкил-3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-диононов / О. Г. Карманова, П. П. Муковоз, Е. Н. Козьминых, В. О. Козьминых // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – 2013. – Т. 56, вып. 1. – С. 13–16.
13. **Карманова, О. Г.** Синтез и строение 2,3-бис-(2-оксоалкилиден)-1,2,3,4-тетрагидрохиноксалинов / О. Г. Карманова, П. П. Муковоз, В. О. Козьминых, Е. Н. Козьминых // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2013. – Т. 56, № 3. – С. 3–7.
14. **Муковоз, П. П.** Простой однореакторный синтез 2,2-хиноксалин-2,3-диилдиациетатов / П. П. Муковоз, О. Г. Карманова, Е. Н. Козьминых, В. О. Козьминых // Башкирский химический журнал. – 2012. – Т. 19, № 2. – С. 12–15.

15. **Муковоз, П. П.** Новый простой метод получения 2,2'-(2Н-1,4-бензоксазин-2,3-диилиден)диацетатов / П. П. Муковоз, В. О. Козьминых, О. Н. Дворская // Башкирский химический журнал. – 2010. – Т. 17, № 3. – С. 23–24.
16. **Муковоз, П. П.** Синтез 2,2'-(2-оксоимидазолидин-4,5-диилиден)диацетатов / П. П. Муковоз, В. О. Козьминых, И. Н. Ноздрин, Е. Н. Козьминых // Химия гетероциклических соединений. – 2010. – № 8 (518). – С. 1262–1264.
17. **Муковоз, П. П.** Синтез и особенности строения эфиров 3,4-дигидрокси-1,6-гександиовой кислоты / П. П. Муковоз, О. Н. Дворская, В. О. Козьминых // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2011. – Т. 54, № 5. – С. 96–100.
18. **Муковоз, П. П.** Синтез, строение и свойства эфиров 3,4-дигидрокси-1,6-гександиовой кислоты : автореф. дис. ... канд. хим. наук / Муковоз П. П. – Ярославль : Изд-во Ярослав. гос. техн. ун-та, 2010. – 23 с.
19. **Муковоз, П. П.** Синтез, строение и свойства эфиров 3,4-дигидрокси-1,6-гександиовой кислоты : дис. ... канд. хим. наук / Муковоз П. П. – Ярославль : Изд-во Ярослав. гос. техн. ун-та, 2010. – 171 с.
20. **Муковоз, П. П.** Синтез, строение и свойства эфиров 3,4-диоксо-1,6-гександиовой (кетипиновой) кислоты / П. П. Муковоз, В. О. Козьминых // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2013. – № 2 (2). – С. 88–101.
21. **Franzen, H.** Die Bildung der Citronensäure aus Ketipinsäure / H. Franzen, F. Schmitt // Berichte. – 1925. – Bd. 58. – S. 222–226.
22. **Fittig, R.** Ueber die Diacetyldicarbonsäure (Ketipinsäure) und das Diacetyl / R. Fittig, C. Daimler, H. Keller // Liebigs Annalen der Chemie. – 1888. – Bd. 249. – S. 182–214.
23. **Stachel, H.-D.** Synthese einiger Derivate der 3,4-Diketo-adipinsäure 7. Mitt. über Ketten-Derivate / H.-D. Stachel // Archiv der Pharmazie. – 1962. – Bd. 295, № 10. – S. 735–744.
24. **Муковоз, П. П.** Взаимодействие диалкилкетипинатов с 2,4-динитрофенилгидразином / П. П. Муковоз, В. О. Козьминых // Вестник Южно-Уральского гос. ун-та. Серия: Химия. – 2009. – Вып. 2, № 23. – С. 4–8.

References

1. Igidov N. M., Koz'minykh E. N., Sof'ina O. A. et al. *Khimiya geterotsiklicheskikh soedineniy* [Chemistry of heterocyclic compounds]. 1999, no. 11, pp. 1466–1475.
2. Koz'minykh V. O. *Farmatsiya i farmakologiya* [Pharmacy and pharmacology]. 1993, no. 4, pp. 90–91.
3. Sharutin V. V., Sharutina O. K., Senchurin V. S., Mukovoz P. P. *Zhurnal neorganicheskoy khimii* [Journal of nonorganic chemistry]. 2014, vol. 59, no. 5, p. 678.
4. Löw, N. *Polynukleare Metall(II)-Chelatkomplexe durch spontane Selbstorganisation: metalla-Kronenether und ihre Einschluß-Komplexe, tetranukleare und octanukleare Metall-Chelate* [Complexes of polynuclear metal(II)-chelate of spontaneous self-organization: complexes of crown ethers and inclusions thereof, tetranuclear and octanuclear metal-chelates]. Erlangen; Nürnberg: Institut für Organische Chemie der Friedrich-Alexander-Universität, 1997, 102 p.
5. Koz'minykh V. O., Kirillova E. A., Shcherbakov Yu. V. et al. *Vestnik Orenburg. gos. un-ta* [Bulletin of Orenburg State University]. 2008, no. 9, pp. 185–198.
6. Koz'minykh V. O., Kirillova E. A., Vinogradov A. N. et al. *Vestnik Orenburg. gos. un-ta* [Bulletin of Orenburg State University]. 2009, no. 4, pp. 135–149.
7. Karmanova O. G., Koz'minykh V. O., Mukovoz P. P. *Bashkirskiy khimicheskiy zhurnal* [Bashkiria chemical journal]. 2012, vol. 19, no. 2, pp. 82–84.
8. Koz'minykh V. O., Mukovoz P. P., Kirillova E. A. *Vestnik Orenburg. gos. un-ta* [Bulletin of Orenburg State University]. 2009, no. 5, pp. 155–166.

9. Karmanova O. G., Koz'minykh V. O., Mukovoz P. P., Koz'minykh E. N. *Bashkirskiy khimicheskii zhurnal* [Bashkiria chemical journal]. 2012, vol. 19, no. 3, pp. 109–114.
10. Kirillova E. A., Mukovoz P. P., Vinogradov A. N. et al. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya* [University proceedings. Chemistry and chemical technology]. 2011, vol. 54, no. 4, pp. 18–22.
11. Koz'minykh V. O., Goncharov V. I., Koz'minykh E. N., Mukovoz P. P. *Vestnik Orenburg. gos. un-ta* [Bulletin of Orenburg State University]. 2007, no. 9, pp. 134–149.
12. Karmanova O. G., Mukovoz P. P., Koz'minykh E. N., Koz'minykh V. O. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya* [University proceedings. Chemistry and chemical technology]. 2013, vol. 56, iss. 1, pp. 13–16.
13. Karmanova O. G., Mukovoz P. P., Koz'minykh V. O., Koz'minykh E. N. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Seriya: Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya* [University proceedings. Chemistry and chemical technology]. 2013, vol. 56, no. 3, pp. 3–7.
14. Mukovoz P. P., Karmanova O. G., Koz'minykh E. N., Koz'minykh V. O. *Bashkirskiy khimicheskii zhurnal* [Bashkiria chemical journal]. 2012, vol. 19, no. 2, pp. 12–15.
15. Mukovoz P. P., Koz'minykh V. O., Dvorskaya O. N. *Bashkirskiy khimicheskii zhurnal* [Bashkiria chemical journal]. 2010, vol. 17, no. 3, pp. 23–24.
16. Mukovoz P. P., Koz'minykh V. O., Nozdryn I. N., Koz'minykh E. N. *Khimiya getero-tsiklicheskih soedineniy* [Chemistry of heterocyclic compounds]. 2010, no. 8 (518), pp. 1262–1264.
17. Mukovoz P. P., Dvorskaya O. N., Koz'minykh V. O. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Seriya: Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya* [University proceedings. Chemistry and chemical technology]. 2011, vol. 54, no. 5, pp. 96–100.
18. Mukovoz P. P. *Sintez, stroenie i svoystva efirov 3,4-digidroksi-1,6-geksandiovoy kisloty: avtoref. dis. kand. khim. nauk* [Synthesis, structure and features of ethers of 3,4-dihydroxy-1,6-hexaneketipic acid: author's abstract of dissertation to apply for the degree of the candidate of chemical sciences]. Yaroslavl: Izd-vo Yaroslavl. gos. tekhn. un-ta, 2010, 23 p.
19. Mukovoz P. P. *Sintez, stroenie i svoystva efirov 3,4-digidroksi-1,6-geksandiovoy kisloty: dis. kand. khim. nauk* [Synthesis, structure and features of ethers of 3,4-dihydroxy-1,6-hexaneketipic acid: dissertation to apply for the degree of the candidate of chemical sciences]. Yaroslavl: Izd-vo Yaroslavl. gos. tekhn. un-ta, 2010, 171 p.
20. Mukovoz P. P., Koz'minykh V. O. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Estestvennye nauki* [University proceedings. Volga region. Natural sciences]. 2013, no. 2 (2), pp. 88–101.
21. Franzen H. Die, Schmitt F. *Berichte* [Reports]. 1925, vol. 58, pp. 222–226.
22. Fittig R., Daimler C., Keller H. *Liebigs Annalen der Chemie* [Liebig's annals of chemistry]. 1888, vol. 249, pp. 182–214.
23. Stachel H.-D. *Archiv der Pharmazie* [Archives of Pharmacy]. 1962, vol. 295, no. 10, pp. 735–744.
24. Mukovoz P. P., Koz'minykh V. O. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gos. un-ta. Seriya: Khimiya* [Bulletin of South-Ural State University. Series: Chemistry]. 2009, iss. 2, no. 23, pp. 4–8.

Тарасова Виктория Алексеевна
аспирант, Оренбургский
государственный университет;
специалист-эксперт отдела управления
фармацевтической деятельности,
Министерство здравоохранения
Оренбургской области
(Россия, г. Оренбург, ул. Терешковой, 33)
E-mail: rianna@bk.ru

Tarasova Viktoriya Alekseevna
Postgraduate student, Orenburg State
University; expert of the department
of pharmaceutical management department,
Ministry of healthcare of Orenburg region
(33 Tereshkovoy street, Orenburg, Russia)

Муковоз Петр Петрович

кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник, Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза Уральского отделения Российской академии наук (Россия, г. Оренбург, ул. Пионерская, 11)

E-mail: mpp27@mail.ru

Mukovoz Petr Petrovich

Candidate of chemical sciences, leading researcher, Institute of cell and intracellular symbiosis of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences (11 Pionerskaya street, Orenburg, Russia)

Козьминых Владислав Олегович

доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой химии, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет (Россия, г. Пермь, ул. Сибирская, 24)

E-mail: kvoncstu@yahoo.com

Koz'minykh Vladislav Olegovich

Doctor of chemical sciences, professor, head of sub-department of chemistry, Perm State Humanitarian Pedagogical University (24 Sibirskaya street, Perm, Russia)

УДК 547.341+547.725

Тарасова, В. А.

Синтез и строение гидразонопроизводных диалкилкетипинатов /
В. А. Тарасова, П. П. Муковоз, В. О. Козьминых // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2014. – № 4 (8). – С. 53–61.