

ISSN 0002-3590(print.)

АРГАНІЧНАЯ ХІМІЯ
ORGANIC CHEMISTRY

УДК 547.913

Поступила в редакцию 21.06.2016
Received 21.06.2016

Н. Г. Козлов¹, Л. И. Басалаева¹, Г. А. Атажанова², С. М. Адекенов²

¹*Институт физико-органической химии НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь*

²*Международный научно-производственный холдинг «Фитохимия», Караганда, Республика Казахстан*

СИНТЕЗ АМИДОПРОИЗВОДНЫХ ПУЛЕГОНА

Осуществлена реакция Риттера пулегона с рядом как алифатических, так и ароматических нитрилов в присутствии каталитического количества концентрированной серной кислоты, которая протекает через образование третичного карбокатиона с последующим присоединением к нему молекулы нитрила и образованием кетоамида.

Ключевые слова: пулегон, третичный карбокатион, нитрилы, серная кислота, амиды, спектроскопия.

N. G. Kozlov¹, L. I. Basalaeva¹, G. A. Atazhanova², S. M. Adekenov²

¹*Institute of Physical Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus*

²*International Research and Production Holding «Fitochimiya», Karaganda, Republic of Kazakhstan*

SYNTHESIS OF PULEGONE AMIDO DERIVATIVES

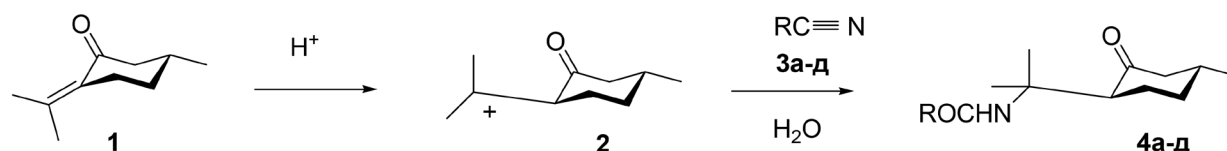
Ritter's reaction of pulegone with a number of both aliphatic and aromatic nitriles in the presence of catalytic amount of concentrated sulfuric acid proceeding through formation of a tertiary carbocation with the subsequent addition of nitrile molecule and formation of ketoamides, has been performed.

Keywords: pulegone, tertiary carbocation, nitriles, sulfuric acid, amides, spectroscopy.

Введение. Пулегон **1** представляет собой моноциклический ненасыщенный кетон *n*-ментанового ряда и является основным компонентом эфирных масел *Ziziphora clinopodioides* Lam. [1] и *Mentha longifolia* L. [2].

В научной и патентной литературе имеется большое число ссылок на работы, посвященные описанию свойств и биологической активности пулегона, однако о химической модификации этого монотерпенового кетона с целью синтеза азотсодержащих производных найдено только две публикации [3, 4].

Основная часть. В продолжение нашей работы по синтезу азотсодержащих пулегона [5] в настоящей работе для получения новых азотсодержащих производных нами осуществлена реакция Риттера пулегона с рядом как алифатических, так и ароматических нитрилов **3а-д** (ацетонитрилом **3а**, бутиронитрилом **3б**, валеронитрилом **3в**, фенилацетонитрилом **3г**, 1-нафто-нитрилом **3д**) в присутствии каталитического количества концентрированной серной кислоты.



R = CH₃ (а), CH₃(CH₂)₂ (б), CH₃(CH₂)₃ (в), C₆H₅CH₂ (г) C₁₀H₇ (1-нафтил) (д)

Очевидно, процесс осуществляется через образование третичного карбокатиона **2** с последующим присоединением к нему молекулы нитрила и образованием амида. Реакция протекает строго стереоселективно с образованием индивидуального кетоамида с диэкваториальным расположением метильной и изопропиламидной групп. Свойства полученного соединения **4а** соот-

ветствуют литературным для полученного интермолекулярным С-Н аминированием, по типу реакции Риттера ментона, N-(2-(4-метил-2-оксоциклогексил)пропан-2-ил)ацетамида [6]. Амиды **4б–д** ранее в литературе не описаны.

В реакции Риттера важно, чтобы генерируемый ион карбония был достаточно стабилен, поскольку нитрильная группа – плохая ловушка для карбокатионов. В данной работе генерируется только третичный карбокатион **2**, поэтому протекание реакции зависит от способности нитрила присоединиться к этому иону карбония. Из изученных нами девяти нитрилов разного строения использование только четырех позволило получить N-(2-(4-метил-2-оксоциклогексил)пропан-2-ил)-R-амиды **4а–д**. Реакцию проводили без растворителя, поскольку жидкие нитрилы смешивали с пулегоном, а кристаллические растворялись в нем. Оказалось, что динитрилы (β , β -диоксипропионитрил, тиодипропионитрил) или стерически затрудненные, такие как норборнен-карбонитрил не вступают в реакцию присоединения к третичному карбокатиону **2**, образуя первичные амиды, соответствующие нитрилу кислоты, а проведение реакции с акрилонитрилом привело к полному осмолению реакционной смеси.

Строение полученных соединений **4а–д** установлены на основании данных ЯМР ^1H , ^{13}C , ИК-спектроскопии и элементного анализа. Полное отнесение сигналов в спектре ЯМР ^1H амидокетонов **4а–д** не представляется возможным вследствие взаимного перекрывания многих сигналов. Тем не менее, на основании данных этих спектров могут быть сделаны следующие выводы.

Сигнал метильной группы при атоме C^1 имеет вид дублета и проявляется при 0,78–1,05 м. д. Сигнал геминального по отношению к этой метильной группе протона имеет вид сложного мультиплета и проявляется в еще более сильном поле (0,74–0,85 м. д.), что указывает на его аксиальную ориентацию, а следовательно, на отсутствие инверсии цикла в ходе реакции.

Сигналы метильных групп при атоме C^8 имеют вид синглетов, что однозначно свидетельствует в пользу присоединения нитрила по этому атому (а не C^4 , как альтернатива). При этом сигналы этих метильных групп резко неэквивалентны (1,14–1,53 м. д. и 1,26–1,75 м. д.), что указывает на отсутствие свободного вращения по связи $\text{C}^4\text{--C}^8$ и, очевидно, является следствием образования прочной водородной связи между кетогруппой и атомом водорода (NH) амидного фрагмента. Сигналы ароматических протонов соединений **4г, д** по положению и мультиплетности полностью соответствуют предлагаемой структуре.

Интерпретация спектров ЯМР ^{13}C полученных соединений, напротив, не вызывает затруднений. Отнесение сигналов сделано на основании сравнения со спектрами синтезированных ранее аналогов, а также их мультиплетности, определенной на основании данных DEPT. Так, в спектрах имеются два слабopольных синглетных сигнала, характерных для карбонильных атомов углерода: 210,2–211,8 и 168,3–172,0 м. д. (кетон и амид соответственно). Дублетные сигналы с химическими сдвигами 53,4–55,09 и 35,2–36,25 м. д. относятся к атомам C^4 и C^1 соответственно, а триплеты при 50,7–51,7 м. д., 28,0–33,5 и 27,4–34,0 м. д. – к атомам C^2 , C^5 и C^6 соответственно. В спектре имеются также 4 квартетных сигнала метильных групп (δ 21,8; 23,2; 23,3 и 24,5 м. д.). Отсутствие квартетных сигналов в области 16,0 м. д. также указывает на экваториальную ориентацию метильной группы при атоме C^4 . Синглетный сигнал связанного с алкил(арил)амидогруппой атома C^8 проявляется при 53,3–55,4 м. д.

В ИК-спектрах соединений **4а–д** присутствуют полосы поглощения в области 1705–1713 cm^{-1} , характерные для валентных колебаний карбонильной группы. Валентные колебания карбонильной группы амидов присутствуют в области 1633–1646 cm^{-1} (амид I), деформационные колебания связи N–H в области 1536–1560 cm^{-1} (амид II). Валентные колебания атомов H аминокгруппы проявляются в области 3293–3325 cm^{-1} .

Полосы валентных колебаний C–H связей в ароматических ядрах у соединений **4г, д** находятся при 3257–2952 cm^{-1} .

Экспериментальная часть. ИК-спектры соединений записаны на Фурье-спектрофотометре Nicolet Protege-460 в тонком слое или в таблетках КВг. Спектры ЯМР ^1H и ^{13}C регистрировали на спектрометре AVANCE-500 фирмы Bruker-Biospin (рабочая частота 500 и 125 МГц для ядер ^1H и ^{13}C соответственно). Концентрация растворов составляла 2–5% в DMSO- d_6 , химические

сдвиги определяли относительно внутреннего стандарта – ТМС. Элементный анализ осуществлен на CHNS анализаторе VarioMICRO superuser. Температуры плавления веществ определены на блоке Кофлера.

Пулегон (2-изопропилиден-5-метил-циклогексанон). Выделяли из эфирного масла *Ziziphora interrupta* Juz. (зизифора прерывчатая). Надземную часть зизифоры прерывчатой собирали в Кордайском районе (окр. п. Гвардейский) Жамбылской области Республики Казахстан в июне 2010 г. в фазу цветения-плодоношения. Выход эфирного масла составил 0,3%. Всего идентифицирован 21 компонент, что составляет 58,35% от всех обнаруженных. Основными компонентами эфирного масла зизифоры прерывчатой являются: пулегон – 36,1%, 8-гидрокси-4(5)-*n*-ментен-3-он – 10,27%, изоментон – 6,02%.

Эфирное масло зизифоры прерывчатой в количестве 40 г перегоняли под вакуумом, собирая фракцию с $T_{\text{кип}}$ 89–94°/15 мм рт. ст. Полученную фракцию количеством 14,4 г дополнительно очищали методом колоночной хроматографии. В качестве адсорбента использовали SiO₂ (соотношение вещество–адсорбент, 1:15). Элюирование проводили петролевым эфиром. Получили 10,0 г пулегона.

$T_{\text{кип}}$ 89–94°/10 мм рт. ст.; $[\alpha]_{20}^{+22}$ (с 0.50, CHCl₃); n_{D}^{22} : 1.4790; d_4^{20} : 0.9357; ИК-спектр: ν , см⁻¹: 3466, 2958, 2927, 2873, 2851, 1738 (C=O), 1711, 1679 (C=C), 1620, 1552, 1456, 1437, 1419, 1373, 1335, 1287, 1264, 1240, 1209, 1128, 1092, 1074, 1025, 986, 806.

Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д.: 1.01 с (3H, CH₃), 1.76 с (3H, CH₃), 1.93 с (3H, CH₃). Спектр ЯМР ¹³C, δ , м. д.: 31.72 д (д, C⁵), 51.06 т (C⁶), 200.83 с (C¹), 130.02 с (C²), 28.80 т (C³), 33.27 т (C⁴), 22.06 к (C⁷), 23.04 к (C⁹), 139.32 с (C⁸), 22.13 к (C¹⁰).

N-(2-(4-метил-2-оксоциклогексил)пропан-2-ил)амиды (4а-д). Растворяли 2 г (0,013 моль) пулегона **1** в 10 мл нитрила при 0 °С и медленно по каплям прибавляли 2 мл концентрированной серной кислоты. Смесь перемешивали при комнатной температуре 18 ч, затем нейтрализовали водным раствором аммиака при охлаждении реакционной смеси. Продукт реакции экстрагировали эфиром, после сушки над MgSO₄ и упаривания растворителя полученные кристаллы высушивали на воздухе.

N-(2-(4-метил-2-оксоциклогексил)пропан-2-ил)ацетамид (4а). Выход 1,55 г (56%), $T_{\text{пл}}$ 97–99 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3293 (NH), 3088, 2949, 2926, 2868, 1710 (C=O), 1643 (C=O, амид 1), 1560 (NH, амид 2), 1455, 1440, 1368, 1300, 1205, 1121, 1053, 610. Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д.: 0.83 м (1H), 0.91 д (3H, CH₃), 1.17 с (3H, CH₃), 1.33 с (3H, CH₃), 1.71 м (2H), 1.75 с (3H, с, NHCOCH₃), 1.94 м (3H), 2.06 м (2H), 7.33 с (1H, NH). Спектр ЯМР ¹³C, δ , м. д.: 21.82 к (CH₃), 23.25 к (CH₃), 23.34 к (CH₃), 24.5 к (CH₃), 27.41 т (C⁶), 33.52 т (C⁵), 35.26 д (C⁴), 51.14 т (C³), 53.32 с (C⁸), 53.45 д (C¹), 168.37 с (NHCO), 210.23 с (C²). Найдено, %: С 68.17; Н 10.41; N 6.43. C₁₂H₂₁NO₂. Вычислено, %: С 68.21; Н 10.02; N 6.63.

N-(2-(4-метил-2-оксоциклогексил)пропан-2-ил)бутирамид (4б). Выход 1,2 г (38%), $T_{\text{пл}}$ 60–62 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3325 (NH), 3074, 2959, 2930, 2872, 1710 (C=O), 1642 (C=O, амид 1), 1550 (NH, амид 2), 1454, 1382, 1362, 1323, 1291, 1217, 1154, 1119, 1099, 1052, 921, 692, 547. Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д.: 0.76 т (3H, (CH₂)₂CH₃), 0.86 д (3H, CH₃), 1.24 с (3H, CH₃), 1.26 с (3H, CH₃), 1.45 м (CH₂–CH₂–CH₃), 1.76 м (2H), 1.83 м (1H), 1.92 т (CH₂–CH₂–CH₃), 1.96 м (3H), 2.11 м (2H), 3.24 д. д (1H), 5.76 с (1H, NH). Спектр ЯМР ¹³C: 12.60 к (CH₂–CH₂–CH₃), 18.14 т (CH₂–CH₂–CH₃), 21.23 к (C⁷), 23.52 к (C⁹), 24.56 к (C¹⁰), 27.51 т (C⁵), 33.14 т (C⁶), 35.10 д (C⁴), 38.53 т (CH₂–CH₂–CH₃), 50.71 т (C³), 53.46 с (C⁸), 53.82 д (C¹), 171.67 с (NHCO), 210.96 с (C=O). Найдено, %: С 70.32; Н 10.49; N 5.90. C₁₄H₂₅NO₂. Вычислено, %: С 70.25; Н 10.53; N 5.85. М 239.19.

N-(2-(4-метил-2-оксоциклогексил)пропан-2-ил)пентанамид (4в). Выход 2 г (61%), $T_{\text{пл}}$ 65–66 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 3320 (NH), 3085, 2971, 2942, 2875, 2864, 1712 (C=O), 1646 (C=O, амид 1), 1543 (NH, амид 2), 1462, 1382, 1362, 1320, 1297, 1204, 1158, 1123, 1098, 1055, 920, 694, 546. Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д.: 0.68 т (3H, (CH₂)₃CH₃), 0.77 д (3H, CH₃), 1.17 с (3H, CH₃), 1.41 м (CH₂–CH₂–CH₂–CH₃), 1.75 с (3H, CH₃), 1.92 т (CH₂–CH₂–CH₂–CH₃), 1.94 т (CH₂–CH₂–CH₂–CH₃), 1.98 м (3H), 2.02 м (2H), 2.21 м (2H), 3.29 д. д (1H), 6.03 с (1H, NH). Спектр ЯМР ¹³C: 12.91 т (CH₂–CH₂–CH₂–CH₃), 23.55 к (C⁷), 24.36 к (C¹⁰), 26.83 к (C⁹), 27.02 т (C⁵), 27.67 т (CH₂–CH₂–CH₂–CH₃), 33.28 т (C⁶), 34.69 м (CH₂–CH₂–CH₂–CH₃), 35.18 м (CH₂–CH₂–CH₂–CH₃), 36.25 т (C⁴), 50.85 д (C³), 53.86 с (C⁸),

54.26 д (C¹), 172.09 с (NHCO), 211.03 с (C=O). Найдено, %: С 71.18; Н 10.69; N 5.50. C₁₅H₂₇NO₂. Вычислено, %: С 71.10; Н 10.74; N 5.53. М 253.20.

N-(2-(4-метил-2-оксоциклогексил)пропан-2-ил)фенилацетамид (4г). Выход 1,2 г (32%), T_{пл} 76–77 °С. ИК-спектр, ν, см⁻¹: 3310 (NH), 3063, 2952, 2869, 1713 (C=O), 1636 (C=O, амид 1), 1546 (NH, амид 2), 1494, 1453, 1385, 1363, 1320, 1203, 1140, 733, 700. Спектр ЯМР ¹H, δ, м. д.: 0.85 д (3H, CH₃), 1.14 с (3H, CH₃), 1.31 с (3H, CH₃), 1.60 м (2H), 1.70 м (2H), 1.80 м (3H), 1.90 м (1H), 3.20 д. д (1H), 6.80 с (1H, NH), 7.127.25 м (5H_{аром}). Спектр ЯМР ¹³C: 22.31 к (C⁷), 24.54 к (C⁹), 25.12 к (C¹⁰), 28.02 т (C⁵), 34.08 т (C⁶), 35.84 д (C⁴), 51.74 т (C³), 54.15 с (C⁸), 55.15 д (C¹), 126 (C^{4'}), 128 (C^{5'}, C^{3'}), 129 (C^{6'}, C^{2'}), 137 (C^{1'}), 169.83 с (NHCO), 210.92 с (C=O). Найдено, %: С 75.26; Н 8.80; N 4.83. C₁₈H₂₅NO₂. Вычислено, %: С 75.22; Н 8.77; N 4.87. М 287.19.

N-(2-(4-метил-2-оксоциклогексил)пропан-2-ил)нафтиламид (4д). Выход 1,7 г (41%), T_{пл} 125–126 °С. ИК-спектр, ν, см⁻¹: 3301 (NH), 3257, 3056, 2950, 2922, 2863, 1705 (C=O), 1633 (C=O, амид 1), 1536 (NH, амид 2), 1452, 1359, 1318, 1303, 1259, 1191, 1154, 1122, 808, 786, 574. Спектр ЯМР ¹H, δ, м. д.: 1.02 д (3H, CH₃), 1.53 с (3H, CH₃), 1.56 с (3H, CH₃), 1.72 м (2H), 1.83 м (1H), 1.87 м (1H), 2.13 т (1H), 2.24 м (1H), 2.31 д. д. (1H), 3.60 д. д. (1H), 6.30 с (1H, NH), 7.41 д. д. (1H_{аром}), 7.49 д. д. (1H_{аром}), 7.53 т (1H_{аром}), 7.54 д. (1H_{аром}), 7.86 д. (1H_{аром}), 8.26 д. (1H_{аром}), 8.83 д. (1H_{аром}). Спектр ЯМР ¹³C: 22.30 к (C⁷), 24.54 к (C⁹), 25.70 к (C¹⁰), 28.70 т (C⁵), 34.20 т (C⁶), 36.10 д (C⁴), 51.70 т (C³), 55.40 с (C⁸), 55.09 д (C¹), 115.78 (C^{8'}), 120.34 (C^{4'}, C^{5'}), 121.25 (C^{4a'}), 121.67 (C^{3'}, C^{6'}), 122.31 (C^{8a'}), 127.51 (C^{2'}, C^{7'}), 169.10 с (NHCO), 211.80 с (C=O). Найдено, %: С 77.92; Н 8.03; N 4.30. C₂₁H₂₅NO₂. Вычислено, %: С 77.98; Н 7.79; N 4.33. М 323.19.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант X16P-023).

Acknowledgements

This work has been performed with financial support of Belarusian Republican Foundation for Fundamental Research (grant № X16P-023).

Список использованных источников

1. Горяев, М. И. Эфирные масла флоры СССР / М. И. Горяев. – Алма-Ата: АН КазССР, 1952. – 191 с.
2. Егеубаева, Р. А. Дикорастущие эфиромасличные растения юго-востока Казахстана / Р. А. Егеубаева. – Алматы, 2002. – 66 с.
3. Синтез, кристаллическая и молекулярная структура изоксазольного производного пулегона / Д. Т. Садырбеков [и др.] // Химия природ. соед. – 2005. – № 1. – С. 83–84.
4. Synthesis and Crystal Structure of Pyrazoline Derivative of Pulegone / Y. M. Suleimenov [et al.] // Heterocycles. – 2000. – Vol. 53, № 12. – P. 2661–2677.
5. Синтез производных монотерпеноида пулегона / Н. Г. Козлов [и др.] // Химия природ. соед. – 2015. – № 3. – С. 424–426.
6. Michaudel, Q. Intermolecular Ritter-Type C-H Amination of Unactivated sp³ Carbons / Q. Michaudel, D. Thevenet, P. S. Baran // J. Am. Chem. Soc. – 2012. – Vol. 134. – P. 2547–2549.
7. Гордон, А. Спутник химика / А. Гордон, Р. М. Форд. – М: Мир, 1976. – 541 с.

References

1. Goriaev M. I., *Efirnye masla flory SSSR* [Essential oils of USSR plants], Izd-vo AN KazSSR, Alma-Ata, KZ, 1952.
2. Egeubaeva R. A. *Dikorastushchie efiromaslichnye rasteniia Iugo-Vostoka Kazakhstana* [Wild volatile-oil-bearing plants from South-East of Kazakhstan], Almaty, KZ, 2002.
3. Sadyrbekov D. T., Atazhanova G. A., Kulyiasov A. T., Raldugin V. A., Bagrianskaia I. Iu., Gatilov Iu. V., Edil'baeva T. T., Turdybekov K. M., Adekenov S. M., "Synthesis, crystalline and molecular structure of the pulegone isoxazole derivative", *Khimii prirodnikh soedinenii* [Chemistry of natural compounds], 2005, no. 1, pp. 83–84.
4. Suleimenov E. M., Khan A. M., Atazhanova G. A., Choudhary M. I., Khasenov B. B., Kulyjasov A. T., Turdybekov K. M., Dembitsky A. D., Adekenov S. M., "Atta-ur-Rahman/Synthesis and Crystal Structure of Pyrazoline Derivative of Pulegone", *Heterocycles*, 2000, vol. 53, pp. 2661–2677.
5. Kozlov N. G., Basalaeva L. I., Atazhanova G. A., Adekenov S. M., "Synthesis of pulegone derivatives", *Khimii prirodnikh soedinenii* [Chemistry of natural compounds], 2015, no. 3, pp. 424–426.
6. Michaudel Q., Thevenet D., Baran P. S., "Intermolecular Ritter-Type C-H Amination of Unactivated sp³ Carbons", *Journal of the American Chemical Society*, 2012, vol. 134, pp. 2547–2549.
7. Gordon A., Ford R., *Sputnik khimika* [Chemist's Companion], Mir, Moscow, RU, 1976.

Информация об авторах

Козлов Николай Гельевич – д-р. хим. наук, вед. науч. сотрудник, Институт физико-органической химии НАН Беларуси (ул. Сурганова, 13, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: loc@ifoch.bas-net.by.

Басалаева Людмила Ивановна – канд. хим. наук, ст. науч. сотрудник, Институт физико-органической химии НАН Беларуси (ул. Сурганова, 13, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: Basalaeva@ifoch.bas-net.by.

Атажанова Гаянэ Абдулкахимовна – член-кор., д-р хим. наук, профессор, зав. лаб. химии терпеноидов, Международный научно-производственный холдинг «Фитохимия» (ул. М. Газалиева, 4, 100009, Караганда, Республика Казахстан). E-mail: g\-atazhanova@yandex.ru.

Адеkenov Сергазы Мынжасарович – академик, д-р хим. наук, профессор, председатель правления, Международный научно-производственный холдинг «Фитохимия» (ул. М. Газалиева, 4, 100009, Караганда, Республика Казахстан). E-mail: arglabin@phyto.kz.

Для цитирования

Синтез амидопроизводных пулегона / Н. Г. Козлов [и др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хім. навук. – 2017. – № 2. – С. 61–65.

Information about the authors

Kozlov Nikolay Gelevich – D. Sc. (Chemistry), Senior Researcher, Institute of Physical Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus (13 Surganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: loc@ifoch.bas-net.by.

Basalaeva Ludmila Ivanovna – Ph. D. (Chemistry), Senior Researcher, Institute of Physical Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus (13 Surganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Basalaeva@ifoch.bas-net.by.

Atazhanova Gayane Abdulkahimovna – Cor. Member, D.Sc. (Chemistry), Professor, head of the laboratory of chemistry of terpenoid, Joint-stock company «International research and production holding «Fitokhimiya» (4 M. Gazaliyeva Str., 100009, Karaganda, Republic of Kazakhstan). E-Mail: g\-atazhanova@yandex.ru.

Adekenov Sergazy Munzasarovich – Academician, D.Sc. (Chemistry), Professor, Chairman of the board, Joint-stock company «International research and production holding «Fitokhimiya» (4 M. Gazaliyeva Str., 100009, Karaganda, Republic of Kazakhstan). E-mail: arglabin@phyto.kz.

For citation

Kozlov N. G., Basalaeva L. I., Atazhanova G. A., Adekenov S. M. Synthesis of pulegone amido derivatives. *Vesti Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya khimichnykh navuk*. [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, chemical series], 2017, no. 2, pp. 61–65. (In Russian).