

Э. О. Чухаджян\*, А. С. Gabriелян, А. Р. Геворкян, Г. А. Паносян<sup>а</sup>,  
Т. Д. Карапетян<sup>б</sup>

**ПОВЕДЕНИЕ БРОМИДОВ ДИАЛКИЛАЛЛИЛ(4-ГИДРОКСИБУТИН-2-ИЛ)АММОНИЯ ПО ОТНОШЕНИЮ К ПОРОШКООБРАЗНОМУ ГИДРОКСИДУ НАТРИЯ И ВОДНОЙ ЩЕЛОЧИ**

Бромиды диалкилаллил(4-гидроксибутин-2-ил)аммония под действием двукратного мольного количества порошкообразного гидроксида натрия в присутствии нескольких капель метанола при комнатной температуре подвергаются перегруппировке Стивенса с переносом реакционного центра, образуя замещенные аминоспирты с алленовой группировкой, внутримолекулярная циклизация и конкурентная гидратация которых приводят к образованию смеси диалкил(4-аллил-2,5-дигидрофуран-2-ил)аминов и диалкиламино-3-аллил-4-гидроксибута-нонов с общими выходами 37–41%. При водно-щелочном расщеплении бромидов диалкилаллил(4-гидроксибутин-2-ил)аммония продукты внутримолекулярной циклизации – диалкил(4-аллил-2,5-дигидрофуран-2-ил)амины – получают в инди-видуальном виде с выходами 38–41%. В условиях как перегруппировки Стивенса, так и водно-щелочного расщепления образуются также вторичные амины с выходами 15–17%. В качестве неаминных продуктов получают смеси соединений, которые, по данным ИК спектра, содержат несопряженную и сопряженную карбонильные группы, причем реакцией серебряного зеркала установлено наличие альдегидной группы.

**Ключевые слова:** бромиды диалкилаллил(4-гидроксибутин-2-ил)аммония, гидроксид натрия, диалкил(4-аллил-2,5-дигидрофуран-2-ил)амины, внутримолекулярная циклизация, водно-щелочное расщепление, перегруппировка Стивенса.

Ранее нами было показано, что ениновые аммониевые соли, в молекулах которых в положении 1 диенового фрагмента находится аллильный заместитель, в основном подвергаются внутримолекулярной циклизации [1]. Выявлена также способность 1-замещенной пропин-2-ильной и 4-гидроксибутин-2-ильной групп вовлекаться во внутримолекулярную циклизацию в качестве  $\pi^2$ -фрагмента [2–4].

В продолжение исследований в области катализируемой основанием внутримолекулярной циклизации непредельных аммониевых солей нам казалось интересным выявить способность 1-аллил-4-гидроксибутин-2-ильной группы к вовлечению в циклизацию в качестве  $\pi^2$ -фрагмента.

Исходные диалкил(1-аллил-4-гидроксибутин-2-ил)амины мы попытались получить перегруппировкой Стивенса бромидов диэтил- (**1a**), дипропил- (**1b**), дибутилаллил(4-гидроксибутин-2-ил)аммония (**1c**) и аллил(4-гидроксибутин-2-ил)морфолина (**1d**).



Предложенная схема для циклизации аминспиртов с алленовой группировкой соответствует литературным данным, согласно которым циклизация многих ацетиленовых соединений в гетероциклы протекает через промежуточные алленовые соединения [5] и алленовые амины и спирты в присутствии ионов серебра внутримолекулярно циклизуются, образуя 3-пирролины, замещенные 2,5-дигидрофураны и пираны [6–16].

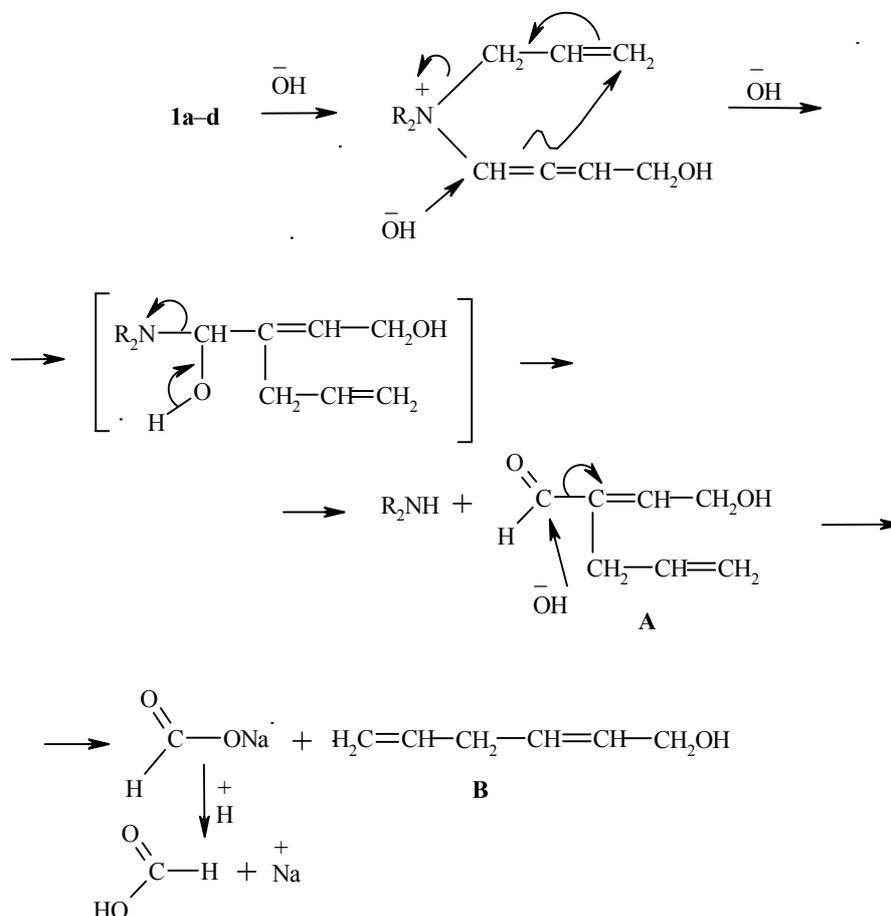
Необходимо отметить, что диалкил(4-аллил-2,5-дигидрофуран-2-ил)-амины **2a–d** в чистом виде с выходами 39–42% получаются при водно-щелочном расщеплении солей **1a–d**.

Дигидрофурановая структура **2a–d** предложена на основании спектров ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$ . Характерной особенностью этой структуры является наличие ассиметрического атома углерода в положении 2 дигидрофуранового цикла, являющееся причиной неэквивалентности геминальных протонов метиленовых групп как в положении 5 в цикле, так и вне цикла. Вследствие этого в спектрах ЯМР  $^1\text{H}$  наблюдается сложная мультиплетная структура для метиленовых групп аллильного и аминного фрагментов. Более того, в спектрах проявляются дальние спин-спиновые взаимодействия, приводящие либо к уширению, либо к дополнительному расщеплению сигналов. Так, например, протоны группы  $\text{CH}_2$  аллильного фрагмента проявляются двумя отдельными сигналами типа дублета дублетов с  $^2J \approx 16.5$  и  $^3J = 6.9$  Гц. Более того, как показывают эксперименты по двойному резонансу, эти сигналы дополнительно расщеплены из-за спин-спиновых взаимодействий с концевыми протонами винильной группы и протонами цикла в положениях 3 и 5. Наличие таких взаимодействий приводит к усложнению также сигналов Н-2 и Н-3. В спектре NOESY соединения **2d** наблюдается взаимодействие между протонами Н-2 и Н-5, а также Н-3 и Н-5, что тоже свидетельствует о циклическом строении. Характерно также наличие сигнала в области 100 м. д. в спектрах ЯМР  $^{13}\text{C}$  соединений **2c** и **2d**, отнесенное на основании двумерного корреляционного спектра  $\{^1\text{H}, ^{13}\text{C}\}$  НМРС к атому углерода в положении 2 дигидрофуранового цикла.

Установлено, что соединения **1a–d** как под действием порошкообразного NaOH, т. е. в условиях перегруппировки Стивенса [17], так и при водно-щелочном расщеплении образуют диалкиламины с выходами 15–17%, идентифицированные в виде пикратов.

В ИК спектрах смеси неаминных продуктов обнаружены полосы поглощения группировки  $-\text{C}=\text{CH}_2$  при 930, 940, 970, 1640, 3100,  $\text{O}-\text{H}$  в области 1020, 1030, 1070, 3300–3470, сопряженной и несопряженной карбонильных групп при 1690, 1710  $\text{cm}^{-1}$ , характерные для соединений **A** и **B**, а также присутствие альдегидного водорода при 2730  $\text{cm}^{-1}$ . Реакцией серебряного зеркала в смеси неаминных продуктов установлено наличие соединения **A**, образующегося по схеме 2. При вакуумной перегонке неаминные продукты разлагаются. Образование муравьиной кислоты по схеме 2 подтверждено реакцией серебряного зеркала.

Следует отметить, что в 1966 г. А. Т. Бабаян, М. Г. Инджикян и Ж. Г. Гегелян изучили водно-щелочное расщепление бромида диметилаллил-(4-гидроксиметилбутин-2-ил)аммония под действием двукратного молярного количества 25% KOH при нагревании с нисходящим холодильником



с последующей отгонкой смеси [18]. При этом в качестве аминных продуктов были получены диметиламин (36%) и диметилаллиламин (42.5%), в качестве неаминных – аллилацетон (20%), ацетон (3%) и муравьиная кислота (17%). Авторами не был получен диметил(4-аллил-2,5-дигидрофуран-2-ил)амин, так как образовавшийся диметиламино-3-аллил-4-гидроксиметилпропадиен-1,2 в условиях, использованных в работе [18], по-видимому, подвергается осмолению.

На примере бромиди дибутилаллил(4-гидроксибутин-2-ил)аммония (**1c**) показано, что диалкил(4-аллил-2,5-дигидрофуран-2-ил)амины можно получить и при использовании в качестве основания карбоната натрия, однако в этом случае требуется более длительное нагревание (3–4 ч).

Согласно данным предварительных фармакологических исследований, хлоргидраты двух аминов с гидрированным фурановым циклом обладают выраженной гипотензивной активностью.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ИК спектры сняты на спектрометре UR-20 в таблетках KBr или в вазелиновом масле. Спектры ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  получены на спектрометре Varian Mercury 300 (300 и 75 МГц соответственно) при температуре 30 °С (303 К) в  $\text{DMSO-d}_6\text{-CCl}_4$ , 1:3. Внутренний стандарт ТМС.

Исходные диалкил(4-гидроксибутирин-2-ил)амины получены по методике [19]. Состав полученных соединений установлен элементным анализом, чистота – методом ТСХ на Silufol UV-254 в системе *n*-бутанол–этанол–вода–уксусная кислота, 10:2:1:5, проявление параами иода.

**Синтез солей 1a–d** (общая методика). К раствору 20 ммоль диэтил- или дипропил-, дибутил(4-гидроксибутирин-2-ил)амины, (4-гидроксибутирин-2-ил)морфолина в 20 мл абсолютного эфира и 7 мл ацетонитрила прибавляют двукратное молярное количество бромистого аллила и реакционную смесь нагревают при 70–75 °С в течение 5–6 ч. Затем фильтрованием выделяют соли **1a–d** и промывают абсолютным эфиром (2 × 25 мл).

**Бромид диэтилаллил(4-гидроксибутирин-2-ил)аммония (1a)**. Выход 4.98 г (95%), т. пл. 123–124 °С. ИК спектр,  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 930, 970, 1630, 3100 ( $-\text{CH}=\text{CH}_2$ ), 2230 ( $-\text{C}\equiv\text{C}-$ ), 1020, 1080, 1100, 1150, 3200–3250 (O–H). Найдено, %: Br 30.18; N 5.57.  $\text{C}_{11}\text{H}_{20}\text{BrNO}$ . Вычислено, %: Br 30.53; N 5.34.

**Бромид дипропилаллил(4-гидроксибутирин-2-ил)аммония (1b)**. Выход 5.22 г (90%), т. пл. 132–133 °С. ИК спектр,  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 920, 940, 950, 970, 1630, 3100 ( $-\text{CH}=\text{CH}_2$ ), 2230 ( $-\text{C}\equiv\text{C}-$ ), 1010, 1020, 1130, 1150, 3300–3500 (O–H). Найдено, %: Br 27.23; N 4.59.  $\text{C}_{13}\text{H}_{24}\text{BrNO}$ . Вычислено, %: Br 27.59; N 4.83.

**Бромид дибутираллил(4-гидроксибутирин-2-ил)аммония (1c)**. Выход 5.5 г (87%), т. пл. 77–78 °С. ИК спектр,  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 930, 950, 970, 1630, 3080 ( $-\text{CH}=\text{CH}_2$ ), 2240 ( $-\text{C}\equiv\text{C}-$ ), 1030, 1050, 1100, 3300–3480 (O–H). Найдено, %: Br 25.51; N 4.21.  $\text{C}_{15}\text{H}_{28}\text{BrNO}$ . Вычислено, %: Br 25.16; N 4.40.

**Бромид аллил(4-гидроксибутирин-2-ил)морфолина (1d)**. Выход 5.1 г (92%), т. пл. 111–112 °С. ИК спектр,  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 940, 950, 990, 1640, 3080 ( $\text{CH}=\text{CH}_2$ ), 2220 ( $-\text{C}\equiv\text{C}-$ ), 1030, 1080, 3200–3300 (O–H). Найдено, %: Br 28.58; N 5.35.  $\text{C}_{11}\text{H}_{18}\text{BrNO}_2$ . Вычислено, %: Br 28.99; N 5.07.

**Водно-щелочное расщепление солей 1a–d** (общая методика). К раствору 10 ммоль солей **1a–d** в 3 мл воды постепенно прибавляют двукратное молярное количество 25% раствора NaOH и реакционную смесь нагревают при 90–92 °С 2 ч. Затем смесь охлаждают и экстрагируют эфиром (3 × 40 мл). Эфирный экстракт в водной среде при встряхивании титруют 0.1 н. раствором серной кислоты. Установлено наличие 6.5–7 ммоль (65–70%) аминного продукта. Эфирный экстракт при встряхивании обрабатывают 15% раствором HCl до кислой реакции. Солянокислый слой отделяют от эфирного, подщелачивают и экстрагируют эфиром, экстракт высушивают  $\text{MgSO}_4$ . После удаления эфира вакуумной перегонкой получают амины **2a–d**.

В эфирной вытяжке и отогнанной воде, полученной из смеси после подщелачивания хлоргидратов аминов, титрованием установлено наличие вторичных аминов (15–17%). Последние идентифицируют в виде пикратов. Пикраты диэтил- (155 °С), дипропил- (75 °С), дибутиламинов (98–99 °С) и морфолина (154–155 °С) не дают депрессии температуры плавления с известными образцами. Эфирный слой, содержащий неаминные продукты, высушивают  $\text{CaCl}_2$ . После отгонки эфира из 10 ммоль исходной соли получают  $\approx 0.4$  г смеси неаминных продуктов, которые, по данным ИК спектра, содержат характерные полосы поглощения  $-\text{CH}=\text{CH}_2$  при 930, 940, 970, 1640, 3100, O–H в области 1020–1030, 1070, 3300–3470, сопряженной и несопряженной карбонильных групп при 1690, 1710 и альдегидного водорода при 2730  $\text{cm}^{-1}$ . Реакцией серебряного зеркала в смеси

установлено наличие соединения А.

Реакционную смесь после экстракции эфиром подкисляют соляной кислотой и частично отгоняют растворитель. В отгоне реакцией серебряного зеркала установлено наличие муравьиной кислоты.

**Диэтил(4-аллил-2,5-дигидрофуран-2-ил)амин (2а).** Выход 0.75 г (36%), т. кип. 65 °С (1–2 мм рт. ст.),  $n_D^{20} = 1.4645$ , т. пл. пикрата 128–129 °С (EtOH). ИК спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 930, 950, 1630, 3100 ( $-\text{CH}=\text{CH}_2$ ); 1670 ( $>\text{C}=\text{C}<$ ), 1000, 1040 (C–O–C в цикле). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м. д. ( $J$ , Гц): 5.83 (1H, д. д. т,  $J_1 = 17.0$ ,  $J_2 = 10.0$ ,  $J_3 = 6.9$ ,  $\text{CH}=\text{CH}_2$ ); 5.67 (1H, к,  $J = 1.6$ , Н-3); 5.38 (1H, м, Н-2); 5.06 (1H, д. к,  $J_1 = 17.0$ ,  $J_2 \sim 1.5$ ,  $=\text{CH}_2$ ); 5.02 (1H, д. к,  $J_1 = 10.0$ ,  $J_2 \sim 1.5$ ,  $=\text{CH}_2$ ); 4.32–4.46 (2H, м, 5- $\text{CH}_2$ ); 2.77 (1H, д. д,  $J_1 = 16.6$ ,  $J_2 = 6.9$ ,  $\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ ); 2.67 (1H, д. д,  $J_1 = 16.6$ ,  $J_2 = 6.9$ ,  $\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ ); 2.60 (4H, м,  $\text{NCH}_2$ ); 1.02 (6H, т,  $J = 7.2$ ,  $\text{CH}_3$ ). Найдено, %: С 72.55; Н 10.81; N 7.44.  $\text{C}_{11}\text{H}_{19}\text{NO}$ . Вычислено, %: С 72.93; Н 10.50; N 7.73.

**Дипропил(4-аллил-2,5-дигидрофуран-2-ил)амин (2б).** Выход 0.79 г (38%), т. кип. 91 °С (1–2 мм рт. ст.),  $n_D^{20} = 1.4648$ , т. пл. пикрата 86–87 °С (EtOH). ИК спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 910, 950, 990, 1630, 3090 ( $-\text{CH}=\text{CH}_2$ ); 1670 ( $>\text{C}=\text{C}<$ ), 1040, 1070 (C–O–C в цикле). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м. д. ( $J$ , Гц): 5.82 (1H, д. д. т,  $J_1 = 17.0$ ,  $J_2 = 10.0$ ,  $J_3 = 6.9$ ,  $\text{CH}=\text{CH}_2$ ); 5.68 (1H, к,  $J = 1.6$ , Н-3); 5.36 (1H, м, Н-2); 5.05 (1H, д. к,  $J_1 = 17.0$ ,  $J_2 \sim 1.5$ ,  $=\text{CH}_2$ ); 5.03 (1H, д. к,  $J_1 = 10.0$ ,  $J_2 \sim 1.5$ ,  $=\text{CH}_2$ ); 4.32–4.46 (2H, м, 5- $\text{CH}_2$ ); 2.79 (1H, д. д,  $J_1 = 16.4$ ,  $J_2 = 6.9$ ,  $\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ ); 2.66 (1H, д. д,  $J_1 = 16.4$ ,  $J_2 = 6.9$ ,  $\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ ); 2.45 (4H, м,  $\text{NCH}_2$ ); 1.44 (4H, м,  $\text{CH}_2\text{CH}_3$ ); 0.86 (6H, т,  $J = 7.4$ ,  $\text{CH}_3$ ). Найдено, %: С 74.27; Н 11.35; N 6.31.  $\text{C}_{13}\text{H}_{23}\text{NO}$ . Вычислено, %: С 74.64; Н 11.00; N 6.70.

**Дибутил(4-аллил-2,5-дигидрофуран-2-ил)амин (2с).** Выход 0.9 г (38%), т. кип. 102 °С (1–2 мм рт. ст.),  $n_D^{20} = 1.4640$ , не образует пикрата. ИК спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 910, 990, 1630, 3100 ( $-\text{CH}=\text{CH}_2$ ); 1670 ( $>\text{C}=\text{C}<$ ); 1050, 1080 (C–O–C в цикле). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м. д. ( $J$ , Гц): 5.82 (1H, д. д. т,  $J_1 = 17.0$ ,  $J_2 = 10.0$ ,  $J_3 = 6.9$ ,  $\text{CH}=\text{CH}_2$ ); 5.68 (1H, к,  $J = 1.6$ , Н-3); 5.36 (1H, м, Н-2); 5.05 (1H, д. к,  $J_1 = 17.0$ ,  $J_2 \sim 1.5$ ,  $=\text{CH}_2$ ); 5.04 (1H, д. к,  $J_1 = 10.0$ ,  $J_2 \sim 1.5$ ,  $=\text{CH}_2$ ); 4.32–4.46 (2H, м, 5- $\text{CH}_2$ ); 2.78 (1H, д. д,  $J_1 = 16.6$ ,  $J_2 = 6.9$ ,  $\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ ); 2.66 (1H, д. д,  $J_1 = 16.6$ ,  $J_2 = 6.9$ ,  $\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ ); 2.50 (4H, т,  $J = 7.2$ ,  $\text{NCH}_2$ ); 1.17–1.49 (8H, м,  $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ ); 0.91 (6H, т,  $J = 7.2$ ,  $\text{CH}_3$ ). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$ ,  $\delta$ , м. д.: 138.2 (C-4); 134.4 ( $\text{CH}=\text{CH}_2$ ); 123.0 (C-3); 115.7 ( $=\text{CH}_2$ ); 100.0 (C-2); 72.3 (C-5); 47.6 ( $\text{NCH}_2$ ); 31.1 (4- $\text{CCH}_2$ ); 30.1 ( $\text{CH}_2$ ); 19.9 ( $\text{CH}_2$ ); 13.6 ( $\text{CH}_3$ ). Найдено, %: С 75.47; Н 11.71; N 5.63.  $\text{C}_{15}\text{H}_{27}\text{NO}$ . Вычислено, %: С 75.95; Н 11.39; N 5.91.

**(4-Аллил-2,5-дигидрофуран-2-ил)морфолин (2д).** Выход 0.8 г (41%), т. кип. 85–86 °С (1–2 мм рт. ст.),  $n_D^{20} = 1.4985$ , т. пл. пикрата 83–84 °С (EtOH). ИК спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 920, 960, 990, 1620, 3080 ( $-\text{CH}=\text{CH}_2$ ); 1670 ( $>\text{C}=\text{C}<$ ); 1030, 1070 (C–O–C в цикле). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м. д. ( $J$ , Гц): 5.85 (1H, д. д. т,  $J_1 = 17.0$ ,  $J_2 = 10.0$ ,  $J_3 = 6.9$ ,  $\text{CH}=\text{CH}_2$ ); 5.75 (1H, к,  $J = 1.6$ , Н-3); 5.17 (1H, м, Н-2); 5.08 (1H, д. к,  $J_1 = 17.0$ ,  $J_2 \sim 1.5$ ,  $=\text{CH}_2$ ); 5.04 (1H, д. к,  $J_1 = 10.0$ ,  $J_2 \sim 1.5$ ,  $=\text{CH}_2$ ); 4.45 (2H, м, 5- $\text{CH}_2$ ); 3.56 (4H, т,  $J = 4.8$ ,  $\text{OCH}_2$ ); 2.74 (2H, м,  $\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ ); 2.61 (2H, д. т,  $J_1 = 11.6$ ,  $J_2 = 4.8$ ,  $\text{NCH}_2$ ); 2.48 (2H, д. т,  $J_1 = 11.6$ ,  $J_2 = 4.8$ ,  $\text{NCH}_2$ ). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$ ,  $\delta$ , м. д.: 136.4 (C-4); 134.2 ( $\text{CH}=\text{CH}_2$ ); 124.0 (C-3); 115.9 ( $=\text{CH}_2$ ); 101.3 (C-2); 73.4 (C-5); 62.2 ( $\text{OCH}_2$ ); 46.7 ( $\text{NCH}_2$ ); 30.9 (4- $\text{CCH}_2$ ). Найдено, %: С 67.35; Н 8.41; N 7.47.  $\text{C}_{11}\text{H}_{17}\text{NO}_2$ . Вычислено, %: С 67.69; Н 8.72; N 7.18.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Э. О. Чухаджян, Эл. О. Чухаджян, К. Г. Шахатуни, Л. А. Манасян, А. Т. Бабаян, *ХГС*, 213 (1994). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **30**, 192 (1994)].
2. А. Т. Бабаян, Э. О. Чухаджян, Л. А. Манасян, *ЖОрХ*, **15**, 942 (1979).

3. Э. О. Чухаджян, А. Р. Геворкян, Эл. О. Чухаджян, К. Г. Шахатуни, Ф. С. Киноян, Г. А. Паносян, *ХГС*, 34 (2004). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **40**, 29 (2004)].
4. А. Р. Геворкян, Э. О. Чухаджян, Эл. О. Чухаджян, Г. А. Паносян, *ХГС*, 212 (2004). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **40**, 177 (2004)].
5. R. Fuks, H. G. Viehe, in: *Chemistry of Acetylenes*, H. G. Viehe (Ed.), Marcel Dekker, New York, 1969, p. 425.
6. A. Claesson, C. Sahlberg, K. Luthman, *Acta Chem. Scand.*, B, **33**, 309 (1979).
7. R. Mantione, Y. Leroux, H. Normant, *C. R. Acad. Sci.*, C, **270**, 1808 (1970).
8. F. Toda, T. Komoda, K. Akagi, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **41**, 1493 (1968).
9. R. Gelin, S. Gelin, M. Bertrand, *Bull. Soc. Chim. Fr.*, 720 (1972).
10. S. Hoff, L. Brandsma, *Rec. Trav. Chim.*, **88**, 845 (1969).
11. G. Leandri, H. Monti, M. Bertrand, *Tetrahedron*, **30**, 289 (1974).
12. R. Gelin, M. Albrand, S. Gelin, *C. R. Acad. Sci.*, C, **269**, 241 (1969).
13. R. Gelin, S. Gelin, M. Albarand, *Bull. Soc. Chim. Fr.*, 1946 (1972).
14. S. Hoff, L. Brandsma, J. F. Arens, *Rec. Trav. Chim.*, **88**, 609 (1969).
15. G. Bandz, *Ark. Kemi*, **14**, 475 (1959).
16. F. Bohlmann, P. Herbst, H. Gleinig, *Chem. Ber.*, **94**, 948 (1961).
17. Э. О. Чухаджян, М. К. Налбандян, Г. А. Паносян, *ХГС*, 528 (2007). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **43**, 430 (2007)].
18. А. Т. Бабаян, Ж. Г. Гегелян, М. Г. Инджикян, *ЖОрХ*, **2**, 2117 (1966).
19. Э. О. Чухаджян, А. Р. Геворкян, Эл. О. Чухаджян, К. Г. Шахатуни, *ЖОрХ*, **36**, 1304 (2000).

Институт органической химии НАН РА,  
Ереван 0091, Республика Армения  
e-mail: g.amali@mail.ru

Поступило 06.07.2007  
После доработки 27.08.2008

<sup>a</sup>Центр исследования строения молекул НАН РА,  
Ереван 0014, Республика Армения  
e-mail: henry@msrc.am

<sup>b</sup>Ереванский государственный медицинский  
университет им. М. Гераци,  
Ереван 0025, Республика Армения  
e-mail: davidovnapphys@mail.ru