

Г. Т. Суханов, А. Г. Суханова, Ю. В. Шейков

РЕАКЦИИ ПРОИЗВОДНЫХ 3-НИТРО-1,2,4-ТРИАЗОЛОВ
С АЛКИЛИРУЮЩИМИ АГЕНТАМИ5*. СЕЛЕКТИВНЫЙ СИНТЕЗ СОЛЕЙ 1,4-ДИАЛКИЛ-, 1,4,5-ТРИАЛКИЛ-
3-НИТРО-1,2,4-ТРИАЗОЛИЕВ ИЗ 1-АЛКИЛ-, 4,5-ДИАЛКИЛ-3-НИТРО-
1,2,4-ТРИАЗОЛОВ И ДИАЛКИЛСУЛЬФАТОВ

Взаимодействие $N_{(1)}$ -алкилзамещенных 3-нитро-5-R-1,2,4-триазолов с диалкилсульфатами происходит селективно и приводит к соответствующим солям 1,4-диалкил-, 1,4,5-триалкил-3-нитро-1,2,4-триазолиев. Взаимодействие $N_{(4)}$ -алкилзамещенных 3-нитро-5-R-1,2,4-триазолов приводит к смеси солей 1,4-диалкил-, 1,4,5-триалкил-3-нитро-1,2,4-триазолиев и 1,4-диалкил-, 1,3,4-триалкил-1,2,4-триазол-5-онам с преобладанием четвертичных солей.

Ключевые слова: N-алкил-3-нитро-5-R-1,2,4-триазолы, 3-нитро-5-R-1,2,4-триазолы, кватернизация, селективность.

Вероятность и скорость кватернизации симбатна основности гетероцикла [2]. 1,2,4-Триазолы с электронодонорными заместителями легко образуют четвертичные и даже дичетвертичные соли [3]. Введение нитрогруппы в положение 3 или 5 гетероцикла приводит к существенному изменению зарядов на его атомах, значительно уменьшает эффективный отрицательный заряд [4], поэтому основной проблемой при кватернизации нитротриазолов является низкая основность циклических атомов азота, обусловленная наличием в гетероцикле электроноакцепторной нитрогруппы, а также региоселективность процесса, связанная с амбидентным характером нитротриазольного цикла. Это обуславливает необходимость поиска оптимальных условий проведения реакции. Кроме того, при проведении реакции образуются заряженные частицы, поэтому возникает вопрос о месте локализации заряда.

В качестве объектов исследования использованы N-алкил-3-нитро-5-R-1,2,4-триазолы:

$N_{(1)}$ -алкилизомеры: 1-метил- (1), 1-этил- (2), 1,5-диметил- (3) и 5-метил-1-этил- (4) 3-нитро-1,2,4-триазолы;

$N_{(4)}$ -алкилизомеры: 4-метил- (5), 4-этил- (6), 4,5-диметил- (7), 5-метил-4-этил- (8) 3-нитро-1,2,4-триазолы.

Продолжая исследования взаимодействия производных нитротриазолов с алкилирующими агентами [4–6], изучено влияние местоположения N-заместителя на селективность кватернизации N-алкил-3-нитро-1,2,4-триазолов.

* Сообщение 4 см. [1].

Согласно данным [5, 6], при взаимодействии N-незамещенных 3-нитро- и 5-метил-3-нитро-1,2,4-триазолов (**9**, **10**) с избытком диалкилсульфатов (ДАС) образуется сложная смесь веществ – продуктов N-моноалкилирования, 1,4-диалкилирования 3-нитро-5-R-1,2,4-триазолов и 1,4-диалкил-5-R-1,2,4-триазол-5-онов. Основными продуктами алкилирования нитротриазолов **9**, **10** диметилсульфатом (ДМС) являются N-монометил-3-нитро-5-R-1,2,4-триазолы (суммарный выход смеси изомеров 53–73%, соотношение N₍₁₎-, N₍₂₎- и N₍₄₎-метил-3-нитро-5-R-1,2,4-триазолов составляет в среднем 0.035:1.0:7.75), доля 1,4-ди-, 1,3,4-триметил-1,2,4-триазол-5-онов в смеси продуктов 3–6%, выход 1,4-ди- и 1,4,5-триметил-3-нитро-1,2,4-триазолиевых солей не высок и составляет 8–12% [5].

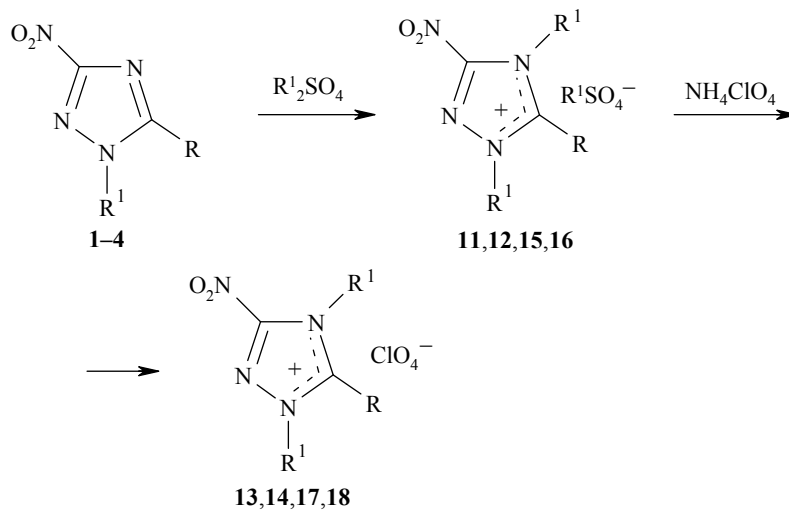
Увеличение избытка ДМС до 2–3-кратного снижает выход продуктов N-моноалкилирования нитротриазолов до 15–24% и повышает до 45–60% выход 1,4-диметил- и 1,4,5-триметил-3-нитро-1,2,4-триазолиевых солей метилсерной кислоты **11**, **12** или соответствующих им солей хлорной кислоты **13**, **14**.

В случае использования диэтилсульфата (ДЭС) [6] из N-монозамещенных 3-нитро-5-R-1,2,4-триазолов были получены только N₍₂₎-изомеры – 5-нитро-1-этил-, 3-метил-5-нитро-1-этил-1,2,4-триазолы и N₍₄₎-изомеры **6**, **8** (суммарный выход смеси 26.3 и 45.3%, соотношение N₍₂₎- и N₍₄₎-изомеров 1.0:2.7 и 1.0:2.3 соответственно). Значительно по сравнению с метильными аналогами повышается выход этилированных триазолонов – 1,4-диэтил- и 3-метил-1,4-диэтил-1,2,4-триазол-5-онов (36.7 и 29.4%). Выход 1,4-диэтил-, 1,4-диэтил-5-метил-3-нитро-1,2,4-триазолиевых солей этилсерной (**15**, **16**) и соответствующих им солей хлорной кислоты (**17**, **18**) также, как при использовании в качестве кватернизирующего агента ДМС, не высок и составляет 9.7 и 5.5%.

Применение мягких алкилирующих агентов, таких как иодистый метил и бромистый этил, для кватернизации алкилнитротриазолов не было успешным. Поэтому, учитывая достаточно высокую активность диалкилсульфатов в образовании четвертичных солей из N-незамещенных нитротриазолов [5, 6] для дальнейшего исследования процессов кватернизации N-алкилнитротриазолов целесообразно применение этих алкилирующих агентов.

При изучении кватернизации N-монозамещенных алкилнитротриазолов возникает вопрос о селективности процесса. При этом положении алкильного заместителя у циклических атомов азота N₍₁₎- или N₍₄₎-монозамещенные 3-нитро-5-R-1,2,4-триазолы оказывают существенное влияние на условия проведения реакции, выход, структуру и свойства получаемых продуктов (табл. 1). У производных 1-алкил- и 4-алкил-3-нитро-5-R-1,2,4-триазолов для атаки электрофильным агентом доступны по два неравноценных атома – N₍₂₎, N₍₄₎ и N₍₁₎, N₍₂₎ соответственно. По-видимому, нитротриазолы с замещенными атомами азота, в частности N₍₁₎-замещенные, из-за пониженной нуклеофильности и пространственных затруднений не могут быть кватернизованы в α -положение к заместителю.

происходит селективно по наиболее основному атому N₍₄₎ и приводит к образованию 1,4-диметил-, 1,4,5-триметил- (**11–14**) и 1,4-диэтил-, 5-метил-1,4-диэтил- (**15–18**) 3-нитро-1,2,4-триазолиевых солей метилсерной и хлорной кислот:



1, 11, 13 R = H, R¹ = Me; 2, 15, 17 R = H, R¹ = Et; 3, 12, 14 R = R¹ = Me;
4, 16, 18 R = Me, R¹ = Et

Образование нитротриазолиевых солей **11**, **12**, **15**, **16** из 1-замещенных нитротриазолов **1–4** происходит по следующей схеме. Электрофильный реагент атакует нитротриазолы по доступной для координации неподеленной паре электронов атома N₍₄₎ или по π-связи при нем с локализацией заместителя на атоме N₍₄₎. Взаимодействие N₍₁₎-алкилзамещенных 3-нитро-1,2,4-триазолов **1–4** с ДМС или ДЭС происходит гладко при температурах не более 100 °С. Алкилсернокислые соли 1,4-диметил- (**11**, **12**) и 1,4-диэтил- (**15**, **16**) 3-нитро-5-R-1,2,4-триазолиев достаточно хорошо растворимы в реакционных средах и воде, гигроскопичны, поэтому их выделяли с высоким выходом (85–90% на исходный алкилнитротриазол) обменной реакцией в виде соответствующих солей хлорной кислоты (**13**, **14**, **17**, **18**).

Тот факт, что N-алкил-3-нитро-1,2,4-триазолы, замещенные в положениях 1 или 1,5, кватернизируются по атому N₍₄₎ хорошо согласуется с данными взаимодействия изомерных N₍₁₎-метил-3-нитро-1,2,4-триазолов с простейшим электрофилом – протоном [7].

В силу меньшей растворимости и гигроскопичности триалкилзамещенные нитротриазолиевые соли алкилсерных кислот можно выделять в индивидуальном виде путем разбавления реакционной массы ацетоном, в частности, этим способом выделена 1,4,5-триметил-3-нитро-1,2,4-триазолиевая соль метилсерной кислоты (**12**).

В целом, при исчерпывающем алкилировании ненасыщенных гетероциклических соединений центры кватернизации не всегда совпадают с последующей локализацией положительного заряда. Делокализация положительного заряда показана в литературе на нескольких примерах изомерных тетразолиевых солей [8, 9]. Аналогичные данные получены нами

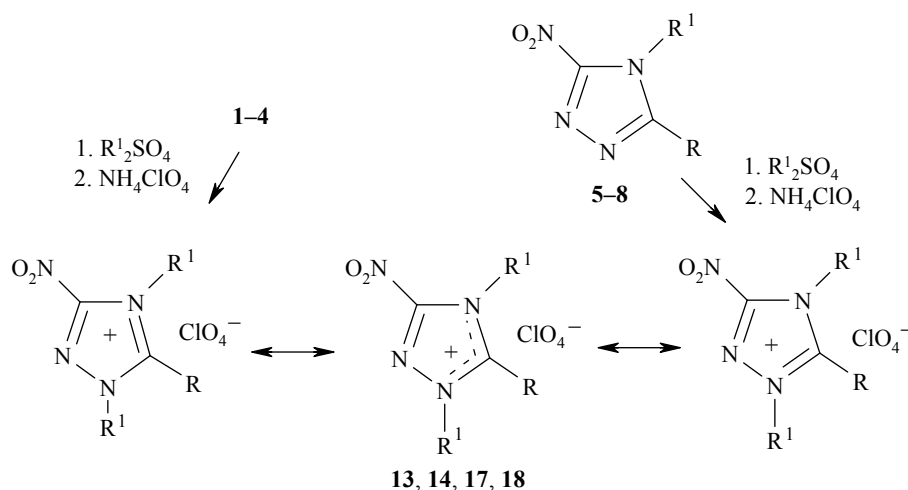
Т а б л и ц а 1

Условия реакции кватернизации диалкилсульфатами

**N-алкил-3-нитро-5-R-1,2,4-триазолов 1–8, характеристики образующихся солей
1,4-диалкил- и 1,4,5-триалкил-3-нитро-1,2,4-триазолиев 12–14, 17, 18**

Исходные реагенты			Условия реакции		3-Нитро-5-R-1,2,4-триазолиевая соль	Т. пл., °С (из воды)	Выход, %
Азол	ДАС	Азол: ДАС, моль/моль	Время, ч	Т, °С			
1	ДМС	1:2	1	78–80	13	171–173	90
5	ДМС	1:2	2	25–30	13		60
3	ДМС	1:3	3	90–95	12	160–164	83
3	ДМС	1:3	3	90–95	14	196–198	90
7	ДМС	1:2	2	25–30	14		55
2	ДЭС	1:3	8	92–97	17	150–151	86
6	ДЭС	1:4	3	25–30	17		54
4	ДЭС	1:3	8	92–97	18	168–170	79
8	ДЭС	1:2	3	25–30	18		56

при синтезе 1,4-алкил-3-нитро-5-R-1,2,4-триазолиевых солей. Например, встречным синтезом из N₍₁₎- и N₍₄₎-изомерных нитротриазолов (соответственно 1–4 и 5–8) с разными выходами (табл. 1) получены соли нитротриазолиев 13, 14, 17, 18.

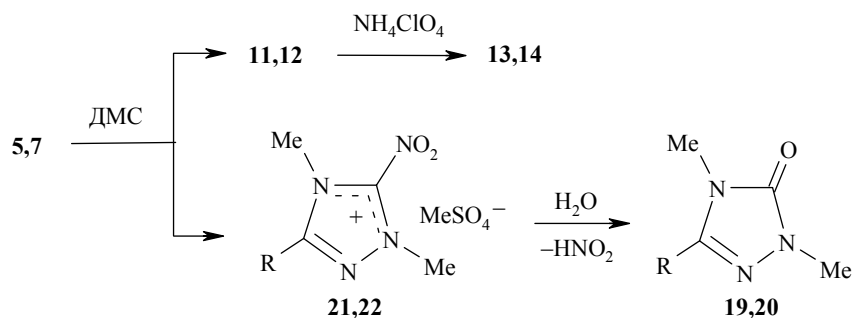


5 R = H, R¹ = Me; 6 R = H, R¹ = Et; 7 R = R¹ = Me; 8 R = Me, R¹ = Et

Продукты кватернизации идентичны по физико-химическим и спектральным свойствам и соответствуют 1,4-диметил-3-нитротриазолиевым солям 13, 14, 17, 18, полученным также алкилированием ДАС N-неза-

мещенных нитротриазолов **9**, **10** [5, 6].

Кватернизация $N_{(4)}$ -замещенных алкилнитротриазолов диалкилсульфатами имеет свои особенности. Процесс кватернизации хорошо идет при комнатной температуре и в случае монозамещенных нитротриазолов **5–8** полностью завершается (по данным ГЖХ) за несколько часов. Увеличение температуры реакции до 40 °С приводит к неуправляемой экзотермической реакции. Свободными для атаки электрофильных агентов у производных 4-алкилнитротриазолов являются атомы $N_{(1)}$ и $N_{(2)}$. В силу этого и в отличие от $N_{(1)}$ -замещенных нитротриазолов кватернизация $N_{(4)}$ -изомеров ДАС протекает неселективно. Например, при атаке электрофильным агентом атома $N_{(1)}$ 4-метилнитротриазолов **5**, **7** образуются с выходом 60% 1,4-диметил- или 1,4,5-триметилзамещенные нитротриазолиевые соли, идентичные солям **13**, **14**, полученные также кватернизацией диметилсульфатом $N_{(1)}$ -замещенных нитротриазолов **1**, **3**, имеющих аналогичные заместители. Кроме того, как и при алкилировании нейтрального гетероцикла [5] при алкилировании 4-алкилзамещенных нитротриазолов методом ГЖХ со свидетелем и ЯМР 1H спектроскопией зафиксировано образование 1,4-диметил- (**19**) и 1,3,4-триметил- (**20**) 1,2,4-триазол-5-онов, предшественниками которых являются 1,4-диметил- (**21**) и 1,3,4-триметил- (**22**) 5-нитро-1,2,4-триазолиевые соли, образующиеся при атаке электрофильным агентом атома $N_{(2)}$.



19, **21** R = H; **20**, **22** R = Me

Структура триазолов **12–14**, **17**, **18** как 1,4-диалкил- и 1,4,5-триалкил-3-нитро-1,2,4-триазолиевых солей подтверждена ЯМР 1H , ЯМР ^{13}C и ИК спектрами (табл. 2). В ИК спектрах нитротриазолиевых солей **12–14**, **17**, **18** сохраняются характерные для нитротриазолов [10, 11] и нитротриазолиевых солей [5, 6] колебания нитрогруппы, симметричные валентные антифазные колебания в области 1565–1550 cm^{-1} ; синфазные 1340–1320 cm^{-1} и появляются интенсивные полосы поглощения аниона хлорной кислоты в области 1100 cm^{-1} (**13**, **14**, **17**, **18**) или метилсерной кислоты при 1238 cm^{-1} (**12**). В спектрах ЯМР 1H кватернизатов **13**, **17** регистрируются характеристичные сигналы протонов в положении $C_{(5)}$ гетероцикла, соответственно, при 10.31 и 10.42 м. д., пара синглетов равной интенсивности протонов двух метильных групп при 4.16 и 4.21 м. д. соли **13** и по два триплета (1.52 и 1.55 м. д.) и квадруплета (4.53 и 4.57 м. д.) этильных групп соли **17**. В спектре ЯМР 1H триазолиевой соли **14** наблюдаются три синглета равной интенсивности – два при 4.05 и 4.15 м. д.

(протоны метильных групп при атомах $N_{(4)}$ и $N_{(1)}$) и синглет протонов метильных групп у циклического атома $C_{(5)}$ при 2.89 м. д. Резонансы трех метильных групп, связанных с гетероциклом нитротриазолиевой соли **12** и приведенной выше соли **14**, практически совпадают по характеру и частоте (табл. 2).

По сравнению со спектром соли **14** в спектре соли **12** дополнительно появляется синглет метильной группы аниона метилсульфата при 3.32 м. д.

В спектрах ЯМР ^{13}C нитротриазолиевых солей **12–14**, **17**, **18** (табл. 2) регистрируется характерный сигнал атома $C_{(3)}$ при нитрогруппе, кольцевой атом $C_{(5)}-H$ (при 145.78 и 147.17 м. д. соли **13**, **17**) и кольцевой атом $C_{(5)}$, связанный с метильной группой в области 9.98–10.43 м. д. (соли **12**, **14**, **18**), а также соответствующие сигналы метильных (соли **12–14**) и этильных (соли **17**, **18**) заместителей, связанных с атомами азота нитротриазолового гетероцикла. Сигнал атома $C_{(3)}$ мало зависит от типа и положения алкильных заместителей в гетероцикле и локализуется в узком диапазоне 150.38–150.99 м. д.

Кроме того, физико-химические свойства (табл. 1), в частности, температуры плавления и спектральные характеристики нитротриазолиевых солей **12–14**, **17**, **18**, полученных алкилированием N-монозамещенных нитротриазолов и этих же солей, полученных из N-незамещенных нитротриазолов [5, 6], совпадают с таковыми, представленными в табл. 1 и 2, что свидетельствует об идентичности этих структур.

Сравнительный анализ спектров ЯМР 1H исходных нитротриазолов [4, 12] и получаемых из них нитротриазолиевых солей (табл. 2) показал, что в спектрах солей нитротриазолиев **13** и **17**, не имеющих алкильного заместителя у атома $C_{(5)}$, наблюдается существенный сдвиг сигнала протона H-5 в слабое поле относительно сигнала того же протона, по сравнению с исходными триазолами **1**, **2**, **5**, **6**. Значение химического сдвига зависит от используемого растворителя и концентрации раствора (**13**, **17**, ДМСО- d_6 : 10.31 и 10.42, **13**, **17**, CD_3CN : 9.55 и 9.65 м. д.). Для $N_{(1)}$ -изомеров **1**, **2** [4] и $N_{(4)}$ -изомеров **5**, **6** [5, 6] и продуктов их кватернизации (табл. 2) разница химического сдвига составляет 1.49–1.56 и 1.49–1.64 м. д. соответственно. Это свидетельствует об увеличении подвижности протона у атома углерода при кватернизации и образовании водородных связей с молекулами растворителя. Химические сдвиги протонов алкильных заместителей у атомов углерода или азота практически не зависят от используемого растворителя (табл. 2).

Смещение значений химических сдвигов протона у циклического углерода в результате образования четвертичных нитротриазолиевых солей свидетельствует о существенном увеличении при кватернизации СН-кислотности N-замещенных нитротриазолов, что делает эти соли более активными в реакциях дейтериеобмена и других электрофильных процессах и расширяет препаративные возможности получения на основе таких реакций новых продуктов с полезными свойствами.

Спектральные характеристики N,N-диалкиламещенных 3-нитро-5-R-1,2,4-триазолиевых солей 12–14, 17, 18

Соединение	ИК спектр, ν , см^{-1}		УФ спектр, λ_{max} , нм	Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. (J , Гц)*	Спектр ЯМР ^{13}C (ДМСО- d_6), м. д.
	λ , NO_2	ClO_4 , (SO $_4$)			
12	1550, 1340	1238 (SO $_4$)	238	2.86 (3H, с, CCH $_3$); 3.32 (3H, с, CH $_3$ SO $_4$); 4.03 (3H, с, NCH $_3$); 4.12 (3H, с, NCH $_3$)	10.43 (CCH $_3$); 35.68 (NCH $_3$); 38.83 (NCH $_3$); 53.06 (CH $_3$ SO $_4$); 150.38 (C $_{(3)}$); 156.29 (C $_{(5)}$)
13	1565, 1340	1085	229	4.16 (3H, с, NCH $_3$); 4.21 (3H, с, NCH $_3$); 10.31 (1H, с, CH) [4.17 (3H, с, NCH $_3$); 4.18 (3H, с, NCH $_3$); 9.55 (1H, с, CH)]	37.09 (NCH $_3$); 40.22 (NCH $_3$); 147.17 (C $_{(5)}$); 150.99 (C $_{(3)}$)
14	1550, 1335,	1100	240	2.89 (3H, с, CCH $_3$); 4.05 (3H, с, NCH $_3$); 4.15 (3H, с, NCH $_3$) [2.78 (3H, с, CCH $_3$); 4.08 (3H, с, NCH $_3$); 4.02 (3H, с, NCH $_3$)]	10.38 (CCH $_3$); 35.67 (NCH $_3$); 38.93 (NCH $_3$); 150.38 (C $_{(3)}$); 156.18 (C $_{(5)}$)
17	1562, 1325	1080	–	1.52 (3H, т, $J = 7.2$, CH $_3$); 1.55 (3H, т, $J = 7.2$, CH $_3$); 4.53 (2H, кв, $J = 7.2$, CH $_2$); 4.57 (2H, кв, $J = 7.2$, CH $_2$); 10.42 (1H, с, CH) [1.57 (3H, т, $J = 7.3$, CH $_3$); 1.60 (3H, т, $J = 7.3$, CH $_3$); 4.50 (2H, кв, $J = 7.3$, CH $_2$); 4.61 (2H, кв, $J = 7.3$, CH $_2$); 9.65 (1H, с, CH)]	13.36 (CH $_2$ CH $_3$); 13.62 (CHCH $_3$); 46.72 (NCH $_2$); 49.09 (NCH $_2$); 145.78 (C $_{(5)}$); 150.92 (C $_{(3)}$)
18	1550, 1320	1090	–	1.44 (3H, т, $J = 7.2$, CH $_3$); 1.45 (3H, т, $J = 7.2$, CH $_3$); 2.94 (3H, с, CCH $_3$); 4.49 (2H, кв, $J = 7.25$, CH $_2$); 4.53 (2H, кв, $J = 7.25$, CH $_2$) [1.47 (3H, т, $J = 7.3$, CH $_3$); 1.51 (3H, т, $J = 7.3$, CH $_3$); 2.82 (3H, с, $J = 7.3$, CCH $_3$); 4.41 (2H, кв, $J = 7.3$, CH $_2$); 4.52 (2H, кв, $J = 7.3$, CH $_2$)]	9.98 (CCH $_3$); 13.11 (CH $_2$ CH $_3$); 13.17 (CH $_2$ CH $_3$); 44.89 (NCH $_2$); 47.14 (NCH $_2$); 150.39 (C $_{(3)}$); 155.32 (C $_{(5)}$)

* Спектры ЯМР ^1H снимали в ДМСО- d_6 ; в квадратных скобках приведены спектры, снятые в CD $_3$ CN.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Спектры ЯМР ^1H и ЯМР ^{13}C снимали на спектрометре Bruker AM-400 (400 и 100 МГц соответственно), внутренний стандарт ТМС. ИК спектры – на приборе Perkin-Elmer в таблетке KBr, УФ спектры – на приборе Specord. Газохроматографический анализ продуктов реакции проводили методом внутреннего стандарта на хроматографе CHROM-5 с пламенно-ионизационным детектором, стеклянной колонкой ($l = 200$ мм, $d = 3$ мм) с насадкой силоксанового эластомера SE-30, газ-носитель – азот (40 мл/мин), температура термостата 180 °С, испарителя 220 °С, детектора 220 °С. Температуру плавления определяли на малогабаритном нагревательном столе Voetius с наблюдательным устройством РНМК-05.

Подготовка компонентов и реагентов.

N-Алkil-3-нитро-5-R-1,2,4-триазолы и триазолоны **1–8**, **19**, **20**, являющиеся исходными веществами, образцами сравнения и свидетелями при изучении спектров ЯМР ^1H и ГЖХ, синтезировали по методикам [4, 5, 13].

Диалкилсульфаты для удаления примеси кислоты промывают 3% раствором углекислого натрия, затем дистиллированной водой, сушат и перегоняют в вакууме (основное вещество $\geq 99.9\%$, кислоты в расчете на серную $\leq 0.1\%$).

Кватернизация $\text{N}_{(1)}$ - и $\text{N}_{(4)}$ -алкилнитротриазолов 1–8. Смесь N-алкилнитротриазолов **1–8** и диметилсульфата в молярном соотношении от 1:2 до 1:4 медленно при интенсивном перемешивании нагревают до 80–95 °С (нитротриазолы **1–4**) или 25–30 °С (нитротриазолы **5–8**), выдерживают 1–8 ч при указанной температуре (табл. 1), реакционную массу охлаждают до 30 °С, добавляют воду, к отделенному водному слою добавляют водный раствор аммониевой соли хлорной кислоты (5% молярный избыток по отношению к нитротриазолом **1–8**), выпавший продукт отфильтровывают.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Г. Т. Суханов, Ю. В. Филиппова, А. Г. Суханова, *ХТС*, 1584 (2006). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **42**, 1370 (2006)].
2. А. Ф. Пожарский, *Теоретические основы химии гетероциклов*, Химия, Москва, 1985, 278 с.
3. T. J. Culphey, K. S. Prasad, *J. Org. Chem.*, **37**, 2259 (1972).
4. В. В. Мельников, М. С. Певзнер, В. В. Столпакова, Л. Ф. Хорькова, *ХТС*, 409 (1971). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **7**, 377 (1971)].
5. Г. Т. Суханов, А. Ю. Лукин, *ХТС*, 1020 (2005). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **41**, 861 (2005)].
6. Г. Т. Суханов, Г. В. Сакович, А. Г. Суханова, А. Ю. Лукин, *ХТС*, 1168 (2005). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **41**, 994 (2005)].
7. Г. Т. Суханов, А. Г. Суханова, Ю. В. Ильясова, *ХТС*, 1378 (2006). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **42**, 1197 (2006)].
8. Л. И. Багал, М. С. Певзнер, *ХТС*, 558 (1970). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **6**, 517 (1970)].
9. L. A. Lee, J. W. Wheeler, *J. Org. Chem.*, **37**, 348 (1992).
10. P. N. Gaponik, O. A. Ivashkevich, V. N. Naumenko, T. B. Kovalyova, T. N. Andreeva, A. O. Koren, *Spectrochim. Acta, Pt A*, **49**, 135 (1993).
11. В. В. Мельников, В. В. Столпакова, М. С. Певзнер, Б. В. Гидаспов, *ХТС*, 707 (1973). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **9**, 651 (1973)].
12. Л. И. Багал, М. С. Певзнер, А. Н. Фролов, Н. И. Шелудякова, *ХТС*, 259 (1970). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **6**, 240 (1970)].
13. R. W. Middleton, H. Monney, J. Parrick, *Synthesis*, 740 (1984).
14. A. Bernardini, P. Viallefond, J. Daunis, M. L. Roumestant, *Bull. Soc. Chim. Fr.*, 1191 (1975).

Институт проблем химико-энергетических
технологий СО РАН, Бийск 659322
e-mail: admin@ipcet.ru
e-mail: ipcetadm@yourline.ru

Поступило 26.12.2005