

## СИНТЕЗ НОВЫХ S-ПРОИЗВОДНЫХ 2-МЕРКАПТОБЕНЗОТИАЗОЛА

Н.М. Судолова, Д.Г. Ким

Осуществлен синтез S-производных 2-меркаптобензотиазола с использованием различных оснований и растворителей. Методами ЯМР  $^1\text{H}$  и хромато-масс-спектрометрии исследовано строение полученных соединений.

*Ключевые слова:* 2-меркаптобензотиазол, 2-аллилтиобензотиазол, 2-(2-метил-2-пропенил)тиобензотиазол, 2-(3-метил-2-бутенил)тиобензотиазол, 2-(3-бутенил)тиобензотиазол, 2-(2-пропенил)тиобензотиазол, (2-бензотиазолил)тиоуксусная кислота, этил(2-бензотиазолил)тиоацетат, 2-(2-циклогексенил)тиобензотиазол, 1,2-бис(2-бензотиазолил)тиоэтан.

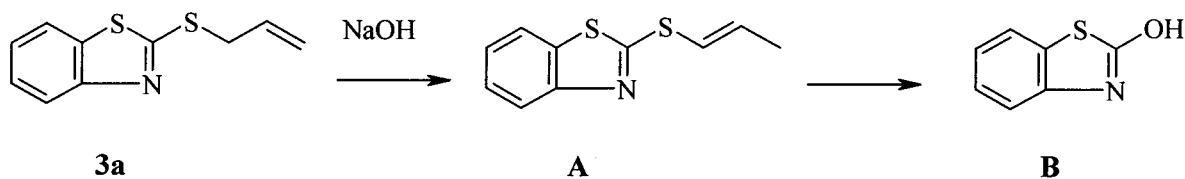
**Введение**

Производные 2-меркаптобензотиазола (2-бензотиазолилтион, каптакс) являются антиоксидантами [1], обладают противогрибковой, фунгицидной активностью [2, 3], а также широким спектром других полезных свойств, поэтому данные соединения активно исследуются.

Алкилирование 2-меркаптобензотиазола (1) различными алкилгалогенидами (2) осуществляют в присутствии основания (KOH,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , NaOMe, пиридин) в таких растворителях, как вода, этанол, ацетон [1–8].

2-Аллилтиобензотиазол (3a) был получен с высоким выходом (93 %) реакцией алилибромида (2a) с анионами 2-меркаптобензотиазола, нанесенными на полимерную матрицу. Кроме того, данным способом были получены и другие S-производные [6]. Также было показано, что быстрым и эффективным методом синтеза алкильных производных является метод с использованием ультразвука [7].

Однако большинство методов синтеза S-алкильных производных соединения 1 основано на использовании водных растворов щелочей или карбонатов щелочных металлов в качестве оснований, а также нагревании смеси для ускорения реакции. Но согласно данным [9], при нагревании в присутствии щелочи и воды соединение 3a подвергается изомеризации с образованием 2-(1-пропенилтио)бензотиазола (A), а затем гидролизу с образованием 2-гидроксибензотиазола (B):

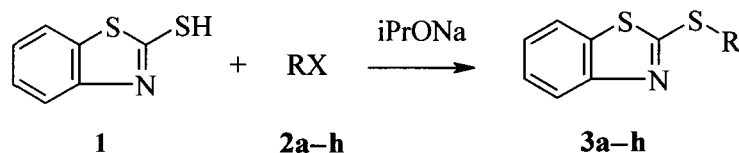


При 65 °С через 150 минут смесь состоит из 11 % 3a, 67 % A и 22 % B. Через 24 часа присутствует только соединение B.

Целью настоящей работы является синтез S-производных 2-меркаптобензотиазола с использованием различных оснований и растворителей.

**Обсуждение результатов**

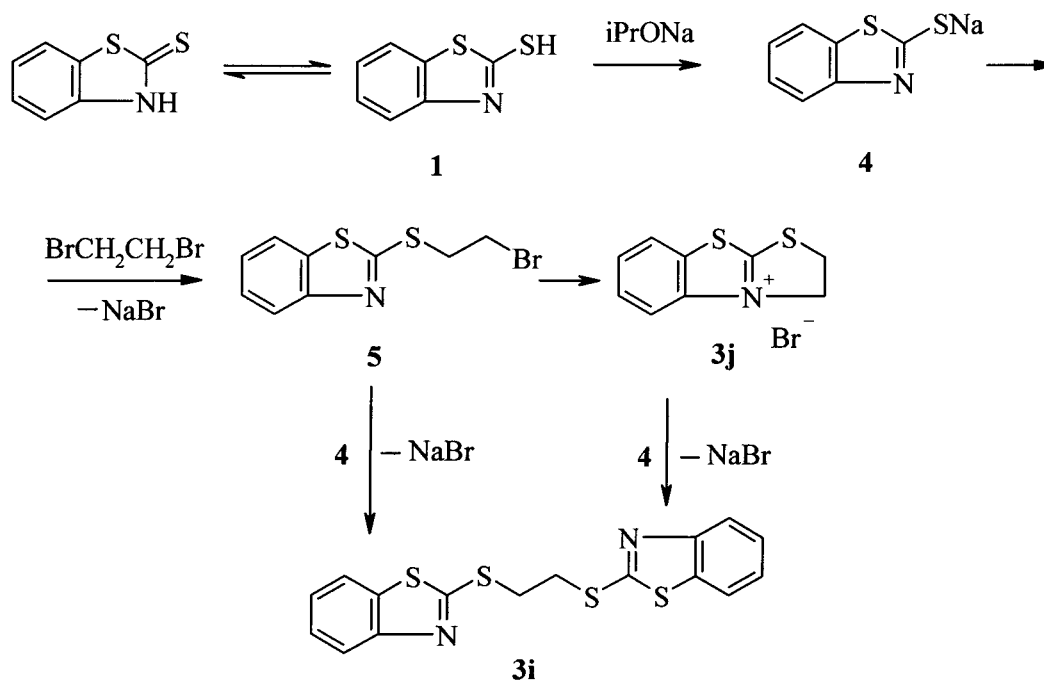
Изучено взаимодействие 2-меркаптобензотиазола с 3-бромпропеном (2a), 3-хлор-2-метилпропеном (2b), 1-бром-3-метилбутеном-2 (2c), 4-бромбутеном (2d), 3-бромпропином (2e), 3-бромциклогексеном (2f), иодуксусной кислотой (2g), этилхлорацетатом (2h). Реакцией тиазола 1 с аллилбромидом 2a нами осуществлен синтез соединения 3a в 2-пропанол в присутствии изопропилата натрия (iPrONa), выход продукта составил 83 %. При использовании KOH выход соединения 3a оказался гораздо ниже – 32 %. Кроме того, KOH использовался при получении соединения 3f, выход продукта составил всего 36 %. Соединение 3a было получено нами с достаточно высоким выходом (68 %) в ацетоне с триэтиламином в качестве основания:



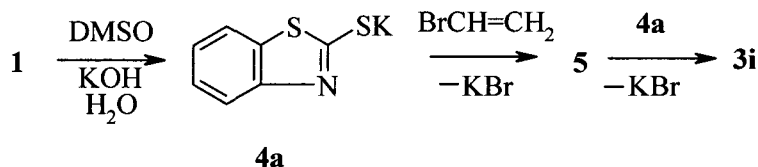
2a; 2c; 2d; 2e; 2f: X=Br; 2b; 2h: X=Cl; 2g: X=I; 2a; 3a: R=CH<sub>2</sub>CH=CH<sub>2</sub>; 2b; 3b: R=CH<sub>2</sub>C(CH<sub>3</sub>)=CH<sub>2</sub>; 2c; 3c: R=CH<sub>2</sub>CH=C(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; 2d; 3d: R=CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH=CH<sub>2</sub>; 2e; 3e: R=CH<sub>2</sub>C≡CH; 2f; 3f: R= ; 2g; 3g: R=CH<sub>2</sub>COOH; 2h; 3h: R=CH<sub>2</sub>COOC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>

Реакцией соединения 1 с галогенпроизводными 2b–h в 2-пропанол в присутствии изопрпилата натрия синтезированы соответственно 2-(2-метил-2-пропенил)тиобензотиазол (3b), 2-(3-метил-2-бутенил)тиобензотиазол (3c), 2-(3-бутенил)тиобензотиазол (3d), 2-(2-пропинил)тиобензотиазол (3e), 2-(2-циклогексенил)тиобензотиазол (3f), (2-бензотиазолил)тиоуксусная кислота (3g) и этил(2-бензотиазолил)тиоацетат (3h). Ранее [10] соединение 3g получено взаимодействием соединения 1 с монохлоруксусной кислотой в щелочном растворе воды.

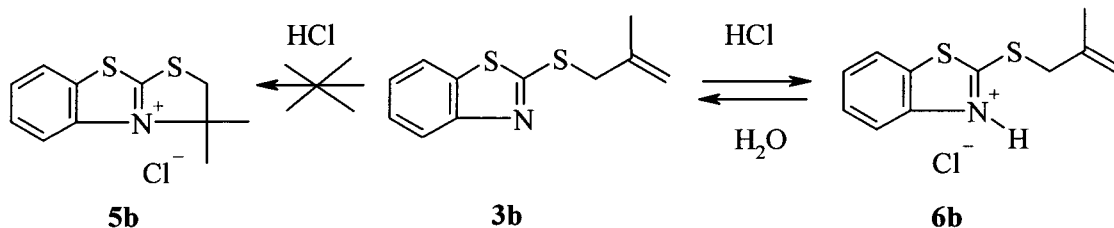
Согласно литературным данным, при взаимодействии соединения 1 с 1,2-дибромэтаном (2i) в этаноле при двукратном избытке 1 в присутствии K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> в качестве основания образуется 1,2-бис(2-бензотиазолил)тиоэтан (3i) с выходом 70 % [11]. Кроме того, существуют данные о синтезе бромида 2,3-дигидро[1,3]тиазоло[2,3-b][1,3]бензотиазолия (3j) с 75 %-ным выходом, при взаимодействии соединений 1 и 2i в диметилформамиде (ДМФА), в присутствии щелочи или K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> [12]. Нами осуществлено взаимодействие соединений 1 и 2i при соотношении исходных реагентов 1:1 в 2-пропанол и в присутствии изопрпилата натрия, при этом установлено, что образуется смесь 3i и 3j. Реакция, по-видимому, протекает через промежуточный 2-(2-бромэтил)тиобензотиазол 5, который может циклизоваться с образованием 3j или реагировать с другой молекулой 4 с образованием 3i. Соединение 3j также может реагировать с другой молекулой 4, в результате чего образуется соединение 3i. В спектре ЯМР <sup>1</sup>H смеси продуктов реакции, полученной при соотношении исходных реагентов 1:1, присутствуют сигналы протонов, относящиеся к соединениям 3i и 3j, в соотношении 20:7 соответственно. При двукратном избытке 1 в суперосновной среде (диметилсульфоксид (ДМСО)–KOH–H<sub>2</sub>O) образуется соединение 3i:



Нам удалось получить чистое соединение 3i при взаимодействии соединения 1 с бромистым винилом в среде ДМСО–KOH–H<sub>2</sub>O. По-видимому, на первой стадии происходит нуклеофильное присоединение с образованием соединения 5:

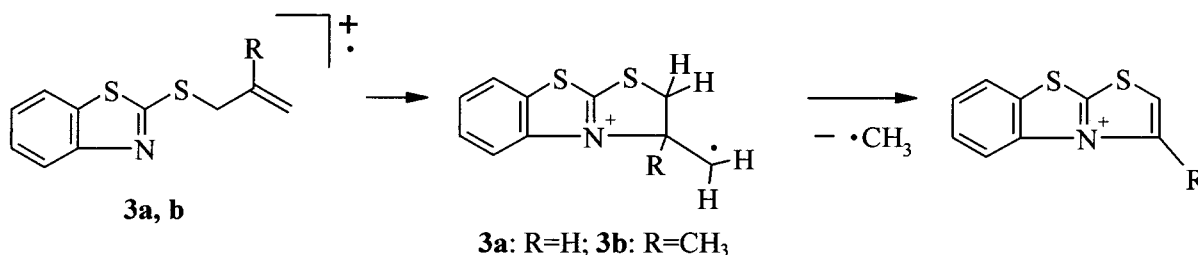


На примере соединения **3b** было исследовано взаимодействие с хлороводородной кислотой. Предполагалось, что в результате данной реакции может образоваться продукт с замыканием цикла **5b**. Однако в действительности происходило образование соединения **6b**, выпадающего из раствора в виде осадка. При действии воды на соединение **6b**, возвращался исходный 2-(2-метил-2-пропенил)тиобензотиазол **3b**:

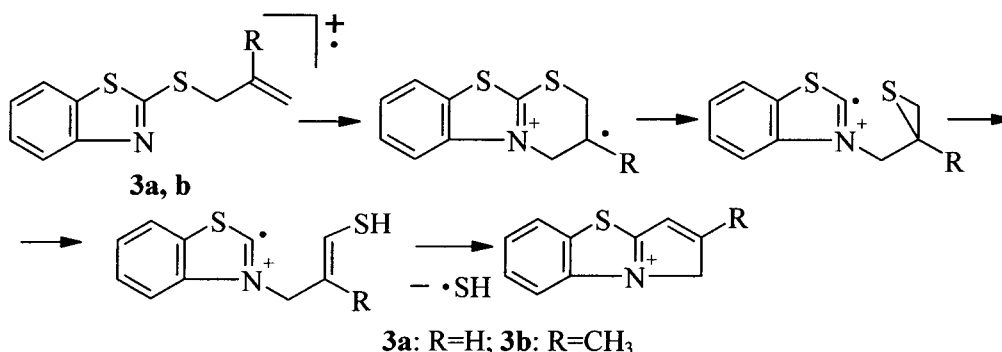


Структуры синтезированных соединений подтверждены данными масс-спектров и спектроскопии ЯМР  $^1\text{H}$ .

В масс-спектрах соединений **3a, b, e, h** присутствуют пики молекулярных ионов  $[\text{M}]^+$ , причем для соединения **3e** этот сигнал является максимальным. Сигналы ионов  $[\text{M}-\text{CH}_3]^+$  являются максимальными в масс-спектрах соединений **3a, b**. Это обусловлено образованием устойчивой ароматической тиазоло[2,3-*b*][1,3]бензотиазолиевой системы, при распаде молекулярного иона:



Кроме того, масс-спектры соединений **3a, b** содержат пик  $[\text{M}-\text{SH}]^+$ , характерный для S-аллильных производных. По-видимому, он обусловлен образованием пирроло-[2,1-*b*][1,3]бензотиазолиевой системы:



В масс-спектре соединения **3e**, кроме того, присутствует сигнал иона  $[\text{M}-\text{C}_3\text{H}_4]^+$ , соответствующий отрыву пропилильного радикала.

В масс-спектре соединения **3h**, в отличие от соединений **3a, b**, отсутствуют сигналы ионов  $[\text{M}-\text{SH}]^+$ ,  $[\text{M}-\text{CH}_3]^+$ , что, по-видимому, обусловлено невозможностью протекания выше описанных перегруппировок при фрагментации молекулярного иона.

## Органическая химия

В спектре ЯМР  $^1\text{H}$  протоны  $\text{SCH}_2$  группы соединений **3a** и **3b** образуют синглет при 3,80 и 4,02 м.д. соответственно, соединения **3c** дублет при 4,02 м.д., а соединения **3d** триплет при 3,43 м.д.

Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  продуктов взаимодействия соединений **1** и **2i** содержит синглет в области 3,85 м.д., соответствующий протонам  $-\text{SCH}_2\text{CH}_2\text{S}-$  группы, указывающий на соединение **3i**, а также мультиплеты протонов  $\text{SCH}_2$  при 4,24 м.д. и  $\text{NCH}_2$ -групп при 4,96 м.д., указывающие на соединение **3j**.

Спектральные данные синтезированных соединений

Соединение	Спектр ЯМР $^1\text{H}$ , $\delta$ , м.д. ( $J$ , Гц)
3a	3,80 (2H, м, $\text{SCH}_2$ ); 5,04 (2H, м, $=\text{CH}_2$ ); 5,80 (1H, м, $=\text{CH}$ ); 7,02 (2H, м, $\text{CH}_{\text{Ar}}$ ); 7,40 (1H, м, $\text{CH}_{\text{Ar}}$ ); 7,68 (1H, м, $\text{CH}_{\text{Ar}}$ )
3b	1,89 (3H, с, $\text{CH}_3$ ); 4,02 (2H, с, $\text{SCH}_2$ ); 4,96 (1H, м, $=\text{CH}_2$ ); 5,12 (1H, м, $=\text{CH}_2$ ); 7,21 (2H, м, $\text{CH}_{\text{Ar}}$ ); 7,72 (1H, м, $\text{CH}_{\text{Ar}}$ ); 7,88 (1H, м, $\text{CH}_{\text{Ar}}$ )
3c	1,71, 1,75 (6H, д, $\text{CH}_3$ , $J=12,69$ ); 4,02 (2H, д, $\text{SCH}_2$ , $J=7,73$ ); 5,40 (1H, м, $\text{CH}$ ); 7,11–8,02 (4H, м, $\text{CH}_{\text{Ar}}$ )
3d	2,59 (2H, м, $\text{CH}_2$ ); 3,43 (2H, т, $\text{SCH}_2$ , $J_1=7,31$ ); 5,13 (2H, м, $=\text{CH}_2$ ); 5,89 (1H, м, $=\text{CH}$ ); 7,29 (1H, м, $\text{CH}_{\text{Ar}}$ ); 7,41 (1H, м, $\text{CH}_{\text{Ar}}$ ); 7,75 (1H, м, $\text{CH}_{\text{Ar}}$ ); 7,86 (1H, м, $\text{CH}_{\text{Ar}}$ )
3f	4,26 (2H, с, $\text{CH}_2$ ); 7,37 (1H, м, $\text{CH}_{\text{Ar}}$ ); 7,47 (1H, м, $\text{CH}_{\text{Ar}}$ ); 7,84 (1H, дд, $\text{CH}_{\text{Ar}}$ , $J_1=0,45$ , $J_2=8,09$ ); 8,02 (1H, дд, $\text{CH}_{\text{Ar}}$ , $J_1=0,64$ , $J_2=7,99$ )
3g	1,2 (3H, т, $\text{CH}_3$ , $J=7,1$ ); 4,16 (2H, к, $\text{OCH}_2$ , $J=7,1$ ); 4,32 (2H, с, $\text{SCH}_2$ ); 7,38 (1H, м, $\text{CH}_{\text{Ar}}$ ); 7,47 (1H, м, $\text{CH}_{\text{Ar}}$ ); 7,83 (1H, м, $\text{CH}_{\text{Ar}}$ ); 8,03 (1H, м, $\text{CH}_{\text{Ar}}$ )
3i	3,85 (4H, с, $\text{SCH}_2\text{CH}_2\text{S}$ ); 7,36–7,40 (2H, м, $\text{CH}_{\text{Ar}}$ ); 7,45–7,49 (2H, м, $\text{CH}_{\text{Ar}}$ ); 7,80–7,82 (2H, м, $\text{CH}_{\text{Ar}}$ ); 8,01–8,03 (2H, м, $\text{CH}_{\text{Ar}}$ )
3j	4,20 (2H, м, $\text{SCH}_2$ ); 4,96 (2H, м, $\text{NCH}_2$ ); 7,74–8,30 (4H, м, $\text{CH}_{\text{Ar}}$ )

### Экспериментальная часть

Контроль индивидуальности синтезированных соединений осуществляли методом ТСХ на пластинках Silufol UV-254, элюент: 2-пропанол – гексан (3:1). Проявляли парами иода. Спектры ЯМР  $^1\text{H}$  полученных соединений записаны на спектрометре Bruker DRX-400 (400 МГц) в ДМСО- $d_6$ , внутренний стандарт ТМС. Масс-спектры (ЭУ, 70 эВ) сняты на приборе ГЖХ/МС фирмы HEWLETT PACKARD, газовый хроматограф HP-5890, серия II, масс-селективный детектор HP-5972.

**2-Аллилтиобензотиазол (3a).** *Способ 1.* Растворяют 0,23 г натрия (10 ммоль) в 15 мл 2-пропанола. К полученному раствору добавляют 1,67 г (10 ммоль) **1** и 0,85 мл (10 ммоль) **2a**. Смесь кипятят в течение 3 часов. После охлаждения, раствор фильтруют. Соединения **3a** извлекают диэтиловым эфиром после испарения растворителя из фильтрата. После испарения эфира получают соединение **3a** в виде масла коричневого цвета 1,73 г, 83 %.

*Способ 2.* Растворяют 0,4 г (10 ммоль) КОН в 15 мл 2-пропанола. К полученному раствору добавляют 1,67 г (10 ммоль) **1** и 0,85 мл (10 ммоль) **2a**. Смесь кипятят в течение 3 часов. После охлаждения раствор фильтруют. Соединение **3a** извлекают диэтиловым эфиром в виде масла светло-коричневого цвета 0,66 г (32 %).

*Способ 3.* Растворяют 0,33 г (2 ммоль) **1** в 10 мл ацетона добавляют к полученному раствору 1 г (10 ммоль) триэтиламина, по каплям при перемешивании добавляют 0,17 мл (2 ммоль) **2a**. Смесь оставляют на 24 часа при комнатной температуре. Отфильтровывают образовавшийся осадок, испаряют растворитель из фильтрата. Соединение **3a** извлекают диэтиловым эфиром в виде масла коричневого цвета 0,28 г (68 %).

*Общая методика получения соединений (3b–d, h).* Растворяют 0,23 г (10 ммоль) натрия в 15 мл 2-пропанола. К полученному раствору добавляют 10 ммоль **1** и 10 ммоль алкилгалогенида (3-хлор-2-метилпропен (**2b**), 1-бром-3-метилбутен-2 (**2c**), 4-бромбутен (**2d**), этилхлорацетат (**2h**)). Смесь кипятят в течение 3 часов. После охлаждения, раствор фильтруют. Соединения **3b–d, h** извлекают диэтиловым эфиром после испарения растворителя из фильтрата. После испарения эфира получают соединения **3b–d, h** в виде масла коричневого цвета:

2-(2-метил-2-пропенил)тиобензотиазол (**3b**). Масса 1,75 г, выход 79 %;

2-(3-метил-2-бутенил)тиобензотиазол (**3c**). Масса 1,29 г, выход 52 %;

2-(3-метил-2-бутенил)тиобензотиазол (**3d**). Масса 1,62 г, выход 73 %.

Этил(2-бензотиазолил)тиоацетат (**3h**). Масса 1,66 г, выход 69 %.

2-(2-Циклогексенил)тиобензотиазол (**3f**). Растворяют 0,11 г (1 ммоль) КОН в капле воды, добавляют к 10 мл 2-пропанола. К полученному раствору добавляют 0,31 г (1 ммоль) соединения **1** и 0,314 г (1 ммоль) **2f**. Оставляют смесь на 24 часа при комнатной температуре, отфильтровывают выпавший осадок, испаряют растворитель. Вещество **3f** извлекают гексаном, 0,18 г (36 %).

2-(2-пропинил)тиобензотиазол (**3e**). Растворяют 0,23 г (10 ммоль) натрия в 10 мл 2-пропанола при нагревании, к полученному горячему раствору добавляют 0,67 г (4 ммоль) **1** и, медленно при перемешивании, 0,36 мл (4 ммоль) **2e**. Реакционную смесь перемешивают 2 ч, затем фильтруют от осадка бромид натрия и испаряют растворитель при комнатной температуре. Вещество перекристаллизовывают из гексана, **3e** выпадает в виде желтых кристаллов, 0,51 г, 53 %, т. пл. 45 °С.

(2-Бензотиазолил)тиоуксусная кислота (**3g**). Растворяют 0,23 г (10 ммоль) натрия в 15 мл 2-пропанола. К полученному раствору добавляют 1,67 г (10 ммоль) **1** и 1,96 г (10 ммоль) **2g**. Смесь кипятят в течение 3 часов. После охлаждения, раствор фильтруют. Соединение **3g** получают в виде осадка коричневого цвета при обработке вещества, оставшегося после испарения растворителя из фильтрата, дистиллированной водой, 1,69 г, 75 %, т. пл. 130–134 °С.

1,2-Бис(2-бензотиазолил)тиоэтан (**3i**). Способ 1. Растворяют 0,8 г (20 ммоль) КОН в 15 мл ДМСО. К полученному раствору добавляют 3,34 г (20 ммоль) **1** и 0,86 мл (10 ммоль) **2i**. Смесь перемешивают в течение 3 часов. Оставляют на сутки при комнатной температуре, добавляют избыток воды. Выпавший осадок **3i** отфильтровывают и перекристаллизовывают из этанола, 2,5 г, 69 %, т. пл. 148 °С.

Способ 2. Растворяют 0,8 г (20 ммоль) КОН в 15 мл ДМСО. К полученному раствору добавляют 3,34 г (20 ммоль) **1** и 0,72 мл (10 ммоль) винилбромида. Смесь перемешивают течение 3 часов. Оставляют на сутки при комнатной температуре, добавляют избыток воды. Выпавший осадок **3i** отфильтровывают и перекристаллизовывают из этанола, 2,82 г, 78 %, т. пл. 148 °С.

Хлорид 2-(2-метил-2-пропенил)тио-1H-бензотиазолия (**6b**). Добавляют 2 мл (избыток) хлороводородной кислоты к 0,14 г (0,5 ммоль) соединения **1**. Смесь оставляют на 24 часа при температуре –10 °С. Отфильтровывают образовавшийся желтый осадок, 0,13 г (51 %), т. пл. 50–54 °С.

Элементный анализ соединений 2-(2-метил-2-пропенил)тиобензотиазола, 2-(3-метил-2-бутенил)тиобензотиазола, 2-(2-циклогексенил)тио-бензотиазола, 2-(2-пропинил)тиобензотиазола на С, Н, N и S соответствует расчетным.

### Заключение

Взаимодействием 2-меркаптобензотиазола с галогеналкенами в 2-пропаноле в присутствии изопропилата натрия синтезированы: 2-(2-метил-2-пропенил)тиобензотиазол, 2-(3-метил-2-бутенил)тиобензотиазол, 2-(2-циклогексенил)тио-бензотиазол, 2-(2-пропинил)тиобензотиазол. Найдено, что реакция 2-меркаптобензотиазола с 1,2-дибромэтаном протекает с образованием 2,3-дигидро[1,3]тиазоло[2,3-*b*][1,3]бензотиазолия и 1,2-бис(2-бензотиазолил)тиоэтана, полученного также реакцией с бромистым винилом в суперосновной среде. Структура синтезированных соединений подтверждена данными хромато-масс-спектрометрии и ЯМР <sup>1</sup>H.

### Литература

1. Synthesis, antioxidant properties and radioprotective effects of new benzothiazoles and thiadiazoles / D. Cressier, C. Prouillac, P. Hernandez et al. // Bioorganic & Medicinal Chemistry. – 2009. – № 7. – P. 5275–5284.
2. New anticandidous 2-alkylthio-6-aminobenzothiazoles / E. Sidóová, D. Loos, H. Bujdákóová, J. Kallová // Molecules. – 1997. – № 2. – P. 36–42.
3. Huang, W. Microwave-assisted one-pot synthesis and fungicidal activity of polyfluorinated 2-benzylthiobenzothiazoles / W. Huang, G.F. Yang. // Bioorg. Med. Chem. – 2006. – № 14. – P. 8280–8285.

4. Organic reactions in ionic liquids: an efficient method for selective s-alkylation of 2-mercaptobenzothia(oxa)zole with alkyl halides / Y. Hu, Z.C. Chen, Z.G. Le, Q.G. Zheng // *Synth. Commun.* – 2004. – Vol. 34, № 11. – P. 2039–2046.
5. Ultrasound promoted synthesis of thioesters from 2-mercaptobenzoxa(thia)zoles / A. Duarte, W. Cunico, C.M.P. Pereira et al. // *Ultrason. Sonochem.* – 2010. – Vol. 17. – P. 281–283.
6. Dalal, D.S. Synthesis of 2-mercaptobenzothiazole and of 2-mercaptobenzimidazole derivatives using polymer-supported anions / D.S. Dalal, N.S. Pawar, P.P. Mahulikar // *Organic Preparations and Procedures Int.* – 2005. – Vol. 37, № 6. – P. 539–546.
7. An easy and fast ultrasonic selective S-alkylation of hetarylthiols at room temperature / T. Deligeorgiev, S. Kaloyanova, N. Lesev, Juan J. Vaquero // *Ultrason. Sonochem.* – 2010. – Vol. 17. – P. 783–788.
8. Thiazole orange derivatives: synthesis, fluorescence properties, and labeling cancer cells / X. Fei, Y. Gu, Y. Ban et al. // *Bioorg. Med. Chem.* – 2009. – Vol. 17. – P. 585–591.
9. Kocevar, M. Heterocycles. CI. Synthesis and isomerization of some allylthio nitrogen heterocycles / M. Kocevar, B. Stanovnik, M. Tisler // *Croat. chem. acta.* – 1973. – Vol. 45, № 3. – P. 457–446.
10. Ким, Д.Г. Синтез солей тиазоло[2,3-*b*]бензотиазолия и тиазоло[2,3-*b*]бензоксазолия / Д.Г. Ким, И.М. Миронова, В.В. Авдин // *Известия высших учебных заведений. Серия «Химия и химическая технология».* – 1993. – Т. 36. – Вып. 12. – С. 67–70.
11. Ćasar, Z. A novel approach to N,N'-dimethyl and N,N'-ethylene bridged dibenzodithiadiazafulvalene / Z. Ćasar, D. Lorcy // *Acta Chim. Slov.* – 2002. – Vol. 49. – P. 871–883.
12. Sohar, P. Benzothiazoline derivatives. II. Preparation of N-substituted derivatives of 2-benzothiazolinethione by thiation of the 2-oxo analogs / P. Sohar, George H. Denny Jr., Robert D. Babson // *J. of Heterocyclic Chem.* – 1969. – Vol. 6. – P. 163–174.

*Поступила в редакцию 1 февраля 2011 г.*

### SYNTHESIS OF NEW 2-MERCAPTOBENZOTHAZOLE S-DERIVATIVES

**The synthesis of S-derivatives of 2-mercaptobenzothiazole using different bases and solvents has been implemented. NMR <sup>1</sup>H methods and gas chromatography-mass spectrometry has been used to identify the structure of obtained compounds.**

*Keywords: 2-mercaptobenzothiazole, 2-allylthiobenzothiazole, 2-(2-methyl-2-propenyl)thio-benzothiazole, 2-(3-methyl-2-butenyl)thiobenzothiazole, 2-(3-butenyl)thiobenzothiazole, 2-(2-propynyl)-thiobenzothiazole, (2-benzothiazolyl)thioacetic acid, ethyl (2-benzothiazolyl)thioacetate, 2-(2-cyclohexenyl)thiobenzothiazole, 1,2-bis(2-benzothiazolyl)thioethane.*

**Sudolova Natalya Mikhaylovna** – Postgraduate Student of Organic Chemistry Subdepartment, Chemistry Department, South Ural State University. 76, Lenin avenue, Chelyabinsk, 454080.

**Судолова Наталья Михайловна** – аспирант кафедры органической химии, химический факультет, ГОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет». 454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76.

E-mail: natalyasudolova@mail.ru

**Kim Dmitriy Gymnanovich** – Dr. Sc. (Chemistry), Professor, Organic Chemistry Subdepartment, Chemistry Department, South Ural State University. 76, Lenin avenue, Chelyabinsk, 454080.

**Ким Дмитрий Гымнанович** – доктор химических наук, профессор, кафедра органической химии, химический факультет, ГОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет». 454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76.

E-mail: kim\_dg48@mail.ru