

РАМАЗАНОВА

Патимат Абдулжалиловна

**ТЕРМИЧЕСКИЕ ПЕРЕГРУППИРОВКИ И  
РЕАКЦИИ С ЭЛЕКТРОФИЛЬНЫМИ РЕАГЕНТАМИ  
2-АЛЛИЛТИОБЕНЗИМИДАЗОЛА, -ОКСАЗОЛА И -ТИАЗОЛА**

02.00.03. - Органическая химия

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата химических наук



Москва 2000.

Работа выполнена на кафедре химии нефти и органического катализа химического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова и на кафедре химии Дагестанского государственного технического университета

Научные руководители:

доктор химических наук,  
профессор Анисимов А. В.

доктор химических наук,  
профессор Вагабов М.-З. В.

Официальные оппоненты:

доктор химических наук,  
профессор Юровская М. А.

доктор химических наук,  
профессор Коротеев М. П.

Ведущая организация:

ИНЭОС им. А. Н. Несмеянова РАН

Защита состоится *6 апреля* 2000 г. в 16<sup>15</sup> на заседании Диссертационного совета Д.053.05.58 в Московском Государственном университете им. М. В. Ломоносова по адресу: 119899 Москва, Воробьевы горы, МГУ химический факультет, ауд. *344*

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке химического факультета МГУ.

Автореферат разослан *6 марта* 2000 г.

Ученый секретарь диссертационного совета, к.х.н., вед. н. с.



Э. А. Шокова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Азотсодержащие гетероциклические соединения занимают одно из ведущих мест в органической химии благодаря их широкому спектру биологического действия и разнообразному применению в различных сферах жизнедеятельности человека. Особое значение имеют, в частности, производные бензимидазола, служащие основой для многочисленных лекарственных препаратов, пластификаторов, стабилизаторов и других ценных продуктов. Поэтому разработку новых методов синтеза производных бензимидазола и получение на их основе веществ, обладающих полезными свойствами, можно считать актуальной задачей. Наличие в молекулах аллилтио-замещенных бензимидазолов и соответствующих -оксазолов и -тиазолов нескольких реакционных центров создает уникальные возможности для их химического модифицирования взаимодействием с нуклеофильными и электрофильными реагентами при получении новых веществ.

Целью настоящей работы является исследование термических превращений, реакций с электрофильными агентами и окисления аллилтиобензимидазолов, -оксазолов и -тиазолов.

Работа выполнялась в соответствии с планами НИР Дагестанского государственного технического университета и химического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова при финансовой поддержке Министерства образования РФ, программа «Фундаментальные исследования в области химических технологий», грант №98-8-1. 1-80.

Научная новизна работы. Впервые проведены систематические исследования реакций 2-аллилтиобензимидазола, -оксазола и -тиазола с галоидсодержащими электрофильными агентами: дихлоркарбеном, моно- и дихлоридом серы, дихлороидатом (I) калия, а также изучены окислительные превращения указанных соединений под действием пероксида водорода.

Найдены условия получения взаимодействием 2-аллилтиобензимидазола с галоидсодержащими электрофильными агентами серосодержащих гетероциклических соединений с 5-, 6- и 7-членными циклами - новых перспективных производных бензимидазола, в том числе содержащих в своей молекуле структуру 1,4-дителиана и дисульфидный фрагмент.

На основе сравнительного изучения окисления указанных сульфидов пероксидом водорода найдены условия селективного превращения сульфидов в соответствующие сульфоксиды и сульфоны с высокими выходами.

Практическая ценность. Некоторые из синтезированных соединений были испытаны на биологическую активность в НИИ по изысканию новых антибиотиков РАМН. По заключению данной организации некоторые из них являются перспективными веществами, обладающими антимикробной активностью.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались на IV Региональной научной конференции «Химики Северного Кавказа производству» (Махачкала, 1996), научно-практической конференции «Проблемы сельскохозяйственной экологии» (Махачкала, 1997), на Международной научной конференции «Органический синтез и комбинаторная химия» (Москва, 1999), XX Всероссийской конференции по химии и технологии органических соединений серы (Казань, 1999), на Международной конференции по производству и применению реактивов и реагентов «Реактив-99» (Москва, 1999).

Публикации результатов. По теме диссертации опубликовано 7 работ, в том числе 2 статьи и 5 тезисов докладов.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на страницах машинописного текста, включая 2 таблицы. Работа состоит из введения, трех глав, выводов и списка литературы, который насчитывает литературных источников.

Первая глава представляет собой литературный обзор, посвященный химическим превращениям 2-меркаптобензимидазола и химическим превращениям бензимидазола и тиазола.

Во второй главе приведены основные результаты изучения термических превращений 2-аллилтиобензимидазола, -оксазола и -тиазола, их реакций с электрофильными реагентами и окислительных превращений.

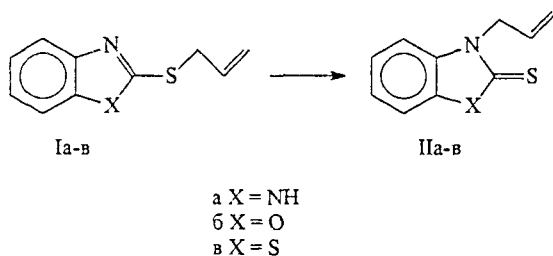
Третья глава включает методическую и экспериментальную часть и детали физико-химического анализа полученных соединений.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

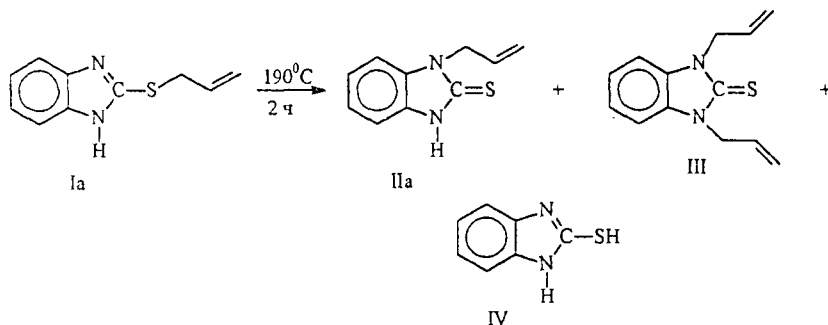
### 1. Термические перегруппировки 2-аллилтиобензимидазола, -оксазола и -тиазола.

Для уточнения характера протекающих процессов термические превращения 2-аллилтиобензимидазола, -оксазола и -тиазола исследовались в условиях, оптимальных для сульфидов ряда бензола, тиофена и нафталина.

Нагревание 2-аллилтиобензимидазола, -оксазола и -тиазола при 190°C приводит к образованию изомерных тионов, выход которых достигал 60%. Их образование является результатом согласованного 3,3-сигматропного сдвига:



Превращения 2-аллилтиобензимидазола имеют также некоторые особенности: при 190°C образуется смесь N-аллилбензимидазолин-2-тиона (IIa) 25%, N,N'-диаллилбензимидазолин-2-тиона (III) 16% и 2-меркаптобензимидазола (IV) 28%:



Такой состав продуктов реакции обусловлен тем, что наряду с 3,3-сигматропной перегруппировкой исходного сульфида Ia в изомерный тион IIa происходит диспропорционирование Ia в соединения III и IV, которое было обнаружено для этого сульфида впервые.

Это может быть связано с протеканием сигматропного сдвига по несогласованному механизму с межмолекулярным переносом аллильной группы, также с наличием в сульфиде Ia реакционноспособного атома водорода при атоме азота, который замещается на аллильную группу в ходе реакции.

Оптимальной температурой превращения сульфидов в тионы является 190°C при нагревании до 200°C и выше наблюдалось уменьшение выходов продуктов реакций за счет полимеризации с участием аллильных групп.

Таблица 1.  
Термическая перегруппировка сульфидов Ia-в в тионы.

Сульфид	Температура, °C	Время, ч	Выходы тионов, %
Ia	190	2	IIa - 25 III - 16*
Iб	190	4	IIб - 60
Iв	190	6	IIв - 60

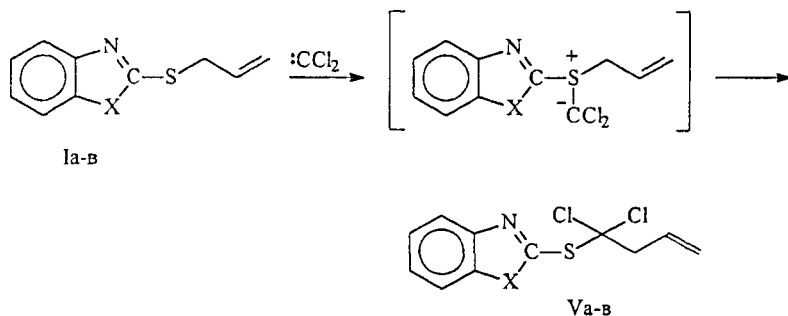
\*Из реакционной смеси с выходом 28% выделен также 2-меркаптобензимидазол (IV).

## 2. Реакции 2-аллилтиобензимидазола, -оксазола и -тиазола с дихлоркарбеном.

Наличие в молекулах сульфидов Ia-в аллилтиогруппы предоставляет возможность для химической модификации этих соединений взаимодействием электрофильными реагентами, такими как дихлоркарбен. Легкость генерирования дихлоркарбена в двухфазной системе является удобным синтетическим приемом для введения хлорсодержащих фрагментов в органическую молекулу.

Для каждого аллилтиопроизводного Ia-в взаимодействие с дихлоркарбеном имеет свои особенности, при этом все три сульфида образуют вещества, отвечающие формальному присоединению фрагмента :CCl<sub>2</sub> к исходным молекулам. Учитывая, что для аллильных сульфидов при их реакциях с :CCl<sub>2</sub> происходит его внедрение по свя

C-S, можно предложить следующую схему образования дихлорсульфидов Va-в, включающую первоначальное образование илида с последующей его 2,3-сигматропной перегруппировкой:



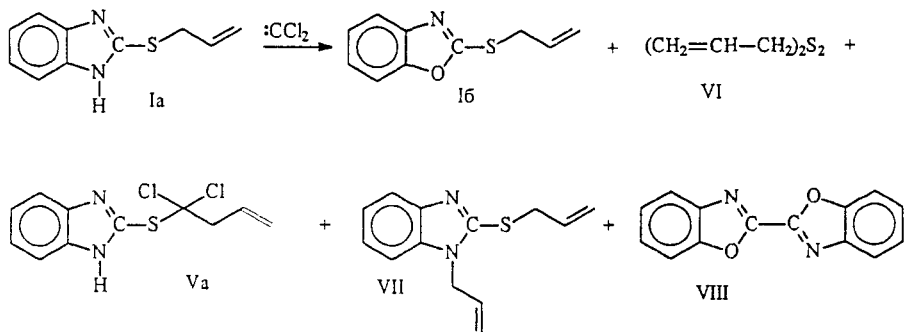
Выходы таких дихлорсульфидов не превышали 2 %.

Взаимодействие сульфида Ia с дихлоркарбеном происходит в нескольких направлениях:

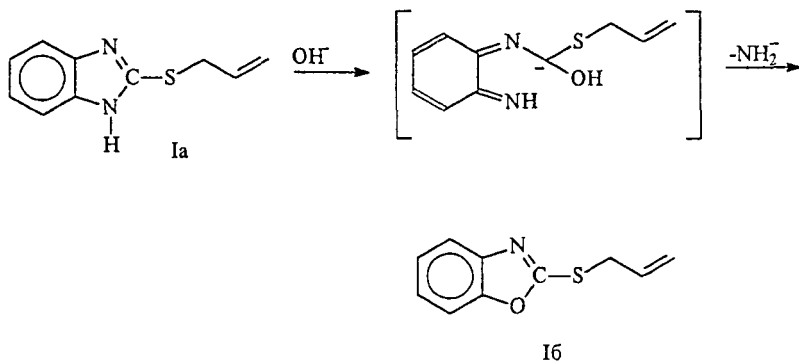
а) внедрение дихлоркарбена по связи S-C как результат начального образования S-илида с последующей его 2,3-сигматропной перегруппировкой в 2-(1,1-дихлорбут-3-енилтио)бензимидазол (Va);

б) замена в имидазольном кольце группы NH на кислород с образованием 2-аллилтиобензоксазола (Iб) и его диспропорционирование в диаллилдисульфид (VI) и 2,2'-би(бензоксазол) (VIII);

в) аллилирование по атому азота с образованием 1-аллил-2-аллилтиобензимидазола (VII):

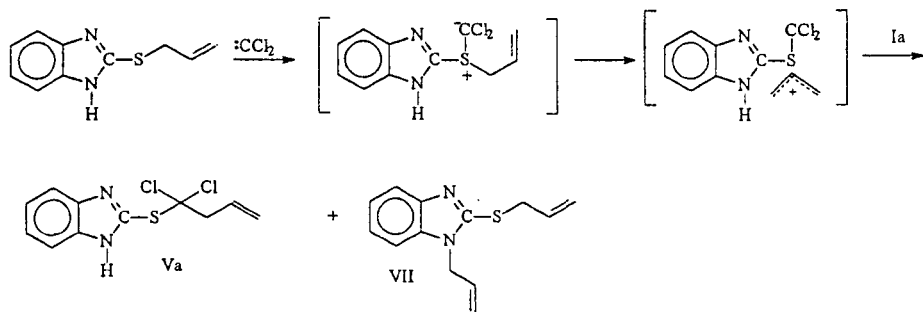


Особенно интересным представляется наблюдавшееся впервые образование 2-аллилтиобензоксазола (I6), которое можно представить как результат раскрытия имидазольного кольца в щелочной среде и замещение фрагмента NH на оксигруппу с последующей рециклизацией:



При реакции сульфида Ia со спиртовой щелочью (50% NaOH в этиловом спирте) образуется смесь веществ, в которой отсутствует продукт раскрытия имидазольного цикла и последующей рециклизации в I6.

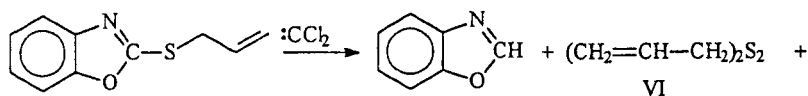
Появление в реакционной смеси диаллилдисульфида (VI) и 2,2'-би(бензоксазола) (VIII) связано с диспропорционированием сульфида Ia, которое может происходить через промежуточное образование радикальных частиц. Образование сульфида VII является следствием межмолекулярного переноса аллильной группы при 2,3-сигматропной перегруппировке промежуточного иллада:



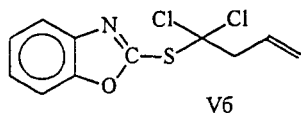
Реакция сульфида I6 с дихлоркарбеном приводит к образованию смеси бензоксазола (37%) и диаллилдисульфида (VI) (21%), а для сульфида Ia кроме



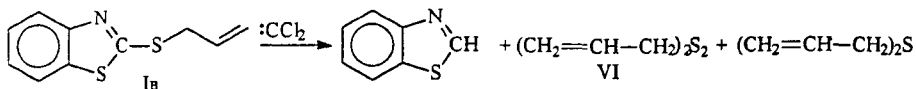
бензотиазола (24%) и диаллилдисульфида (15%) в смеси были обнаружены диаллилсульфид (15%) и димер бензотиазола (IX) (<1%):



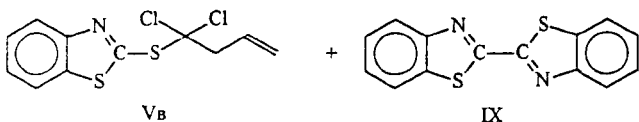
Ia



Vb



Ib



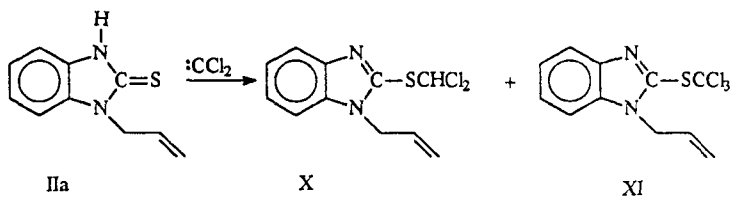
IX

Такой состав продуктов реакции, получаемый из сульфидов Ia-в указывает на возможность нуклеофильного расщепления связи C-S в щелочной среде с последующим диспропорционированием радикальных частиц, подтверждением чего служит наличие в реакционной смеси димера IX.

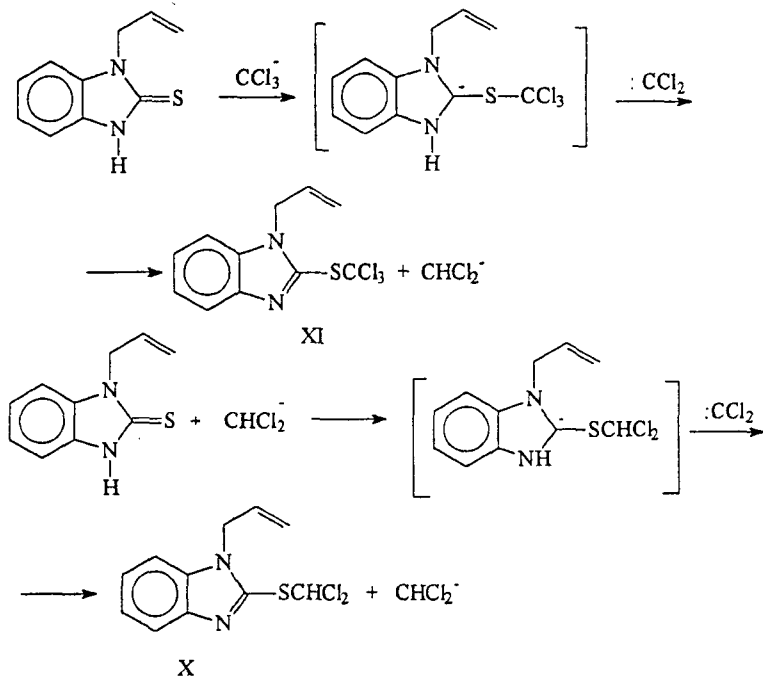
### 3. Взаимодействие N-аллилбензимида ( тиа, окса)азолин-2-тионов (IIa-в) с дихлоркарбеном

Взаимодействие тионов IIa-в с дихлоркарбеном, как и в случае сульфидов Ia-в, происходит различно в зависимости от присутствующего в азольном фрагменте второго гетероатома. Так, для тиона IIб даже при длительном (40 час) нагревании при 45-50°C не наблюдалось видимых изменений и лишь методом хромато-масс-спектрометрии удалось обнаружить присутствие в реакционной смеси в количестве 2% вещества с молекулярной массой 273, которая соответствует формальному присоединению дихлоркарбена к тиону IIб.

При взаимодействии тиона IIa с дихлоркарбеном образуется два сульфида X и XI, содержащие дихлорметильную и трихлорметильную группы:

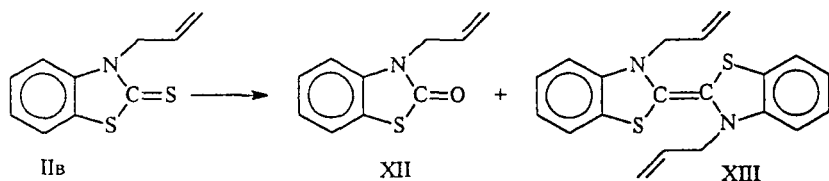


Появление сульфидов X и XI можно представить как результат двух последовательно происходящих процессов: а) атака трихлорметильного аниона пи группе C=S с последующим отщеплением гидрид-иона действием дихлоркарбена пи группе NH; б) атака образующегося аниона  $\text{SCHCl}_2^-$  по тионной группе C=S:

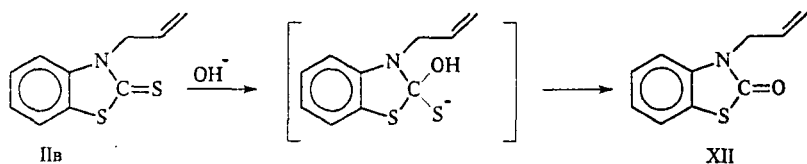


В пользу этой схемы свидетельствует значительная «рыхлость» связи C=S образованной перекрытием 2p-орбиталей атома углерода с 3p-орбиталями атома серы.

При взаимодействии тиона IIв с дихлоркарбеном образуется N-аллил бензотиазолон (XII) и 2,2-би(3-аллилбензотиазолинилиден) (XIII):



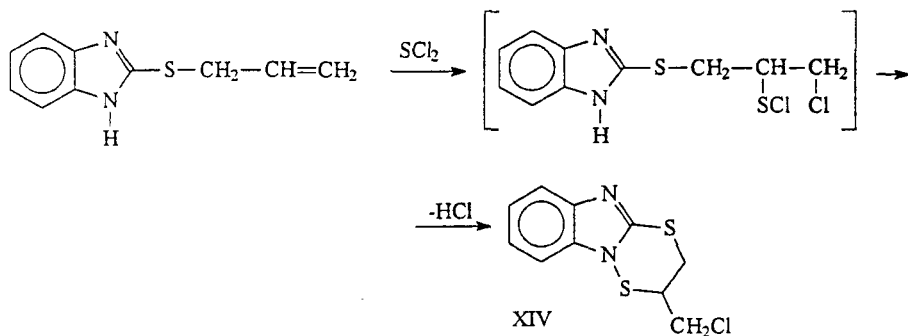
Тиазолон XII образуется в результате нуклеофильной атаки гидроксил-иона по связи C-S с последующим элиминированием аниона SH<sup>-</sup>, что характерно для превращений тионов в присутствии нуклеофилов:



#### 4. Реакции 2-аллилтиобензимидазола, -оксазола и -тиазола с дихлоридом серы.

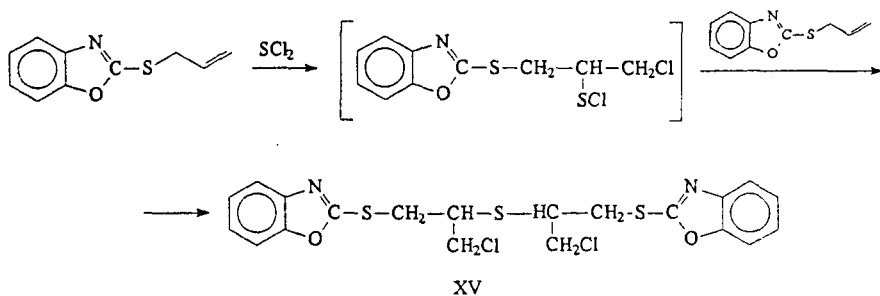
Дихлорид серы является легкодоступным электрофильным реагентом, который дает возможность ввести в органическую молекулу одновременно серу и хлор.

При проведении реакции дихлорида серы с 2-аллилтиобензимидазолом (Ia) при соотношении реагентов 1 : 1 образуется только одно соединение с выходом 63%, отвечающее начальному присоединению SCl<sub>2</sub> с последующим элиминированием HCl:



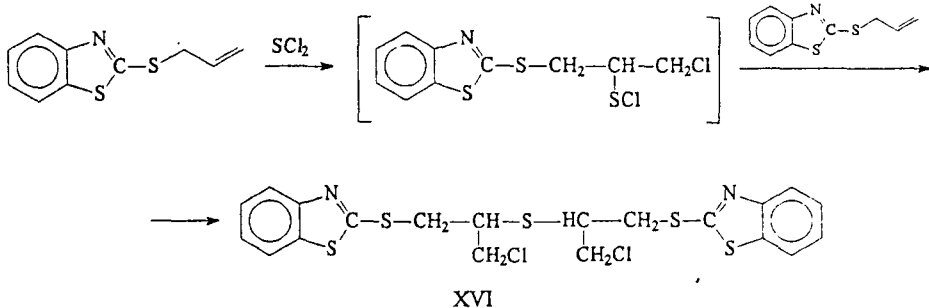
Полученные результаты дают основание полагать, что результатом реакции является анти-«марковниковское» присоединение SCl<sub>2</sub> по двойной связи с последующей циклизацией нестабильного сульфенилхлорида в 2,3-дигидро[1,4,2]дитиазино[2,3-а]бензимидазол (XIV).

При взаимодействии 2-аллилтиобензоксазола с дихлоридом серы при соотношении реагентов 1 : 1 в качестве основного продукта образуется линейный трис-(дихлорсульфид) XV с выходом 53%:



Отсутствие в этом случае циклических продуктов связано с тем, что гетероцикл не имеет подвижного атома водорода, способного к элиминированию в процессе образования циклической системы.

Для 2-аллилтиобензотиазола реакция с дихлоридом серы в соотношении 1: 1 прошла аналогично, как и для 2-аллилтиобензоксазола, с образованием соответствующего трис-(дихлорсульфида) XVI, выход которого составлял 30%.



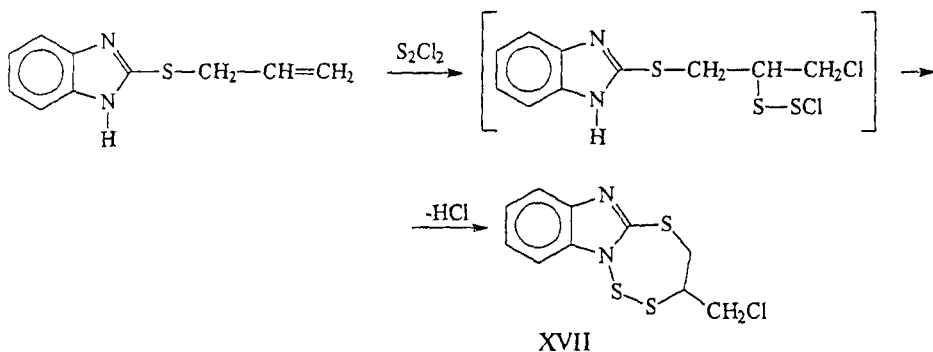
Таким образом, характер взаимодействия сульфидов с  $SCl_2$  определяется строением гетероциклического фрагмента молекулы: при наличии в гетероцикле подвижного атома водорода происходит циклизация и образуется 2-(хлорметил)-2,3-дигидро[1,4,2]дитиазино[2,3-а]бензимидазола, а для систем, не имеющих такого атома водорода в гетероцикле, реакция идет с образованием трис-(дихлорсульфидов) XVI линейного строения.

## 5. Реакции 2-аллилтиобензимидазола, -оксазола и -тиазола с монохлоридом серы.

Наряду с  $\text{SCl}_2$  для получения новых серосодержащих гетероциклов использовались реакции сульфидов Ia-в с монохлоридом серы. Взаимодействие  $\text{S}_2\text{Cl}_2$  с ненасыщенными соединениями изучено значительно меньше, чем для  $\text{SCl}_2$ . Можно считать, что синтетические возможности этого реагента не уступают таковым для  $\text{SCl}_2$ , который нашел значительное применение в синтезе серосодержащих гетероциклических соединений.

Реакцию проводили в аналогичных условиях реакции сульфидов с дихлоридом серы. В результате реакции  $\text{S}_2\text{Cl}_2$  с 2-аллилтиобензимидазолом образуется только одно соединение XVII.

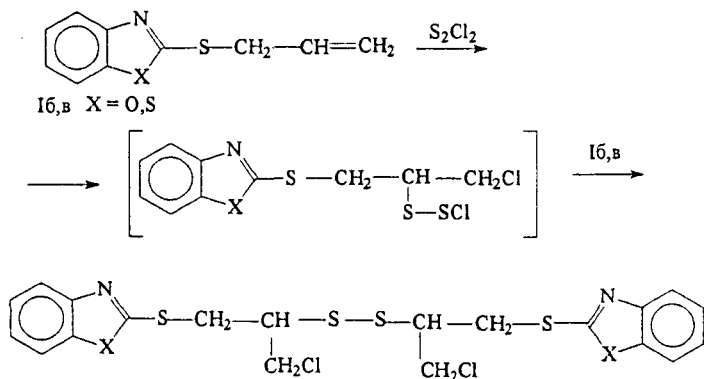
Спектральные данные, а также наличие в исходном сульфиде Н-атома при атоме азота в цикле, указывает на возможность образования конденсированного гетероциклического соединения, содержащего семичленный цикл. Реакция протекает с промежуточным образованием продукта присоединения  $\text{S}_2\text{Cl}_2$  по двойной связи и его циклизации с участием Н атома при атоме азота в имидазольном кольце:



Образование 3-хлорметил-3,4-дигидро[1,2,5,3]триазепино[3,4-а]бензимидазола является первым примером получения гетероцикла с дисульфидным фрагментом взаимодействием  $\text{S}_2\text{Cl}_2$  с ненасыщенным соединением.

Для 2-аллилтиобензоксазола и -тиазола спектральные данные полученных соединений не дают оснований делать вывод об образовании циклических структур.

Наиболее вероятным течением реакции с монохлоридом серы для них представляется образование дихлордисульфидов XVIII-XIX линейного строения.

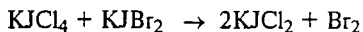
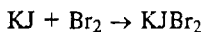
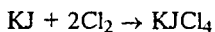


XVIII (X=O); XIX (X=S)

## 6. Реакции 2-аллилтиобензимидазола, -оксазола и -тиазола с дихлороидатом (I) калия.

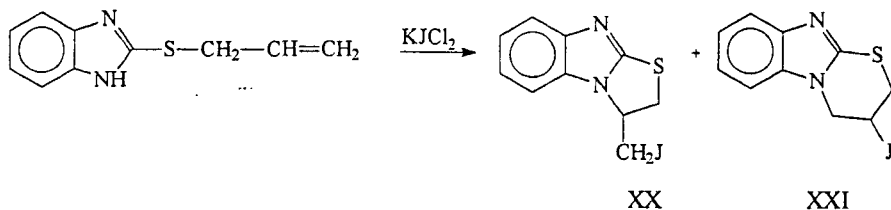
В качестве электрофильного реагента, сравнительно недавно вошедшего в синтетическую практику для получения гетероциклических систем, мы использовали дихлороидат (I) калия.

Дихлороидат (I) калия, содержащий иод в степени окисления +1, может быть легко получен из простейших неорганических исходных:

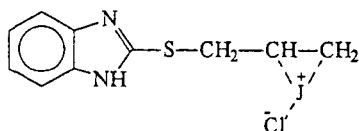


Реакция хлороидирования изучаемых сульфидов интересна во многих отношениях: во-первых, возникает вопрос о том, какая часть молекулы окажется более реакционноспособной в реакции с  $\text{KJCl}_2$ , какой процесс будет протекать в первую очередь - окисление серы или присоединение по двойной связи аллильной группы; во-вторых, интересна возможность осуществления циклизации промежуточного образующегося иодониевого иона с участием атома водорода азольного фрагмента, и наконец, в-третьих, заслуживает внимания вопрос о соотношении «марковниковского» и анти-«марковниковского» продуктов присоединения хлорида иода по двойной связи.

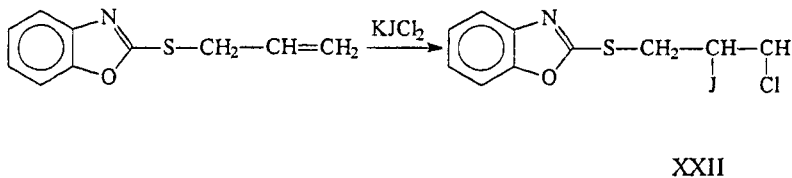
При проведении реакции хлорирования 2-аллилтиобензимидазола было найдено, что при добавлении дихлороиода (I) калия к раствору исследуемого соединения в смеси хлороформ - метанол (1:1) окраска быстро исчезает и выпадает осадок. Полученные спектральные данные свидетельствуют об образовании смеси двух циклических соединений XX и XXI в соотношении 4 : 1:



Появление таких соединений можно представить как результат начального присоединения хлористого йода по двойной связи с образованием интермедиата следующего строения:



При проведении реакции 2-аллилтиобензоксазола в сухом хлористом метиле, реакция присоединения  $KJCl_2$  по двойной связи протекает региоспецифично с образованием единственного продукта присоединения  $KJCl_2$  по двойной связи - 2-(3-хлор-2-йодпропилтио)бензоксазола (XXII) - с хорошим выходом (90%):



При присоединении дихлороиода калия к 2-аллилтиобензотиазолу образуется смесь «марковниковского» (XXIII) и анти-«марковниковского» (XXIV) продуктов реакции в соотношении 4:1:

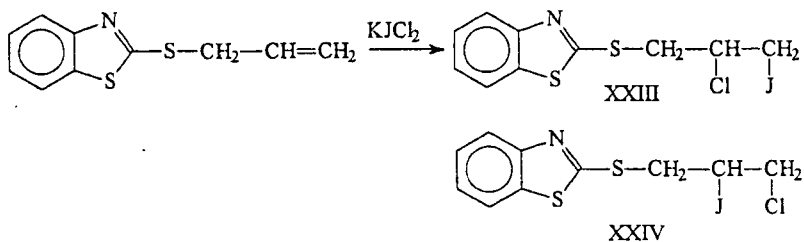


Таблица 2

Реакции дихлороиодата(I)калия с сульфидами 1а-в.

Сульфид	Соотношение изомеров	Выход, %	T <sub>пл</sub> , °C
Ia	XX:XXI=4:1	75	163-165
Iб	один изомер XXII	90	182-184
Iв	XXIII:XXIV=4:1	83	141-143

Таким образом, для всех трех сульфидов происходит присоединение JCl к двойной связи аллильного фрагмента, для 2-аллилтиобензимидазола, как и в случае хлоридов серы, идет дальнейшее образование гетероциклического соединения с участием атома азота имидазольного цикла.

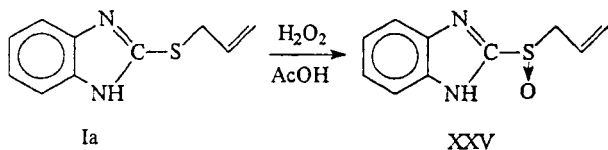
## 7. Окислительные превращения 2-аллилтиобензимидазола, -тиазола и -оксазола

Наличие в молекулах сульфидов 1а-в двух реакционноспособных нуклеофильных центров – атома серы и двойной связи в аллильной группе – создает возможности для окисления этих веществ в различные кислородсодержащие соединения. Для такого рода превращений мы использовали две окислительные системы на основе пероксида водорода как наиболее экологически чистого окислителя: а) пероксид водорода в ледяной уксусной кислоте и б) каталитическую систему, в которой действующим началом служит анионный ванадиевый пероксокомплекс.

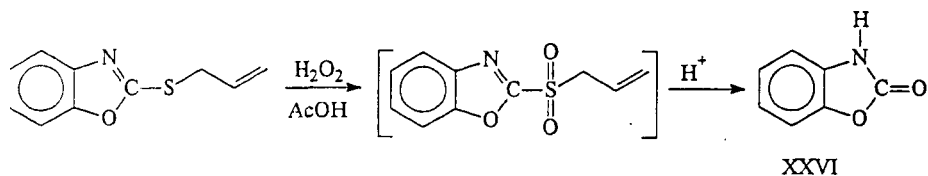


### 7.1. Окисление пероксидом водорода в уксусной кислоте.

Окисление 2-аллилтиобензимидазола происходит гладко с образованием только одного продукта - соответствующего аллил-2-бензимидазолсульфооксида (XXV) с выходом 37%:

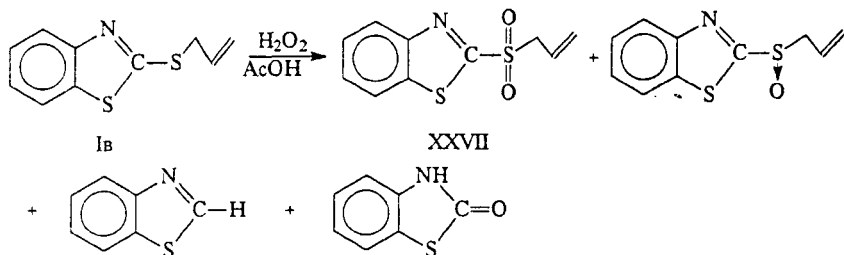


При окислении 2-аллилтиобензоксазола (Iб) в условиях, аналогичных для превращения сульфида Ia, образование сульфооксида практически не наблюдалось: в качестве единственного продукта реакции был выделен 1,3-бензоксазол-2(3H)-тион (XXVI):



Такой результат связан с относительно малой прочностью связи C-S в промежуточно образующемся сульфоне и легко протекающим ее расщеплением в кислой среде.

Для аллилтиобензотиазола Iв окисление действием пероксида водорода в уксусной кислоте не заканчивается на стадии сульфооксида, а идет дальше, и основным продуктом реакции в этом случае является сульфенон XXVII, выход которого составил 64%:

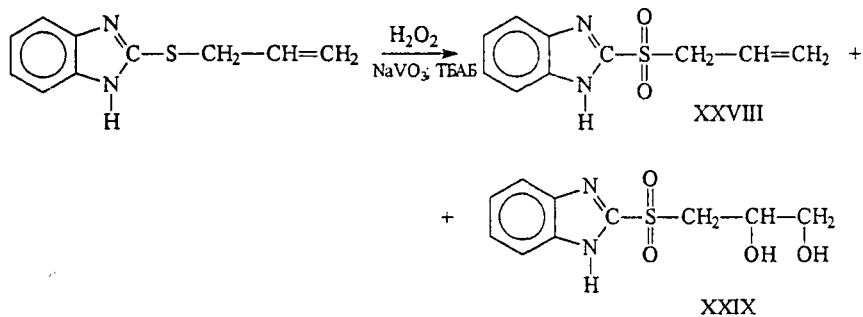


## 7.2. Окисление в присутствии пероксокомплексов ванадия.

Второй окислительной системой, использованной в данной работе для окисления сульфидов Ia-в была система также на основе пероксида водорода, а в качестве катализаторов окисления использовались анионные пероксокомплексы ванадия. Такие пероксокомплексы проявляют высокую активность и селективность в окислении различных органических соединений, в частности сульфидов.

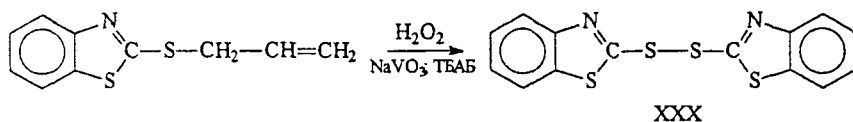
Отличительной особенностью этих пероксокомплексов является то, что они формируются в водной фазе действием  $H_2O_2$  на соединения ванадия, например  $NaVO_3$ , а затем в двухфазной системе с помощью межфазного катализатора переносятся в органическую фазу, где и происходит окисление.

Для сульфида Ia в эквимольных количествах реакция окисления не происходит, и только при использовании двукратного избытка окислителя реакция прошла с образованием сульфона и продукта его окисления по двойной связи - диола - с выходами 30% и 25% соответственно.



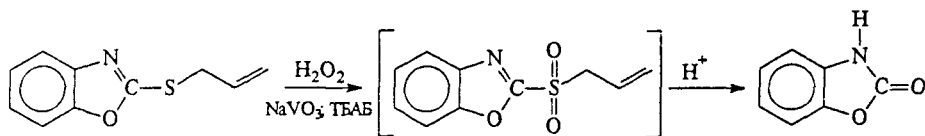
Получаемые сульфоны оказались более устойчивы в присутствии ванадиевого пероксокомплекса, по сравнению с пероксидом водорода в уксусной кислоте, когда высокая кислотность среды приводила к их расщеплению.

При окислении 2-аллилтиобензотиазола был получен с 50% выходом дисульфид - 2-(1,3-бензотиазол-2-илдисульфонил)-1,3-бензотиазол:



Образование дисульфида можно объяснить легкостью расщепления связи S-C в кислой среде даже при умеренном нагревании (реакцию проводили при 30°C).

Для 2-аллилтиобензоксазола (Iв) реакция окисления идет так же, как в случае окисления в уксусной кислоте пероксидом водорода. Был выделен лишь один продукт реакции - бензоксазолон с хорошим выходом 64%. Его образование также может быть связано с малой устойчивостью промежуточно образующегося сульфона в кислой среде.



Окисление трех изученных сульфидов в присутствии ванадиевого пероксокомплекса имеет определенное сходство с окислением в присутствии уксусной кислоты. Так, 2-аллилтиобензоксазол также образует бензоксазолон с хорошим выходом, 2-аллилтиобензимидазол окисляется более глубоко до сульфона и далее до диола, а 2-аллилтиобензотиазол образует в качестве единственного продукта дисульфид.

## ВЫВОДЫ.

1. Исследована термическая перегруппировка 2-аллилтиобензимидазола, -оксазола и -тиазола; установлено, что основным направлением реакции в каждом случае является образование изомерного тиона, для 2-аллилтиобензимидазола наблюдается диспропорционирование в 2-меркаптобензимидазол и N,N-диаллилбензимидазолин-2-тион.

2. Установлено, что взаимодействие 2-аллилтиобензимидазола, -оксазола и -тиазол с дихлоркарбеном в двухфазной системе происходит с образованием в каждом случае смеси продуктов, среди которых преобладают соединения, отвечающие разрыву C-S-связи в сульфиде.
3. Впервые показано, что взаимодействие дихлоркарбена, генерируемого двухфазной системе, с 2-аллилтиобензимидазолом сопровождается его рециклизацией в 2-аллилтиобензоксазол.
4. Установлено, что взаимодействие 2-аллилтиобензимидазола с монохлоридом дихлоридом серы приводит к образованию новых конденсированных гетероциклических соединений: 3-(хлорметил)-3,4-дигидро[1,2,5,3]тритазипино[3,4-а]бензимидазола и 2-(хлорметил)-2,3-дигидро[1,4,2]дитиазино[2,3-а]бензимидазола, а взаимодействие 2-аллилтиобензоксазола- и тиазола - соответствующих линейных дихлорсульфидов дихлордисульфидов.
5. Установлено, что взаимодействие 2-аллилтиобензимидазола с дихлороидатом (калия приводит к образованию смеси двух гетероциклических соединений соотношении 4 : 1 3-идометил-2,3-дигидро[1,3]тиазоло[3,2-а]бензимидазола и 3-идо-1,2,3,4-тетрагидропиридо[1,2-а]бензимидазола соответственно, 2-аллилтиобензоксазол и –тиазол образуют продукты «марковниковского» и анти «марковниковского» присоединения хлористого йода по двойной связи аллильной группы.
6. Показано, что основным направлением превращений сульфидов под действие пероксида водорода является окисление в соответствующие сульфоны с их дальнейшим расщеплением.

**Основное содержание работы изложено в следующих публикациях:**

1. Вагабов М-З. В., Рамазанова П. А. Аллилпроизводные 2-меркаптобензотиазола, оксазола и –имидазола как продукты для органического синтеза // IV Региональная научная конференция «Химики Северного Кавказа производству» Тез. докл. Махачкала. – 1996. с. 100.