

0716651-1

На правах рукописи

КАЛИНИН АЛЕКСЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

АННЕЛИРОВАНИЕ 3-ЗАМЕЩЕННЫХ ХИНОКСАЛИНОВ

02.00.03 – органическая химия

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата химических наук

Казань – 2000

Работа выполнена в Институте органической и физической химии им. А.Е. Арбузова Казанского научного центра Российской академии наук.

Научные руководители: доктор химических наук,
профессор Левин Я.А.

доктор химических наук,
снс Мамедов В.А.

Официальные оппоненты: доктор химических наук,
профессор Антипин И.С.

кандидат химических наук,
снс Фаттахов С.Г.

Ведущая организация: Казанский государственный
технологический университет

Защита диссертации состоится "29" мая "2000 года в "14" часов на заседании специализированного диссертационного Совета К 053.29.02 по химическим наукам Казанского государственного университета по адресу: г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18, НИХИ им. А.М. Бутлерова, Бутлеровская аудитория.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Казанского государственного университета.

Отзывы на автореферат просим присылать по адресу: 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18, КГУ, Научная часть.

Автореферат разослан "29" мая "2000 года.

Ученый секретарь диссертационного Совета,
кандидат химических наук



НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА
КФУ



0000947901

Федотова Н.Р.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Азолохиноксалины с мостиковым атомом азота, устойчивый интерес к которым проявляется в последнее время, до сих пор остаются малоизученными соединениями, несмотря на то, что ряд их производных обладает ценными практическими свойствами, в том числе, что особенно важно, выраженной биологической активностью. Методы синтеза важнейших представителей азолохиноксалинов – имидазо[1,5-а]-, пирроло[1,2-а]хиноксалинов, базирующихся на хиноксалиновых производных, основываются либо на внутримолекулярной циклизации 2-функциональнозамещенных хиноксалинов, либо на реакциях этих соединений с эквивалентами одно-, двух- или трехатомных синтонов $\{^3\text{C}, ^+\text{C}-\text{C}^+, ^+\text{C}-\text{X}-\text{C}^+ (\text{X}=\text{C}, \text{N})\}$, а методы синтеза тиазоло[3,4-а]хиноксалинов на основе производных хиноксалина до сих пор отсутствовали, хотя для каждого рассматриваемого трицикла даже без затрагивания бензофрагмента возможно около 300 вариантов сборки скелета. Отсутствуют и общие способы синтеза этих привлекательных гетероциклов. Многостадийность и трудоемкость синтеза исходных хиноксалинов с необходимыми структурными фрагментами (или второго реагента) ограничивают методы получения этих гетероароматических систем. В связи с этим разработка методов синтеза, основанных на доступных реагентах, изучение строения и реакционной способности производных хиноксалинов с такими структурными фрагментами, которые были бы склонны циклизоваться в ту или иную гетероциклическую систему является актуальным.

3-(α -X-Бензил)хиноксалиноны (где X=Cl, SCN, N₃, NH₂ и др.) благодаря наличию таутомероспособных эндо- (иминной и карбамоильной) и экзоциклических (CHXPh) функциональных групп представляют собой удобную основу для получения разнообразных конденсированных гетероциклических систем. С другой стороны, сочетание различных функциональных групп в составе 3-(α -X-бензил)хиноксалинов предполагает появление качественно новых свойств, отсутствующих у иминов, амидов, алкилгалогенидов и выражается в некоторых случаях в непредсказуемости протекания реакций этих соединений с нуклеофильными реагентами, что позволяет надеяться на открытие необычных превращений.

Цель работы. Разработка методов синтеза и систематическое изучение свойств 3-(α -X-бензил)хиноксалинонов в условиях различного типа конденсаций, выявление влияния

заместителей на реакционную способность имино и карбамоильной групп в хиноксалиновом цикле. Разработка общих методов синтеза конденсированных гетероциклов: тиазоло[3,4-а]-, имидазо[1,5-а]-, пирроло[1,2-а]хиноксалинов.

Научная новизна. Впервые проведено систематическое исследование 3-функциональнозамещенных хиноксалинов;

- разработаны новые методы получения труднодоступных трициклических конденсированных гетероциклических систем, содержащих хиноксалиновое ядро;
- обнаружено, что внутримолекулярная циклизация 3-(α -тиоцианобензил)хиноксалинона определяется условиями ее проведения и приводит к различным конденсированным гетероциклическим системам с мостиковым атомом азота;
- впервые разработаны удобные методы синтеза полифункционального производного хиноксалина – 3-бензоилхиноксалинона по схеме оксо-де-гидродизамещения;
- найдено, что природа заместителя в гидразонах 3-бензилхиноксалинона определяет существование этих соединений в гидразонной или изомерной азоформах, легко циклизующихся в кислой среде во флавазолы;
- синтезирован представитель нового типа конденсированной хиноксалиновой системы – 12-фенил- α -пирино[5,6-б]хиноксалин.
- проведена редкая реакция в ряду гетероароматических систем – викаринное нуклеофильное замещение водорода;
- обнаружена хиноксалино-бензимидазольная перегруппировка;
- синтезировано и охарактеризовано 52 новых соединения – функционально замещенные хиноксалины и бензимидазолы, тиазоло[3,4-а]хиноксалины, имидазо[1,5-а]хиноксалины, пирроло[1,2-а]хиноксалины, пиразоло[3,4-б-а]хиноксалины, индолизино[2,3-б]хиноксалин, α -пирино[5,6-б]хиноксалин.

Практическая значимость работы заключается в разработке простых в реализации и базирующихся на доступных исходных эффективных методов синтеза новых типов 3-функциональнозамещенных хиноксалинов ($X = \text{SCN}, \text{SC}(\text{NR})\text{NHR}, \text{N}_3, \text{NH}_2, \text{NHR}, \text{NHC}_6\text{H}_4\text{NH}_2\text{-o}$ и др.) и на их основе функционализированных бензимидазолов, тиазоло[3,4-а]-, имидазо[1,5-а]-, пирроло[1,2-а]-, пиразоло[3,4-б]-, индолизино[2,3-б]-, α -пирино[5,6-б]хиноксалинов.

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА
им. М. И. Лобачевского
КАЗАНСКОГО ГОС. УНИВЕРСИТЕТА

Апробация работы. Материалы диссертации докладывались на итоговых конференциях Казанского Научного Центра РАН (Казань, 1997-2000 г.г.), 7-ой Международной конференции по новым аспектам органического синтеза (Киото, 1997 г.), Всероссийской Петербургской встрече по химии и применению фосфор-, сера- и кремнийорганических соединений (С.-Петербург, 1998 г.), XX всероссийской конференции по химии и технологии органических соединений серы (Казань, 1999 г), Молодежной научной школе по органической химии (Екатеринбург, 2000).

Публикации. По материалам диссертации имеется 11 публикаций, в том числе 7 статей в центральных и международных изданиях, тезисы 4 докладов на международных и российских конференциях.

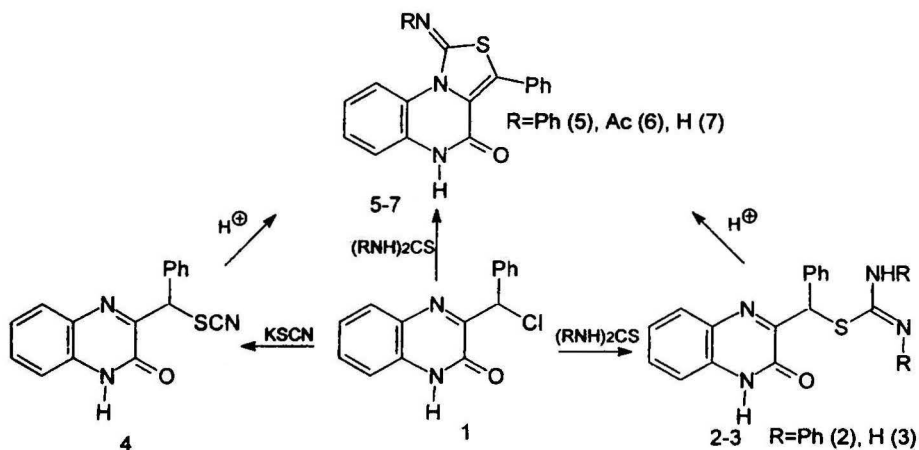
Объем и структура работы. Работа представлена на 118 страницах, содержит 22 таблицы, 16 рисунков и библиографию, включающую 105 наименований. Она состоит из введения, шести глав, выводов и списка цитируемой литературы. Глава 1 представляет критический анализ методов синтеза тиазоло[3,4-а]-, имидазо[1,5-а]-, пирроло[1,2-а]хиноксалинов. Во избежание трудностей, которые вызвала бы единая нумерация всех соединений, введена отдельная нумерация соединений в литературном обзоре. Главы 2, 3, 4 посвящены разработке методов синтеза соответственно тиазоло[3,4-а]-, имидазо[1,5-а]- и пирролохиноксалинов. Глава 5 посвящена разработке методов синтеза 3-бензоилхиноксалинона и его реакциям с гидразинами, *o*-фенилендиамином (*o*-ФДА) и уксусным ангидридом. Глава 6 – экспериментальная часть.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

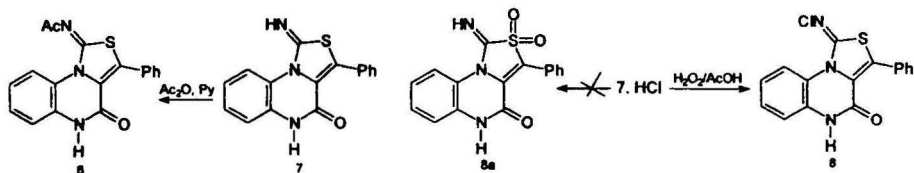
Тиазоло[3,4-а]хиноксалины

Взаимодействие 3-(α -хлорбензил)хиноксалинона (1) с тиомочевинами и тиоцианатом калия позволило легко и быстро, и в мягких условиях (комнатная температура) в растворе ДМСО замещать атом хлора на тиоуреидо- и тиоцианогруппы с образованием соединений 2-4. Основным направлением реакций этих соединений в кислых средах, как было обнаружено, является внутримолекулярная циклизация с формированием тиазолохиноксалинов. Действительно, при кипячении дифенилизотиоуреида 2 в уксусной кислоте в течение 2 часов происходит аннелирование тиазольного цикла и образование тиазолохиноксалина 5 с фенильным заместителем у иминного атома азота, и элими-

нирование: анилина. Циклизация незамещенного изотиоуреида 3 в уксусной кислоте требует значительно большего времени (около 25 часов) и приводит к низкому выходу ацелированного по иминогруппе тиазолохиноксалина 6. Однако замена уксусной кислоты на ее ангидрид не только резко сокращает время этой реакции (до 1 минуты), но и значительно увеличивает (практически до количественного) выход конечного продукта.

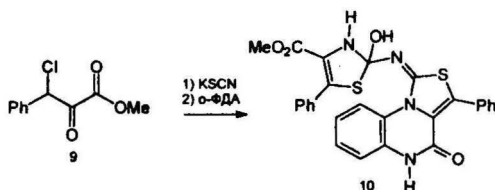


Кипячение тиоцианата 4 в 6 н растворе соляной кислоты также приводит к внутримолекулярной циклизации с образованием тиазолохиноксалина 7 с незамещенной иминогруппой, являющегося одним из структурных изомеров исходного роданида 4, что однозначно установлено рентгеноструктурными исследованиями (РСИ). Трицикл 7 легко претерпевает ацелирование по иминногруппе, образуя ацетилпроизводное 6. Другим примером, показывающим высокую реакционную способность иминогруппы является образование хлоримина 8, а не сульфона 8а при взаимодействии гидрохлорида трицикла 7 с перекисью водорода в уксусной кислоте.



Непосредственное взаимодействие хлорида 1 и тиомочевин также приводит к тиазолохиноксалинам.

Ретросинтетический анализ трициклической структуры тиазоло[3,4-а]хиноксалина показывает, что к ней можно прийти и на основе более простых реагентов. Так последовательное взаимодействие метилового эфира фенилхлорпировиноградной кислоты **9** (исходного для получения хлорида **1**) с KSCN и *o*-ФДА приводит к тиазолохиноксалину **10** с тиазолиновым заместителем у иминного атома азота.

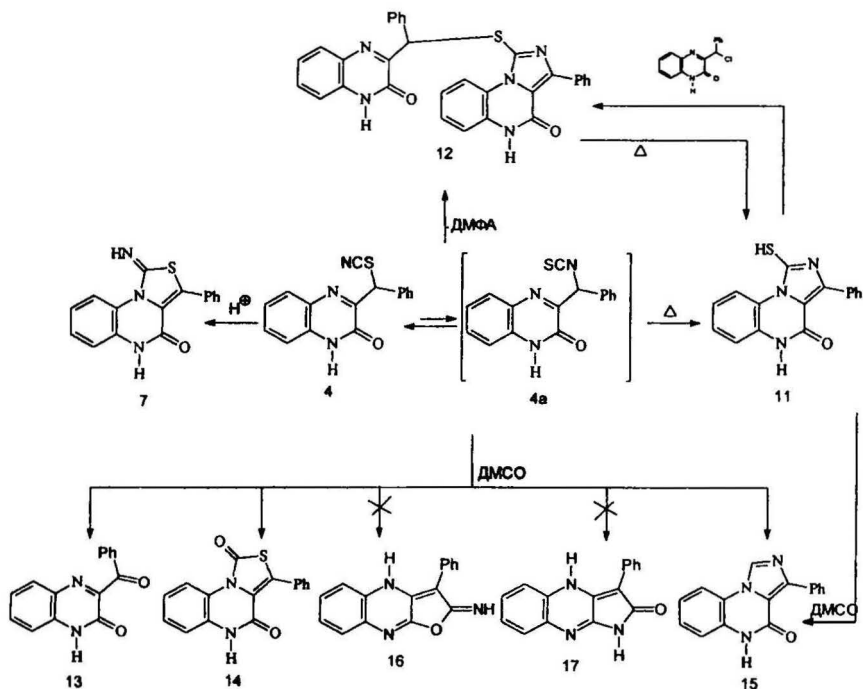


Имидазо[1,5-а]хиноксалины

В отличие от вышеупомянутого направления изомеризации тиоцианата **4**, протекающего в кислой среде с образованием тиазолохиноксалина **7**, при плавлении, в нейтральной и основной средах (кипячение в полярных растворителях ДМФА и ДМСО или в толуоле в присутствии пиридина) реализуется другое направление циклизации тиоцианата **4** – в производные имидазо[1,5-а]хиноксалинов. Так, при плавлении тиоцианата **4** в результате протекания различных изомеризационных процессов, в том числе тиоцианато-изотиоцианатной перегруппировки, образуется имидазохиноксалин **11**. Нагревание тиоцианата **4** в ДМФА (или в толуоле в присутствии пиридина) промежуточным образующийся меркаптоимидазохиноксалин **11** подвергается алкилированию хиноксалином **4** с образованием трицикла **12**. Направление реакции кардинально меняется при замене растворителя на ДМСО – образуются три различных типа гетероциклических соединений, поддающихся разделению дробной кристаллизацией. Основным продуктом является 3-бензоилхиноксалинон **13**, образование которого можно объяснить протеканием реакции типа Корнблума, и два минорных продукта – тиазолохиноксалин **14** и имидазохиноксалин **15**.

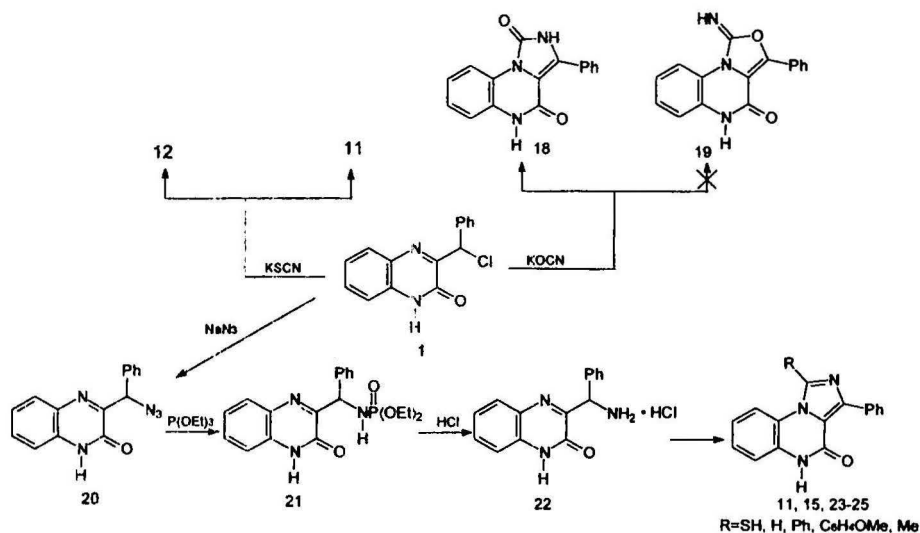
Строение полученных продуктов установлено не только комплексом физико-химических методов и данными элементного анализа, но и химическими превращениями, а также встречными синтезами, что было необходимо из-за возможности протекания различных конкурирующих реакций. Так, на основании данных элементного анализа, ИК,

ПМР и масс-спектров установлен состав соединения полученного при нагревании тиоцианата **4** в ДМФА, а также показано, что оно состоит из двух фрагментов – трициклического (тиазоло[3,4-а]- или имидазо[1,5-а]хиноксалинового) и бензилхиноксалинового. Окончательно строение соединения **12** доказано термическим распадом его до трицикла **11**, идентичного полученному при плавлении тиоцианата **4**, и встречным синтезом, осуществленным взаимодействием трицикла **11** и соединения **1**.



Установление структуры минорного продукта с брутто-формулой $C_{16}H_{11}N_3O$, полученного при нагревании тиоцианата **4** в ДМСО, также требовало привлечения комплексных методов, так как этой формуле соответствуют по крайней мере три трициклические системы – имидазо[1,5-а]хиноксалин **15**, пирроло[2,3-б]хиноксалин **17** и фурано[2,3-б]хиноксалин **16**. Отсутствие в ИК спектре полосы поглощения ν_{C-NH} в области $3300-3400\text{ см}^{-1}$ и наличие в спектрах ЯМР ^{13}C сигналов от 16 углеродных атомов в виде 8 дублетов и 6 синглетов, и отсутствие сигнала sp^3 гибридного атома углерода исключает структуры фурано[2,3-б]хиноксалина **16** и пирроло[2,3-б]хиноксалина **17**, а также их СН таутомеров.

Отсутствие атома серы в имидазохиноксалине **15**, полученном при нагревании тиоцианата **4** в ДМСО, по-видимому, объясняется окислением ДМСО промежуточно образующегося соединения **11** до сульфоновой кислоты и последующего десульфирования до имидазохиноксалина **15**. Действительно, нагревание соединения **11** в растворе ДМСО приводит к трициклу **15**.



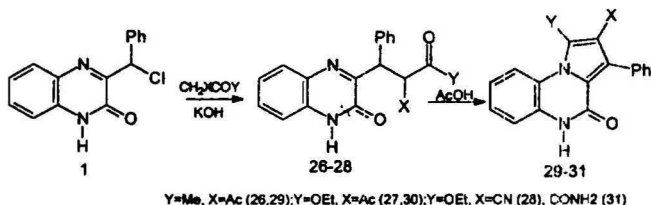
Ретросинтетический анализ структуры имидазо[1,5-а]хиноксалинов позволил разработать и другие методы синтеза этих соединений, базирующиеся на реакциях производных хиноксалинов и неорганических гетерокумуленов (KSCN, KNCO, CS₂). Синтез имидазохиноксалинов с привлечением таких удобных и доступных реагентов отсутствовал. Взаимодействие хиноксалина **1** с KSCN в ДМФА дает смесь двух имидазохиноксалинов **11** и **12**, а реакция с KNCO в этих условиях приводит к имидазохиноксалину **18** без примеси изомерного оксазолохиноксалина **19**.

Следующий рассматриваемый нами подход требовал разработки методов получения 3-(α -аминобензил)хиноксалинона. Среди нескольких опробованных методов наиболее результативным оказалась реакция Штаудингера: гидрохлорид амина **22** был получен на основе хлорида **1** через азид **20** и соединение **21** с хорошим суммарным выходом. Взаимодействие аминохиноксалина **22** с синтетическими эквивалентами различных

одноуглеродных синтонов – сероуглеродом, ароматическими альдегидами, триэтилортоформинатом, уксусным ангидридом приводит с высокими выходами к 1-замещенным имидазохиноксалинам 11, 15, 23-25.

Пирролохиноксалины

Из логики органического синтеза следует, что использование в реакциях с 3- α -хлорбензилхиноксалинами вместо серных и азотистых нуклеофилов, которые привели к триазоло- и имидазохиноксалинам, C-нуклеофилов должно привести к углеродным аналогам этих трициклов – пирроло[1,2-а]хиноксалинам. Взаимодействие хиноксалина 1 с ацетилацетоном, ацето- и цианоуксусным эфирами в присутствии оснований приводит к алкилированию последних с образованием хиноксалина 26 и диастереомерных пар хиноксалинов 27 и 28, содержащих $-C(O)CH_2-$ группу, енольная форма которой соответствует синтону $^+C=C^-$, являющемуся карбоаналогом донорных синтонов $^+C-S^-$ и $^+C=N^-$, способную подвергаться внутримолекулярной циклизации. Действительно, при кипячении в уксусной кислоте эти соединения претерпевают внутримолекулярную циклизацию с формированием пирролохиноксалинов 29-31. При этом, следует отметить, что из хиноксалинов 27 и 28 образуется по одному продукту – продукту конденсации по сложноэфирной группе (а не кетонной или нитрильной) и происходит элиминирование молекулы воды, а не спирта. Нитрильная группа в хиноксалине 28 в условиях реакции подвергается гидролизу до амидной.



Другой разработанный нами метод синтеза пирролохиноксалинов : базируется на редкой в ряду гетероциклических соединений реакции – викарнозном нуклеофильном замещении атома водорода. Дипиридиновая соль 33, образующаяся при стоянии раствора дихлорхиноксалина 32 в пиридине, при кипячении в пиридине образует 12-фенилиндолизинохиноксалин 34, при этом роль викария играет молекула пиридина.



Таким образом, во всех рассмотренных выше реакциях для замыкания конденсированных трициклических систем тем или иным способом была использована 3-хлорбензильная функция в 2-оксо-1,2-дигидрохиноксалиновой системе, которая значительно повышает синтетический потенциал последней вследствие возможности легкого введения вместо атома хлора различных структурных фрагментов, способных участвовать в аннелировании разнообразных гетероциклических систем к а и б сторонам хиноксалинового цикла.

1,2-Дигидро-2-оксо-3-бензонлхиноксалин и его превращения

Трансформация α -хлорбензильной функции в бензоильную, способную участвовать в разнообразных реакциях нуклеофильного присоединения по карбонильной группе, позволило бы расширить арсенал таких фрагментов, а наличие в 3-бензоил-2-оксо-1,2-дигидрохиноксалине 13 β -дикарбонильной системы еще более расширяет синтетические возможности этого гетероциклического кетона. На основе реакции Корнблюма по схеме оксо-де-гидро-дизамещения в 3-(α -X-бензил)хиноксалинонах (X=Cl, SCN, N₃), а также посредством кислотного расщепления азида 20 мы разработали несколько препаративных методов получения 3-бензоилхиноксалинона 13.

Результат взаимодействия бензоилхиноксалина 13 с гидразинами зависит от природы заместителей в гидразине и условий проведения реакции (температура, растворитель, время, кислотность среды) и приводит либо к гидразонам 35-39, либо к продуктам конденсации по обеим карбонильным группам – пиразоло[3,4-*b*]хиноксалинам (флавазолам). С помощью комплекса спектральных методов показано, что гидразоны с R=H, C(S)NH₂ находятся в гидразонной форме А, а с R=Ar в азоформе Б.

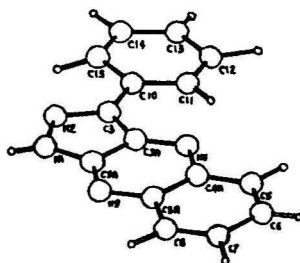
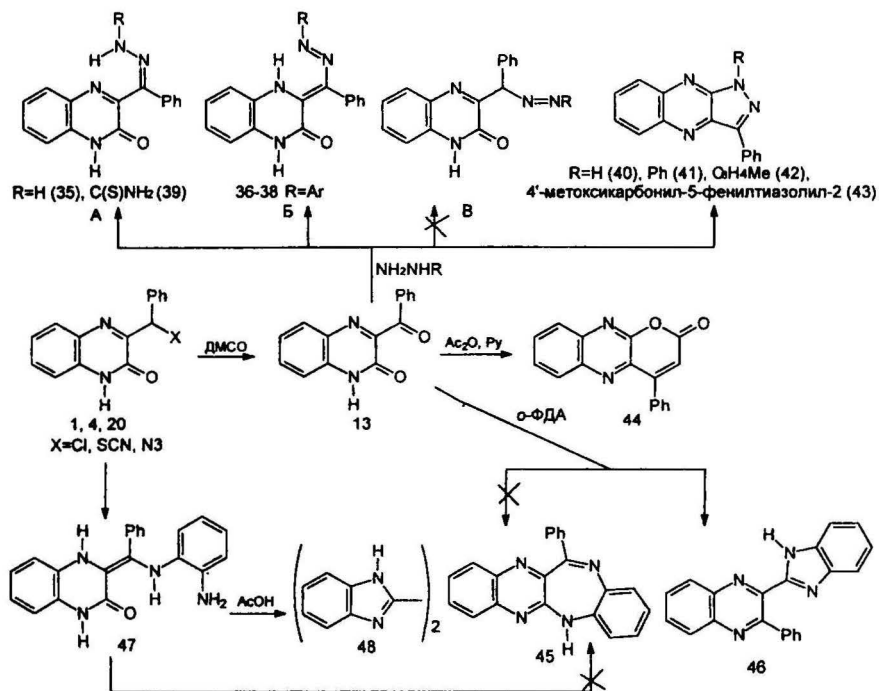


рис. 1. Геометрия молекулы 40.

Обработка гидразонов уксусной кислотой приводит флавазолам 40-42, при этом наличие во флавазоле 40 подвижного атома водорода допускает реализацию четырех таутомерных форм с протоном у атомов N1, N4, N9 и C3. С помощью комплекса спектральных методов и РСИ показано, что флавазол 40 в растворах CDCl_3 , DMCO-d_6 и в кристаллической фазе существует в виде N1-H таутомера (рис. 1). Гидразон 39 циклизуется пируватом 9 во флавазол 43 с тиазольным заместителем.



При попытке ацетилирования бензоилхиноксалина **13** уксусным ангидридом в присутствии пиридина происходит замыкание цикла с образованием α -пироно[5,6-*b*]хиноксалина **44**. Учитывая возможность наличия в равновесии с лактамом **13** его лактимного таутомера и образования *o*-ацетилпроизводного соединения **13** на первой стадии реакции это превращение можно рассматривать как вариант получения кумаринов по Костанецкому-Робинсону, являющегося, в свою очередь, частным случаем реакции Перкина.

Взаимодействие 3-бензоил-1,2-дигидро-2-оксохиноксалина с *o*-ФДА в кипящей уксусной кислоте приводит к отщеплению двух молей воды, однако образующееся соединение является не бензодиазепинохиноксалином **45**, а его структурным изомером – 3-фенил-2-бензимидазоллихиноксалином **46**, однозначно структуру которого удалось установить только с помощью РСИ (рис. 2).

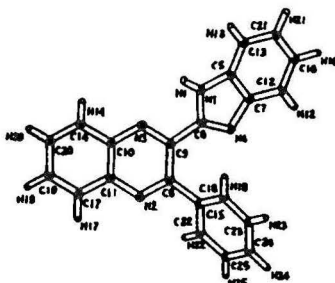


рис. 2. Геометрия молекулы **46**.

Хиноксалиновый цикл в исходном соединении сужается до бензимидазольного, новая хиноксалиновая система формируется из *o*-ФДА, третьего атома углерода и атом углерода кетонной группы исходного соединения **13**. Таким образом, взаимодействие 3-бензоил-1,2-дигидро-2-оксохиноксалином с *o*-ФДА привело к протеканию хиноксалино-бензимидазольной перегруппировки. С целью выяснения возможности протекания аналогичной перегруппировки среди других производных 3-замещенных хиноксалино из хлорида **1** и *o*-ФДА было получено соединение **47**, которое в тех же условиях, что и предыдущем случае, претерпевает хиноксалино-бензимидазольную перегруппировку элиминированием бензилиденового фрагмента и превращается в бисбензимидазол **48**, что еще раз подтверждает участие *o*-ФДА в перегруппировочных процессах.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Проведено систематическое исследование синтетических возможностей 3- α -(X-бензил)-1,2-дигидро-2-оксохиноксалинов (X = SCN, SC(NR)NHR, N₃, NH₂, NHRh, NHC₆H₄NH₂-o и др.), получаемых на базе реакций 3-(α -хлорбензил)-1,2-дигидро-2-оксохиноксалинов с нуклеофильными реагентами. В результате этих исследований выявлена зависимость направления реакций и структура образующихся продуктов от природы заместителя X и условий проведения реакций. Установлено, что внутримолекулярная циклизация 3-(α -изотиоуреидо- и тиоцианобензил)хиноксалинов, конденсация 3-(α -хлорбензил)хиноксалинов с тиомочевинами и метилового эфира фенолхлорпировиноградной кислоты с KSCN и *o*-ФДА приводит к образованию тиазоло[3,4-а]хиноксалинов; меж- и внутримолекулярная циклизация 3-(α -хлор-, тиоциано-, аминокобензил)хиноксалинов приводит к образованию имидазо[1,5-а]хиноксалинов; внутримолекулярная циклизация 3-(α -ацетил- и этоксикарбонилметилбензил)хиноксалинов приводит к образованию пирроло[1,2-а]хиноксалинов.

2. Найдено, что направление реакций, протекающих при термоллизе 3-(α -тиоцианобензил)-1,2-дигидро-2-оксохиноксалина определяется условиями его проведения и приводит к различным представителям тиазоло[3,4-а]- и имидазо[1,5-а]хиноксалинов и к 3-бензоилхиноксалинону.

3. Обнаружено викариозное нуклеофильное замещение водорода – редкая реакция в ряду гетероароматических соединений, которое протекает в системе 3-(α -хлорбензил)-2-хлорхиноксалин – пиридин и приводит к индолизинхиноксалину.

4. В условиях реакции Корнблума по схеме оксо-де-гидро хлор (тиоциано, азидо) дизамещения разработаны высокоэффективные методы получения ключевого исходного для синтеза конденсированных [b]хиноксалинов – 3-бензоилхиноксалинона, который с уксусным ангидридом в условиях реакции Костеняцкого-Робинсона формирует 4-фенил- α -пироно[5,6-b]хиноксалин, а его взаимодействие с гидразинами приводит к гидразонам 3-бензоилхиноксалинона, существующим в гидразонной и азоформе, и легко циклизующихся в кислой среде в пиразоло[3,4-b]хиноксалины (флавазолы).

5. В ряду 3-замещенных хиноксалинонов обнаружены хиноксалино-бензимидазольные перегруппировки. Взаимодействие 3-бензоилхиноксалинона с *o*-ФДА неожиданно

протекает с образованием 2-(2'-бензимидазол)-3-фенилхиноксалина, при этом хиноксалиновый цикл исходного соединения сужается до бензимидазольного, а новая хиноксалиновая система формируется из *o*-ФДА. 3- α -(2'-N-Аминофениламино)бензилиден-2-оксо-1,4-дигидрохиноксалин в кипящей уксусной кислоте и при термоллизе претерпевает циклодегидратацию с элиминированием бензилиденевого фрагмента и превращается в 2,2'-бисбензимидазол.

6. Разработанные методы могут быть рекомендованы в качестве препаративных методов получения труднодоступных конденсированных систем тиазоло[3,4-а]хиноксалинов, имидазо[1,5-а]хиноксалинов, пирроло[1,2-а]хиноксалинов.

Основное содержание диссертационной работы изложено в следующих работах:

1. Mamedov V.A., Mustakimova L.V., Valeeva V.N., Nurkhametova I.Z., Kalinin A.A., Gubaidullin A.T., Litvinov I.A., Berdnikov E.A., Levin Y.A.. / Regulation of Regioselectivity in the Heterocycles Synthesis on the Base of Darzens Condensation Products and Binucleophiles. // The seventh international Kyoto conference on new aspects of organic chemistry (IK.COC-7) – Kyoto –Japan – 1997 – P.358.
2. Калинин А.А., Мамедов В.А., Левин Я.А. / 3-(α -Тиоцианобензил) -1,2-дигидрохиноксалин в синтезе конденсированных гетероциклов. // Химия и применение фосфор-, сера- и кремнийорганических соединений. – Петербург. – 1998. – С. 102.
3. Мамедов В.А., Калинин А.А., Губайдуллин А.Т., Нурхаметова И.З., Литвинов И.А., Левин Я.А. / 1-Имино-3-арил-4-оксо-4,5-дигидротиазоло[3,4-а]хиноксалины. Ретросинтетический подход. // ХГС. – 1999. – № 12. – С. 1664-1680.
4. Калинин А.А., Мамедов В.А., Левин Я.А. / 1-Имино-3-арил-4-оксо-4,5-дигидротиазоло-[3,4-а]хиноксалины на основе 3- α -изотиауреидобензил- и 3- α -тиоцианобензил-хиноксалин-2-онов Ретросинтетический подход. // XX Всероссийская конференция по химии и технологии органических соединений серы. – Казань – 1999. – С. 99.
5. Калинин А.А., Мамедов В.А., Левин Я.А. / Хиноксалино-бензимидазольная перегруппировка. // ХГС (в печати, регистр. №54р/99).
6. Калинин А.А., Мамедов В.А., Ризванов И.Х., Ефремов Ю.Я., Левин Я.А. / Циклодегидратация 3- α -(2'-аминофениламино)бензилиден-2-оксо-1,4-дигидрохиноксалина в 2,2'-

- 2-00
- бисбензимидазол с элиминированием бензилиденового фрагмента. // ХГС. – 2000. – № 2. – С. 166-167.
7. Калинин А.А., Мамедов В.А., Левин Я.А. / Би-, три-, тетрациклические конденсированные системы на основе 3-замещенных хиноксалинов. // Молодежная научная школа по органической химии. – Екатеринбург. – 2000. – С. – 38.
8. Калинин А.А., Мамедов В.А., Ризванов И.Х., Левин Я.А. / Внутримолекулярное викариозное нуклеофильное замещение в декатионе 2-пиридинио-3-(α -пиридиниобензил)хиноксалина. // ХГС (в печати, регистр. №25p/2000).
9. Мамедов В.А., Калинин А.А., Ризванов И.Х., Азанчеев Н.М., Ефремев Ю.Я., Левин Я.А. / Имидазо[1,5-а]- и триазоло[3,4-а]хиноксалины на основе 2-оксо-3-(α -тиоцианобензил)-1,2-дигидрохиноксалина. // ХГС (в печати, регистр. №51/2000).
10. Мамедов В.А., Калинин А.А., Губайдуллин А.Т., Литвинов И.А., Левин Я.А. // 2-Оксо-3-бензоил-1,2-дигидрохиноксалин в реакции Костанецкого-Робинсона. Синтез и строение 2-оксо-4-фенилпирано[2,3-б]хиноксалина. // ХГС (в печати, регистр. №52/2000).
11. Мамедов В.А., Калинин А.А., Губайдуллин А.Т., Литвинов И.А., Левин Я.А. / α -Замещенные 3-бензил-1,2-дигидро-2-оксохиноксалины в реакции Корнблума. Синтез и строение 3-бензоил-2-оксо-1,2-дигидрохиноксалина. // ХГС (в печати, регистр. №77/2000).



Отпечатано с готового оригинал-макета. Печать RISO.

Бумага офсет №1. Формат 60*84 1/16.

Объем 1.0 п.л. Тираж 100 экз. Заказ 40.

Отпечатано на полиграфическом участке издательства «Экоцентр»,
г. Казань, ул. Кремлевская, 18.