

29



На правах рукописи

ЕГОРОВ СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

Синтез и строение N,O- содержащих гетероциклических соединений на основе несимметричных диеноновых производных циклолентана и циклогексана

02.00.03-органическая химия

АВТОРЕФЕРАТ

**Диссертации на соискание ученой степени
кандидата химических наук**

12 MAR 2009

Саратов - 2009

Работа выполнена на кафедре органической и биоорганической химии
ГОУ ВПО "Саратовский государственный университет имени Н.Г.
Чернышевского"

- Научный руководитель:* кандидат химических наук, доцент
Голиков Алексей Геннадьевич
- Официальные оппоненты:* доктор химических наук, профессор
Древко Борис Иванович
- кандидат химических наук, ассистент
Щелочкова Оксана Анатольевна
- Ведущая организация:* **Самарский государственный университет
(г. Самара)**

Защита состоится 19 марта 2009 года в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 212.243.07 при Саратовском государственном университете имени Н.Г. Чернышевского по адресу:
410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83, корп. I, химический факультет СГУ.

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке
Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского

Автореферат разослан 5 февраля 2009г.

Ученый секретарь диссертационного совета



Сорокин В.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Кросс-сопряжённые диеновые производные циклических кетонов симметричные и несимметричные (в зависимости от наличия одинаковых или разных заместителей в α -положениях к оксо-группе) являются объектами теоретической химии, обладают ценными свойствами и широко используются для построения на их основе различных карбо- и гетероциклических систем в том числе и практически значимых.

Основное внимание исследователей уделено симметричным и несимметричным (гетарилметиленарилметилензамещённым) диенонам циклогексанового ряда, особенно их реакциям с N,N- нуклеофильными реагентами.

Их гомологи циклопентанового ряда, а также диарилметиленциклогексаноны с различными заместителями в бензольных циклах рассматриваются несоизмеримо меньше, в том числе и их реакции с N- и C- нуклеофилами. Остаются открытыми вопросы сравнительной реакционной способности диенонов указанного типа, региохимии их реакций в зависимости от размера центрального кольца, периферических замещающих групп, природы нуклеофильного реагента.

В русле решения указанных проблем выполненная настоящая работа, посвящена изучению реакций несимметричных диенонов с центральным циклогексановым и циклопентановым ядром с N- и C- нуклеофильными реагентами.

Работа является частью плановых научных исследований, проводимых на кафедре органической и биоорганической химии Саратовского государственного университета имени Н.Г.Чернышевского по теме «Физико-химическое исследование молекулярных, супрамолекулярных систем и создание новых материалов с заданными свойствами» (№ госрегистрации 0120.0 6035509), работ, выполненных при финансовой поддержке Федерального агентства по науке и инновациям (грант № 02.513.11.3028).

Цель и задачи работы Синтез пяти-, шестичленных N-,O-содержащих

гетероциклов на основе реакций несимметричных диенонов циклогексанового и циклопентанового ряда с N- и C- нуклеофильными реагентами.

Научная новизна. Впервые синтезированы диеноны циклопентанового ряда, содержащие фурильный и арильный заместители. Установлено, что их реакции с гидразинами и динитрилом малоновой кислоты, приводят к образованию цикlopентапиразолов и 2-амино-3-цианоциклопентапиранов.

Диеноновые производные циклогексана с различными периферическими заместителями при взаимодействии с гидразинами (гидразингидрат, фенилгидразин) образуют региоизомерные транс-гексагидроиндазолы в различных соотношениях в зависимости от типа заместителя в бензольном цикле.

Реакции диенонов, содержащих фурильный и арильные фрагменты, с гидросиламином протекают, как присоединение – замещение региоуправлено с участием экзоциклической двойной связи арилметиленового заместителя и оксо-группы алицикла, с образованием гидросиламинооксимов.

C-нуклеофильные реагенты (динитрил малоновой кислоты, ацетоуксусный эфир) взаимодействуют с циклогексадиенонами по типу конденсации Михаэля с последующей внутримолекулярной O-гетероциклизацией, и образованием 2-амино-3-цианотетрагидрохроменов и 2-гидроксигексагидрохроменов.

Практическая значимость. Получены ранее неизвестные замещённые гексагидроиндазолы, гидросиламиноциклогексанооксимы, 2-амино-3-цианотетрагидрохромены, 2-гидроксигексагидрохромены, содержащие фармакофорные фрагменты и группы.

На защиту выносятся результаты исследований по:

- синтезу несимметричных диеноновых производных цикlopентана, содержащих фурильный и арильный заместители;
- изучению реакций полученных диенонов ряда C₅, C₆, с N- и C- нуклеофильными реагентами (гидразинами, гидросиламином, ацетоук-

сусным эфиром, динитрилом малоновой кислоты), и их регионаправленности;

- установлению строения образующихся соединений на основании комплексного исследования методами ИК-, ЯМР ^1H и ^{13}C спектроскопии.

Апробация работы. Основные результаты работы представлялись на IV, V, VI Всероссийских конференциях молодых ученых “Современные проблемы теоретической и экспериментальной химии” (Саратов, 2003, , 2005, 2007), Международной конференции “Органическая химия от Бутлерова и Бейльштейна до современности”, (Санкт-Петербург, 2006), VI Международной научной конференции «Фундаментальные и прикладные проблемы современной химии в исследованиях молодых ученых» (Астрахань, 2006), XVIII Менделеевском съезде по общей и прикладной химии (Москва, 2007), XI Всероссийской конференции «Карбонильные соединения в синтезе гетероциклов» (Саратов, 2008).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 10 работ: из них 7 статей, в том числе 1 статья в журнале, рекомендованном ВАК, 6 статей в сборниках научных трудов, 3 тезисов докладов.

Объем и структура работы. Диссертация изложена на 123 страницах машинописного текста, включая введение, три главы, выводы, список использованных источников из 105 наименований, 17 таблиц, 8 рисунков.

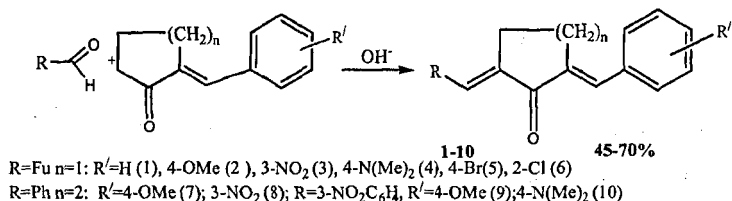
Благодарность. Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю, кандидату химических наук, доценту СГУ Голикову А.Г.,

Заслуженному работнику высшей школы РФ, доктору химических наук, профессору Кривенько Адели Павловне за научные консультации.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Синтез несимметричных диенонов

Диеноны 1-10, были получены кротоновой конденсацией фурфурола или ароматического альдегида с арилметиленциклопента(гекса)нонами в растворе изопропилового спирта в условиях щелочного катализа (10%-ный водный раствор NaOH).



Природа заместителя в ароматическом ядре карбонильной компоненты и размер алицикла метиленовой компоненты существенно сказывается на выходах продуктов реакции. Производные циклопентанона получены с большими выходами до (70 %), в отличие от циклогексановых аналогов, что объясняется большой активностью циклопентанового фрагмента, как метиленовой компоненты. Электроноакцепторные заместители, активирующие карбонильную компоненту повышают выход диенов, электронодонорные заместители вследствие преобладающего $+M_{эф}$ снижают выход диенов.

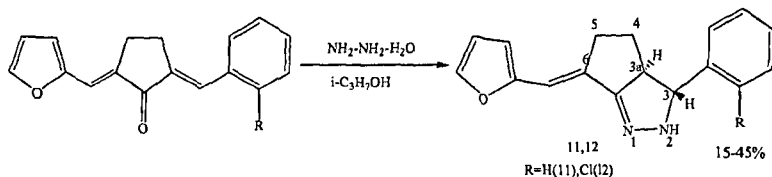
В ИК-спектрах валентные колебания карбонильной группы вследствие сопряжения смещены в область низких частот ($1672 - 1687 \text{ см}^{-1}$), колебания C=C связей находятся при $1512 - 1583 \text{ см}^{-1}$. Их большая интенсивность по сравнению с колебаниями связи C=O является аналитическим признаком S-цис-расположения карбонильной группы и этиленовой связи. Наличие полос внеплоскостных деформационных колебаний связи C=CH при $967 - 994 \text{ см}^{-1}$ свидетельствует о E,E-конфигурации кетонов.

2. Реакции диенов с гидразинами

2.1. Синтез и строение циклопентапиразолинов

Взаимодействие арилметиленфурилметиленциклопентанонов с гидразингидратом по сравнению с циклогексановыми аналогами протекает труднее, требует значительного увеличения времени реакции (с 2-х до 12 часов), избытка реагента (с 3 - 5 кратного до 15 кратного) и сопровождается вследствие этого значительным осмолением. Из реакционной смеси удалось выделить и охарактеризовать лишь -6-фурилметилен-2,3,3a,4,5,6-гексагидро-3-арилциклопентапиразолины 11,12.

Циклизация затруднена, так как требует значительного напряжения из-за плоскостного строения циклопентанового кольца. Выходы продуктов реакции невелики (15 - 45%).

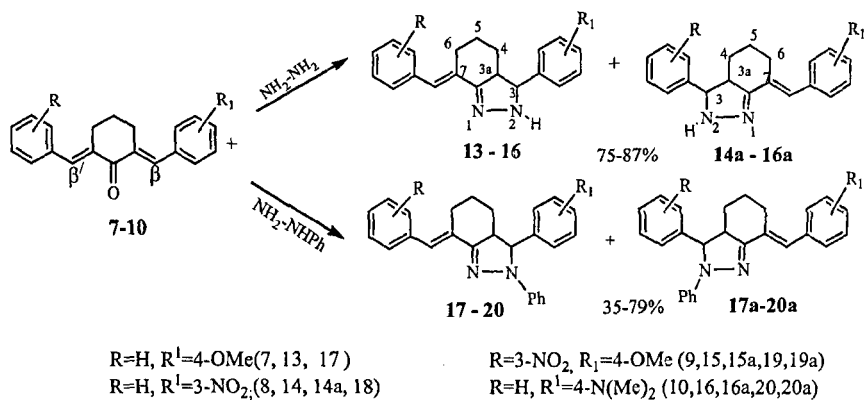


Реакция, как и в случае циклогексановых аналогов, протекает регионаправленно с участием арилметиленового фрагмента с образованием транс-циклопентапиразолинов. С фенилгидразином циклопентановые диеноны не взаимодействуют. В спектре ЯМР ^1H значения химических сдвигов протонов H^3 (4,65 м.д.), H^{3a} (3,25 м.д.) и их положение протонов H^3 и H^{3a} свидетельствует об их транс-конфигурации.

В масс-спектре 6-фурилметилден-2,3,3a,4,5,6-гексагидро-3-арилциклопентапиразолина 11 регистрировался пик молекулярного иона m/z 263 (10%) слабой интенсивности. Дальнейшая фрагментация протекает с образованием осколочных ионов, сохраняющих фурилметиленовый фрагмент, что указывает на региоселективность реакции (с участием арилметиленового фрагмента).

2.2. Синтез и строение N(R)-гексагидроиндазолов

В отличие от фуриларилсодержащих диенонов циклопентанового (полученных нами) и циклогексанового (ранее описанных) рядов при взаимодействии несимметричных 2,6-диарилметиленциклогексанонов 7 - 10 с гидразинами (гидразингидрат, фенилгидразин), нами были получены смеси региоизомерных транс-3-арил-7-фенил(арил)метилен-3,3a,4,5,6,7-гексагидро-2H-индазолов с суммарными препаративными выходами 35-87%.



С целью выявления влияния на регионаправленность азациклизации в качестве субстратов были выбраны диеноны, отличающиеся отсутствием (R=H) или наличием электронодонорных (OMe, N(Me)₂), электроноакцепторной (NO₂) групп в бензольных кольцах, а в качестве реагентов гидразин и фенилгидразин, отличающиеся по нуклеофильной силе.

Установлено, что в ходе реакции реализуются оба альтернативных направления гетероциклизации независимо от строения реагентов.

В ЯМР ¹H - спектрах смеси региоизомерных гексагидроиндазолов **14,14a;15,15a;16,16a;19,19a;20,20a** сигнал протона H³ проявляется в виде дублетов в области 4,44 – 4,62 м.д.

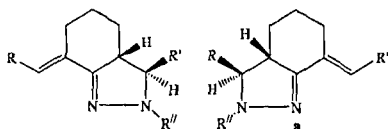
Положение химического сдвига протона H³ зависит от типа заместителя в ароматическом кольце. В общем случае наличие электронодонорных заместителей несколько смещает сигнал этого протона в сильное поле, электроноакцепторных - в слабое.

На основе анализа интегральной интенсивности этих протонов установлено соотношение региоизомеров. При этом отмечена общая тенденция преобладания фенилзамещённых NH- региоизомеров, независимо от природы замещающей группы (NO₂, NMe₂) во втором бензольном кольце (**14:14a=1:1,5; 16:16a=1:2**), что свидетельствует о предпочтительности азациклизации с участием фенилметилевого заместителя исходного фенилметиленарилметиленциклогексанона.

В случае диенона **9**, имеющего замещающие группы в обоих бензольных циклах образование региоизомеров становится практически равновероятным (**15:15a**=1:1,2). Ситуация сохраняется и для замещённых при азоте N-Ph- гексагидроиндазолов(**19:19a**=1:1,2; **20:20a**=1:2). В случае соединений **13,17,18** соотношение региоизомеров установить не удалось из-за наложения сигналов. В таблице 1 приведены данные о соотношении региоизомерных гексагидроиндазолов.

Таблица 1

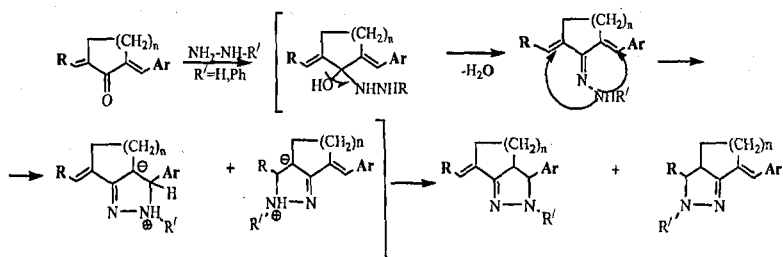
Соотношение региоизомерных гексагидроиндазолов
(по данным ЯМР ^1H -спектров)



Соединение	R	R'	R''	Положение сигнала H^3 в ЯМР ^1H -спектре, δ , м.д.	Соотношение изомеров
14	Ph	3- $\text{NO}_2\text{C}_6\text{H}_4$	H	4,56	14:14a=1:1,5
14a				4,48	
15	4- OMeC_6H_4	3- $\text{NO}_2\text{C}_6\text{H}_4$	H	4,61	15:15a=1:1,2
15a				4,43	
16	Ph	4- $\text{NMe}_2\text{C}_6\text{H}_4$	H	4,40	16:16a=1:2
16a				4,43	
19	4- OMeC_6H_4	3- $\text{NO}_2\text{C}_6\text{H}_4$	Ph	4,67	19:19a=1:1,2
19a				4,52	
20	Ph	4- $\text{NMe}_2\text{C}_6\text{H}_4$	Ph	4,48	20:20a=1:2
20a				4,52	

Значения химических сдвигов протонов при H^3 составляют 4,40 - 4,67 м.д., что позволяет отнести полученные гексагидроиндазолы к транс-ряду, по аналогии с ранее полученными литературными данными.

Ниже представлена вероятная схема образования гексагидроиндазолов и циклопентапиразолинов:



На первой стадии происходит нуклеофильное присоединение гидразина(фенилгидразина) к наиболее электрофильному атому углерода карбонильной группы с последующей дегидратацией и образованием гидразона. Далее следует присоединение аминогруппы гидразона по экзоциклическим двойным связям с образованием биполярных ионов, стабилизирующихся за счёт 1,3-внутримолекулярного переноса протона. Образуется гетероцикл имеющий псевдоэкваториальное расположение заместителей большого стерического объёма и псевдоаксиальное расположение протонов при C^3 и C^{3a} -атомах (*транс*-расположение).

Таким образом, при реакции несимметричных диарилметиленциклогексанонов с гидразинами реализуется чаще всего оба возможных альтернативных направления азациклизации.

2.3. Синтез и строение гидросиламинооксимов диенонов

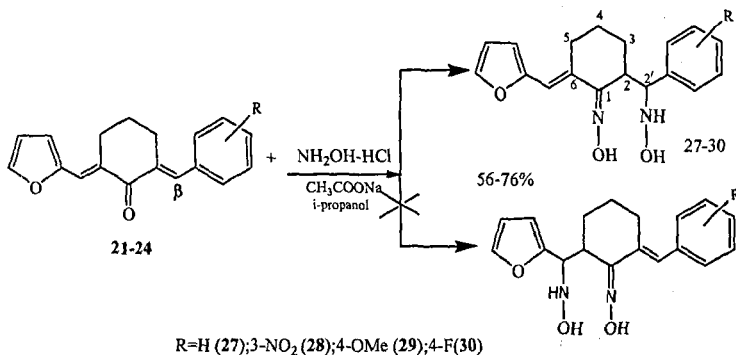
В литературе имеются единичные сведения о реакциях симметрично-построенных диенонов циклогексанового ряда с гидросиламином. При этом установлено, что реакции протекают как присоединение по экзоциклической двойной связи и нуклеофильное замещение по карбонильной группе. Ожи-

даемая гетероциклизация не происходит вероятно из-за меньшей нуклеофильной силы гидросиламна по сравнению с гидразинами.

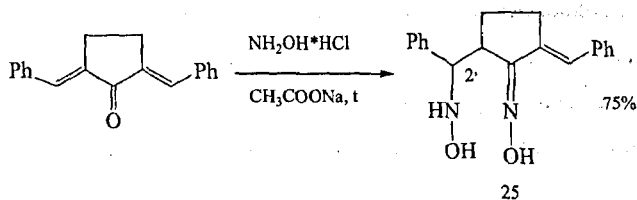
Несимметричные диеноны C_6 и диеноны циклопентанового рядов в реакцию с гидросиламинами не вводились.

Нами впервые изучено взаимодействие 2-арилметилен-6-фурилметиленициклогексанонов и - циклопентанов с гидросиламином.

Реакция 2-арилметилен-6-фурилметиленициклогексанонов (21 - 24) с гидросиламином солянокислым, протекала только при соотношении субстрат:реагент = 1: 4 (наибольшие выходы продуктов достигнуты при соотношении 1:8). При этом были получены 2-(1'-гидросиламино-*R*-бензил)-6- фурилметиленициклогексаноноксимы (27 - 30) с выходами 56-76%.



Для замещённых циклопентанов - 2-арилметилен-5-фурилметиленициклопентанов реакция не имела места, вероятно наличие π-избыточного фрагмента цикла в сочетании с плоскостным строением циклопентана нового кольца приводит к падению активности, реакционного центра(β). При замене фуранового цикла на менее донорный арильный успешно проведена для симметричного 2,5-дифенилметиленициклопентанона. Выход продукта 25 составил 75%.

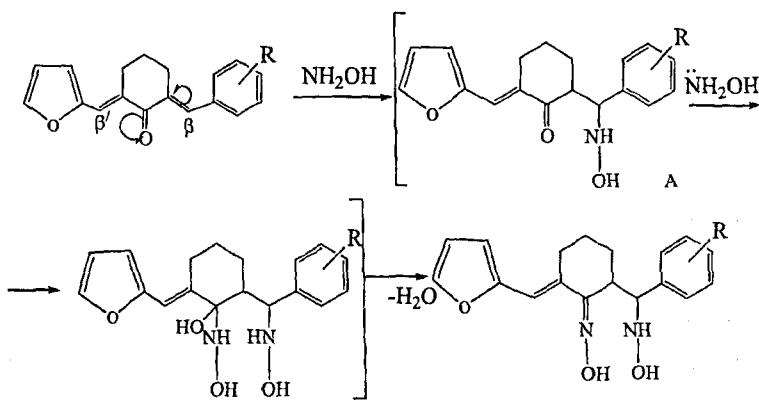


В спектре ЯМР ^1H гидроксиламинооксимов **27-30** отмечены химические сдвиги метиновых протонов $\text{H}^{2'}$ (4,12-4,45 м.д.), причём электроноакцепторные заместители в бензольном кольце сдвигают этот сигнал в слабое (4,45 м.д), а донорный в сильное поле (4,22 м.д.) относительно сигнала $\text{H}^{2'}$ аминоксима **27** (4,12 м.д.), не содержащего заместителя в бензольном цикле. Такое влияние замещающих групп на положение метиновых протонов позволяет сделать вывод о направлении нуклеофильного присоединения реагента (по двойной связи арилметиленового фрагмента).

Сигналы протонов гидроксильных групп присутствуют в области 5,49 - 7,00 м.д., в отличие от NH протона, сигнал которого проявляется в слабом поле при 11,06 - 11,26 м.д.

В ЯМР ^{13}C спектрах гидроксиламинооксимов **27** и **30** присутствуют по 5 сигналов sp^3 -гибридных атомов углерода: сигналы 11 sp^2 -гибридных атомов принадлежат фурановому, бензольному циклам, этиленовой и $\text{C}=\text{N}$ связям.

Предполагаемая схема реакции включает следующие стадии:



На первой стадии, происходит регионаправленно нуклеофильное присоединение гидроксилamina по $\text{C}=\text{C}$ связи арилметиленового заместителя (электронная плотность на β -атоме ниже по сравнению с β' -атомом, сближенным с π -избыточным фурановым циклом) с образованием аддукта А. При этом карбонильная группа становится сопряжённой только с одной эти пени-

вой связью (сопряжение уменьшается), что приводит к повышению её активности и способности присоединять нуклеофил.

Такое направление реакции, отличающиеся от взаимодействия диенонов с гидразинами, обусловлено различными по активности нуклеофильными центрами гидросиламина и понижением его нуклеофильной силы.

2.4. Реакции несимметричных диенонов с С-нуклеофильными реагентами

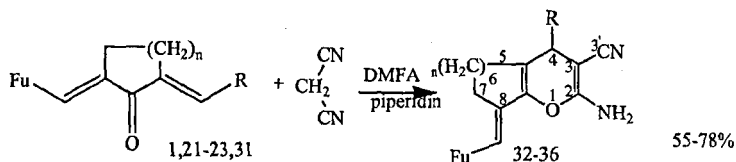
Ранее было показано, что несимметрично построенные диеноновые производные циклопентана и циклогексана в реакциях с С-нуклеофильными реагентами (ацетоуксусный эфир, ацетилацетон) образуют продукты карбоциклизации или О-гетероциклизации. Динитрил малоновой кислоты как С-нуклеофильный реагент для несимметричных диенонов ранее не использовался.

2.4.1. Реакции с малондинитрилом

Нами впервые изучены реакции несимметрично построенных диенонов с малондинитрилом.

Субстратами служили диеноны ряда C_5 , C_6 , содержащие фурилметиленовый и арилметиленовые заместители, в том числе с донорной (4-OMe) и акцепторной (3-NO₂) группами в бензольном кольце.

Реакции проводились при нагревании в ДМФА при соотношении диенон: динитрил малоновой кислоты 1:3, в качестве катализатора был использован пиперидин. При этом были получены ранее неизвестные продукты О-гетероциклизации 2-амино-3-цианотетрагидрохромены **32** – **35** (75-78%) и циклопентапиран **36** (55%). Прослеживается та же закономерность, что и в реакциях с N-нуклеофильными реагентами: выходы продуктов понижаются при переходе от циклогексановых к циклопентановым производным.

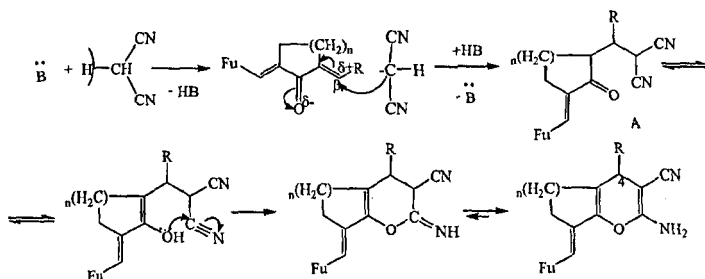


$n=2$, $R=Ph$ (24,32), 4- $OMeC_6H_4$ (25,33), 3- $NO_2C_6H_4$ (26,34); $Ar=4-OMeC_6H_4$; $R=4-OMeC_6H_4$ (31,35);
 $n=1$, $R=Ph$ (1,30)

В спектрах ЯМР 1H -полученных соединений присутствуют характерные сигналы протонов: синглет H^4 3,90 - 3,95 м.д., положение которого определяется природой заместителя в ароматическом кольце; сигналы протонов первичной аминогруппы 4,49 - 4,52 м.д.

В ЯМР ^{13}C -спектре циклопиранов 32 и 33 присутствуют, сигналы 4 sp^3 -гибридных, и 14 sp^2 -гибридных атомов углерода, что соответствует их углеродному скелету.

Предложена вероятная схема реакции:



Активированная метиленовая компонента атакует наиболее электронодефицитный β -этиленовый атом углерода субстрата(конденсация Михаэля). Кето-енольная таутомерия интермедиата А способствует внутримолекулярной О-циклизации. Образующийся аминопиран может существовать в виде двух таутомерных форм (енамин, имин).

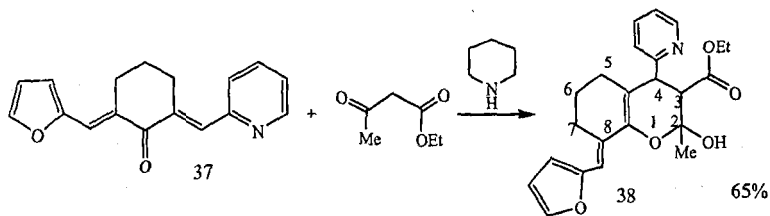
Наличие одного пятна на тонкослойной хроматограмме и присутствие синглета H^4 в спектре ЯМР 1H (для имина сигнал протона проявлялся бы в виде дублета) свидетельствуют об образовании енаминой формы.

2. 4. 2. Реакция с ацетоуксусным эфиром

Ранее было установлено, что циклогексадиенон, содержащий фурильный и нитрофенильный заместитель, при взаимодействии с ацетоуксусным эфиром образует продукт O-гетероциклизации - 1-((фурил-2)метилен)-7а-гидрокси-4-(3-нитрофенил)-6-оксо-октагидро-1Н-индан-5-этилкарбоксилат.

Основываясь на том, что пиридиновый цикл по электронному влиянию является эквивалентным нитробензильному, нами осуществлена реакция несимметричного диенона 2-пиридилметилена-6-фурилметилена-циклогексана (37) с ацетоуксусным эфиром. Реакция проводилась в растворе диметилформамида в условиях основного катализа (пиперидин), при соотношении реагентов диенон-ацетоуксусный эфир 1:4, и выдерживанием реакционной смеси при комнатной температуре в течение 10 суток.

В результате реакции был получен 8-фурилметилена-3,4,5,6,7,8-гексагидро-2-гидрокси-2-метил-4(2-пиридил)-2Н-хромен (38) с выходом 65 %.

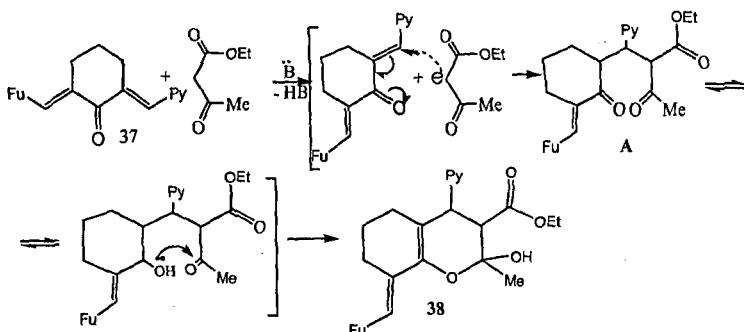


В ИК-спектре присутствуют характеристические полосы поглощения гидроксильной группы (3433 см^{-1}), колебания связей $\nu_{\text{C}=\text{C}}$ ($1677 - 1633\text{ см}^{-1}$) и $\nu_{\text{C}=\text{O}}$ ($1733 - 1716\text{ см}^{-1}$), $\nu_{\text{C}-\text{O}-\text{C}}$ (1103 см^{-1}).

В ЯМР ^1H -спектре имеются сигналы протонов гидроксильной группы (3,08 м.д.), метильной группы (3,80 м.д.), протонов H^4 (4,20 м.д., д), H^3 (3,42 м.д., д) ($J_{3,4}=8,00\text{ Гц}$).

Как и ожидалось, реакция с участием пиридилметиленового фрагмента наиболее выгодна вследствие -I и -M-эффектов атома азота пиридинового цикла, повышающего частичный положительный заряд на соседнем экзоциклическом атоме углерода.

Предложена вероятная схема реакции:



Первой стадией является конденсация Михаэля - присоединение СН-кислотной компоненты к активированной двойной связи диенона с образованием 1,5-дикетона А. Последний, из-за наличия в α -положении к карбонильной группе метильного радикала претерпевает внутримолекулярную альдолизацию с образованием продукта 38

Выводы

1. Осуществлён синтез ранее неизвестных конденсированных гетероциклов (цикланопиразолинов, гидрохроменов), содержащих арильные, гетарильные заместители и функциональные группы (ОН, NH₂, CN) на основе реакций дилиденциклогексанонов и - циклопентанонов с N- и C- нуклеофильными реагентами.
2. Получены ранее неизвестные несимметричные диеноны циклопентанового ряда, содержащие фурильный и арильные заместители, установлена их E,E-конфигурация.
3. Впервые при реакции диенонов циклопентанового ряда с гидразином получены циклопентапиразины. Установлено, что реакции протекают в более жёстких условиях и с меньшими выходами по сравнению с аналогами циклогексанового ряда.
4. При взаимодействии несимметричных диарилметиленциклогексанонов с гидразинами образуются региоизомерные транс-гексагидроиндазолы, соотношения которых (по данным ЯМР 1H-спектров) зависит от типа заместителя в бензольном кольце.

5. Реакции диенопов циклогексанового ряда, содержащих фурильные и арильные заместители, с гидросиламином протекают как присоединение по экзоциклической двойной связи арилметиленового фрагмента и нуклеофильное замещение по карбонильной группе, что приводит к образованию гидросиламиноциклогексанооксимов с фурилметиленовым фрагментом. Аналоги циклопентанового ряда в реакцию не вступают.

6. Диеновые производные циклопентана и циклогексана с фурильным и арильным заместителями взаимодействуют с динитрилом малоновой кислоты региоселективно по типу конденсации Михаэля с образованием фурилметилензамещённых 2-амино-3-циано-циклано[b]пиранов.

7. Реакция циклогексадиена, содержащего два гетероциклических заместителя (фурильный и α -пиридинильный) с ацетоуксусным эфиром, протекает аналогично фурил- и нитрофурилзамещённым аналогам и приводит к продукту O-гетероциклизации -8-фурилметилен-2-гидрокси-гексагидрохромену.

Основное содержание диссертации изложено в следующих работах:

1. Бугаев А.А. Голиков А.Г. Фомина Ю.А. Егоров С.В. Кривенько А.П. Региоселективное гидразинирование 6-арилиден-2-фуруриденцикло-гексанов. Синтез 3-арил-7-фуруриден-3,3а,4,5,6,7-гексагидро-2H-индазолов// Известия вузов. Химия и химическая технология, 2005. Т. 48. Вып. 4. С. 84-87.
2. Бугаев А.А. Егоров С.В. Зубарев А.В. Голиков А.Г. Синтез 2-(5-метилфуруриден)-6-арилиденциклогексанов и их реакции с гидразинами// Тез. докл. IV Всерос. конф. молодых ученых «Современные проблемы теоретической и экспериментальной химии». Саратов. 2003. С. 62.
3. Морозова О.В. Егоров С.В. Бугаев А.А. Голиков А.Г. Синтез NH-незамещённых гексагидроиндазолов и их ароматизация// Современные проблемы теоретической и экспериментальной химии. Сборник научных статей молодых ученых, посвященный 75-летию химического факультета СГУ, Саратов: Научная книга, 2004. С. 54 – 58.

4. Егоров С.В., Козлов А.А., Козлова Ю.С., Голиков А.Г. Синтез и строение 5-арилметилена-2-фулфуриденциклопентанонов // Межвуз. сб. науч. трудов V Всеросс. конф. молодых ученых «Современные проблемы теоретической и экспериментальной химии». Саратов: Изд-во «Научная книга». 2005. С.55 – 56.
5. Фомина Ю.А., Егоров С.В., Кривенько А.П. Направленный синтез тиенилметилена-NH(Ph) гексагидроиндазолов // Материалы Международной конференции по органической химии «Органическая химия от Бутлерова и Бейльштейна до современности». Санкт-Петербург. 2006. С.362
6. Егоров С.В., Голиков А.Г. Синтез региоизомерных гексагидроиндазолов на основе несимметричных диарилметиленилциклогексанон // Материалы Международной научной конференции «Фундаментальные и прикладные проблемы современной химии в исследованиях молодых ученых». Астрахань. 2006. С. 102-104
7. Егоров С.В., Голиков А.Г. Реакции кросс-сопряженных диеновых производных циклогексанона с гидросиламином // «Современные проблемы теоретической и экспериментальной химии»: Межвуз. сб. науч. трудов VI Всерос. конф. молодых ученых с международ. участием.-Саратов: Изд-во «Научная книга». 2007. С.96-97
8. Голиков А.Г., Бугаев А.А., Морозова А.А., Фомина Ю.А., Егоров С.В., Кривенько А.П. Несимметричные диеновые производные циклических кетонов в реакциях с N- и C-нуклеофильными реагентами // Тез. докл. XVIII Менделеевского съезда по общей и прикладной химии.-Москва. 2007. Том.1. С. 178.
9. Голиков А.Г., Фомина Ю.А., Морозова А.А., Егоров С.В., Варшаломидзе И.Э., Кривенько А.П. Диеновые производные циклических кетонов C₅ – C₇ в реакциях с N- и C-нуклеофильными реагентами // Тез. докл. XI Межд. научно-тех. конф. Волгоград. 2008. С.57
10. Егоров С.В., Голиков А.Г. Взаимодействие арил(гетарил)метиленилцикланонов с динитрилом малоновой кислоты. «Карбонильные соединения в синтезе гетероциклов». Сб. науч. тр./под ред. проф. А.П. Кривенько. Саратов: изд-во «Научная книга». 2008. С.102-103.

ЕГОРОВ СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

**«Синтез и строение N,O- содержащих гетероциклических соединений на
основе несимметричных диеновых производных циклопентана и
циклогексана»**

Автореферат

Ответственный за выпуск
д.х.н., профессор Ключкова И.Н.

Подписано в печать 02.02.09 Формат 60x84/16 Бумага типографская офсет.
Гарнитура Times New Roman Печ. Л. 1.
Тираж 100 Заказ № 17-Г

Отпечатано с готового оригинал-макета
Типография Саратовского государственного университета
имени Н.Г. Чернышевского
410012 г. Саратов, ул. Большая Казачья, д. 112 а
Тел.: (8452) 27-33-85