

И. К. Моисеев, Н. В. Макарова, М. Н. Земцова

ЦИКЛИЗАЦИЯ α - И β -АМИНОКЕТОНОВ

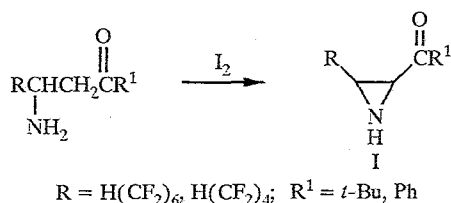
(ОБЗОР)

В обзоре впервые систематизированы данные по синтезу трех-, четырех-, пяти- и шестичленных, а также конденсированных гетероциклических соединений из α -аминокетонов и оснований Манниха.

Химия α - и β -аминокетонов — одна из интереснейших областей органической химии. Это связано с широким спектром биологической активности, а также высокой реакционной способностью указанных соединений. Их влияние на сердечно-сосудистую и центральную нервную систему, а также их антивирусная активность подробно рассмотрены в монографии А. Н. Кудрина [1]. α - и β -Аминокетоны широко используются для синтеза соединений разных классов: аминоспиртов, β -енаминокетонов, нитрозаминокетонов и др. Подробно химия β -аминокетонов освещена в двух обзорах [2, 3]. Обобщений литературного материала по синтезу и химическим свойствам α -аминокетонов, а также циклизации α - и β -аминокетонов до настоящего времени не опубликовано. Ниже систематизированы литературные данные за последние 40 лет по получению гетероциклических соединений на основе α - и β -аминокетонов.

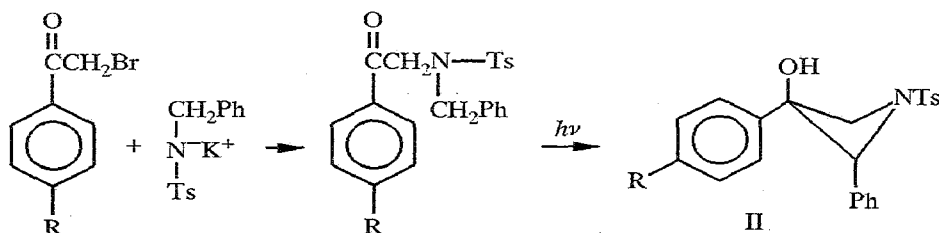
1. СИНТЕЗ ТРЕХ-, ЧЕТЫРЕХ- И ПЯТИЧЛЕННЫХ ГЕТЕРОЦИКЛОВ

Известна только одна работа, посвященная синтезу трехчленных гетероциклов — 3-фторалкилазиридин-2-илкетон I циклизацией соответствующих β -аминокетонов под действием иода [4]:

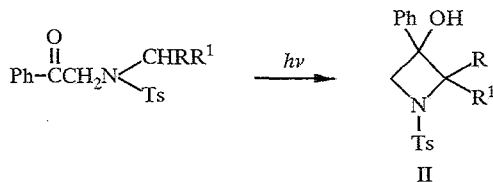


Установлено, что N-фенилзамещенный β -аминокетон [R = H(CF₂)₆, R¹ = Ph] в данную реакцию не вступает.

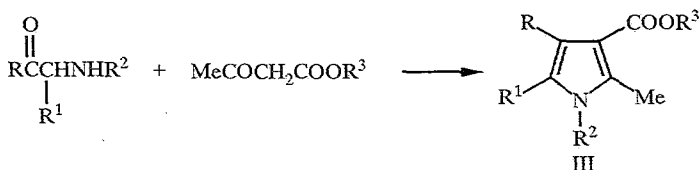
Фотолизом α -аминокетонов в эфире или тетрагидрофуране получены четырехчленные гетероциклы — азетидины [5—9]. Так, например, в работе [6] описано образование азетидинов II по следующей схеме:



Фотолиз α -N-алкиламидацетофенонов также приводит к N-замещенным азетидин-3-олам типа II [8]:

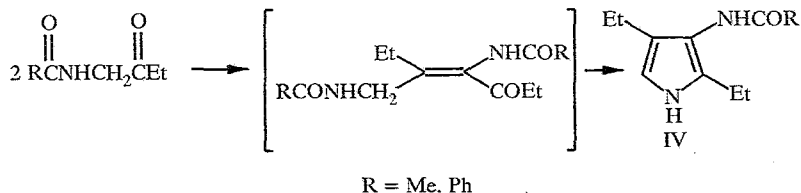


Значительно большее число работ посвящено синтезу пятичленных гетероциклов с одним и особенно двумя гетероатомами. Синтез пирролов по Кнорру распространен не только на α -галогенкетоны, но и на α -аминокетоны. При взаимодействии последних с ацетоуксусным эфиром и его производными образуются пиррол-3-карбоновые кислоты III [10—15]:

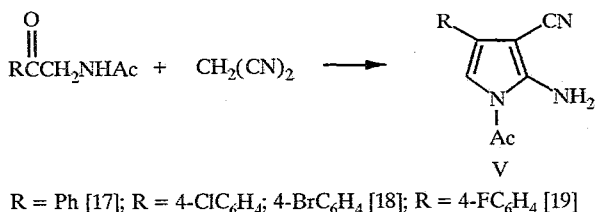


R = 2-NO₂-3-ClC₆H₃, R¹ = R² = H, R³ = Et [10]; R = 4-O₂NC₆H₄, R¹ = H, R² = 4-MeC₆H₄, 4-MeOC₆H₄, 4-ClC₆H₄ [11]; R = 4-O₂NC₆H₄, R¹ = H, R² = Ph, R³ = Et [12]; R = R¹ = 4-MeOC₆H₄, R² = R³ = H [13]; R = 3-ClC₆H₄, 4-ClC₆H₄, 4-O₂NC₆H₄, 2-O₂NC₆H₄, R¹ = 4-ClC₆H₄, 3-ClC₆H₄, R² = R³ = H [14]; R = R¹ = R² = R³ = Alk [15]

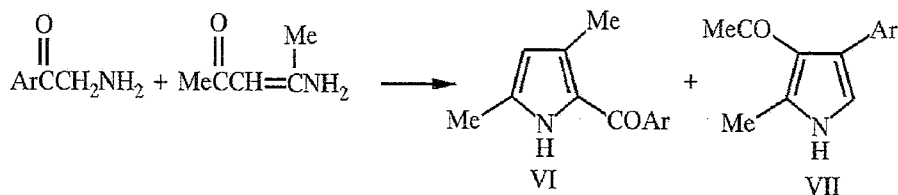
Предложен одностадийный синтез 3-(ациламино)пирролов из α -N-ациламинокетонов [16], как один из самых простых методов построения пиррольного цикла. Под действием Ва(ОН)₂ в водной среде происходит самоконденсация N-ацетил- и N-бензоиламиноацетона в 2,4-диметил-3-(ацетиламино)- и 2,4-диметил-3-(бензоиламино)пирролы IV. Превращение происходит, по мнению авторов, через промежуточную стадию кротоновой конденсации и сопровождается частичным дезацилированием.



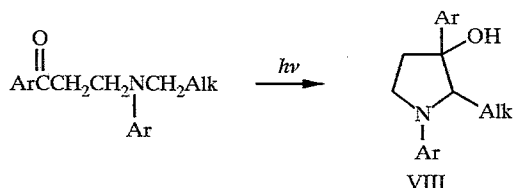
При нагревании N-ацилированных α -аминокетонов с динитрилом малоновой кислоты в спирте в присутствии NaOH получают 2-амино-1-ацил-3-цианопирролы V, представляющие интерес как потенциальные противомикробные средства [17—19].



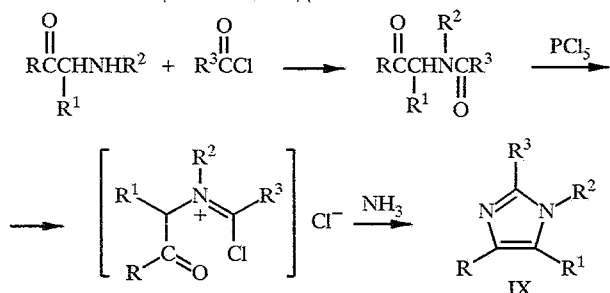
Взаимодействие β -аминовинилкетонов с α -аминокетонами приводит к смеси 2-ацил- и 3-ацилпирролов VI и VII соответственно [20]:



Облучение оснований Манниха (аналогично синтезу 3-гидроксиазетидинов II из α -аминокетонов) приводит к 3-гидроксипирролидинам VIII [21]:



Как уже упоминалось выше, наиболее часто α - и β -аминокетоны используются в синтезе пятичленных гетероциклов с двумя гетероатомами. При действии хлорангидридов кислот на α -аминокетоны образуются N-ациламинокетоны, циклизуясь под действием PCl_5 (или AcONH_4) в присутствии аммиака в имидазолы IX [22, 23] или под действием аминов — в 1,2,3,4,5-пентазамещенные имидазолиевые соли



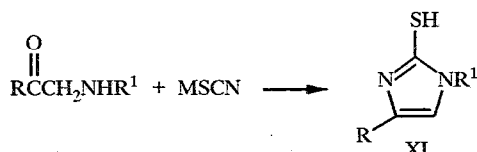
$\text{R} = \text{Ar}$, тиенил-2; $\text{R}^1 = \text{Ar}$; $\text{R}^2 = \text{H}$, Ar ; $\text{R}^3 = \text{Alk}$, Ar , тиенил-2

Обработкой первичных α -аминокетонов цианатом калия могут быть получены имидазолин-2-оны X [24, 25].



$\text{R} = \text{Ar}$; $\text{R}^1 = \text{H}$; Alk

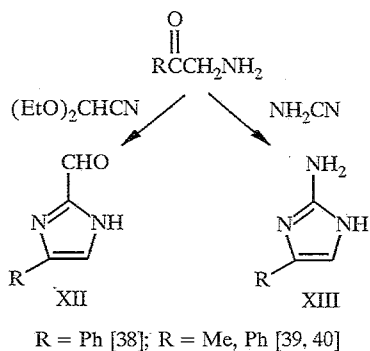
Широко представлен в литературе синтез 2-меркаптоимидазолов XI при взаимодействии α -аминокетонов с роданидами натрия, калия или аммония [26—34].



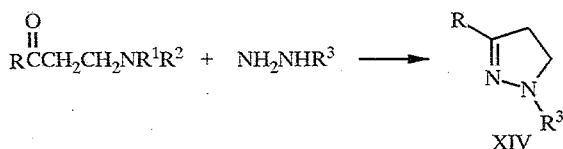
$\text{M} = \text{Na}$, $\text{R} =$ кумарин-3-ил, $\text{R}^1 = \text{Ar}$ [26]; $\text{M} = \text{NH}_4$, $\text{R} =$ адамантил-1, $\text{R}^1 = \text{H}$ [27]; $\text{M} = \text{K}$, $\text{R} = \text{R}^1 = t\text{-Bu}$ [28]; $\text{M} = \text{Na}$, $\text{R} =$ 5,6-бензокумарин-3-ил, $\text{R}^1 = \text{Ph}$, 4- ClC_6H_4 , 4- BrC_6H_4 , $\alpha\text{-C}_{10}\text{H}_7$ [29]; $\text{M} = \text{K}$, $\text{R} = n\text{-Pr}$, $\text{R}^1 = \text{H}$ [30]; $\text{M} = \text{Na}$, $\text{R} =$ хлоркумарин-3-ил, $\text{R}^1 = \text{Ar}$ [31]; $\text{M} = \text{NH}_4$, $\text{R} = \text{Alk}$, $\text{R}^1 = \text{Ar}$ [32]; $\text{M} = \text{K}$, $\text{R} =$ адамантил-1, $\text{R}^1 = \text{Me}$, 4- MeC_6H_4 [33]; $\text{M} = \text{K}$, $\text{R} =$ 4- $\text{EtOCH}_2\text{C}_6\text{H}_4$, $\text{R}^1 = \text{Ph}$ [34]

Аналогично протекает реакция с арилроданидами, при которой образуются 1-арил-2-меркаптоимидазолы [35—37]. Тиолы могут служить исходными веществами для получения других гетероциклов, например бензокумаринов [29].

Варьируя реагенты, вступающие в реакцию с α -аминокетонами, можно синтезировать 2-формил- и 2-аминозамещенные имидазолы XII и XIII соответственно [38—40]:

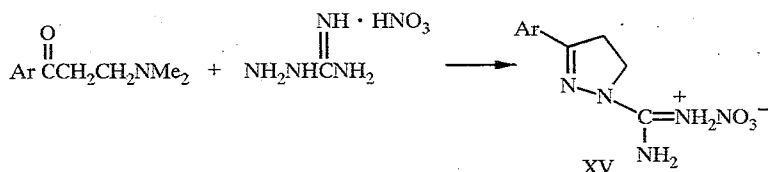


β -Аминокетоны традиционно служат исходными веществами для синтеза пиразолинов. Последние получают при взаимодействии кетонов с гидразингидратом или арилгидразинами в спиртах или уксусной кислоте [41—49]. Как предполагают авторы, первоначально образуются гидразоны или арилгидразоны, которые далее циклизуются в пиразолины XIV.



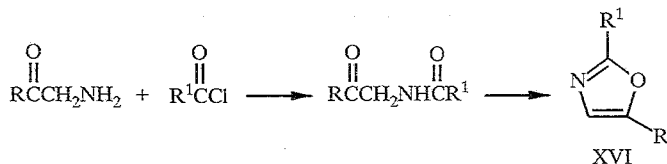
R = 5-нитрофурил, R¹ = R² = Me, R³ = 4-MeC₆H₄, 3-MeC₆H₄, 4-BrC₆H₄, 4-ClC₆H₄, 4-NH₂SO₂C₆H₄ [41]; R = Ar, R¹ = R² = Me, R³ = Ph [42]; R = Ar, R¹ = R² = Me, R³ = бензотиазол-2-ил [43]; R = 4-*i*-PrC₆H₄, R¹ = R² = Me, R³ = H [44]; R = Ar, R¹ = R² = Me, R³ = Ar [45]; R = Ph, R¹ = R² = Me, R³ = H [46]; R = Ar, R¹ = R² = Me, R³ = пиразолил-1 [47]; R = 5-метилтиенил-2, R¹ = R² = Me, R³ = H [48]; R = 1,4-бензодиоксан-6-ил, R¹ = R² = Et, R³ = H [49]

Кипячение β -ариламинокетонов с нитратом аминогуанидина в спирте приводит к солям амидинопиразолинов XV [50].



Разработан также двухстадийный способ получения пиразолов нитрозированием β -аминокетонов с последующим восстановлением и циклизацией нитропроизводных [51, 52].

Получение оксазолов XVI из первичных α -аминокетонов проводят в две стадии: взаимодействием с хлорангидридами кислот получают ацилпроизводные, которые затем подвергают циклизации [53—60].

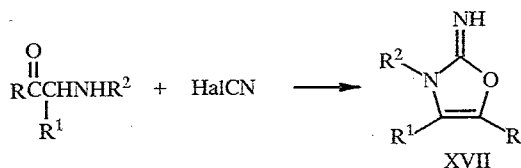


R = Ph, R¹ = 2-фенилхинолил-4, пиридил-4, 2,2'-дихинолинил-4 [53]; R = Ph, R¹ = 4-(3,5-дифенилпиразолил-1)фенил [54]; R = Ph, R¹ = нафтил-4 [55]; R = 3,4-(MeO)₂C₆H₃, R¹ = 3,4-(MeO)₂C₆H₃ [56]; R = 3,4-(MeO)₂C₆H₃, R¹ = Alk [57]; R = R¹ = Ar [58]; R = Ar, R¹ = тиенил-2 [59]; R = R¹ = 4-BrC₆H₄ [60]

Известно, что 2-гетарил-5-арилоксазолы являются эффективными люминофорами и широко применяются в скинтилляционной технике и квантовой электронике [53].

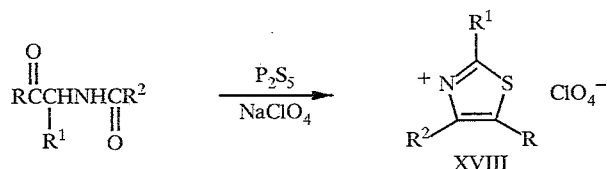
При взаимодействии α-аминокетонов с дихлорангидридом дифеновой кислоты получены 2,2'-ди(5-арилоксазоллил-2)бифенилы [61]. Аналогично реакция протекает и с вторичными α-аминокетонами, однако при этом образуются оксазолиевые соли [62]. Оксазолы могут быть получены и в одну стадию при замене хлорангидридов кислот на ортоэфир [63] или взаимодействием β-аминокетонов с хлорангидридом ацетгидроксамовой кислоты [64].

Вторичные α-аминокетоны при циклизации с циангалогенидами (например, бромцианом) образуют 2-иминооксазолины XVII с выходами 50...80% [65—67]:



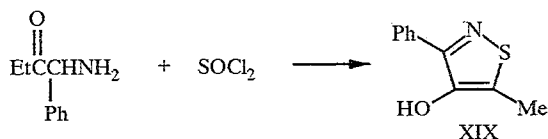
R = Ph, R¹ = Me, R² = Alk, PhCH₂, Ph(CH₂)₃, Ph(CH₂)₄ [65]; R = тиенил-2, R¹ = Me, R² = Alk [66]; R = R¹ = Ph, R² = *n*-Pr, Ph [67]

Аналогично синтезу оксазолов осуществляется синтез тиазолов XVIII, но в этом случае циклизация ацилпроизводных на второй стадии проходит под действием P₂S₅ [68, 69]. Конечные продукты были выделены в виде перхлоратов 3,5-диарилтиазолия [69], которые затем были превращены в цианиновые красители — монометинцианины и диметинмероцианины.



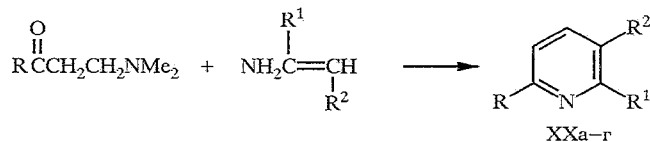
R = Ph, Ar; R¹ = Ph, Ar; R² = Me, Ph

4-Окси-5-метилизотиазолы XIX синтезированы реакцией первичных α-аминокетонов с хлористым тионилем в ДМФА при комнатной температуре [70]:



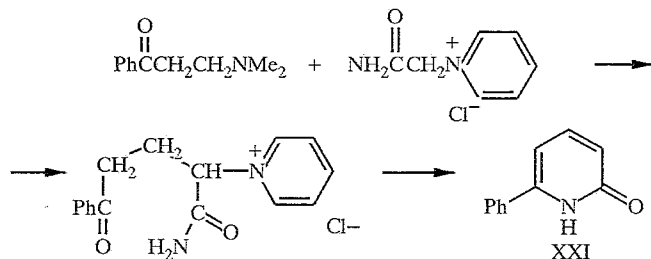
2. СИНТЕЗ ШЕСТИЧЛЕННЫХ ГЕТЕРОЦИКЛОВ

α - и β -Аминокетоны являются исходными веществами для синтеза ряда шестичленных гетероциклов, как с одним, так и с двумя гетероатомами. Так, при реакции эквивалентных количеств оснований Манниха с замещенными енаминами получают различные производные замещенной никотиновой кислоты XX [71—73]: эфиры, нитрилы, амиды.

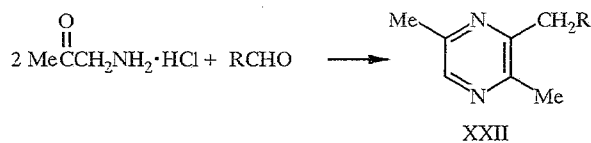


а R = Ar, тиенил-2, фурил-2; R¹ = H₂N, R² = EtOOC; б R¹ = Me, R² = MeOOC;
в R¹ = Me, R² = NC; г R¹ = Me, R² = NH₂CO

Из (β -диметиламиноэтил)фенилкетона и N-соли карбоилпиридиния синтезирован 6-фенилпиридон-2 XXI [74]:

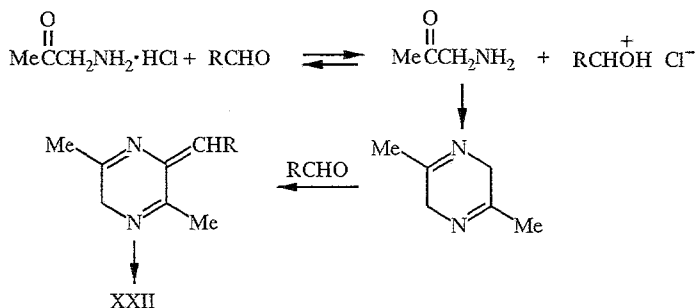


Описан новый синтез шестичленных гетероциклов с двумя атомами азота — замещенных пиазинов XXII реакцией гидрохлорида α -аминоацетона с альдегидами в кипящем спирте [75, 76].

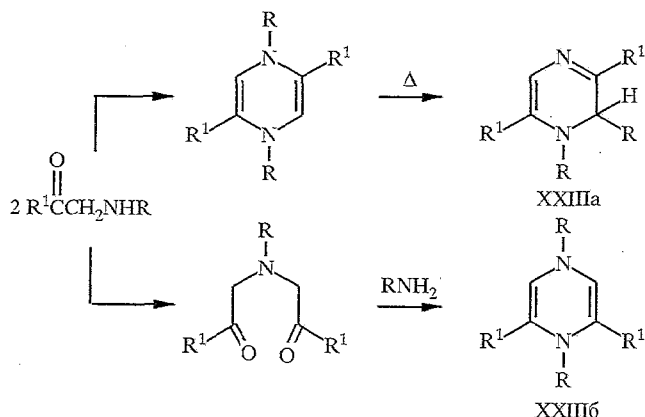


R = H, Me, Ph, фурил-2

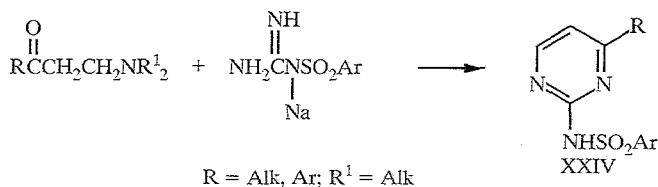
Образование соединений XXII можно представить как многоступенчатый процесс, включающий стадии образования свободного аминокетона, его самоконденсации в 2,5-диметилдигидропиазин и кротоновой конденсации последнего с RCHO [75].



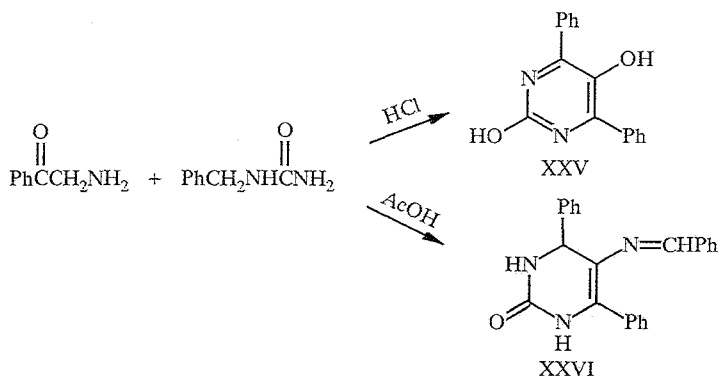
Из α -аминокетонов в зависимости от условий и природы заместителя получают 1,2-дигидропиразины XXIIIa и 1,4-дигидропиразины XXIIIб [77—79].



Синтез сульфонамидопиримидинов XXIV, широко применяющихся в качестве антибактериальных препаратов, осуществлен взаимодействием оснований Манниха в ДМСО с сульфонилгуанидинами [80]. При этом в реакцию вступали только натриевые соли сульфонилгуанидинов, что авторы связывают с электроноакцепторным влиянием группы SO_2Ar .

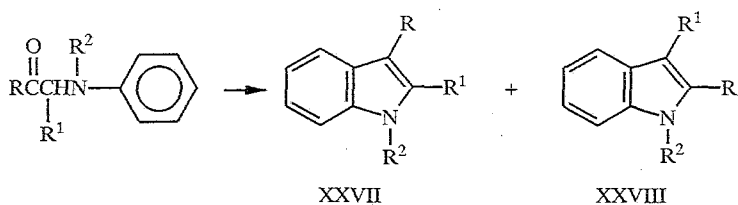


Из α -аминокетонов и N-бензилмочевины в присутствии HCl получается 2,5-диокси-4,6-дифенилпиримидин (XXV), а при использовании в качестве катализатора уксусной кислоты — 5-бензилиденамино-2-оксо-4,6-дифенил-1,2,3,4-тетрагидропиримидин (XXVI) [81].

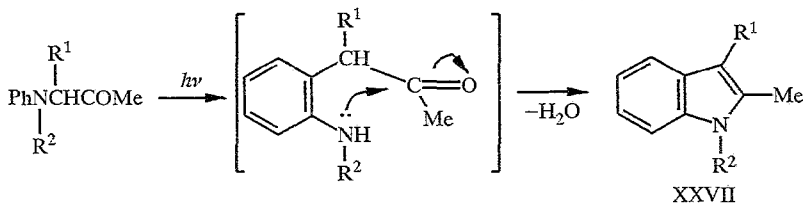


3. СИНТЕЗЫ КОНДЕНСИРОВАННЫХ ГЕТЕРОЦИКЛОВ

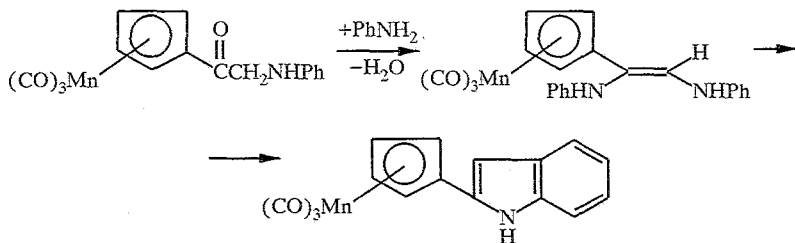
Одним из способов получения производных индола XXVII, известным как синтез Бишлера, является циклизация α -ариламинокетонс под действием $ZnCl_2$ и ПФК при кипячении в этиленгликоле, облучении ртутной лампой или под действием BuLi [82—93]. В результате реакции обычно образуется смесь изомеров XXVII и XXVIII, однако в более мягких условиях может быть получен только первый из них [82].



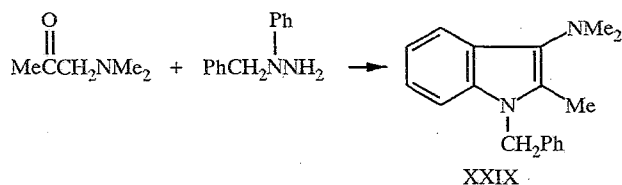
Под действием света этот процесс, как предполагают [83], осуществляется по следующему механизму:



В случае, когда R = циклопентадиенилмарганецтрикарбонил, рассматриваемое превращение проходит через следующие стадии [88]:

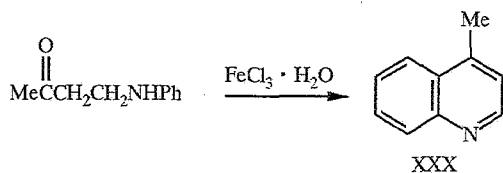


Реакция α -аминокетонов с 1-фенил-1-бензилгидразином приводит к 3-аминоиндолам XXIX [94]:

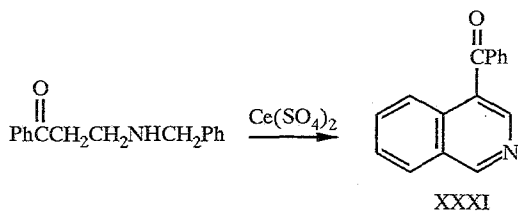


Циклизацией β -ариламинокетонных получены хинолины XXX [95]. Синтез осуществлен взаимодействием 4-(диэтиламино)бутанона-2 с анилином, при этом в качестве промежуточного продукта образуется

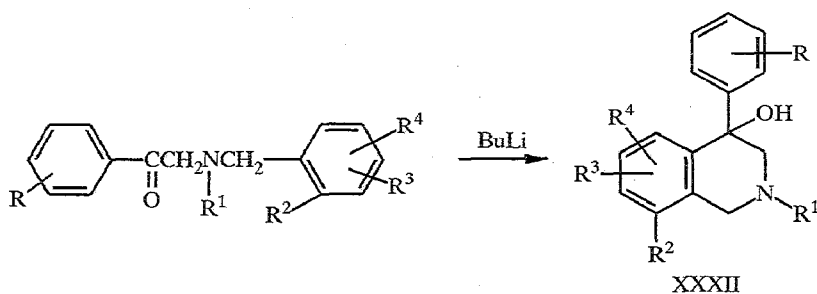
4-анилинобутанон-2. Для успешного проведения процесса, как считают авторы, следует брать один компонент в виде соли, а другой — в виде свободного амина. В этом случае равновесие на первой стадии сдвигается вправо, так как более основной амин удерживает протон, катализирующий реакцию обмена. Поскольку циклизация 4-анилинобутанона проходит только в кислой среде, а для получения 4-анилинобутанона-2 необходимо строго определенное соотношение кислоты : 4-(диэтиламино)бутанон-2 : анилин, целесообразно проводить обе стадии отдельно.



Под действием сульфата церия в 3 н. серной кислоте из β -(бензиламино)пропиофенона синтезирован изохинолин XXXI [96]:



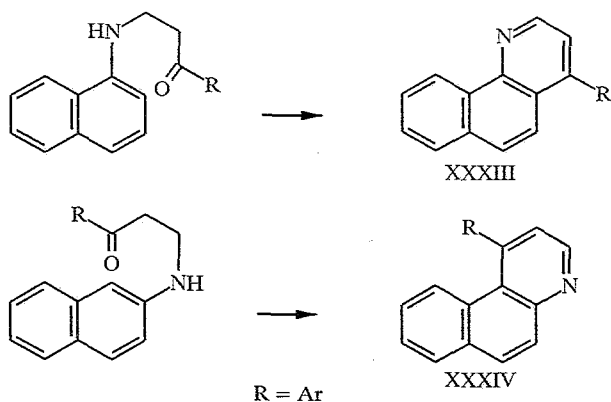
Аналогично циклизация β -аминокетонров приводит к гидрированным 1,2,3,4-изохинолинам XXXII [97—100]. Так, например [97], при внутримолекулярной реакции N-(2-иодобензил)фенациламинов в присутствии бутиллития синтезирован 4-фенил-1,2,3,4-тетрагидроизохинолин-4-ол.



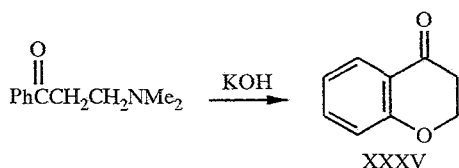
$\text{R} = \text{H}, 4'\text{-MeO}, 4'\text{-Cl}, 3'\text{-Cl}, 4'\text{-Br}, 4'\text{-F}; \text{R}^1 = \text{Me}, \text{PhCH}_2; \text{R}^2 = \text{I}, \text{Br};$

$\text{R}^3 = \text{R}^4 = \text{H}, \text{R}^3 = 6(7)\text{-MeO}, \text{R}^4 = 5(6)\text{-MeO}$

Если в эту реакцию вводят β -(N-нафтил)аминокетоны, то получают бензохинолины [101—103], причем в случае 1-нафтиламина и 2-нафтиламина образуются изомерные продукты XXXIII и XXXIV [101].

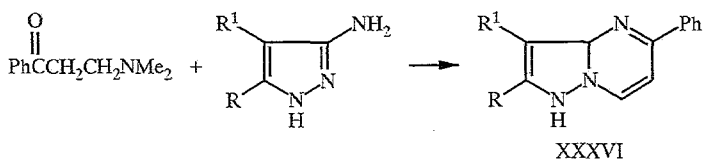


Циклизация β -аминокетонов под действием слабого раствора KOH приводит к хроман-4-онам XXXV [104].

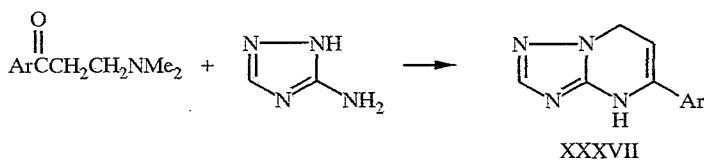


4. РЕАКЦИИ ОСНОВАНИЙ МАННИХА С 2-АМИНОГЕТЕРОЦИКЛАМИ

β -Аминокетоны способны вступать в реакции циклизации с аминами с образованием конденсированных систем двух и более циклов, содержащих атомы азота. Так, взаимодействие 3-аминопиразолов с 1-фенил-3-диметиламинопропан-1-оном в ДМФА приводит к пиразоло[1,5-*a*]пиримидину XXXVI [105]:

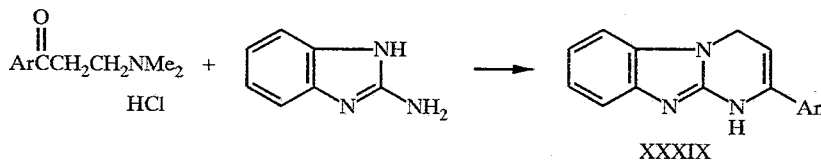
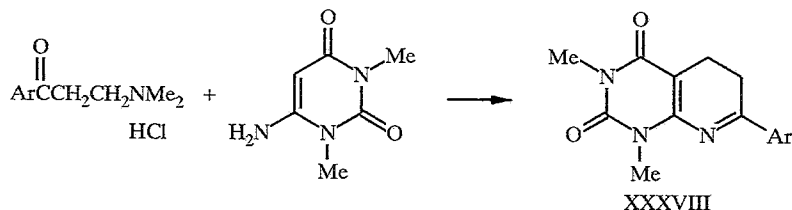


Конденсацией в ДМФА 3-амино-1,2,4-триазола с β -аминокетонами синтезированы 5-арил-4,7-дигидро-1,2,4-триазоло[2,3-*a*]пиримидины XXXVII [106, 107]:

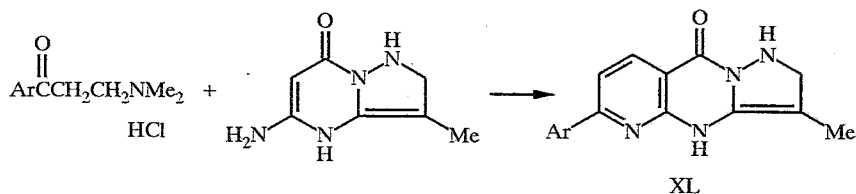


Ar = Ph, 3-MeC₆H₄, 4-ClC₆H₄, 4-O₂NC₆H₄, 4-MeOC₆H₄

Гидрохлориды оснований Манниха с 6-амино-1,3-диметилурацилом образуют 5,6-дигидро-1,3-диметилпиридо[2,3-*d*]пиримидиндионы-2,4 XXXVIII [108], а с 2-аминобензимидазолом — 1,4(3,4)-дигидропиримидо[1,2-*a*]бензимидазола XXXIX [109].



В случае 5-амино-3-метилпиразоло[2,3-*a*]пиримидин-7(1H)-она синтезированы пиразоло[3,2-*a*]пиридо[2',3':4,5]пиримидин-9(1H)-оны XL [110]:



Таким образом, настоящий обзор иллюстрирует широкие синтетические возможности аминокетонов, позволяющие получать разнообразные гетероциклические соединения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудрин А. Н., Воробьев В. Г. // Аминокетоны. — М.: Медицина, 1970. — С. 346.
2. Геворкян Г. А. // Успехи химии. — 1984. — Т. 53. — С. 971.
3. Tramontini M., Angiolini L. // Tetrahedron. — 1990. — Vol. 46. — P. 1791.
4. Филякова В. И., Пашкевич К. И. // ЖОрХ. — 1989. — Т. 25. — С. 2461.
5. Fuhrmann J., Haupt M., Henning H. G. // J. prakt. Chem. — 1984. — Bd 326. — S. 177.
6. Henning H. J., Fuhrmann J., Krippendorf U. // Z. Chem. — 1981. — Bd 21. — S. 36.
7. Hesabi M. M., Hill J., El-Hamamy A. A. // J. Chem. Soc. Perkin Trans. I. — 1980. — N 11. — P. 2317.
8. Gold E. N. // J. Amer. Chem. Soc. — 1971. — Vol. 93. — P. 2793.
9. Allworth K. L., El-Hamamy A. A., Hesabi M. M. // J. Chem. Soc. Perkin Trans. I. — 1980. — N 8. — P. 1671.
10. Nakano H., Umio S., Kariyone K. // Tetrah. Lett. — 1966. — N 7. — P. 737.
11. Filacchioni G., Nacci V., Stefanich G. // Farmaco. Ed. Sci. — 1974. — Vol. 29. — P. 872.
12. Artico M., Nacci V., Fulacchioni G. // Ann. chim. (Roma). — 1968. — Vol. 58. — P. 1370.
13. Yoshida N., Tomita K., Washi K. // J. Pharm. Soc. Japan. — 1973. — Vol. 93. — P. 584.
14. Umio S., Kariyone K., Tanaka K. // Chem. Pharm. Bull. — 1969. — Vol. 17. — P. 559.
15. Treibs A., Schmidt R., Zinsmeister R. // Chem. Ber. — 1957. — Bd 90. — S. 79.
16. Завьялов С. И., Аронова Н. И., Мустафаева И. Ф. // Изв. АН СССР. Сер. хим. — 1973. — № 8. — С. 1906.
17. Abdalla G. M., Sowell J. W. // J. Heterocycl. Chem. — 1987. — Vol. 24. — P. 297.
18. Bayomi S. M., Al-Obaid A. R., Jado A. J. // Pharmazie. — 1989. — Vol. 44. — P. 814.
19. El-Bayouki K., Sasyouni W. M., Hosni H. // J. Chem. Res. Synop. — 1995. — N 8. — P. 314.
20. Angel A., Jose M. A., Gonzalez A., Pedrosa R., Vicente M. // Heterocycles. — 1989. — Vol. 29. — P. 1983.

21. Ashraf S. A., Hill J., Ikhlet F. // J. Chem. Res. Synop. — 1993. — N 7. — P. 266.
22. Suzuki M., Nacda S., Matsumoto K. // Chem. Pharm. Bull. — 1986. — Vol. 42. — P. 3111.
23. Heinze J., Baumgartel H., Zimmermann H. // Chem. Ber. — 1968. — Bd 101. — S. 3504.
24. Glab D., Buschauer A., Tenor H. // Arch. Pharm. — 1995. — Bd 328. — S. 709.
25. Calis U., Palkara S., Ertan M. // Arzneim.-Forsch. — 1992. — Vol. 42. — P. 592.
26. Ягодиниц П. И., Скрипская О. В., Чернюк И. Н. // Хим.-фарм. журн. — 1996. — Т. 30, № 3. — С. 50.
27. Schubert H., Born H. J. // Z. Chem. — 1971. — Bd 11. — S. 257.
28. Corey E. J., Brunell D. J. // Tetrah. Lett. — 1976. — N 38. — P. 3409.
29. Скрипская О. В., Ягодиниц П. И., Чернюк И. Н. // ЖОХ. — 1994. — Т. 64. — С. 1053.
30. Ashutosh, Pandey N. D., Mehrotra J. K. // Heterocycles. — 1979. — Vol. 12. — P. 1339.
31. Скрипська О. В., Ягодиниц П. И., Чернюк И. Н. // 16 Укр. конф. по органической химии: Тез. докл. — Тернополь, 1992. — С. 271.
32. Красовский А. Н., Пономарев Н. В., Яворовская В. Е. // 15 Укр. конф. по органической химии: Тез. докл. — Ужгород, 1986. — С. 370.
33. Макарова Н. В., Земцова М. Н., Моисеев И. К. // ХГС. — 1994. — № 5. — С. 621.
34. Sawhney S. N., Kodali D. R., Dhinda G. S. // Indian J. Chem. — 1983. — Bd 22. — P. 584.
35. Doney J. J., Altland H. W. // J. Heterocycl. Chem. — 1979. — Vol. 16. — P. 1057.
36. Ирадян М. А., Торосян А. Г., Ароян А. А. // Арм. хим. журн. — 1974. — Т. 27. — С. 337.
37. Ogura H., Itoh T. // Chem. Pharm. Bull. — 1970. — Vol. 18. — P. 1981.
38. Browne E. J. // Austral. J. Chem. — 1971. — Vol. 24. — P. 2389.
39. Crank G., Khan H. R. // Austral. J. Chem. — 1985. — Vol. 38. — P. 447.
40. Lancini G. C., Lazzani E. // J. Heterocycl. Chem. — 1966. — Vol. 3. — P. 152.
41. Andrisano R., Bellotti A., Coghi E. // Ann. chim. (Roma). — 1964. — Vol. 54. — P. 1104.
42. Chase V. H., Evans J. M. // J. Chem. Soc. C. — 1964. — N 12. — P. 4825.
43. Dongfeng, Jiang Guiji, Li Jingshu // Chem. J. Chin. Univ. — 1990. — Vol. 11. — P. 205.
44. Левин Р. Я., Костин В. Н., Гембицкий П. А. // ЖОХ. — 1961. — Т. 31. — С. 1185.
45. Друнгилайте В. А., Чекуолене Л. В., Шимкявичене В. И. // 10 Международная конференция по синтетическим и физиологически активным соединениям: Тез. докл. — Ереван, 1990. — С. 47.
46. Aubagnac J. L., Bouchet Ph., Elguero J., Marzin C., Jacquier R. // J. Chim. Phys. — 1967. — Vol. 64. — P. 1649.
47. Lin Judi, Rivett D. E., Wilshire J. F. K. // Austral. J. Chem. — 1977. — Vol. 30. — P. 629.
48. Мочалов С. С., Сурикова Т. П., Абдельразек Ф. М., Захарова В. Д., Шабаров Ю. С. // ХГС. — 1981. — № 2. — С. 189.
49. Мочалов С. С., Косынкин Д. В., Юдин И. Д., Заводских К. А., Шабаров Ю. С., Зефиоров Н. С. // ХГС. — 1994. — № 4. — С. 472.
50. Scott F. L., Houlihan S. A., Fenton D. F. // Tetrah. Lett. — 1970. — N 23. — P. 1991.
51. Денис Г. И., Чукуолене Л. В., Алекнайте З. // Химия гетероциклических соединений: Сб. 1. — Рига: Зинатне, 1967. — С. 70.
52. Макарова Н. В., Земцова М. Н., Моисеев И. К. // ХГС. — 1994. — № 8. — С. 1038.
53. Красовицкий Б. М., Дюмаев К. М., Афанасиadi Л. Ш., Тур И. Н., Везубова А. А., Птягина Л. М. // ХГС. — 1986. — № 2. — С. 279.
54. Федюняева И. А., Юшко Э. Г., Бондаренко В. Е. // ХГС. — 1996. — № 3. — С. 333.
55. Krasovitsky V. M., Shevchenko E. A., Pereyaslova D. G. // J. Luminescence. — 1973. — Vol. 8. — P. 44.
56. Лукьянов А. В., Оноприенко В. С., Засосов В. А. // Хим.-фарм. журн. — 1972. — № 5. — С. 14.
57. Huch A., Rosenberg D., Schumann I. // Lieb. Ann. Chem. — 1984. — N 4. — S. 641.
58. Yu Peifeng // Chem. Reagents. — 1986. — Vol. 8. — P. 233.
59. Шкуман А. П., Паценкер Л. Д., Адонина Н. В. // Укр. хим. журн. — 1987. — Т. 53. — С. 529.
60. Dann O., Fick H., Pietzner B. // Lieb. Ann. Chem. — 1975. — N 1. — S. 160.
61. Красовицкий Б. М., Шапиро С. Г., Юшко Э. Г. // ХГС. — 1985. — № 2. — С. 184.
62. Дорофеевко Г. Н., Межерецкая Л. В., Дуленко М. И. // Химия гетероциклических соединений: Сб. 2. — Рига: Зинатне, 1970. — С. 287.
63. La Mattina J. L. // J. Org. Chem. — 1980. — Vol. 45. — P. 2261.
64. Bianchi G., Candolfi R. // Gazz. chim. ital. — 1968. — Vol. 98. — P. 331.
65. Schuart J., Muller H. K. // Pharmazie. — 1974. — Bd 29. — S. 170.
66. Пешакова Л. С., Калчева В. Б., Симов Д. А. // ХГС. — 1981. — № 8. — С. 1011.
67. Schuart J., Muller H. K. // Pharmazie. — 1974. — Bd 29. — S. 100.
68. Heinze J., Baumgartel H. // Chem. Ber. — 1970. — Bd 103. — S. 1572.
69. Сыч Е. Д., Морейко О. В. // ХГС. — 1970. — № 8. — С. 1034.
70. Naito T., Nakagawa S., Okumura J. // Bull. Chem. Soc. Japan. — 1968. — Vol. 41. — P. 959.
71. Troschutz R. // Arch. Pharm. — 1979. — Bd 312. — S. 455.
72. Troschutz R., Neitsch K.-H. // Chem. Ztg. — 1990. — Bd 114. — S. 321.
73. Elnagdi M. H., Erian A. W. W. // Arch. Pharm. — 1991. — Bd 324. — S. 853.
74. Tesing J., Muller A. // Chem. Ber. — 1957. — Bd 90. — S. 711.

75. Завьялов С. И., Мустафаева И. Ф., Аронова Н. И. // Изв. АН СССР. Сер. хим. — 1973. — № 3. — С. 707.
76. Flament I., Sonnay Ph., Ohloff G. // Bull. Soc. chim. belges. — 1979. — Vol. 88. — P. 941.
77. Schmidt R. R., Dimmler M., Hemmerich P. // Chem. Ber. — 1976. — Bd 109. — S. 2395.
78. Lown J. W., Akhtar M. H. // Tetrah. Lett. — 1974. — N 2. — P. 179.
79. Fourrey J. L., Bouahaire J., Yuan Chun Wei // J. Chem. Soc. Perkin Trans. I. — 1987. — N 8. — P. 1841.
80. Байс А. Л., Мамаев В. П. // ХГС. — 1976. — № 10. — С. 1425.
81. Дубовенко Э. Д., Мамаев В. П. // Изв. СО АН СССР. Сер. хим. — 1972. — № 3. — С. 101.
82. Galons H., Girardeau J. F., Farnoux C. C. // J. Heterocycl. Chem. — 1981. — Vol. 18. — P. 561.
83. Hill J., Townend J. // J. Chem. Soc. Perkin Trans. I. — 1972. — N 9-10. — P. 1210.
84. Hill J., Townend J. // Tetrah. Lett. — 1970. — N 52. — P. 4607.
85. Black D. S. C., Gatehouse B. M., Theobald F. // Austral. J. Chem. — 1980. — Vol. 33. — P. 343.
86. Hiriyakkanavar J. G., Siddappa S. // Indian J. Chem. — 1966. — Vol. 4. — P. 188.
87. Вuu-Hoi N. P., Saint-Ruf C. // J. Chem. Soc. C. — 1971. — N 15. — P. 2606.
88. Несмеянов А. Н., Злотина И. Б., Колобова Н. Е. // Изв. АН СССР. Сер. хим. — 1968. — № 9. — С. 2127.
89. Bigot P., Saint-Ruf G., Вuu-Hoi N. P. // J. Chem. Soc. Perkin Trans. I. — 1972. — N 20. — P. 2573.
90. Hiriyakkanavar J. G., Siddappa S. // J. Karnatak Univ. — 1964—1965. — N 9-10. — P. 16; C. A. — 1966. — Vol. 64. — P. 11151.
91. Black D. St. C., Bowyer D. K. // Austral. J. Chem. — 1994. — Vol. 47. — P. 1741.
92. Kihara Masaru, Iwai Yasumasa, Nago Yoshimitsu // Heterocycles. — 1995. — Vol. 41. — P. 2279.
93. Walkup R. E., Linder J. // Tetrah. Lett. — 1985. — Vol. 26. — P. 2155.
94. Yeneda Fumio, Miyama Takayuki, Nitta Yoshihiro // Chem. Pharm. Bull. — 1967. — Vol. 15. — P. 8.
95. Ардашев Б. И., Казан Е. Ш., Овчинников Н. Ф. // ХГС. — 1968. — № 5. — С. 857.
96. Holzgrabe U. // Arch. Pharm. — 1988. — Bd 321. — S. 767.
97. Kihara M., Kashimoto M., Yoshimaro K. // Tetrah. Lett. — 1990. — Vol. 31. — P. 5347.
98. Holzgrabe U., Inkmann E. // Arch. Pharm. — 1993. — Bd 326. — S. 209.
99. Coskun N., Sumengen D. // Chim. acta turc. — 1996. — Vol. 24. — P. 151.
100. Kihara M., Ishida Y., Kobayashi S. // J. Chem. Res. Synop. — 1987. — N 7. — P. 236.
101. Andreani F., Andrisano R., Salvadori G. // J. Chem. Soc. C. — 1971. — N 5. — P. 1007.
102. Козлов Н. С., Аспицкая А. Ф., Козлова Т. Е. // Каталитические превращения органических соединений. — Пермь, 1978. — С. 36.
103. Козлов Н. С., Аспицкая А. Ф. // Вестн АН БССР. Сер. хим. наук. — 1970. — N 3. — С. 61.
104. Cox B., Waigh R. D. // Synthesis. — 1989. — N 9. — P. 709.
105. Elnagdi M. H., Erian A. W. // Bull. Chem. Soc. Japan. — 1990. — Vol. 63. — P. 1854.
106. Десенко С. М., Орлов В. Д., Липсон В. В., Шишкин О. В., Линдеман С. В., Стручков Ю. Т. // ХГС. — 1991. — № 11. — С. 1539.
107. Десенко С. М., Орлов В. Д., Шишкин О. В., Борыкин К. Э., Линдеман С. В., Стручков Ю. Т. // ХГС. — 1993. — № 10. — С. 1357.
108. Troschutz R., Roth H. J. // Arch. Pharm. — 1978. — Bd 311. — S. 406.
109. Десенко С. М., Орлов В. Д., Липсон В. В., Эстрада Х. // ХГС. — 1991. — № 9. — С. 1215.
110. Klein H. J., Troschutz R., Roth H. J. // Arch. Pharm. — 1985. — Bd 318. — S. 353.