

Г. А. Швехгеймер

СИНТЕЗ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ ТРИХЛОРАЦЕТОНИТРИЛА

(ОБЗОР)

Обобщены имеющиеся в литературе данные по использованию трихлорацетонитрила в синтезе гетероциклических соединений.

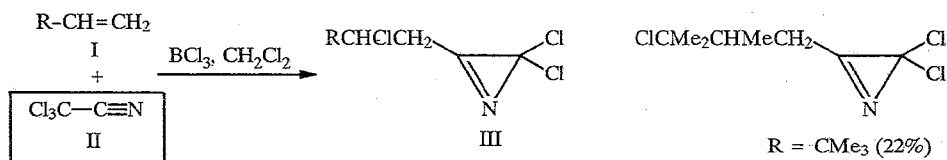
ВВЕДЕНИЕ

Трихлорацетонитрил — уникальное соединение, в котором непосредственно связаны две группировки, обладающие сильными электроноакцепторными свойствами. И нитрильная группа, и трихлорметильная группировка в результате взаимного влияния приобретают высокую реакционную способность. Среди многочисленных превращений трихлорацетонитрила особый интерес представляют реакции гетероциклизации с участием нитрильной группы, приводящие к различным гетероциклическим системам.

В настоящем обзоре рассмотрены реакции, приводящие к образованию гетероциклов из трихлорацетонитрила и соединений, не содержащих гетероциклических ядер, а также реакции, в которых исходные соединения содержат гетероциклический радикал и группировки, за счет которых при взаимодействии с трихлорацетонитрилом образуются новые гетероциклические ядра.

1. ТРЕХЧЛЕННЫЕ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

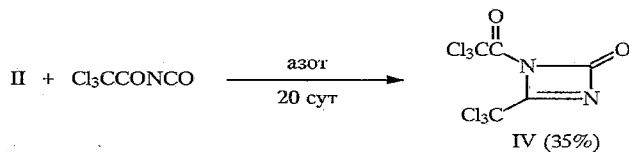
При реакции олефинов I с трихлорацетонитрилом II в присутствии BCl_3 при -78°C в атмосфере аргона образуются производные азирина III [1]:



$\text{R} = n\text{-C}_6\text{H}_{13}$ (90%); Bu (90%); Me_2CHCH_2 (90%); EtCHMe_2 (92%);
 Me_3C (68%); PhCH_2 (44%)

2. ЧЕТЫРЕХЧЛЕННЫЕ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

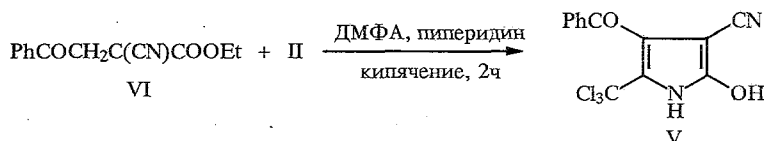
Как и для трехчленных циклов имеется только одна статья, в которой сообщается о синтезе производного 1,3-дiazетинона IV [2]:



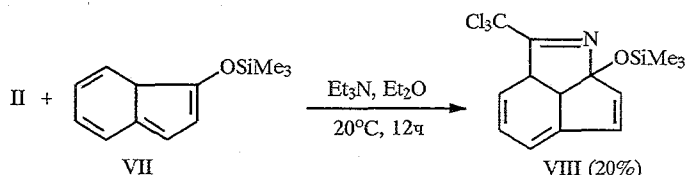
3. ПЯТИЧЛЕННЫЕ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

3.1. Синтезы азотистых гетероциклов

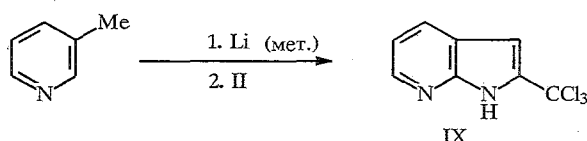
Производное пиррола V синтезировано из нитрила II и эфира кетокислоты VI [3]:



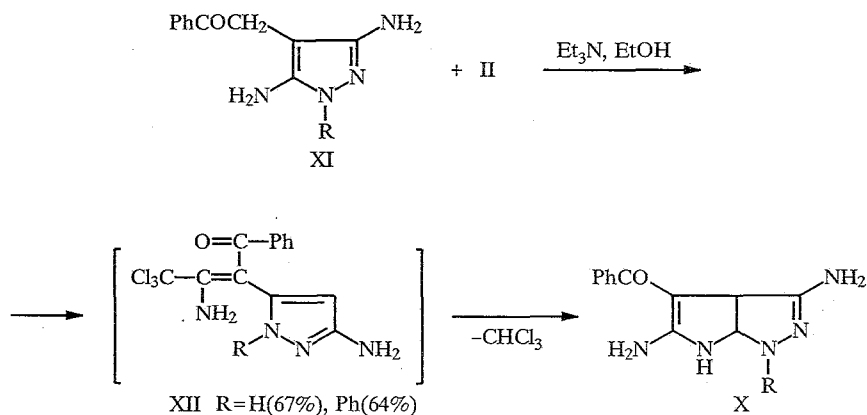
Нитрил II реагирует с О-силиловым эфиром VII в присутствии триэтиламина с образованием пиррольного производного VIII [4]:



Интересно, что карбанион, полученный действием лития на 3-пиколин, реагирует с нитрилом II, давая 2-трихлорметил[1H]пирроло[2,3-b]пиридин (IX) [5]:

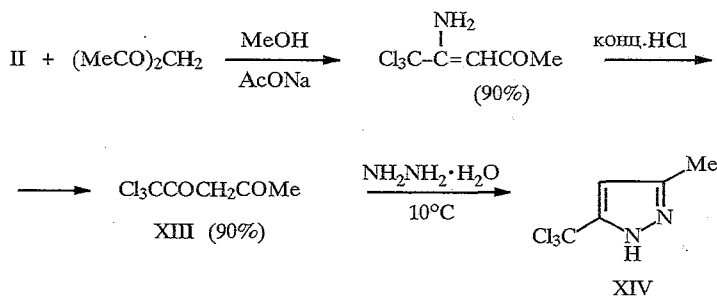


По данным, приводимым в [6], образование пирроло[2,3-с]пиразолов X из нитрила II и производных пиразола XI протекает через промежуточные соединения XII:

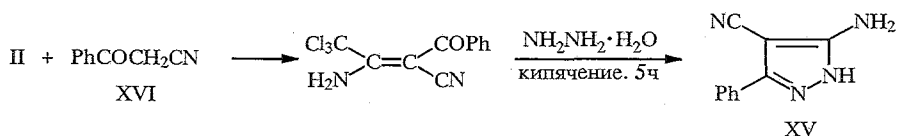


Разработано несколько подходов к синтезу производных пиразола с использованием нитрила II как одного из исходных соединений.

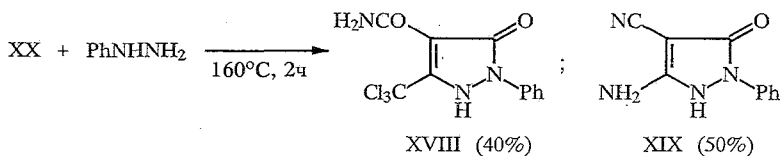
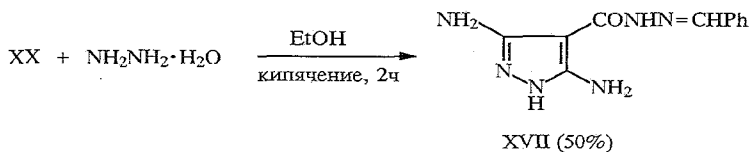
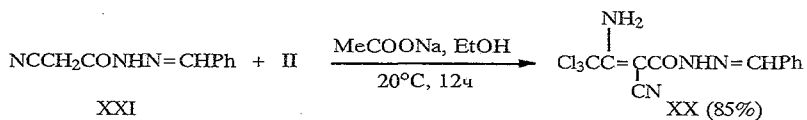
Продукт взаимодействия нитрила II с ацетилацетоном был превращен в 1,3-дикетон XIII, из которого действием гидразингидрата был получен замещенный пиразол XIV [7]:



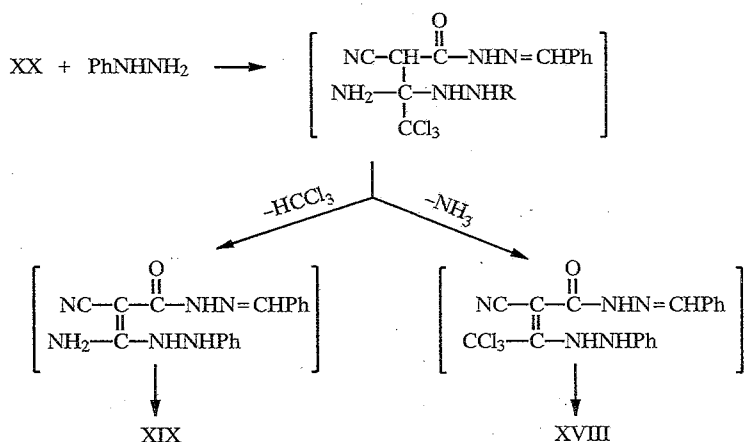
Производное пиразола XV синтезировано действием гидразингидрата на продукт реакции нитрила II с кетонитрилом XVI [8]:



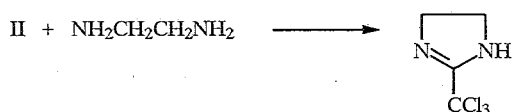
Различные производные пиразола XVII—XIX были получены при обработке гидразингидратом или фенилгидразином соединения XX — продукта взаимодействия нитрила II с N-бензилидгидразидом XXI [9]:



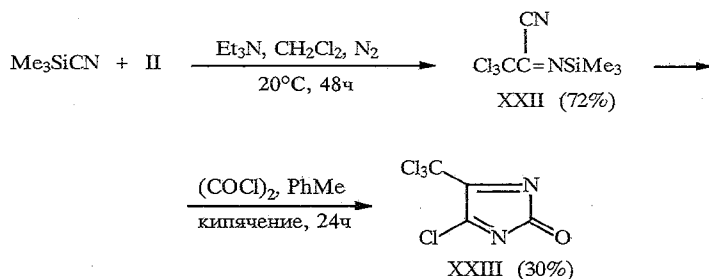
Для объяснения образования соединений XVIII и XIX авторы [9] предлагают следующую схему:



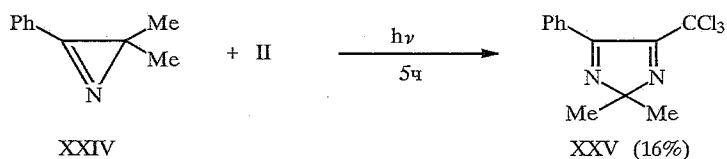
Нитрил II реагирует с этилендиамином при комнатной температуре с образованием 2-(трихлорметил)имидазолина [10, 11]:



В результате обработки нитрила XXII (продукта реакции нитрила II с триметилсианосилоном) оксалилхлоридом образуется 5-хлор-4-(трихлорметил)имидазол-2-он (XXIII) [12]:

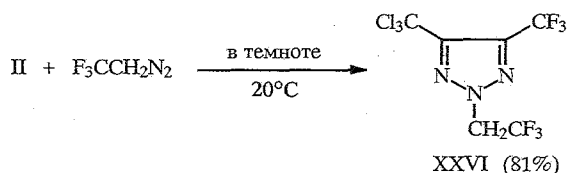


При облучении УФ светом смеси нитрила II и производного азирина XXIV был получен замещенный имидазол XXV [13]:

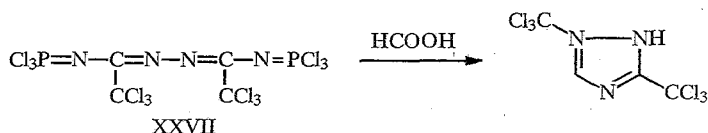


Авторы [13] считают, что это реакция [2+3]-циклоприсоединения нитрила II с бензонитрилизопропилидом (образующимся *in situ* из азирина XXIV).

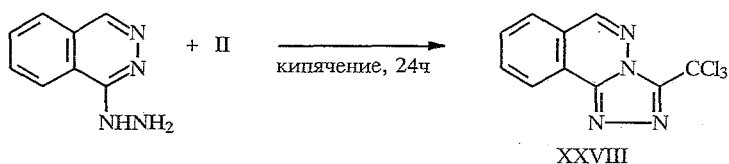
Активированная нитрильная группа нитрила II легко реагирует с 2,2,2-трифтордиазоэтаном, и с высоким выходом образуется производное 1,2,3-триазола XXVI [14]:



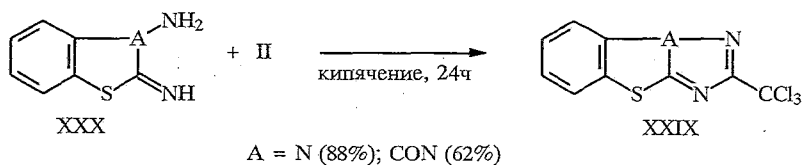
При обработке муравьиной кислотой соединения XXVII, полученного из нитрила II, PCl_5 и гидразина, был синтезирован 3,5-бис(трихлорметил)-1,2,4-триазол [15]:



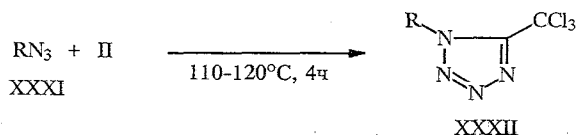
Производное триазолофалазина XXVIII образуется в результате взаимодействия нитрила II с 1-гидразинофалазином [16]:



Конденсированные системы, содержащие 1,2,4-триазольное кольцо XXIX, можно синтезировать реакцией нитрила II с соединениями XXX, имеющими фрагмент $-\text{N}(\text{NH}_2)-\text{C}(=\text{NH})-$ [17, 18]:



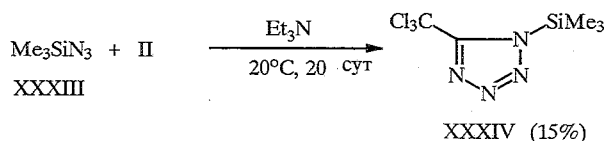
Подробно изучена реакция нитрила II с азидами XXXI, приводящая к 1,5-дизамещенным тетразолам XXXII [19–21]:



$\text{R} = \text{C}_5\text{H}_{11} \quad (87\%); \text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} \quad (81\%); \text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl} \quad (74\%); \text{CH}_2\text{COOEt} \quad (85\%)$

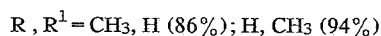
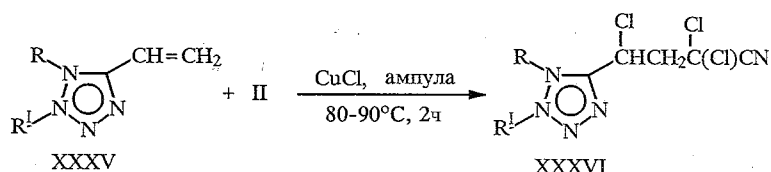
Изучена кинетика реакции ($R = C_5H_{11}, CH_2CH_2OH, CH_2CH_2Cl, CH_2CH_2NO_2, CH_2CH_2ONO_2, CH_2CH(Me)NO_2, CH_2COOEt$) и найдено, что повышение электроноакцепторности R в RN_3 ведет к замедлению реакции, активационные параметры которой характерны для 1,3-диполярного циклоприсоединения [21].

1-Триметилсилил-5-(трихлорметил)тетразол (XXXIV) образуется с низким выходом в результате реакции нитрила II с триметилсилилазидом XXXIII в присутствии триэтиламина [22]:



Авторы [22] отмечают, что при нагревании до $80...90^\circ C$ смесь взрывается.

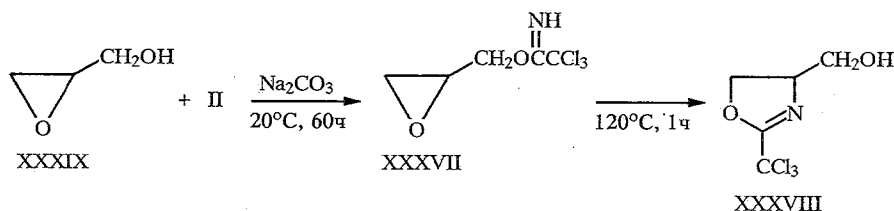
Нитрил II гладко присоединяется к винилтетразолам XXXV, и с высокими выходами образуются соответствующие аддукты XXXVI [23]:



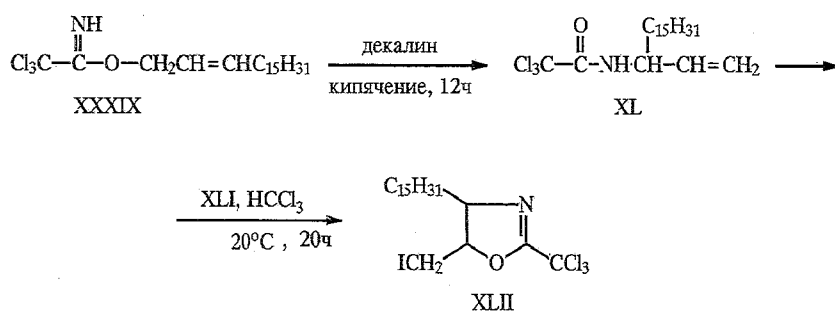
1-Трихлорметилтетразол был синтезирован реакцией 1,3-диполярного циклоприсоединения нитрила II с полимерным основанием Шиффа и фосфинпалладиевым комплексом [24].

3.2. Синтез N,O-гетероциклов

Продукт конденсации XXXVII, образующийся из нитрила II и глицидола, при нагревании изомеризуется в производное изоксазолина XXXVIII [25]:

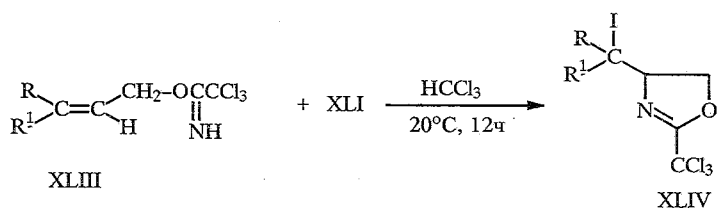


Аддукт XXXIX (синтезированный из нитрила II и октадец-2-ин-1-ола) при нагревании в декалине изомеризуется в амид XL, который под действием N-йодсукцинимиды XLI циклизуется в смесь *цис*- и *транс*-5-йодметил-4-пентадецил-2-(трихлорметил)-4,5-дигидрооксазолов XLII, используемых в синтезе триацетата ($\pm$)-эритросфинганина [26]:



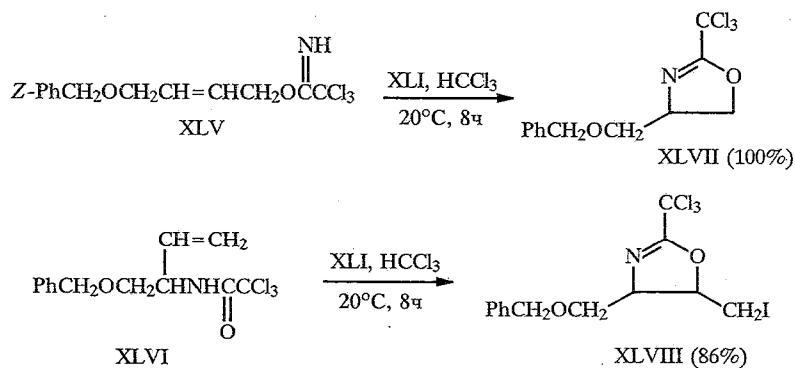
При изучении реакции N-йодсукцинимиды XLI с иминоэфирами XLIII — продуктами взаимодействия нитрила II с непредельными спиртами — было установлено, что электронные и пространственные факторы контролируют в этом процессе предпочтительное направление циклизации в сторону образования производных либо оксазолина, либо дигидро-1,3-оксазина.

Образованию производных оксазолина благоприятствуют возникновение более стабильных промежуточных карбониевых ионов, а также Z-конфигурация исходных аллилимидатов (5-экзозамыкание) [27]:

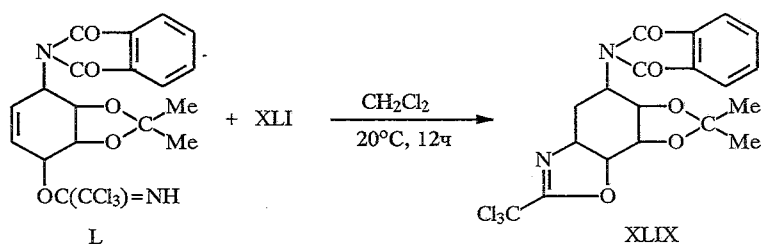


R, R¹ = C₁₅H₃₁, H (90%); H, Et (88%); H, C₁₅H₃₁ (90%); H, Ph (92%); H, CH₂OMe (87%); H, CH₂O-тетрагидропиранил-2 (81%); H, CH₂OCH₂Ph (98%); CH₂OMe, H (61%); CH₂O-тетрагидропиранил-2, H (55%)

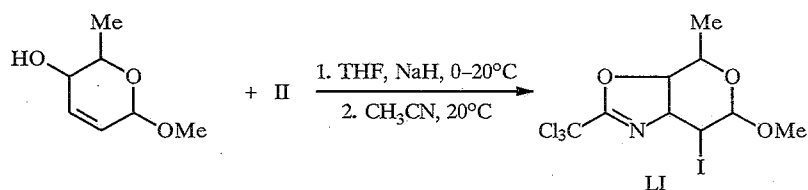
Производные бензилового спирта XLV и XLVI при обработке N-йодсукцинимидом XLI циклизуются в замещенные оксазолины XLVII и XLVIII [28]:



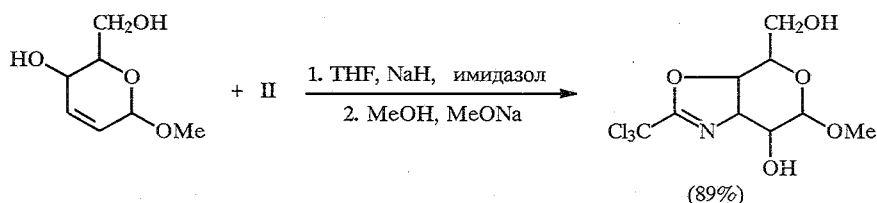
Синтез соединения XLIX осуществлен по аналогичной схеме из иминоэфира L [29]:



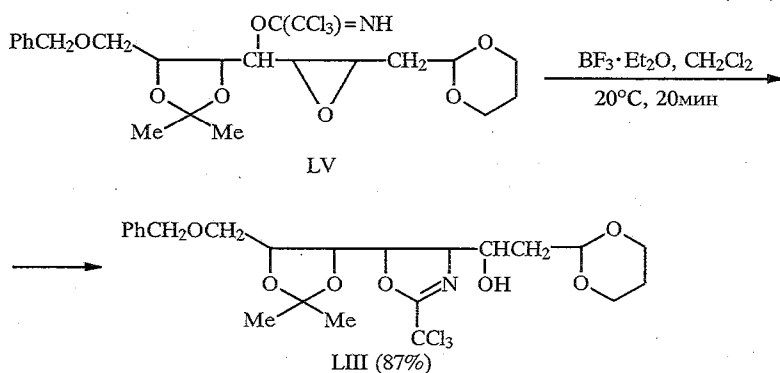
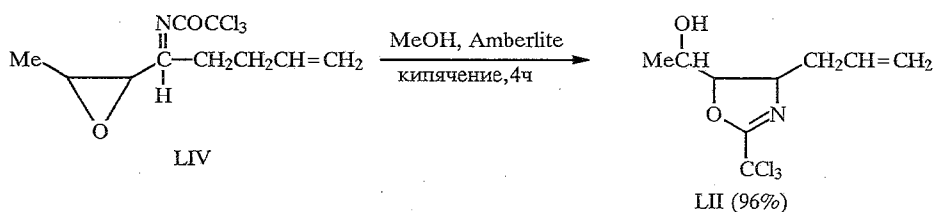
3-Гидрокси-6-метокси-2-метилдигидропиран при реакции с нитрилом II в присутствии йодонийдиколлинперхлората превращается в бициклическое соединение LI, в котором сохраняется конфигурация исходного производного пирана [30—33]:



Интересное превращение претерпевает 3-гидрокси-6-метокси-2-гидрокси-метилдигидропиран при реакции с нитрилом II [34]:



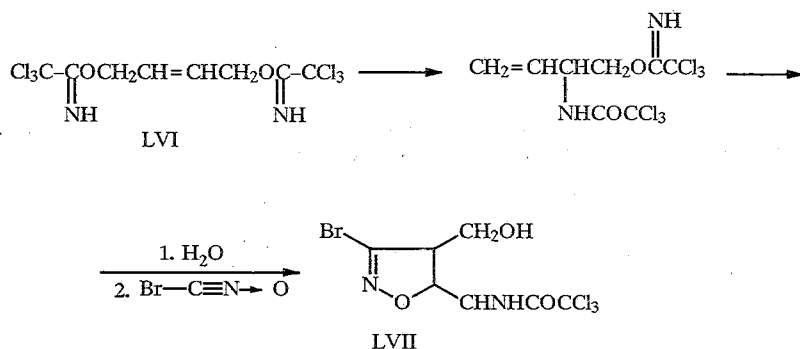
Производные оксазолина LII и LIII образуются в результате перегруппировки эпоксидов LIV и LV, полученных на основе нитрила II [35, 36]:



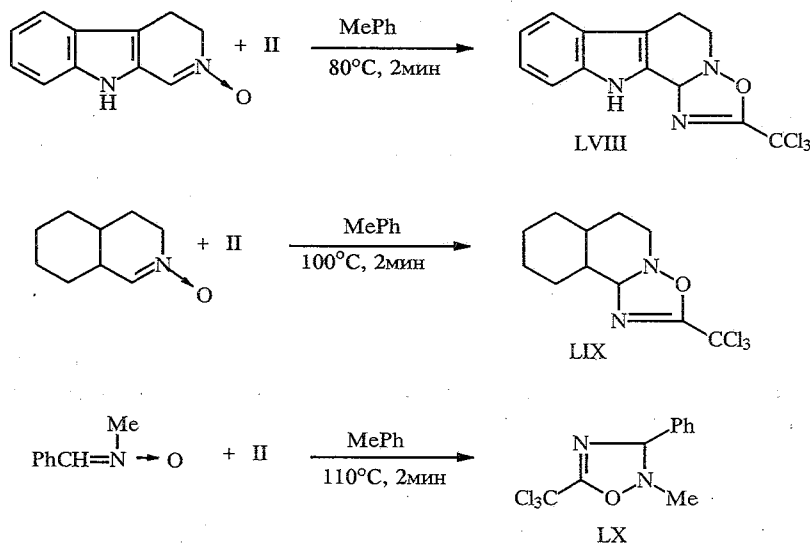
Серия соединений, содержащих конденсированные оксазолиновое и тетрагидропирановое кольца, синтезированы взаимодействием нитрила II с эпоксидами ряда моносахаридов в присутствии имидазола и гидроксида натрия в ТГФ при 0...20 °С [34].

Под действием эфира трехфтористого бора образование оксазолинового кольца может протекать за счет группировок $-\text{OC}(\text{CCl}_3)=\text{NH}$ и $-\text{NHAc}$ с удалением фрагмента трихлорацетонитрила, который играет роль активатора [37].

Бисиминоэфир LVI, полученный взаимодействием нитрила II с бут-2-ен-1,4-дионом, после перегруппировки введен в реакцию с N-оксидом бромциана $\text{BrC}\equiv\text{N}\rightarrow\text{O}$, и таким образом получено производное изоксазолина LVII [38]:



Реакцией 1,3-дипольного циклоприсоединения нитрила II с соединениями, содержащими группировку $\text{C}=\text{N}\rightarrow\text{O}$, с количественными выходами синтезированы производные 1,2,4-оксадиазола LVIII—LX [39]:



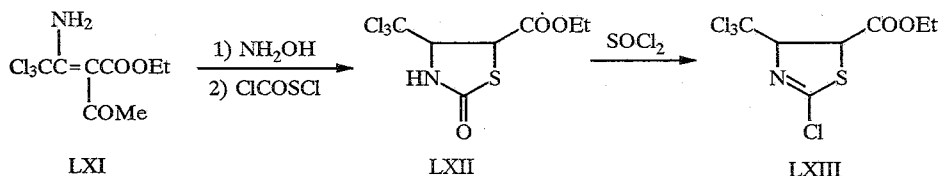
3.3. Синтез N,S-гетероциклов

Запатентован способ получения 3,4-дихлор-5-цианоизотиазола, заключающийся в нагревании элементарной серы с нитрилом II при 200...300 °С, выход 48% [40].

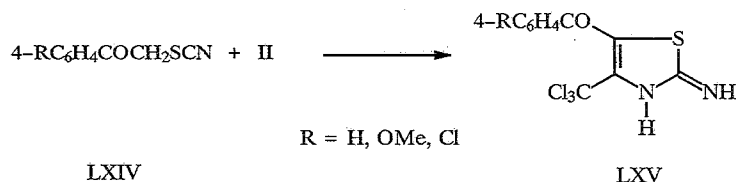
2-Трихлорметил-4,5-дигидротиазол, полученный из нитрила II и гидрохлорида 2-тиоксиэтиламина кипячением в метаноле, полностью

нетоксичен для зерновых культур при высокой эффективности против обычных сорняков [41].

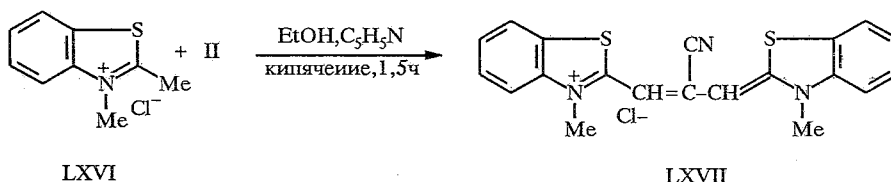
Продукт взаимодействия нитрила II с ацетоуксусным эфиром LXI при обработке гидроксиламином и ClCOSCl превращается в производное тиазола LXII, а последнее при реакции с тионилхлоридом — в 2-хлор-4-трихлорметил-5-этоксикарбонилтиазолин (LXIII) [42]:



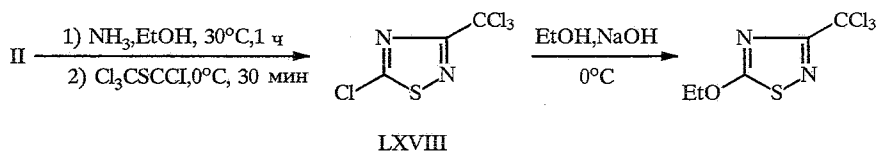
По данным работы [43], продуктами взаимодействия нитрила II с изотиоцианатами LXIV являются производные тиазола LXV:



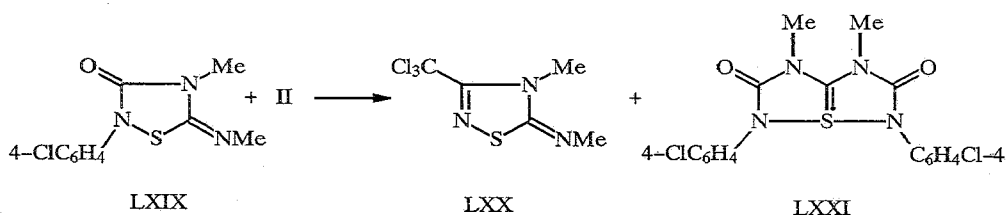
Реакция нитрила II с хлоридом 2,3-диметилбензотиазолия (LXVI) была использована в синтезе цианинового красителя LXVII [44]:



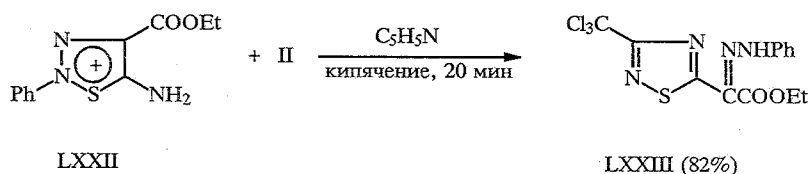
При последовательной обработке нитрила II аммиаком и Cl_3CSCl , а образующегося 5-хлор-3-(трихлорметил)-1,2,4-тиадиазола (LXVIII) — спиртовым едким натром был получен 5-этокси-3-(трихлорметил)-1,2,4-тиадиазол [45]:



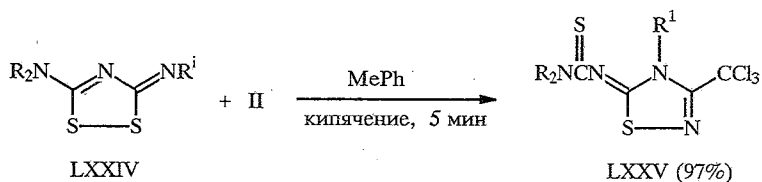
Соединение LXIX при нагревании с нитрилом II дает два соединения — одно моноциклическое LXX, а другое бициклическое LXXI, содержащие в пятичленных кольцах атом серы и два атома азота [47]:



При обработке 1,2,3-тиадиазолисовой соли LXXII нитрилом II в кипящем пиридине протекает рециклизация и образуется производное 1,2,4-тиадиазола LXXIII [48]:

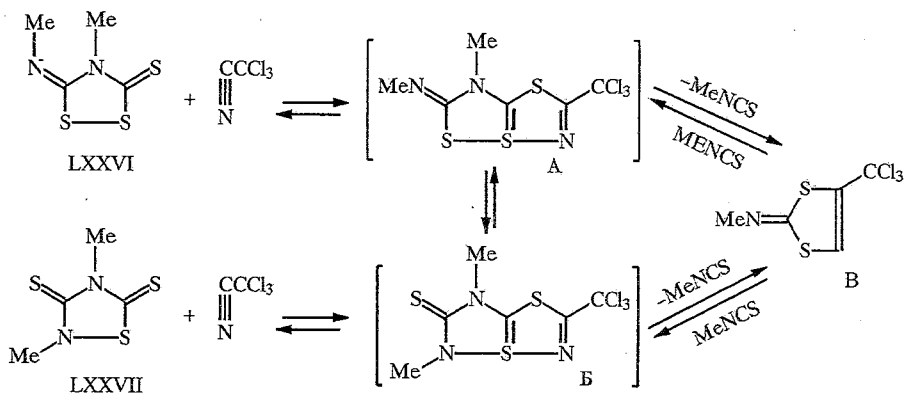


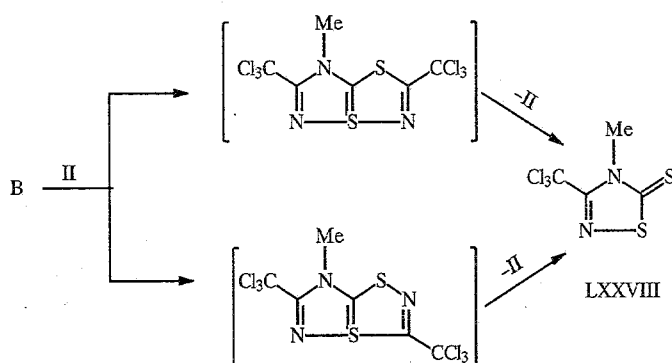
Описано превращение [49] при кипячении в сухом толуоле с нитрилом II соединений ряда 1,2,4-дитиазола LXXIV в производные 1,2,4-тиадиазола LXXV:



Авторы работы [50] установили, что при реакции нитрила II как с 3-метилимино-4-метил-1,2,4-дитиазолидин-5-тионом (LXXXVI), так и с 2,4-диметил-1,2,4-тиазазолидин-3,5-дитионом (LXXXVII) образуется одно и то же соединение — 3-(трихлорметил)-4-метил-1,2,4-тиадиазолидин-5-тион (LXXXVIII).

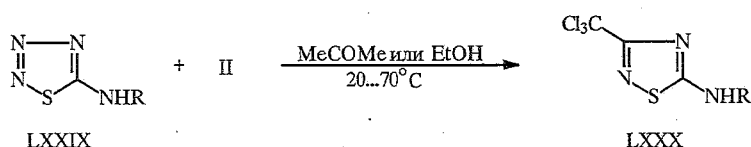
Рассматриваемые превращения можно представить следующей схемой:





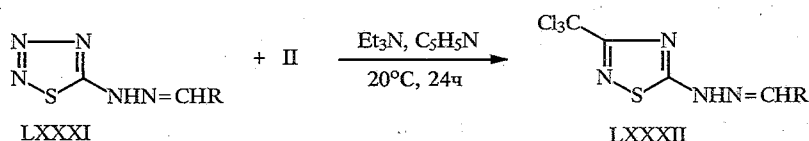
Как считали авторы [50], под влиянием нитрила II идет обратимая изомеризация LXXVI $\rightleftharpoons$ LXXVII через интермедиаты А и Б, расщепление связей S—S или S—NMe. Это не термический процесс, так как в отсутствие нитрила II соединения LXXVI и LXXVII устойчивы при 90 °С. Соединение В, вероятно, существует в виде *син*- и *анти*-конформеров, способных реагировать с нитрилом II.

1,2,3,4-Тиатриазольный цикл LXXIX, содержащий аминогруппы в положении 5, рециклизуется в 1,2,4-тиадиазольный при реакции с нитрилом II с образованием соединения LXXX [51]:



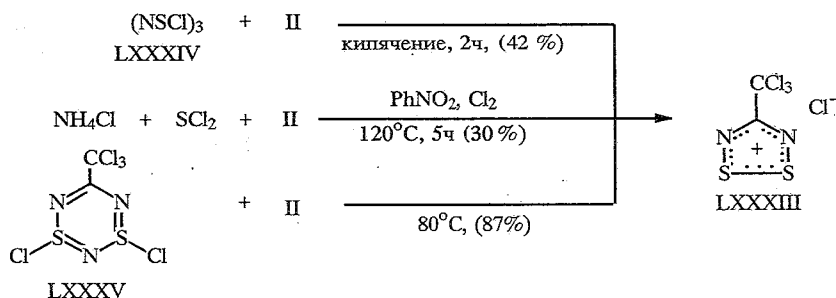
R = H (92%); Me (72%); Ph (42%)

Аналогичная рециклизация протекает при взаимодействии нитрила II с гидразонами LXXXI в пиридине в присутствии триэтиламина; продуктами реакции являются тиадиазолы LXXXII [52]:

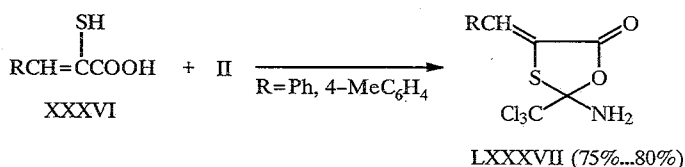


R = 4-ClC₆H₄ (88%); HO-C₆H₄ (89%); фурил-2 (74%)

Для получения хлорида 1,2,3,5-дитиадиазолия LXXXIII описано три подхода: реакцией нитрила II с 1,3,5-трихлор-1,3,5,2,4,6-циклотриптиазеном (LXXXIV), со смесью NH₄Cl + SCl₂ [53] или с 1,3-дихлор-5-(трихлорметил)-1,3,2,4,6-дитиатриазеном (LXXXV) [54]:



Соединения, содержащие кислород и серу в пятичленном гетероцикле — производные 1,3-оксотиолана LXXXVII, — образуются в результате реакции нитрила II с α -меркаптокоричными кислотами LXXXVI [55]:

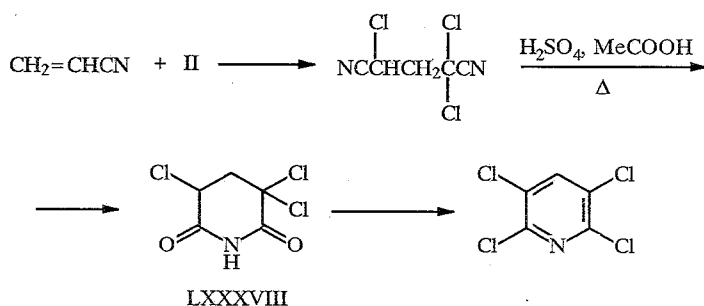


4. ШЕСТИЧЛЕННЫЕ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

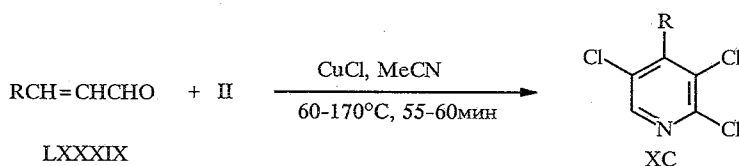
4.1. Образование пиридиновых циклов

Продукты присоединения нитрила II к акрилонитрилу или к α,β -ненасыщенным альдегидам и кетонам являются удобными исходными соединениями для синтеза хлорзамещенных пиридиновых оснований.

Аддукт нитрила II с акрилонитрилом нагреванием с серной кислотой в уксусной кислоте был превращен в циклический имид LXXXVIII, из которого действием POCl_3 или PCl_5 был получен 2,3,5,6-тетрахлорпиридин [56]:



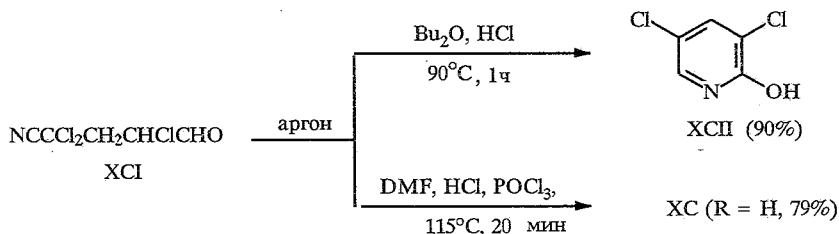
Хлорзамещенные пиридиновые основания можно получать из нитрила II и α,β -ненасыщенных альдегидов с выделением или без выделения продуктов присоединения исходных соединений. Так, при нагревании нитрила II с α,β -ненасыщенными альдегидами LXXXIX в бензоле или ацетонитриле в присутствии CuCl или Cu в запаянных ампулах были выделены производные пиридина XC [57]:



$\text{R} = \text{H}$ (72%), $\text{R} = \text{Me}$ (51%), $\text{R} = \text{Ph}$ (38%)

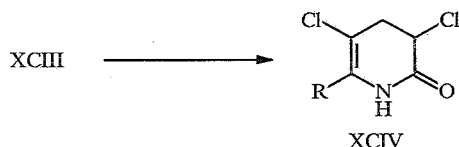
Если реакцию нитрила II с акролеином проводить при температуре 90°C в течение 6 ч в запаянной ампуле, то с выходом 68% удастся выделить лишь продукт присоединения XCI, циклизация которого под действием хлористого водорода приводит в разных условиях к различным соединениям: в дибутиловом эфире образуется производное дигидропиридина XCII, в то

время как при проведении реакции в ДМФА в присутствии POCl_3 продуктом реакции является 2,3,5-трихлорпиридин ХС ($\text{R} = \text{H}$) [58]:

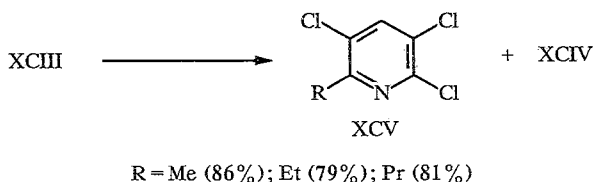


Интересные результаты получены при изучении циклизации $\text{RCOCHNCH}_2\text{CCl}_2\text{CN}$ (XCIII) — продуктов присоединения нитрила II к винилкетонам [59, 60].

При пропускании хлористого водорода через раствор аддуктов XCIII ($\text{R} = \text{Me, Et, Pr}$) в диэтиловом или дибутиловом эфире при 5...90 °C с высокими выходами образуются производные дигидропиридона-2 XCIV [59, 60]. В случае же аддукта XCIII ($\text{R} = \text{адамантил-1}$) циклизацию удастся осуществить только при проведении реакции в запаянной ампуле — выход 41...52% [60]:

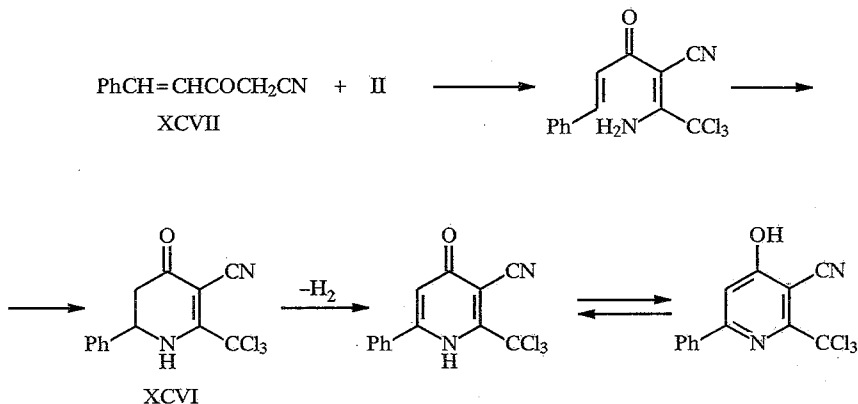


Если реакцию проводить в ДМФА, пропуская хлористый водород в течение 10...15 мин, то основными продуктами реакции оказываются производные пиридина XCV, а производные дигидропиридона-2 XCIV образуются с выходами 5...8% [60]:

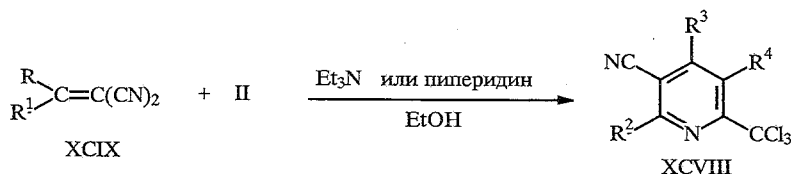


При более длительном проведении реакции (45...60 мин) образуются только производные дигидропиридона-2 XCIV с выходами до 90% [60].

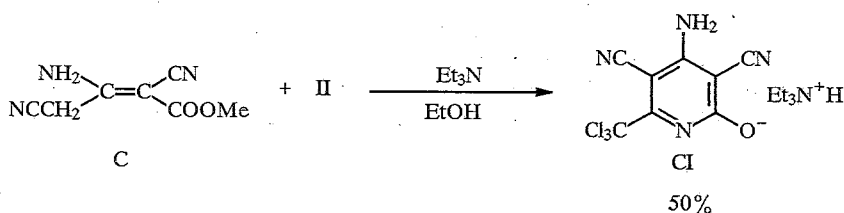
2-(Трихлорметил)-3-циано-6-фенилдигидропиридон-4 (XCVI), образующийся при взаимодействии нитрила II с кетонитрилом XCVII, в условиях реакции превращается в 2-(трихлорметил)-3-циано-4-гидрокси-6-фенилпиридин [61]:



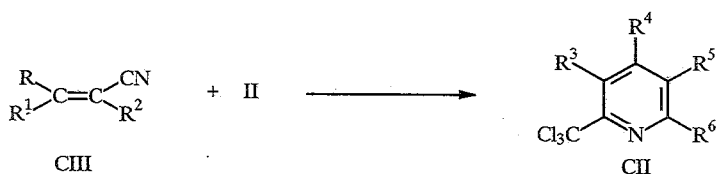
В ряде работ [62—66] синтез трихлорметилзамещенных аминонитрилов ряда пиридина XCVIII осуществлен реакцией нитрила II с соединениями XCIX, содержащими группировку $=C(CN)_2$; выходы 55...80%:



В аналогичных условиях из нитрила II и динитрила С была получена соль CI [65]:

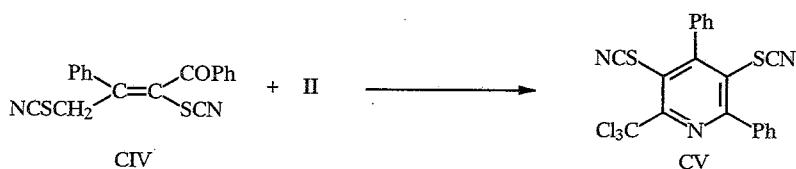


Производные пиридина CII синтезированы реакцией нитрила II с непредельными соединениями CIII, содержащими различные функциональные группы, одна из которых обязательно должна быть нитрильной [67—70]; выходы 50...85%:

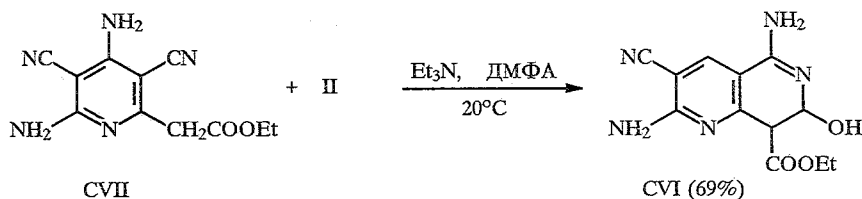


В этих работах авторы использовали различные растворители (ДМФА, диоксан, этанол) и катализаторы (триэтиламин, пиперидин, ацетат натрия). При проведении реакции нитрила II с соединением CIII ($R = \text{Me}$, $R^1 = \text{PhNHNH}$, $R^2 = \text{PhNHCOCH}_2$) в кипящем EtOH в присутствии пиперидина продуктом реакции (выход 68%) оказалось соответствующее этоксипроизводное, образующееся за счет нуклеофильного замещения группы CCl_3 на группу OC_2H_5 [71].

В результате взаимодействия нитрила II с непредельным кетоном CIV образуется производное пиридина CV [72]:



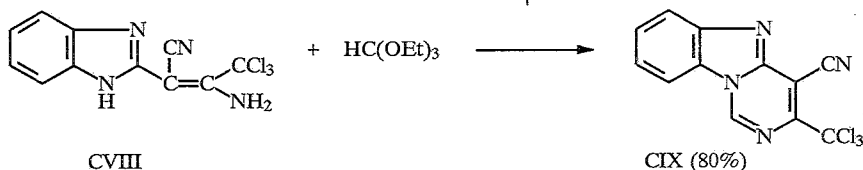
Бигидрическая система CVI, содержащая в каждом из шестичленных колец по одному атому азота, синтезирована из нитрила II и производного пиридина CVII [73]:



4.2. Образование пиримидиновых циклов

Довольно подробно разработан способ получения производных пиридина из непредельных соединений, содержащих нитрильные группы.

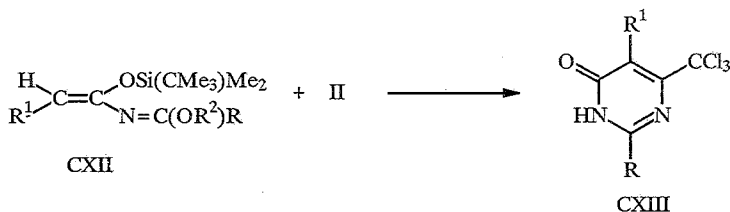
При обработке аминонитрила CVIII, полученного из 2-цианометилбензимидазола и нитрила II, ортомуравьиным эфиром с высоким выходом образуется замещенный бензо[g]имидазо[1,2-с]пиридин CIX [74]:



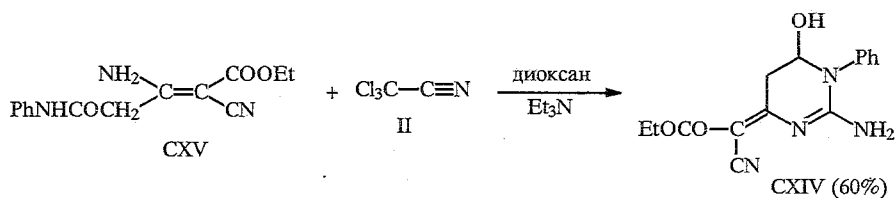
Целый ряд производных пиридина CX синтезирован взаимодействием нитрила II с непредельными нитрилами CXI; выходы 60...80% [8, 75, 76]:



В результате реакции нитрила II с полифункциональными соединениями CXII получены производные пиридинона-6 CXIII [77]:

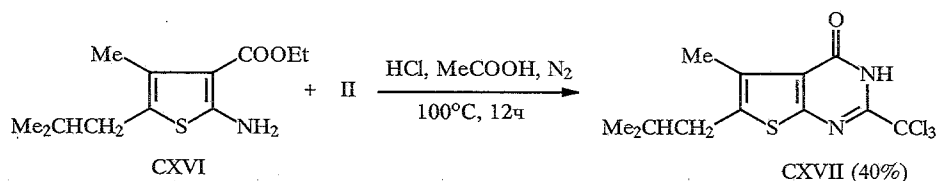


Замещенный дигидропиримидин CXIV, не содержащий группы CCl_3 , образуется в результате реакции нитрила II с соединением CXV [78]:

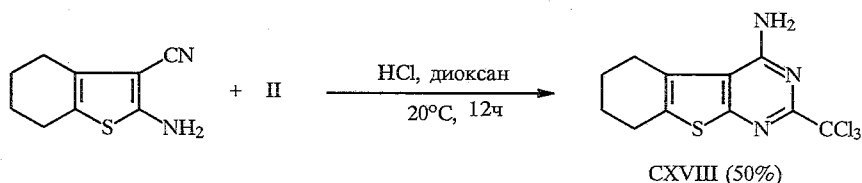


Удобным и часто используемым способом синтеза производных пиридина является реакция нитрилов карбоновых кислот с аминами, содержащими у соседнего атома углерода алкоксикарбонильную, амидную или нитрильную группу.

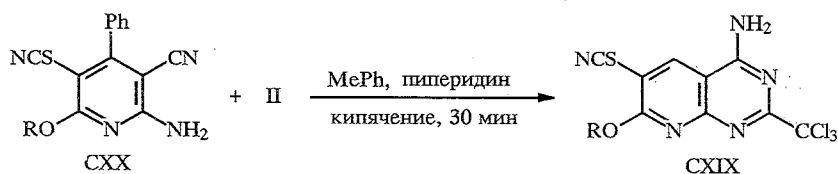
Аминоэфир тиофенового ряда CXVI реагирует с нитрилом II в присутствии хлористого водорода в уксусной кислоте, давая производное тиено[2,3-*d*]пиридина CXVII [79]:



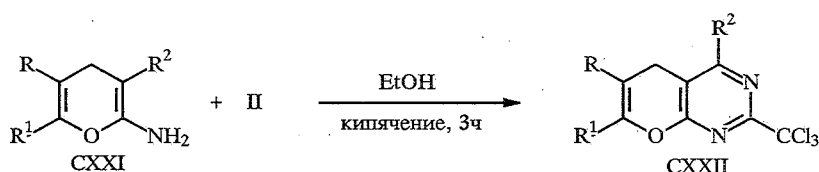
2-Амино-3-циано-4,5,6,7-тетрагидробензо[*b*]тиофен и нитрил II под действием хлористого водорода превращаются в трициклическую систему CXVIII [80]:



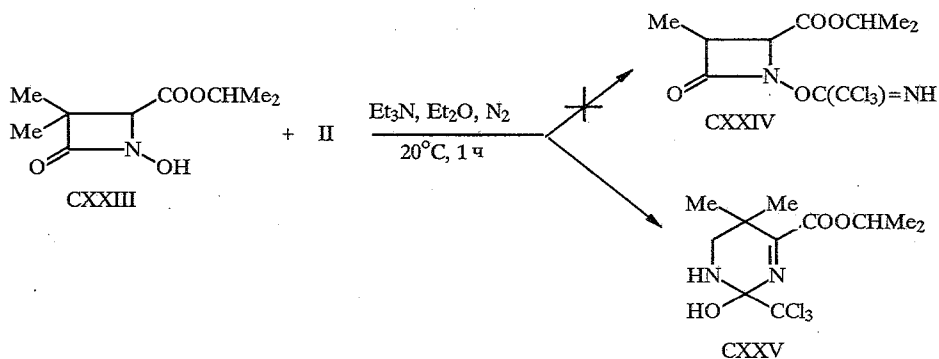
Соединение CXIX, содержащее конденсированные пиридиновый и пиримидиновый циклы, образуется из производных пиридина CXX и нитрила II при кипячении их смеси в толуоле в присутствии пиперидина [81]:



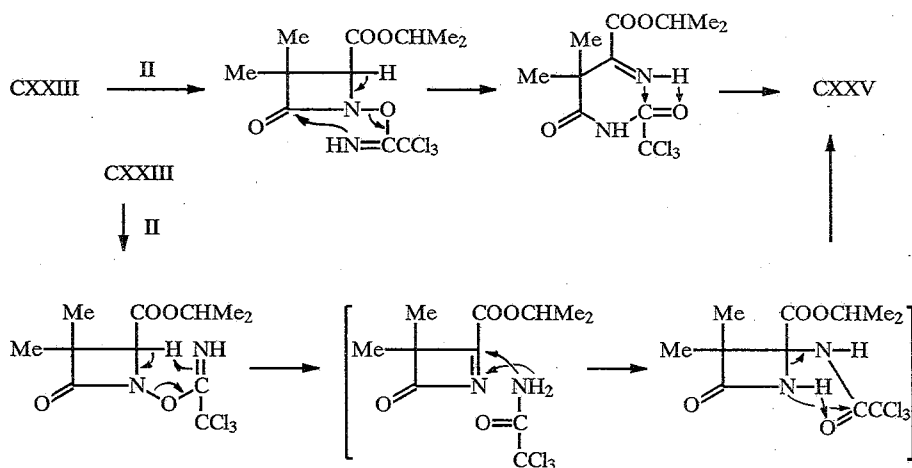
Взаимодействием нитрила II с производными γ -пирана CXXI получены соединения CXXII, содержащие конденсированные пирановое и пиримидиновое кольца [82, 83]; выходы 53 ..85%:



Неожиданными оказались результаты обработки 1-гидрокси-4-изопропоксикарбонил-3,3-диметилазетидинона-2 (CXXIII) нитрилом II в присутствии триэтиламина — вместо ожидаемого иминоэфира CXXIV было получено соединение пиримидинового ряда CXXV [84]:

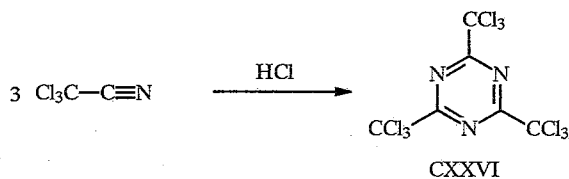


По мнению авторов [84], реакция может протекать по одному из двух путей:



4.3. Образование триазиновых циклов

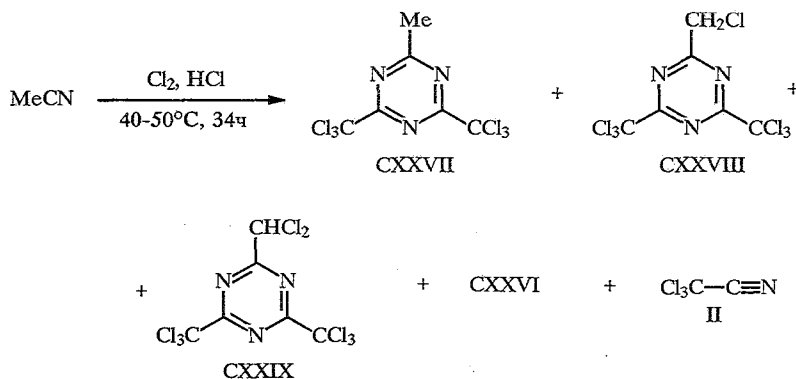
Впервые циклотримеризация нитрила II под давлением в производное 1,3,5-триазина CXXVI была описана в 1947 г. [85]:



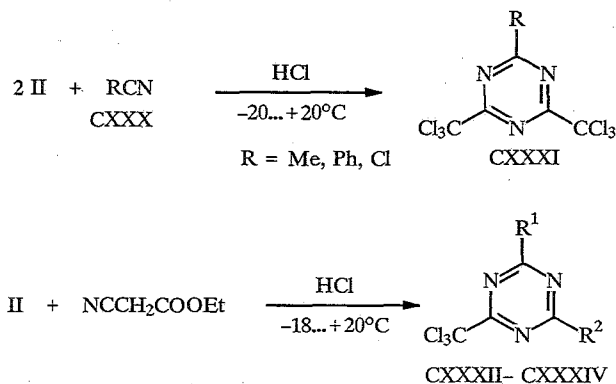
Запатентован способ циклотримеризации нитрила II в присутствии систем $\text{HCl}-\text{AlCl}_3$ и $\text{HBr}-\text{AlBr}_3$ при -40°C в закрытых сосудах; выход тримера CXXXVI 80...93%. Указывается, что без кислоты Льюиса (AlCl_3) циклотримеризация идет значительно труднее и совсем не идет в отсутствие HCl [86]. В более позднем патенте [87] отмечается, что циклотримеризация нитрила II идет в присутствии Bi, Pb, Sn, Ti, Zn, Ba, Cd при 0...400 $^\circ\text{C}$. Японские исследователи [88] подробно изучили циклотримеризацию нитрила II в присутствии HCl или HBr и кислот Льюиса при 20 $^\circ\text{C}$ в течение 12 ч. Были получены следующие результаты (перечислены: HX , кислота Льюиса, выход (%) соединения CXXXVI)

HCl , -, 1,6; HBr , -, 34; HCl , AlF_3 , 67,2; HCl , AlCl_3 , 35,9; HCl , AlBr_3 , 95,3; HBr , AlBr_3 , 95,3; HCl , $\text{BF}_3 \cdot \text{MeCOOH}$, 62,5; HCl , $\text{BF}_3 \cdot \text{Et}_2\text{O}$, 93,8; HCl , FeCl_3 , 43,8; HCl , ZnCl_2 , 42,2; HCl , SnCl_4 , 51,6; HCl , SbCl_3 , 46,9; HCl , TiCl_4 , 40,5; HCl , TiBr_4 , 24,9.

С высокими выходом и чистотой тример CXXXVI получен обработкой ацетонитрила, насыщенного HCl , хлором при 60...65 $^\circ\text{C}$ в течение 12 ч с облучением смеси УФ светом, последующим насыщением реакционной массы HCl при 15 $^\circ\text{C}$ в течение 30 мин и действием хлора при 60...65 $^\circ\text{C}$ в течение 40 ч [89]. Авторы [90] проводили этот же процесс в других условиях. По их данным, из ацетонитрила образуется четыре производных 1,3,5-триазина CXXXVI—CXXXIX и нитрил II:

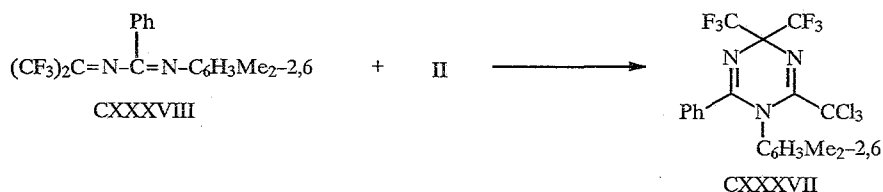


Грундманн с сотрудниками [91] изучил совместную цикломеризацию нитрила II с нитрилами RCN CXXX и обнаружил, что, когда $\text{R} = \text{Me}$, Ph и Cl , образуется по одному соединению CXXXI, если же $\text{R} = \text{CH}_2\text{COOEt}$, то образуется три соединения CXXXII—CXXXIV:

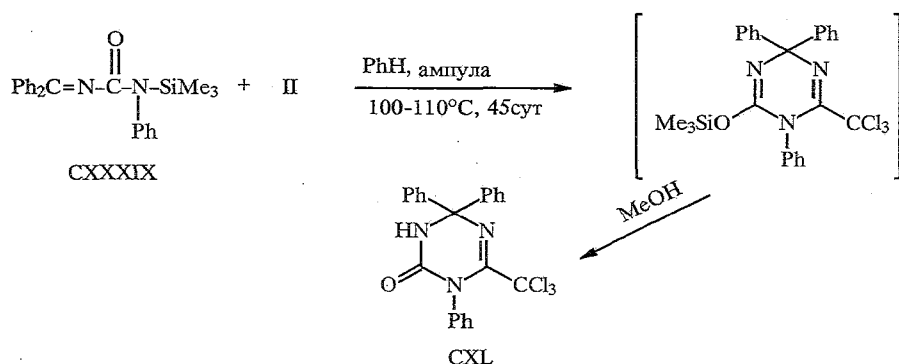


$\text{R}^1, \text{R}^2 = \text{CH}_2\text{COOEt}, \text{CCl}_3$ (CXXXII); $\text{CH}_2\text{COOEt}, \text{CH}_2\text{COOEt}$ (CXXXIII); $\text{CCl}_3, \text{CCl}_3$ (CXXXIV)

Необычный способ синтеза производного 1,3,5-триазина CXXXVII — взаимодействие нитрила II с соединением CXXXVIII — описан в работе [104]:

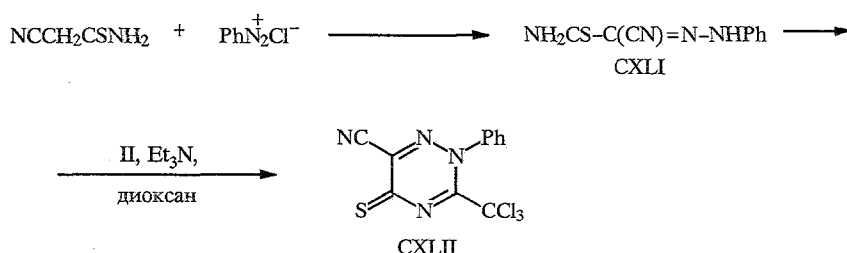


В результате реакции нитрила II с производным мочевины CXXXIX и последующей обработки продукта реакции метанолом было получено соединение CXL [105]:

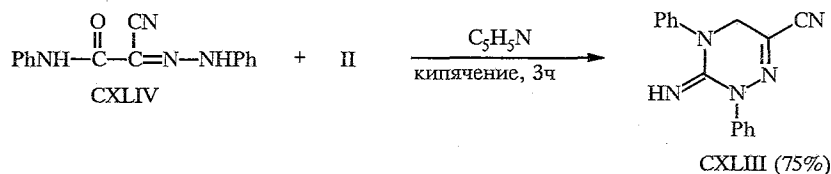


Описано несколько путей получения производных 1,2,4-триазина на основе нитрила II.

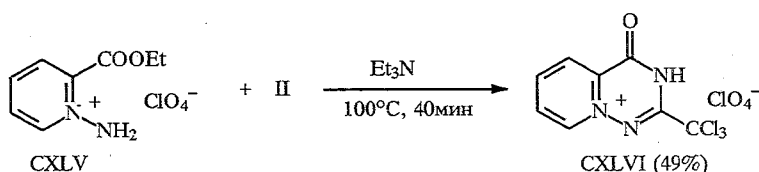
Соединение CXLI, полученное конденсацией фенилдиазонийхлорида с циантоацетамидом, реагирует в присутствии триэтиламина с нитрилом II, образуя замещенный 1,2,4-триазин CXLII [106]:



Образование 6-циано-3-имино-2,4-дифенил-1,2,4-триазин-5-она (CXLIII) из нитрила II и соединения CXLIV, по мнению авторов [107], протекает через промежуточный продукт присоединения соединения CXLIV к группе $-\text{C}\equiv\text{N}$ нитрила II:



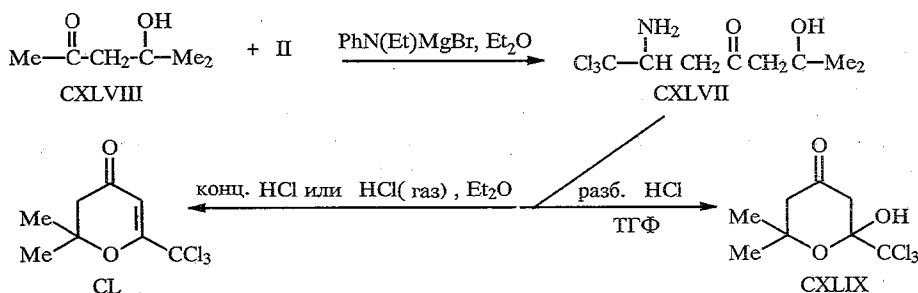
Нагревание смеси нитрила II с перхлоратом CXLV в присутствии триэтиламина приводит к образованию соли CXLVI [108]:



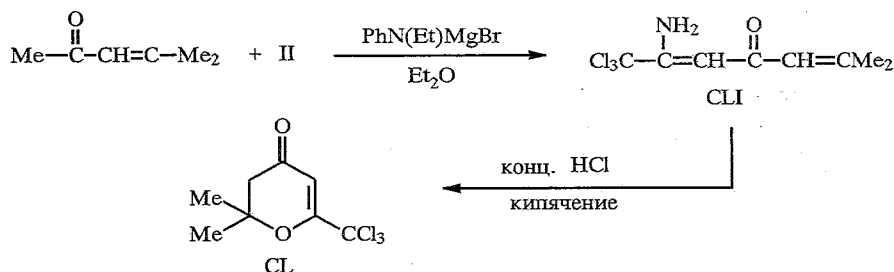
Производные 1,3,5-триазина, содержащие группировки CCl_3 , полученные совместной циклотримеризацией нитрила II с другими нитрилами карбоновых кислот, патентуются в качестве компонентов гербицидных композиций [109] или компонентов светочувствительных композиций [94, 96, 109—113].

4.4. Образование O-, N,O-, N,S-, N,O,S- и N,P-гетероциклов

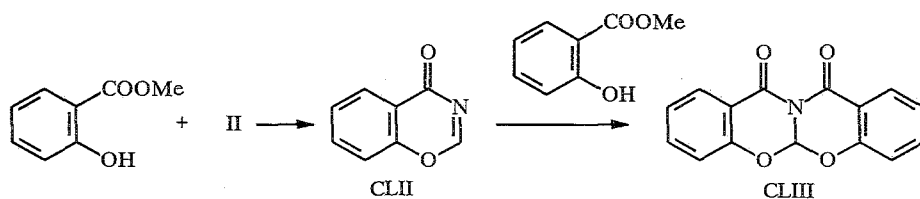
Соединение CXLVII, образующееся из нитрила II и кетоспирта CXLVIII, при обработке разбавленной соляной кислотой превращается в производное тетрагидро- γ -пирона CXLIX, а при действии концентрированной соляной кислоты или газообразного хлористого водорода — в замещенный дигидро- γ -пирон CL [114]:



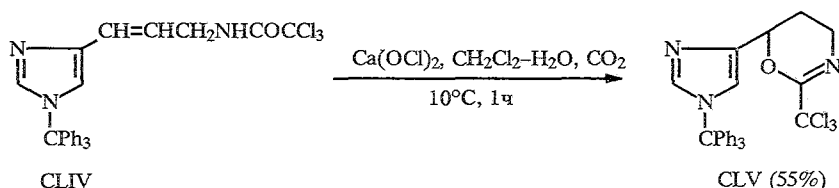
Производное дигидро- γ -пирона CL также образуется при обработке концентрированной соляной кислотой соединения CLI — продукта взаимодействия нитрила II и 2-метилпент-2-ен-4-она [114]:



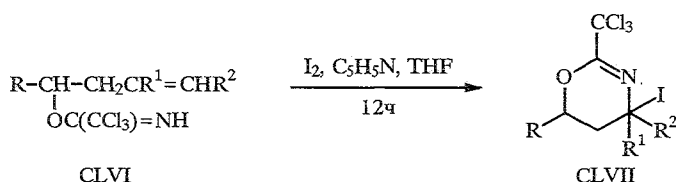
В результате реакции нитрила II с метиловым эфиром салициловой кислоты образуется соединение CLII, не содержащее группы CCl_3 , которое взаимодействует еще с одной молекулой метилового эфира салициловой кислоты, давая тетрациклическое соединение CLIII [11]:



N-Замещенный амид трихлоруксусной кислоты CLIV, полученный взаимодействием нитрила II и 1-[1-(трифенилметил)имидазолил-4]аллилового спирта с последующей перегруппировкой первоначально синтезированного имидата, превращен в 2,6-дизамещенный дигидрооксазин CLV [115]:

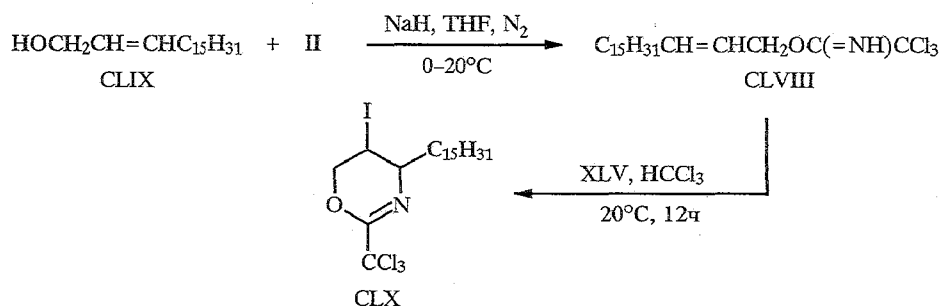


Из нитрила II и соответствующих аллиловых спиртов получены имидаты CLVI, которые действием йода превращены в производные дигидро-1,3-оксазина CLVII [116]; выходы 65...90%:

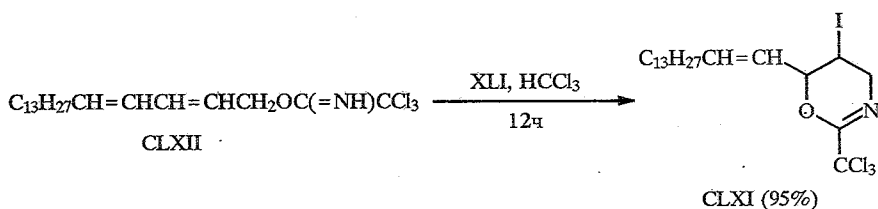


CLVII R, R¹, R², (%): H, Me, H, (90%); H, H, Et, (80%); Me, H, H, (65%)

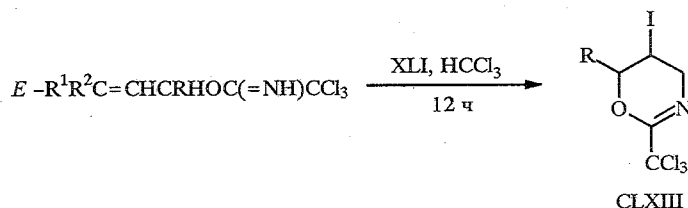
Циклизация имидата CLVIII, образующегося из нитрила II и спирта CLIX, в 5-йодо-6-пентадецил-2-(трихлорметил)-5,6-дигидро-4Н-1,3-оксазин CLX осуществлена действием N-йодсукцинимиды XLI [26]:



С превосходным выходом образуется производное дигидрооксазина CLXI в результате циклизации имидата CLXII — продукта реакции нитрила II с соответствующим диеновым спиртом — под действием йодсукцинимиды XLI [117]:

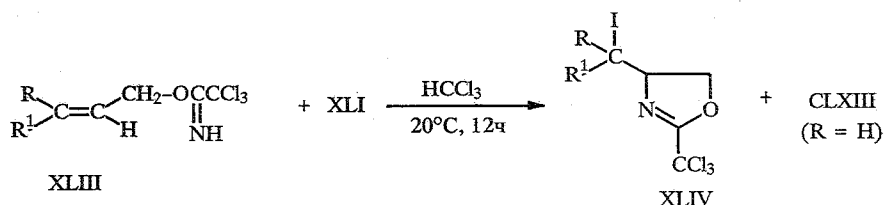


Как было отмечено ранее, при действии йодсукцинимиды XLI на имидаты аллиловых спиртов могут образоваться либо производные оксазола XLIV, либо производные оксазина CLXIII. Образованию производных оксазина благоприятствует *E*-конфигурация аллилимида; существенное значение имеют электронные факторы [27]; выходы продуктов циклизации 80...95%:

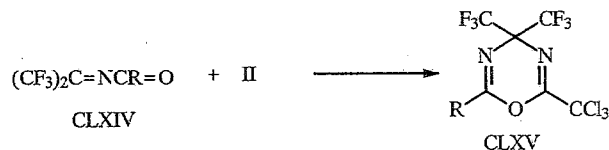


Аналогично из *E*-MeCH₂CH=CHCH₂CH₂OC(CCl₃)=NH с выходом 90% получено соединение CLXIII (без атома йода в положении 4), где R = H, R¹ = H, R² = CH(I)CH₂CH₃ [27].

В ряде случаев существенное влияние оказывает атом кислорода, находящийся в β-положении к двойной связи *E*-аллилимида, и в результате образуются смеси соединений XLIV и CLXIII [27]:



Электронодефицитные диены CLXIV вступают в реакцию циклоприсоединения с электронодефицитным диенофилом — нитрилом II, образуя [4+2]-аддукты CLXV [118]:

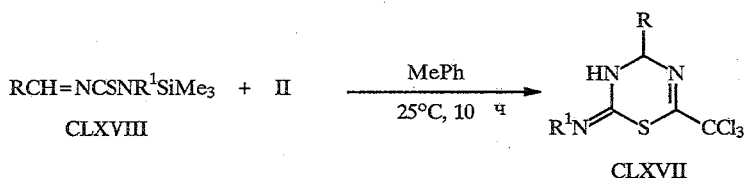
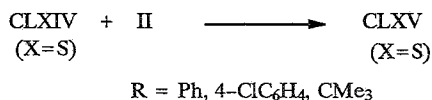


R = Ph, 4-ClC₆H₄, CMe₃.

Тетрациклическое соединение CLXVI образуется при взаимодействии нитрила II с 2-меркаптобензойной кислотой в кипящем толуоле [119]:

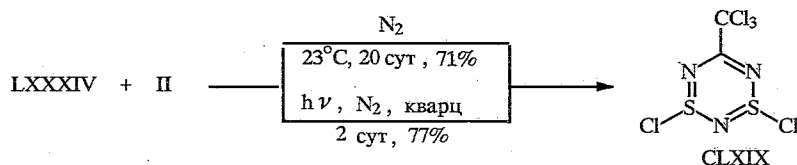


Гетероциклические шестичленные соединения CLXV (X = S) и CLXVII, содержащие в кольце атом серы и два атома азота, синтезированы реакцией [4+2]циклоприсоединения гетеродиенов CLXIV (X = S) [118] или CLXVIII [120] с нитрилом II

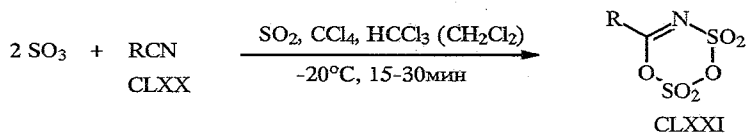


R = Ph, R¹ = Ph (90%); R = тиенил-2, R¹ = Ph (87%); R = Ph, R¹ = 4-ClC₆H₄ (83%);
R = тиенил-2, R¹ = 4-ClC₆H₄ (91%)

Описано два способа получения 1,3-дихлор-5-(трихлорметил)-1,3,2,4,6-дигидратиазина (CLXIX) из нитрила II и трихлортриазена LXXXIV (см. с.1454) [54, 121]:

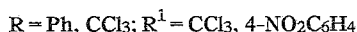
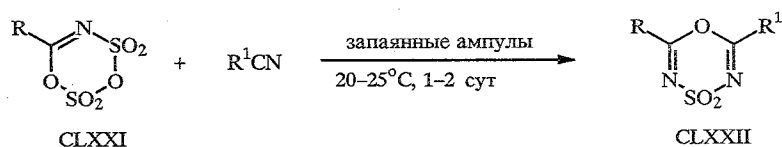


В серии работ [122—125] изучено взаимодействие нитрила II с серным ангидридом. Было найдено, что при температуре -20 °С нитрилы RCN CLXX и SO₃ образуют 6-замещенные 1,3,2,4,5-диоксидитиазин-2,2,4,4-тетроксиды CLXXI:

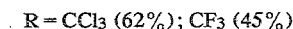
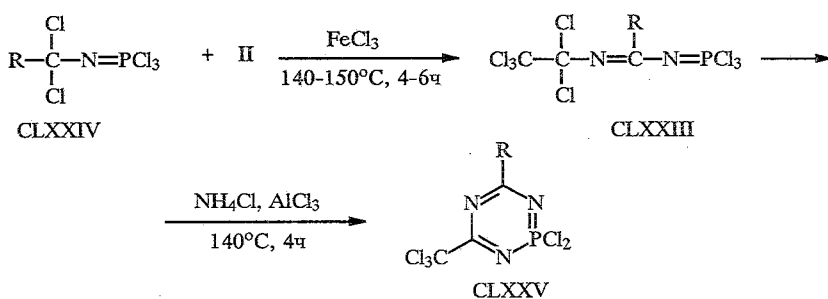


R = CCl₃, Ph, 4-MeC₆H₄, 4-ClC₆H₄, 3-O₂NC₆H₄, 4-O₂NC₆H₄

При реакции соединения CLXXI ($R = Ph$) с нитрилом II или соединения CLXXI ($R = CCl_3$) с 4- $O_2NC_6H_4CN$ образуются 3,5-дизамещенные 1,4,3,5-тиадиазинокса-4,4-диоксиды CLXXII [124]:

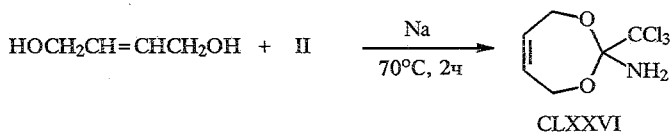


Продукты реакции CLXXIII, образующиеся из нитрила II и соединений CLXXIV, при обработке хлоридом аммония и хлоридом алюминия превращаются в шестичленные гетероциклические соединения CLXXV, содержащие в кольце атом фосфора и три атома азота [126]:



5. СЕМИЧЛЕННЫЕ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Имеется единственное сообщение о синтезе семичленного гетероциклического соединения на основе нитрила II: при взаимодействии нитрила II с бут-2-ен-1,4-дионом был получен 2-амино-2-(трихлорметил)-4,7-дигидро-1,3-диоксепин (CLXXVI) [127]:



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hamana H., Sugawara T. // Chem. Lett. — 1985. — N 5. — P. 571.
2. Арбузов Б. А., Зобова Н. Н. // Изв. АН СССР, Сер. хим. — 1972. — № 10. — С. 2325.
3. Abdelrazek F. M. // J. Prakt. Chem. — 1990. — Bd 332. — S. 479.
4. Gibbard A. C., Moody Ch. J., Rees Ch. W. // J. Chem. Soc., Perkin Trans. 1. — 1986. — N 1. — P. 145.
5. Davis M. L., Wakefield B. J., Wardell J. A. // Tetrahedron. — 1992. — Vol. 48. — P. 939.
6. Abdelrazek F. M., Erian A. W. // Synthesis. — 1986. — N 1. — P. 74.
7. Pat. 2454137 BDR / W. Busch, M. Tanscher // C. A. — 1976. — Vol. 85. — 123914.

8. Elnagdi M. H., Fahmy Sh. M., Hafer A. A., Elmoghayar M. R. H., Amer S. A. R. // J. Heterocycl. Chem. — 1979. — Vol. 16. — P. 1109.
9. Ibrahim N. S., Hafez E. A. A., Mohareb R. M. // Heterocycles. — 1986. — Vol. 24. — P. 2085.
10. Saari W. S., Freedmann M. B., Huff J. R., King S. W., Raab A. W., Bergstrand S. J., Engelhardt E. L. // J. Med. Chem. — 1978. — Vol. 21. — P. 1283.
11. Abdelrazek F. M., Kandeel Z. EL-Sh., Hilmy Kh. M. H., Elnagdi M. H. // Chem. Ind. (London). — 1983. — N 11. — P. 439.
12. Lazukina L. A., Kukhar V. P. // Synthesis. — 1979. — N 9. — P. 747.
13. Stegmann W., Gilgen P., Heimgartner H., Schmidt H. // Helv. Chim. Acta. — 1976. — Bd 59. — S. 1018.
14. Fields R., Tomlinson J. P. // J. Fluorine Chem. — 1979. — Vol. 14. — P. 19.
15. Bradshaw J. S., Neilsen R. B., Jse P.-K., Arena G., Wilson B. E., Dalley N. K., Lamb J. D., Christensen J. J., Jzatt R. M. // J. Heterocycl. Chem. — 1986. — Vol. 23. — P. 361.
16. Zimmer H., Kokosa J. M., Shah K. J. // J. Org. Chem. — 1975. — Vol. 40. — P. 2901.
17. Liu K.-Ch., Shin B.-J., Tao T.-M. // J. Heterocycl. Chem. — 1984. — Vol. 21. — P. 1571.
18. Liu K.-Ch., Shin B.-J., Chern J.-W. // J. Heterocycl. Chem. — 1989. — Vol. 26. — P. 457.
19. Carpenter W. R. // J. Org. Chem. — 1962. — Vol. 27. — P. 2085.
20. Pat. 3138609 USA / W. R. Carpenter // C. A. — 1964. — Vol. 61. — 7024.
21. Мельников А. А., Соколова М. М., Первозванская М. А., Мельников В. В. // ЖОрХ. — 1979. — Т. 15. — С. 1861.
22. Лазукина Л. А., Кухарь В. П. // ЖОрХ. — 1979. — Т. 15. — С. 2216.
23. Шехегеймер Г. А., Кобраков К. И., Мутягина О. Г., Королев В. К., Промоненков В. В. // ХГС. — 1986. — № 5. — С. 711.
24. Geisenberger J., Erbe J., Heidrich J., Nagel U., Beck W. // Z. Naturf. — 1987. — Bd 42B. — S. 55.
25. Zimmerman W. // Arch. Pharm. — 1989. — Bd 322. — S. 639.
26. Bondini A., Cardillo G., Orena M., Sandri S., Tomasini C. // J. Chem. Soc., Perkin Trans. 1. — 1986. — N 8. — P. 1345.
27. Bondini A., Cardillo G., Orena M., Tomasini C. // J. Org. Chem. — 1986. — Vol. 51. — P. 4905.
28. Bondini A., Cardillo G., Orena M., Sandri S., Tomasini C. // J. Chem. Soc., Perkin Trans. 1. — 1985. — N 5. — P. 935.
29. Scharrie K., Beier B., Piepersberg W. // J. Chem. Soc., Perkin Trans. I. — 1991. — N 10. — P. 2407.
30. Pauls H. W., Frazer-Reid B. // J. Chem. Soc., Chem. Comm. — 1983. — N 18. — P. 1031.
31. Pauls H. W., Frazer-Reid B. // Carbohydr. Res. — 1986. — Vol. 150. — P. 111.
32. Sammes P. G., Thetford D. // J. Chem. Soc., Perkin Trans. 1. — 1988. — N 1. — P. 111.
33. Bondini A., Cardillo G., Orena M., Sandri S., Tomasini C. // Tetrahedron. — 1983. — Vol. 39. — P. 3801.
34. Jacobsen S. // Acta Chem. Scand. — 1988. — Vol. 42B. — P. 605.
35. Roush W. R., Straub J. A., Brown R. J. // J. Org. Chem. — 1987. — Vol. 52. — P. 5127.
36. Maier Th., Schmidt R. R. // Carbohydr. Res. — 1991. — Vol. 216. — P. 483.
37. Grundler G., Schmidt R. R. // Lieb. Ann. Chem. — 1984. — N 11. — S. 1826.
38. Pat. 4692538 USA / D. M. Vyas, T. W. Doyle, Yu. Chiang // C. A. — 1988. — Vol. 108. — 21877.
39. Hermkens P. H., Maarsevcen J. H., Kruse Ch. G., Scheeren H. W. // Tetrahedron. — 1988. — Vol. 44. — P. 6491.
40. Pat. 2231097 BDR / G. Beck, R. Braden, H. Holtschmidt. // C. A. — 1974. — Vol. 80. — 82950.
41. EPV 148795 / O. Palle, G. Camoggi, F. Cozzo, A. Menconi, E. Signorini // C. A. — 1986. — Vol. 104. — 5865.
42. Pat. 2919511 BDR / R. K. Howe, L. F. Lee // C. A. — 1980. — Vol. 92. — 110998.
43. Abdel-Galil F. M., Abdelhamid A. O. // Sulfur Lett. — 1987. — Vol. 6. — P. 155.
44. Ягупольский А. М., Кульчитский М. М., Ильченко А. Я. // ЖОрХ. — 1974. — Т. 10. — С. 1321.
45. Pat. 3890339 USA / D. F. Gavin. // C. A. — 1975. — Vol. 83. — 164193.
46. Elslager E. F., Johnson J., Werbel L. M. // J. Heterocycl. Chem. — 1973. — Vol. 10. — P. 611.
47. L'Abbe G., Weyns N. // Bull. Soc. Chim. Belg. — 1991. — Vol. 100. — P. 185.
48. Gevald K., Calderon O., Hain U. // J. Prakt. Chem. — 1986. — Bd 328. — S. 741.
49. Goerdler J., Linden H. W., Puff H., Hundt R. // Chem. Ber. — 1985. — Bd 118. — S. 3241.
50. L'Abbe G., Vandendriessche A., Sannen J. // J. Org. Chem. — 1991. — Vol. 56. — P. 3268.
51. Martin D., Graubaum H., Kulpe S. // J. Org. Chem. — 1985. — Vol. 50. — P. 1295.
52. Graubaum H., Seeboth H. // J. Prakt. Chem. — 1987. — Bd 329. — S. 409.
53. Alange G. G., Banister A. J., Bell B., Miller P. W. // J. Chem. Soc., Perkin Trans. I. — 1979. — N 5. — P. 1192.
54. Apblett A., Chivers T. // J. Chem. Soc., Chem. Commun. — 1989. — N 2. — P. 96.
55. Ead H. A., Abdelaziz M. A., Metwalli N. H. // Pol. J. Chem. — 1991. — Vol. 65. — P. 1291.
56. EPV 30215 / P. Martin, D. Bellus // C. A. — 1988. — Vol. 95. — 150458.

57. А. с. 1182035 СССР / Г. А. Швехгеймер, К. И. Кобраков, С. С. Сычев, В. К. Промоненков // С. А. — 1986. — Vol. 105. — 190943.
58. Швехгеймер Г. А., Кобраков К. И., Сычев С. С., Промоненков В. К. // ХГС. — 1987. — № 8. — С. 1082.
59. А. с. 1325045 СССР / М.-Г. А. Швехгеймер, К. И. Кобраков, С. С. Сычев, В. К. Промоненков // С. А. — 1988. — Vol. 109. — 6416.
60. Швехгеймер М.-Г. А., Кобраков К. И., Сычев С. С., Промоненков В. К. // ДАН СССР. — 1987. — Т. 294. — С. 893.
61. Nawwar G. A. M., Osman S. A., El-Bayouki Kh. A. M., Elgemeie G. E. H., Elnagdi M. H. // Heterocycles. — 1985. — Vol. 23. — P. 2983.
62. Galil F. M. A., Elnagdi M. H. // Ann. — 1987. — N 5. — S. 477.
63. Mohamed M. H., Ibrahim N. S., Elnagdi M. H. // Heterocycles. — 1987. — Vol. 26. — P. 899.
64. Pat. 210262 DDR / K. Gewald, U. Hain. // С. А. — 1985. — Vol. 102. — 24489.
65. Gewald K., Hein U., Grumer M. // Chem. Ber. — 1985. — Bd 118. — S. 2198.
66. Elgemeie G. H. // Arch. Pharm. — 1989. — Bd 322. — S. 535.
67. Habashi A., Ibrahim N. S., Mohareb R. M., Fahmy Sh. M. // Ann. — 1986. — N 9. — S. 1632.
68. Ibrahim N. S., Mohamed M. H., Shams H. Z. // Z. Naturf. — 1988. — Bd 43B. — S. 1351.
69. Ibrahim N. S., Mohamed M. H., Elnagdi M. H. // Arch. Pharm. — 1988. — Bd 321. — S. 569.
70. Fahmy N. M., Motti F. M. A., Elgemeie G. E. H. // Arch. Pharm. — 1988. — Bd 321. — S. 509.
71. Habashi A., Ibrahim N. S., Sherif Sh. M., Shams H. Z., Mohareb R. M. // Heterocycles. — 1986. — Vol. 24. — P. 2463.
72. Abdelrazek F. M., Erian A. W., El Torgoman A. M. // Chem Ind. (London). — 1988. — N 1. — P. 30.
73. Mohareb R. M., Fahmy S. M. Z. // Z. Naturf. — 1985. — Bd 40B. — S. 1537.
74. Hamad M. A., Moier N. G. A., Hamza E. G. E., Elnagdi M. H. // Heterocycles. — 1985. — Vol. 23. — P. 2177.
75. Sadek K. U., Fahmy Sh. M., Mohareb R. M., Elnagdi M. H. // Eng. Data. — 1984. — Vol. 29. — P. 101.
76. Elnagdi M. H., Elfahham H. A., Ghazlan A. S., Elgemeie G. E. H. // J. Chem. Soc., Perkin Trans. I. — 1982. — N 11. — P. 2627.
77. Byard Ph., Sainte F., Beaudegnies R., Chosez L. // Tetrah. Lett. — 1988. — Vol. 29. — P. 3799.
78. Mohareb R. M., Fahmy S. M. Z. // Z. Naturf. — 1985. — Bd 40B. — S. 664.
79. Madding G. D., Thompson M. D. // J. Heterocycl. Chem. — 1987. — Vol. 24. — P. 581.
80. Shishoo C. J., Devani M. B., Bhadt V. S., Jain K. S., Ananthan S. // J. Heterocycl. Chem. — 1990. — Vol. 27. — P. 119.
81. Abdelrazek F. M., Ibrahim N. S., Kandeel Z. El-Sh., Elnagdi M. H. // Synthesis. — 1984. — N 11. — P. 970.
82. Abed N. M., Ibrahim N. S., Elnagdi M. H. // Z. Naturf. — 1986. — Bd 41B. — S. 925.
83. El-Hossini M. S., Fadda A. A., Khodeir M. N. // Ind. J. Chem. — 1991. — Vol. 30B. — P. 25.
84. Biswas A., Eigenbrot Ch., Miller M. J. // Tetrahedron. — 1986. — Vol. 42. — P. 6421.
85. McBee E. T., Pierce O. R., Bolt R. O. // Ind. Eng. Chem. — 1947. — Vol. 39. — P. 391.
86. Pat. 2525714 USA / T. R. Norton // С. А. — 1951. — Vol. 45. — 1629.
87. Pat. 1560303 France / E. Dorfman, W. E. Emersom // С. А. — 1969. — Vol. 71. — 125482.
88. Wakabayashi K., Tsunoda M., Suzuko Ya. // Bull. Chem. Soc. Japan. — 1969. — Vol. 42. — P. 2924.
89. Pat. 227134 DDR / B. Bayerl, H. J. Michel. // С. А. — 1986. — Vol. 104. — 148918.
90. Алиев Г. Р., Келарев В. И., Караханов Р. А., Мовсунадзе Э. М., Лисицын Е. А., Винокуров В. А. // Азерб. хим. журн. — 1986. — № 3. — С. 39.
91. Grundmann Ch., Weisse G., Seide S. // Ann. — 1952. — Bd 577. — S. 77.
92. Charkrabarti J. K., Cockerill A. F., Davies G. L. O., Hotten T. M., Rackham D. M., Tupper D. E. // J. Chem. Soc., Perkin Trans. II. — 1974. — N 8. — P. 861.
93. EPV 108708 / H. Czezepanski // С. А. — 1984. — Vol. 101. — 151888.
94. EPV 271195 / J. D. Coyle, A. M. Horton // С. А. — 1988. — Vol. 109. — 219635.
95. Nyguis H. L. R., Wolf B. // J. Org. Chem. — 1974. — Vol. 39. — P. 2591.
96. EPV 332042 / G. Pawlowski, F. Erdman, H. Lutz // С. А. — 1990. — Vol. 112. — 140011.
97. Pat. 80831 Rumania / N. Marcu, R. Bacaloglu, L. Colarca, A. Traian, J. Jorga, N. Pop, A. Viscu, V. Pode, S. Tölgy, D. N.-N. Sosma // С. А. — 1984. — Vol. 100. — 103399.
98. Алиев Г. Р., Келарев В. И., Винокуров В. А., Караханов Р. А., Мовсунадзе Э. М. // Азерб. хим. журн. — 1986. — № 4. — С. 68.
99. Браз Г. И., Мясникова Т. В., Якубович А. Я., Базов В. П., Сакодынский К. И. // ЖОХ. — 1963. — Т. 33. — С. 1939.
100. Келарев В. И., Диби А., Лукин А. Ф., Малова О. В. // ЖОХ. — 1985. — Т. 21. — С. 1306.
101. Келарев В. И., Диби А., Лукин А. Ф. // ХГС. — 1985. — № 11. — С. 1557.
102. Келарев В. И., Караханов Р. А., Беллуль М., Ушакова Р. Л., Микая А. И. // ХГС. — 1988. — № 5. — С. 674.

103. Келарев В. И., Лауд Я. Ф., Караханов Р. А., Лунин А. Ф., Винокуров В. А. // ХГС. — 1987. — № 10. — С. 1392.
104. Burger K., Wassmuth U., Partscht H., Gieren A., Huebner Th., Kaerlein C. P. // Chem. Ztg. — 1984. — Bd 108. — S. 205.
105. Matsuda J., Yamamoto S., Jahii Y. // J. Chem. Soc., Perkin Trans. I. — 1976. — N 14. — P. 1523.
106. Ibrahim N. S., Mohamed M. H., Elnagdi M. H. // Chem. and Ind. — 1988. — N 8. — P. 270.
107. El-Bannany A. A. A., Ghazlan S. A. S., Ibraheim L. I. // Pharmazie. — 1987. — Bd 42. — S. 695.
108. Batori S., Messmer A. // J. Heterocycl. Chem. — 1988. — Vol. 25. — P. 437.
109. EPV 130939 / M. Szczepanski, D. Berrer // C. A. — 1985. — Vol. 102. — 199595.
110. Pat. 3337024 BDR / G. Buhr // C. A. — 1985. — Vol. 103. — 96424.
111. EPV 68879 / G. L. Fletcher, D. H. Wadsworth // C. A. — 1983. — Vol. 98. — 135319.
112. EPV 262788 / A. Koike, Yu. Abe, K. Kawamura // C. A. — 1988. — Vol. 109. — 219610.
113. Pat. 3517440 BDR / T. Nagano // C. A. — 1986. — Vol. 104. — 159655.
114. Сосновских В. Я., Овсянников Н. С. // Изв. вузов, химия и хим. технол. — 1991. — Т. 34. — С. 119.
115. Commercon A., Ponsinet G. // Tetrah. Lett. — 1990. — Vol. 31. — P. 3871.
116. Cardillo G., Orena M., Pozzi G., Sandri S. // J. Chem. Soc., Chem. Commun. — 1982. — N 22. — P. 1308.
117. Cardillo G., Orena M., Sandri S., Tomasini C. // Tetrahedron. — 1986. — Vol. 42. — P. 917.
118. Burger K., Huber E., Schoentag W., Partscht H. // Chem. Ztg. — 1986. — Bd 110. — S. 79.
119. Ibrahim N. S., Abed N. M., Kandeel Z. E. // Heterocycles. — 1984. — Vol. 22. — P. 1677.
120. Barluenga J., Tomas M., Ballesteros A., Lopez L. A. // Synlett. — 1991. — N 2. — P. 93.
121. Appleby A., Chivers T. // Phosphorus, Sulfur, Silicon Relat. Elem. — 1989. — Vol. 41. — P. 439. — C. A. — 1990. — Vol. 112. — 35817.
122. Бодриков И. В., Мичурин А. А., Краснов В. А. // ЖОрХ. — 1975. — Т. 11. — С. 2217.
123. Мичурин А. А., Ляндаев Е. А., Бодриков И. В. // ЖОрХ. — 1977. — Т. 13. — С. 222.
124. Мичурин А. А., Краснов В. Л., Бодриков И. В. // ЖОрХ. — 1977. — Т. 13. — С. 432.
125. Мичурин А. А., Краснов В. Л., Бодриков И. В., Москвин А. М. // ЖОрХ. — 1977. — Т. 13. — С. 2029.
126. Бойко А. П., Кухарь В. П., Кисленко А. А. // ЖОХ. — 1980. — Т. 50. — С. 311.
127. Vyas D. M., Chiang Y., Doyle T. W. // J. Org. Chem. — 1984. — Vol. 49. — P. 2037.

Московская государственная
текстильная академия,
Москва 117918

Поступило в редакцию 02.06.93