

Д. Г. Ким, Л. В. Гаврилова

СИНТЕЗЫ И СВОЙСТВА S-, O-, N-АЛЛИЛЬНЫХ
ПРОИЗВОДНЫХ АРОМАТИЧЕСКИХ АЗИНОВ

(ОБЗОР)

Систематизированы и обобщены литературные данные по синтезам и свойствам S-, O-, N-аллильных производных ароматических азинов.

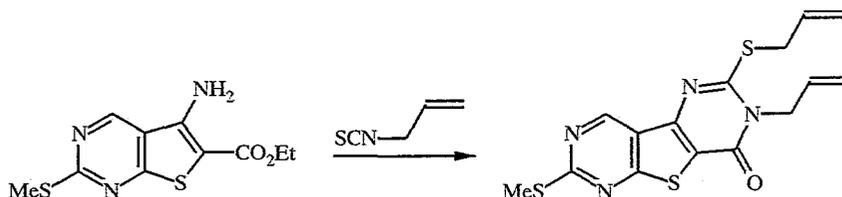
1. СИНТЕЗЫ S-АЛЛИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ

Как правило, аллилтиоазины получают реакцией меркаптоазинов или тиолов металлов с галогеналлилами в органических растворителях. Таким путем синтезированы в пиридиновом ряду: 2-аллилтиопиридин [1—3], 2-аллилтио-3-гидрокси-6-метилпиридины [4, 5], 2-аллилтио-6-метил-(арил)-3-циано(карбокси)пиридины [6—9], 6-(1-адамантил)-3-циано-2-аллилтиопиридин [7], 2-аллил(2-циклогексен-1-ил)тионикотиновые кислоты [8], 2-аллилтио-6-амино-3,5-дицианопиридин [10], 2-аллилтио-6-амино-4-арил-3,5-дицианопиридин [11], 2-аллил-(2-циклогексен-1-ил)тио-1,5-нафтилпиридины [12], 3-амино- и 3-нитро-2-аллилтиопиридины [13]; в хинолиновом ряду: 2- и 4-аллилтиохинолины и их замещенные [14—18], 3-аллилтиохинолин [19], 2-аллилтио-4-арил-3-циано-5,6,7,8-тетрагидрохинолины [20], 8-аллилтиохинолин [22—25], 1-аллилтиоизохинолин [26, 27]; в пиримидиновом ряду: 2-аллилтиопиримидин [28], 2-аллилтио-4,6-диметилпиримидин [22, 29], 6-аллилтио-2-амино-4-метилтио-5-цианопиримидин [30, 31], 2-аллилтиопиримидин-4(3H)-оны [32—36], 2-аллилтио-3-фенил-4-оксотиено[2,3-d]пиримидины [37, 38]. Меркаптотиазины, способные к тион-тиольной таутомерии, реагируют с галогеналкилами с образованием исключительно S-аллильных производных. В двухфазной системе в присутствии катализаторов межфазного переноса реакцией соответствующих меркаптотиазинов с галогеналлилом синтезированы 9-аллилтиоакридин, 3-хлор-9-аллилтиоакридин [39] и 2-аллилтиопиримидин [40].

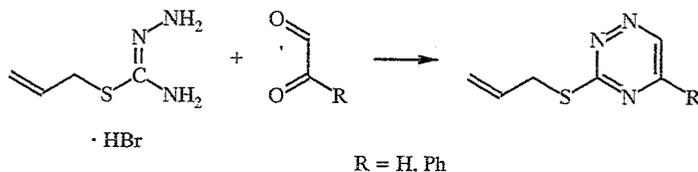
В присутствии ПАВ 8-меркаптохинолинат натрия реагирует с бромистым аллилом в воде с образованием 8-аллилтиохинолина [41].

2-Аллилтиопиридин получен реакцией гидробромида S-аллилизотиурония с 2-бромпиридином [1] и реакцией бромистого аллила с галогенидом 2-пиридинизотиурония [22, 42].

Реакцией этилового эфира 5-амино-2-метилтиотиено[2,3-d]пиримидин-6-карбоновой кислоты с аллилизотиоцианатом получен 3-аллил-2-аллилтио-7-метилтиотиено[2,3-d;4,5-d']дипиримидин-4(3H)-он, который образуется за счет аллилирования промежуточно образующегося 3-аллил-2-меркапто-7-метилтиотиено[2,3-d;4,5-d']дипиримидин-4(3H)-она [43].



3-Аллилтио-1,2,4-триазины получены реакцией гидробромида S-аллил-тиосемикарбазида с глиоксалем и фенилглиоксалем [44].



4-Аллилтио-2(1H)-пиримидинон получен силилированием 4-тиоурацила ди(триметилсилил)амином в ДМФА и последующей обработкой галогеналлилом в ацетонитриле [45].

2. СИНТЕЗЫ О-АЛЛИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ

Аллилоксиазины получают реакцией галогеназинов с аллилатом натрия. Таким путем синтезированы 2-аллилоксипиридин [46, 47], 2- и 4-аллилоксихинолины [48, 49], 1-аллилоксиизохинолин [50], 4-аллилокси-пиримидины [51—53].

Триаллилцианурат получен с высоким выходом при реакции цианурхлорида с аллиловым спиртом в присутствии щелочи в водной среде [54, 55].

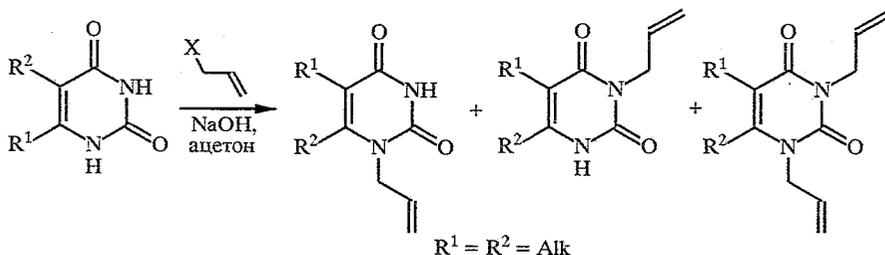
Гидроксиазины, способные к прототропной таутомерии, как правило, алкилируются галогеналлилами с преимущественным образованием N-аллильных производных, а 6-(1-адамантил)-3-циано-2-гидроксипиридин [6], 5,6-дизамещенные 2-гидрокси-3-фенил-4-оксотиаено[2,3-d]пиримидины [38], 4-гидрокси-2-хинолон [56] реагируют с галогеналлилом с образованием O-аллильных производных.

8-Аллилоксихинолин получен аллилированием аллилгалогенидом в этаноле в присутствии этилата натрия [57] и в двухфазной системе (NaOH—H₂O—CH₂Cl₂) в присутствии тетрабутиламмонийбромида [58]. В работе [59] показано, что смесь 8-аллилоксихинолина и 7-аллил-8-аллилоксихинолина образуется при взаимодействии 8-оксихинолина с избытком бромистого аллила в ацетоне и спирте.

3-Аллилоксиизохинолин получен взаимодействием 3-гидроксиизохинолина с бромистым аллилом в ДМФА в присутствии карбоната серебра [50].

3. СИНТЕЗЫ N-АЛЛИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ

Сравнительно большое число работ посвящено синтезу N-аллильных производных урацила и его производных. В работе [60] показано, что при аллилировании урацилов галогеналлилом в присутствии NaOH в ацетоне образуется смесь N(1)-, N(3)- и N(1),N(3)-аллильных производных; в работе [61] в присутствии K₂CO₃ в ДМФА — N(1)-аллильных и N(1),N(3)-диаллильных производных, а в двухфазной системе N(1),N(3)-диаллильное производное [62].



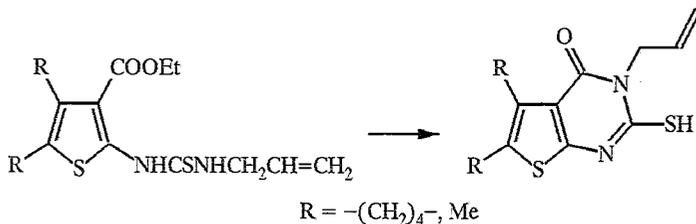
Аллилированием 5-фторурацила бромистым аллилом в краун-эфире в присутствии K₂CO₃ получен 1-аллил-5-фторурацил [63], а аллилированием калиевой соли 6-метоксиурацила в ДМФА в присутствии KHCO₃ — 1-аллил-6-метоксиурацил [64].

Урацил и его производные можно аллилировать также триаллилфосфатом с образованием N₍₁₎-аллильных производных [65].

1- и 3-Аллил-2-тиоурацилы и их 6-метилзамещенные синтезированы перегруппировкой 2-аллилтиопиримидин-4(3H)-онов в присутствии палладия [32]. 3-Аллил-6-метил-2-тиоурацил получен также реакцией этил-β-аминокротоната с аллилизацианатом [66].

Авторы работ [67, 68] ошибочно полагали, что при взаимодействии 2-тиоурацила, 6-метил-2-тиоурацила с бромистым аллилом в присутствии гексаметилдисилазана образуются 1-аллил-2-тиоурацилы. Позднее было доказано, что на самом деле образуются 2-аллилтиопиримидин-4(3H)-оны [35].

Замещенные 3-аллил-4-оксо-2-меркапто-3,4-дигидротиено[2,3-d]пиримидина получены циклизацией 2-(N-аллилтиоуреидо)-3-карбэтокситиофена [69].



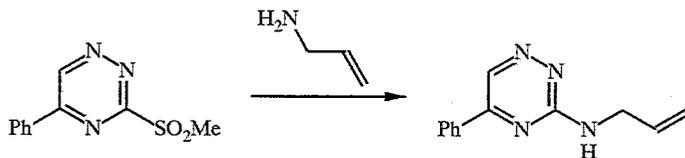
Взаимодействие 2-бензилтио-4-гидрокси-4-пиримидина с бромистым аллилом в щелочной среде протекает с образованием смеси 1-аллил- и 3-аллил-2-бензилтио-4-пиримидинона [51].

2-Аллил-3-пиридазон, его 6-метил-, 6-фенил- и 6-алкоксикарбонилзамещенные получены аллилированием натриевых солей 3-пиридазонов бромистым аллилом в органических растворителях [55, 70, 71]. При аллилировании 6-окси-3-пиридазона избытком бромистого аллила образуется 2-аллил-6-аллилокси-3-пиридазон [70]. 2-Аллил-6-окси-3-пиридазон получен также при взаимодействии малеинового ангидрида с аллилгидразином в присутствии соляной кислоты [70].

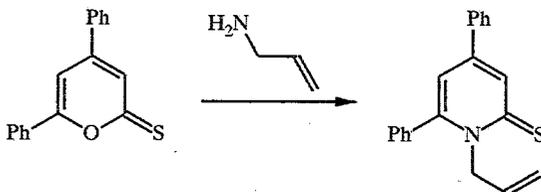
1-Аллил-4-метил-2-хинолон синтезирован аллилированием 4-метил-2-хинолона бромистым аллилом в присутствии щелочи [72, 73] и циклизацией N-аллилацетоацетанилида под действием серной кислоты [74].

1-Аллил-2-пиридон [75], 1-аллил-2-хинолон [76] и 2-аллил-1-изохинолон [77, 78] получены окислением бромаллилатов пиридина, хинолина и изохинолина гексацианоферратом калия в щелочной среде, а 1-аллил-2-пиридон — также реакцией натриевой соли 2-пиридона с хлористым аллилом [46].

3-Аллиламино-5-фенил-1,2,4-триазин получен замещением метилсульфоновой группы в 3-метилсульфо-5-фенил-1,2,4-триазине под действием аллиламина [44].



4,6-Дифенил-2-пирантион под действием аллиламина подвергается рециклизации по ANRORC-механизму с образованием 1-аллил-4,6-дифенил-2-пиридинтиона [79].



Аллилирование 2-аминопиридина галогеналлилом в нейтральной среде [80] протекает по кольцевому атому азота, а в щелочной среде [81] — по кольцевому и экзоциклическому атомам азота, а аллилирование 8-аминохинолина — по аминогруппе [59, 82].

10-Аллилфенотиазин и 10-аллилфеноксазин получены аллилированием фенотиазина и феноксазина галогеналлилом в присутствии основания [83, 84] и в двухфазной системе в присутствии катализаторов межфазного переноса [85, 86].

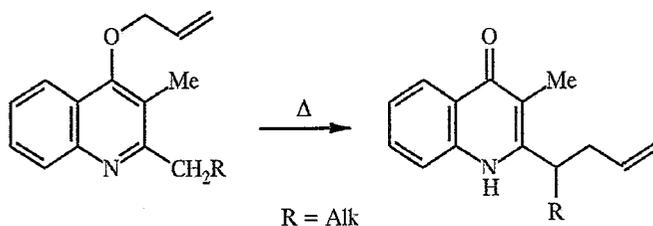
4. СВОЙСТВА S-, O-, N-АЛЛИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ АРОМАТИЧЕСКИХ АЗИНОВ

4.1. Перегруппировки

3,3-Сигматропные перегруппировки аллилтиоазинов обобщены в работе [87]. Термические тио-Кляйзеновские перегруппировки 3- и 4-аллилтиохинолинов не останавливаются на стадии образования *o*-аллилхинолинтиолов, а идет дальнейшая циклизация с образованием тиофеновых и тиопирановых фрагментов, конденсированных с хинолиновым ядром [18].

При нагревании 8-аллилоксихинолина происходит перегруппировка Кляйзена с образованием 7-аллил-8-гидроксихинолина [57], при нагревании 7-аллилоксихинолина — с образованием 8-аллил-7-гидроксихинолина [88], а 4-аллилоксихинолина — с образованием смеси 3-аллил-4-хинолинов и 2,3-дигидрофуро[2,3-*c*]хинолонов [18, 49].

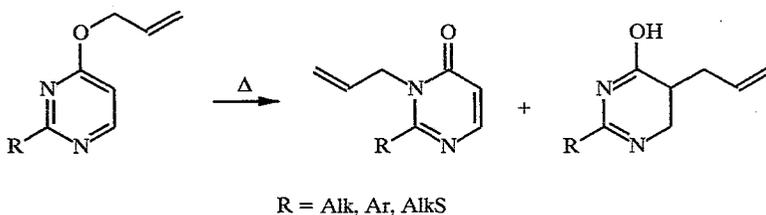
Своеобразно протекает перегруппировка 4-аллилокси-2-алкил-3-метилхинолонов. Миграция аллильной группы идет по α -метиленовой группе алкильного заместителя в *m*-положении [89].



Термическая перегруппировка 2-аллилоксихинолина протекает с высоким выходом с образованием 1-аллил-2-хинолона [48], а 2-аллилтиохинолина — с образованием лишь 1% 1-аллил-2-хинолинтиона [45].

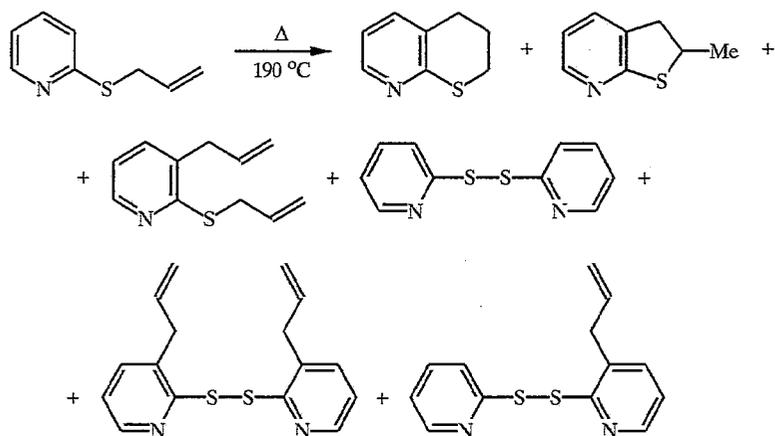
3,3-Сигматропная перегруппировка 2-аллилтиопиримидин-4(3H)-онов, 3-аллилтио-1,2,4-триазин-5(2H)-онов в присутствии хлорида бис(бензонитрил)палладия приводит к образованию продуктов миграции по обоим атомам азота [32, 90, 91].

Термическая перегруппировка 2-замещенных 4-аллилоксипиримидинов протекает как по атому азота, так и по атому углерода [51—53].



2-Аллилтиопиримидин в присутствии хлорида бис(бензонитрил)палладия в ТГФ претерпевает перегруппировку с образованием комплекса 1-аллил-2-пиридинтиона с хлоридом палладия [92].

В работе [3] показано, что при нагревании 2-аллилтиопиридина без растворителя либо в тетралине, ДМФА при 190 °С образуется смесь шести соединений, в том числе продуктов тио-Кляйзеновской перегруппировки.



При температуре 420...460 °С 2-аллилтиопиридин практически количественно (85...90%) изомеризуется в 2-(1-пропенилтио)пиридин. Тио-Кляйзеновской перегруппировки при этом не наблюдается [42].

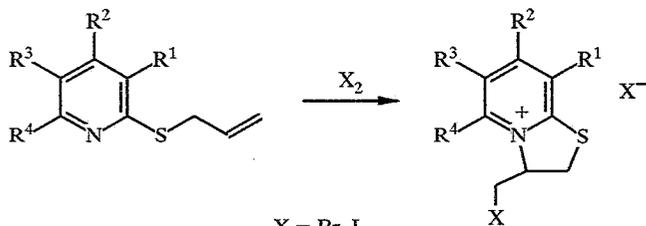
С образованием 1-пропенильных производных протекает прототропная перегруппировка 2-аллилтиопиридина [1, 2], 2- и 8-аллилтиохинолинов [14, 15, 93], 1-аллил-2-пиридона [94], 10-аллилфенотиазина и 10-аллилфеноксазина [83, 84, 86] под действием оснований.

2-Аллилоксипиридин под действием соединений палладия или платины изомеризуется в 1-аллил-2-пиридон [95, 96], а в диметиланилине при 250 °С — в 1-аллил-2-пиридон и 3-винил-2-пиридон [47].

4.2. Взаимодействие с галогенами

Аллильные соединения, содержащие электронодонорную группу, реагируют с галогенами с внутримолекулярным образованием цикла [97—101]. В работе [102] обобщены данные о реакции галогенциклизации аллильных соединений гетероциклического ряда.

Систематические исследования по галогенциклизации различных замещенных 2-аллилтиопиридинов осуществлены группой авторов в работах [6—12, 103]. Ими показано, что реакции галогенирования протекают региоселективно с образованием солей тиазоло[3,2-*a*]пиридиния, а не тиазино[3,2-*a*]пиридиния или аддуктов присоединения галогенов к аллильной двойной связи.



X = Br, I

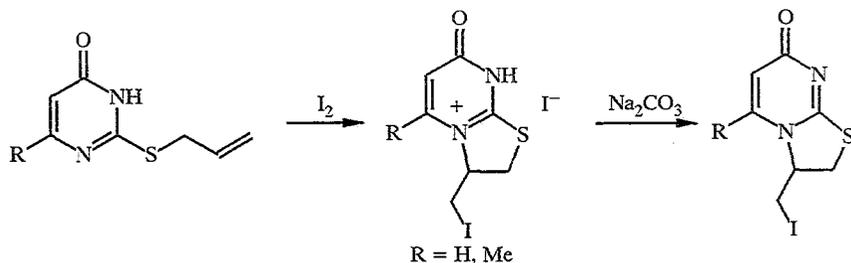
R¹ = CN, COOH; R² = R³ = H, Alk; R⁴ = Alk, Ad, циклопропил, Ar

Высокая региоселективность реакции галогенциклизации 2-аллилтиопиридинов, по мнению авторов, обеспечивается тем, что в переходном состоянии происходит одновременное действие на двойную связь аллильного фрагмента акцептора (молекула галогена) и донора (атом азота) электронов

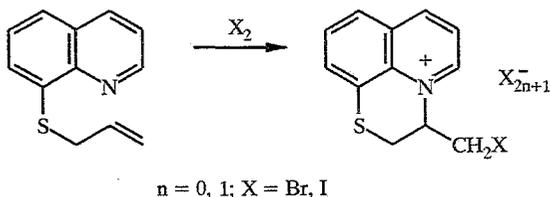
(синхронный механизм) [8]. В зависимости от условий реакции галогенциклизация олефинов возможна и по асинхронному механизму, через стадию образования ионных пар [100].

Аналогично, с образованием тиазольного цикла, реагируют с галогенами 2-аллилтиопиридин [22, 104, 105], 2-аллилтио-3-гидрокси-6-метилпиридин [4], 2-аллилтиохинолин [16, 17, 106], замещенные 2-аллилтио-5,6,7,8-тетрагидрохинолина [20], 1-аллилтиоизохинолин [26], 2-аллилтио-4,6-диметилпиримидин [30, 31], 2-аллилтио-3-фенилтиено[2,3-*d*]пиримидин-4-оны [37, 38, 107].

Галогенциклизация 3-аллилтио-1,2,4-триазинов протекает с участием атома азота N(2) [44], а йодциклизация 2-аллилтио-4(3H)-пиримидинов — с участием атома азота N(1) [35, 36].



8-Аллилтиохинолин реагирует с галогенами с образованием тиазино[2,3,4-*i,j*]хинолиниевых систем [108].

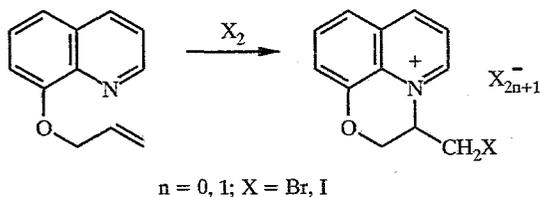


Авторы работы [109] полагали, что при взаимодействии 2-аллилокси-пиридина с бромом в бензоле образуется бромид 3-бромметил-2,3-дигидрооксазо[3,2-*a*]пиридиния, но структура его не была подтверждена спектральными данными.

В более поздней работе [105] показано, что галогенциклизация 2-аллилокси-пиридина протекает в хлороформе и эфире при охлаждении. При комнатной температуре в основном образуется неустойчивый продукт присоединения брома по двойной связи.

Галогенциклизация замещенных 2-аллилокси-3-циано-пиридинов [6, 11] и 5,6-дизамещенных 2-аллилокси-3-фенил-4-оксо-тиено[2,3-*d*]пиримидинов [38] протекает с образованием оксазольного цикла.

8-Аллилоксихинолины реагируют с бромом и йодом с образованием галогенидов 3-галогенметил-2,3-дигидро-1,4-оксазино[2,3,4-*i,j*]хинолиния [59, 110, 111]. На примере 8-аллилокси-5,7-дибромхинолина осуществлена также хлорциклизация [111], что довольно редко встречается в литературе.

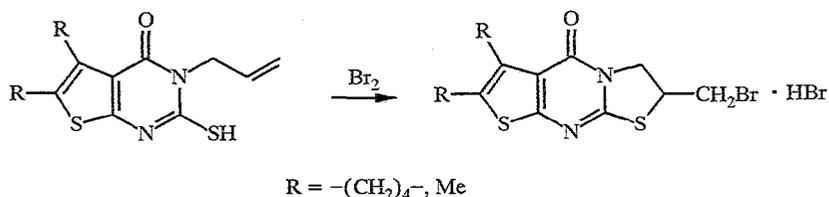


1-Аллил-2-пиридон и его гидрогалогениды реагируют с бромом и йодом с образованием галогенидов 2-галогенметил-2,3-дигидрооксазоло [3,2-*a*]пиридиния [75, 112, 113].

Аналогично, по схеме реакции галогенциклизации, реагируют с галогенами 1-аллил-2-хинолоны [72, 73, 76, 114, 115], 2-аллил-1-изохинолон [77, 78]. Галогенциклизация 1-аллил-2-пиридона, 1-аллил-2-хинолонов может быть осуществлена галогеном, генерированным *in situ* из галогенводородной кислоты и пероксида водорода (окислительная галогенциклизация) [72, 75, 76].

Галогенциклизация 4,6-дифенил-1-аллил-2-пиридинтиона [79] и 1-аллил-2-тиоурацила [32] протекает с образованием тиазольного цикла. В работе [67, 68] авторы ошибочно полагали, что изучают взаимодействие 1-аллил-2-тиоурацила с галогенами. Позднее было установлено, что они получили не 1-аллил-2-тиоурацил, а 2-аллилтио-4(3Н)-пиримидинон [35].

Теоретически галогенциклизация 3-аллил-2-меркапто-3,4-дигидротие-но [3,4-*d*]пиримидин-4-онов может протекать с образованием как тиазольного, так и оксазольного циклов. В работе [69] показано, что бромциклизация в CCl_4 протекает с образованием тиазольного цикла.



Взаимодействием 2-аллиламинопиридина [98, 109], 1-аллил-2-имино-1,2-дигидропиридина и его гидрогалогенидов [80] с галогенами получены имидазо [1,2-*a*]пиридины.

8-(Аллилтозиламино)хинолин реагирует с йодом с образованием йодида 3-йодметил-1-тозил-2,3-дигидропиразино [2,3,4-*i,j*]хинолиния [59].

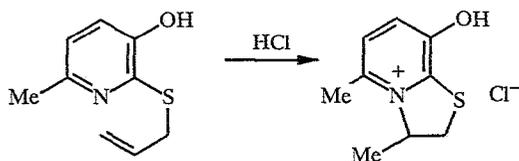
4.3. Другие реакции

8-Аллилтиохинолин окисляется перекисью водорода до сульфоксида [116] и сульфона [25, 41], с солями металлов образует комплексные соединения [116—118], гидрируется в присутствии никеля Ренея до 8-пропилтиохинолина [119].

Окислением 2-аллилтиопиридина перекисью водорода получен 2-пиридилаллилсульфоксид [3].

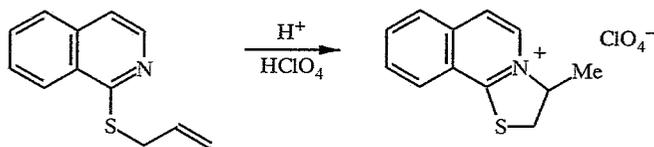
При окислении 1-аллилтимины надбензойной кислотой образуется 1-(2,3-эпоксипропил)тимин, а при окислении перманганатом калия — 1-(2,3-дигидроксипропил)тимин [120].

2-Аллилтио-3-гидрокси-6-метилпиридин реагирует с соляной кислотой в уксусной кислоте с образованием хлорида 3,5-диметил-8-гидрокси-2,3-дигидротиазола [3,2-*a*]пиридиния [5].



Нагревание 6-метил-3-циано-2-аллилтпиридина с хлорной кислотой в уксусной кислоте приводит лишь к протонированию пиридина и образованию перхлората, а нагревание в присутствии бромоводородной кислоты приводит к гидролизу цианогруппы [8].

При взаимодействии 1-аллилтиоизохинолина с серной кислотой, с хлороводородом в присутствии хлорной кислоты образуется перхлорат 3-метил-2,3-дигидротиазоло [2,3-*a*]изохинолиния [26].



3-Аллил-2-меркапто-6-метил-3,4-дигидропиримидин-4-он [66], 4-аллил- и 2-аллил-5-оксо-1,2,4-триазин-3-тионы внутримолекулярно циклизуются в кислой среде [91].

1-Аллил-2-хинолоны [15] и 1-аллилурацил [45, 121] реагируют с P_2S_5 с образованием 1-аллил-2-хинолинтионов и 1-аллил-4-тиоурацила соответственно. Метилирование 1-метил-4-тиоурацила диазометаном приводит к смеси 1-аллил-3-метил-4-тиоурацила, 1-аллил-4-метилтиоурацила и 1-аллил-2-метокси-4-тиоурацила, а метилирование йодистым метилом — к образованию 1-аллил-4-метилтиоурацила [45, 121].

Замещенные 2-алкилтио-3-аллилтено [2,3-*d*]пиримидин-4-онов реагируют с тетрагалогенидами теллура с образованием комплексных соединений, которые под действием карбоновых кислот циклизуются с образованием оксазольного цикла [122].

8-Аллиламинохинолин реагирует с солями арилдиазония с образованием азокрасителей [82].

В работе [55] обобщены данные о полимеризации 3-аллилциануратов, аллилпиридазонов. Радиационная полимеризация аллилпиридазонов протекает с низким выходом и ускоряется при введении фосфорной кислоты [71].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tarbell D. S., McCall M. A. // J. Amer. Chem. Soc. — 1952. — Vol. 74. — P. 48.
2. Kocevar M., Stanovnik B., Tisler M. // Croat. Chem. Acta. — 1973. — Vol. 45. — P. 457.
3. Литвинов В. П., Солодовников В. Е., Анисимов А. В., Викторова Е. А. // ХГС. — 1989. — № 6. — С. 851.
4. Undheim K., Reistad K. R. // Acta chem. scand. — 1970. — Vol. 24. — P. 2949.
5. Ulsaker G. A., Undheim K. // Acta chem. scand. — 1975. — Vol. B29. — P. 853.
6. Литвинов В. П., Шаранин Ю. А., Апенюва Е. Э., Шестопалов А. М., Мортиков В. Ю., Нестеров В. Н., Шкловер В. Е., Стручков Ю. Г. // ХГС. — 1987. — № 5. — С. 690.
7. Родиновская Л. А., Шаранин Ю. А., Шестопалов А. Н., Литвинов В. П. // ХГС. — 1988. — № 6. — С. 805.
8. Шестопалов А. Н., Родиновская Л. А., Шаранин Ю. А., Литвинов В. П. // ХГС. — 1990. — № 2. — С. 256.
9. Нестеров В. Н., Родиновская Л. А., Литвинов В. П. // Изв. АН СССР. Сер. хим. — 1988. — № 1. — С. 140.
10. Шаранин Ю. А., Шестопалов А. Н., Литвинов В. П., Клокол Г. В., Мортиков В. Ю., Демерков А. С. // ЖОрХ. — 1988. — Т. 24. — С. 854.
11. Шаранин Ю. А., Кривоколыско С. Г., Дьяченко В. Д. // ЖОрХ. — 1994. — Т. 30. — С. 581.
12. Шестопалов А. Н., Нестеров В. Н., Шаранин Ю. А., Литвинов В. П., Мортиков В. Ю., Шкловер В. Е., Стручков Ю. Т. // ХГС. — 1989. — № 4. — С. 557.
13. Semonsky M., Cerny A. // Chem. Listy. — 1956. — Vol. 49. — P. 731; С. А. — 1956. — Vol. 50. — P. 3438.
14. Пат. 45-25896 Япония / Макицуню Т. // РЖХим. — 1971. — 15Н642.
15. Makisumi Y., Sasatani T. // Tetrah. Lett. — 1969. — N 24. — P. 1975.
16. Ким Д. Г., Брисюк Н. П., Смолина Е. В., Миронова И. М. / Деп. в ОНИИГЭХИМ г. Черкассы 18.01.91, № 41-хп-91; РЖХим. — 1991. — 1Ж341.
17. Ким Д. Г., Смолина Е. В. // Тез. докл. конф. Естественные науки — народному хозяйству. — Пермь, 1988. — С. 86.
18. Makisumi Y. // Tetrah. Lett. — 1966. — N 51. — P. 6399.
19. Lettau H. // Chemie der Heterocyclen. — Leipzig: Dtsch. Vert. Grundstoff., 1980. — S. 73.

20. Шаранин Ю. А., Гончаренко М. Н., Шестопалов А. М., Литвинов В. П., Туров А. Д. // ЖОрХ. — 1991. — Т. 27. — С. 1996.
21. Гончаренко М. Н., Промоненков В. К., Шаранин Ю. А., Шестопалов А. М., Литвинов В. П. // Тез. докл. Всесоюз. конф. Химия и технология пиридинсодержащих пестицидов. — Черноголовка, 1988. — С. 124.
22. Ким Д. Г., Троицкова Ю. В., Гончарова Н. А. // Тез. докл. IV Всесоюз. конф. по химии азотсодержащих гетероциклических соединений. — Новосибирск, 1987. — С. 107.
23. Gialdi F., Ponci R. // Farmaco. — 1957. — Vol. 12. — P. 194.
24. Банковский Ю. А. Химия внутрикмоплексных соединений меркаптохинолина и его производных. — Рига: Зинатне, 1978. — 488 с.
25. Михайлова В. Н., Ежова Л. А., Булат А. Д. / Деп. в НПО Медбиозкономика 17.11.87, № 31-мп-87; РЖХим. — 1988. — ТЖ270.
26. Singh H., Lal K. B. // J. Chem. Soc. Perkin Trans. I. — 1972. — N 14. — P. 1799.
27. Singh H., Vij V. K., Lal K. B. // Indian J. Chem. — 1973. — Vol. 11. — P. 966.
28. Mille G., Guiliano M., Kister J., Choutrau J., Metzorr J. // Spectrochim. acta. — 1980. — Vol. 36A. — P. 713.
29. Ким Д. Г., Троицкова Ю. В., Зарецкая М. В. // Изв. вузов. Химия и хим. технология. — 1993. — Вып. 3. — С. 113.
30. Шаранин Ю. А., Шестопалов А. М., Нестеров В. Н., Литвинов В. П., Мортиков В. Ю., Промоненков В. К., Шкловер В. Е., Стручков Ю. Т. // ХГС. — 1987. — № 10. — С. 1377.
31. Нестеров В. Н., Шаранин Ю. А., Шестопалов А. М., Шкловер В. Е., Стручков Ю. Т. // ЖОрХ. — 1988. — Т. 24. — С. 845.
32. Mizutani M., Sanemitsu Y., Tamaru Y., Yoshida Z. // J. Org. Chem. — 1985. — Vol. 50. — P. 764.
33. Nadacek J., Rabusic E. // Pub. fac. sci. univ. Masaryk. — 1953. — Vol. 366. — P. 323; С. А. — 1956. — P. 12066.
34. Beilsteins Handbuch der organische Chemie. — Berlin: Springer Verlag, 1936. — Bd 23—25. — S. 462.
35. Ким Д. Г., Шмыгарев В. И. // ХГС. — 1995. — № 2. — С. 211.
36. Шмыгарев В. И., Ким Д. Г. // Симпозиум по орг. хим. — С.-Петербург, 1995. — С. 257.
37. Хрипак С. М., Якубец Ю. В., Мигалина Ю. В., Кузьмин А. С., Зефиоров Н. С. // Тез. докл. XVII Всесоюз. конф. Синтез и реакционная способность органических соединений серы. — Тбилиси, 1989. — С. 317.
38. Хрипак С. М., Якубец Ю. В., Мигалина Ю. В., Кузьмин А. С., Зефиоров Н. С. // ХГС. — 1989. — № 3. — С. 413.
39. Vlassa M., Kezdi M., Gola I. // Synthesis. — 1980. — N 10. — P. 850.
40. Dou H. J.-M., Hassanaly P., Kister J., Metzger J. // Phosphorus and sulfur. — 1977. — Vol. 3. — P. 355.
41. Ким Д. Г., Елистратова С. Н., Мингазеева А. Р. // Изв. вузов. Химия и хим. технология. — 1993. — Вып. 9. — С. 123.
42. Корчевин Н. А. Автореф. дис. ... д-ра хим. наук. — Иркутск, 1991. — 47 с.
43. Гумявичюс С. // ХГС. — 1995. — № 7. — С. 986.
44. Рудаков Б. В. Автореф. дис. ... канд. хим. наук. — Екатеринбург, 1996. — 23 с.
45. Skaric V., Skaric-Mahar M., Skaric D. // Vestn. Sloven. hem. drus. — 1986. — Vol. 33. — P. 305; РЖХим. — 1987. — 1Е222.
46. Михантьев Б. И., Федоров Е. И., Кучерова А. И., Потапова В. П. // ЖОХ. — 1959. — Т. 29. — С. 1874.
47. Dinan F. J., Tieckelmann H. // J. Org. Chem. — 1964. — Vol. 29. — P. 892.
48. Makisumi Y. // Tetrah. Lett. — 1964. — N 39. — P. 2833.
49. Makisumi Y. // Chem. Pharm. Bull. — 1964. — N 12. — P. 789.
50. Win H., Tieckelmann H. // J. Org. Chem. — 1967. — Vol. 32. — P. 59.
51. Dinan F. J., Minnemeyer H. J., Tieckelmann H. // J. Org. Chem. — 1963. — Vol. 28. — P. 1015.
52. Minnemeyer H. J., Egger J. A., Hollann J. P., Tieckelmann H. // J. Org. Chem. — 1961. — Vol. 26. — P. 4425.
53. Minnemeyer H. J., Clarke P. B., Tieckelmann H. // J. Org. Chem. — 1966. — Vol. 31. — P. 406.
54. Хоменкова К. К., Балицкая Л. Л., Зухова Е. Н., Корнев К. А. // Пластические массы. — 1970. — № 10. — С. 17.
55. Шаталов Г. В. Мономеры и полимеры с азольными и азиновыми циклами. — Воронеж: Изд-во Воронежского ун-та, 1984. — С. 64.
56. Carpe T., Fritz P. F., Ziegler E. // Chem. Ber. — 1973. — Bd 106. — S. 1927.
57. Wogradi T., Vargha L., Ivanovichs G., Coczka I. // Acta chem acad. sci. Hung. — 1955. — N 6. — P. 287.
58. Wang C., Liu X., Chao X. // Synthesis. — 1982. — N 10. — P. 858.

59. Воробьев Д. В., Ким Д. Г., Белик А. В. // Симпозиум по орг. химии. — С.-Петербург, 1995. — С. 186.
60. Tateoka Y., Kimura T., Natanabe K., Yamamoto J., Kang H. J. // Chem. Pharm. Bull. — 1987. — Vol. 35. — P. 4928.
61. Ковалев Г. В., Рахимов А. И., Озеров А. А., Петров В. И., Спасов А. А., Васильев П. М., Ковалев С. Г., Новиков М. С., Розенблит А. Б., Кофман А. М. // Хим.-фарм. журн. — 1990. — № 6. — С. 25.
62. Ким Д. Г., Шмыгарев В. И., Артемьева Т. Е. // Карбонильные соединения в синтезе гетероциклов. — Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1992. — Ч. 2. — С. 88.
63. А. С. 1147710 СССР / Мамедов Э. Ш., Бабаханов Р. А., Ахвердиева Р. Я., Тишиев Р. Д., Шахташтинский Т. Н. // Б. И. — 1985. — № 12.
64. Краснов К. А., Слесарев В. И., Селиманова И. Н. // ЖОрХ. — 1992. — Т. 28. — С. 1531.
65. Toshiyumi T., Kiyoshi Y., Masayoshi K. // Bull. Chem. Soc. Jap. — 1972. — Vol. 52. — P. 259.
66. Singh H., Singh S., Mento R. K. // Indian J. Chem. — 1976. — Vol. 14B. — P. 215.
67. Skaric V., Skaric D., Gizmek A. // J. Chem. Soc. Perkin Trans. I. — 1984. — N 10. — P. 2221.
68. Skaric V., Skaric D. // Croat. chem. acta. — 1984. — Vol. 57. — P. 183.
69. Смоланка И. В., Добощ А. А., Хрипак С. М. // ХГС. — 1973. — № 9. — С. 1289.
70. Шаталов Г. В., Гридчин С. А., Ковалев Г. В., Михантьев Б. И., Гофман С. М. // Изв. вузов. Химия и хим. технология. — 1989. — Вып. 10. — С. 1179.
71. Гридчин С. А., Шаталов Г. В., Мастерова М. В., Михантьев Б. И., Гофман С. М. // Высокотемп. соед. — 1982. — Т. 24. — С. 272.
72. Ким Д. Г., Брисюк Н. П., Лыкасова И. Л. / Деп. в ОНИИТЭХИМ г. Черкассы 21.06.90. № 448-хп-90; РЖХим. — 1990. — 24Ж375 Деп.
73. Гюльбудагян Л. В., Алексанян И. Л., Аветилян А. А. // Арм. хим. журн. — 1989. — Т. 42. — С. 638.
74. Гетероциклические соединения / Под ред. Р. Эльдерфилда. — М.: ИЛ, 1953. — Т. IV. — С. 25.
75. Ким Д. Г., Брисюк Н. П., Шкуратенько Г. К. / Деп. в ОНИИТЭХИМ г. Черкассы 28.03.90. № 227-хп-90; РЖХим. — 1990. — 14Ж220 Деп.
76. Ким Д. Г., Брисюк Н. П., Лыкасова И. Л. // Изв. вузов. Химия и хим. технология. — 1991. — Вып. 3. — С. 120.
77. Ким Д. Г., Мухортов И. В. // Тез. докл. II Всесоюз. совещания по химии азинов. — Свердловск, 1985. — С. 170.
78. Ким Д. Г., Брисюк Н. П., Мухортов И. В. // Изв. вузов. Химия и хим. технология. — 1991. — Вып. 9. — С. 110.
79. Molina P., Alajarin M., Perez de Vege M. J. // Synth. Commun. — 1983. — Vol. 13. — P. 933.
80. Ким Д. Г., Успенская С. Е. // Изв. вузов. Химия и хим. технология. — 1993. — Вып. 9. — С. 121.
81. Федоров Е. М., Михантьев Б. И. // Труды проблемной лаборатории химии ВМС Воронежского ун-та. — 1986. — Вып. 4. — С. 48.
82. Пат. 53-58082 Япония / Имахори С., Мурата Ю., Абэ К., Судзуки С. // РЖХим. — 1976. — 12Т894.
83. Анфиногенов В. А., Напилькова О. А., Сироткина Е. Е., Филимонов В. Д., Огородников В. Д. // ХГС. — 1986. — № 1. — С. 121.
84. Анфиногенов В. А., Хлебников А. И., Филимонов В. Д., Огородников В. Д. // ХГС. — 1988. — № 12. — С. 1674.
85. Яновская Л. А., Юфит С. С. Органический синтез в двухфазных системах. — М.: Химия, 1982. — 184 с.
86. Хлебников А. И., Анфиногенов В. А., Смирнова Е. Р. / Деп. в ОНИИТЭХИМ г. Черкассы 13.01.86, № 60-хп-86; РЖХим. — 1986. — 10Ж324.
87. Анисимов А. В., Викторова Е. А., Данилова Т. А. Молекулярные перегруппировки сероорганических соединений. — М.: Изд-во МГУ, 1989. — 120 с.
88. Ochiai E., Kokeguti K. // J. Pharm. Soc. Japan. — 1940. — Vol. 60. — P. 271.
89. Марч Дж. Органическая химия. — М.: Мир, 1980. — Т. 4. — 468 с.
90. Mizutani M., Sanemitsu Y., Tamaru Y., Yoshida Z. // J. Org. Chem. — 1983. — Vol. 48. — P. 4585.
91. Mizutani M., Sanemitsu Y., Tamaru Y., Yoshida Z. // Heterocycles. — 1984. — Vol. 21. — P. 51.
92. Tamaru Y., Kagotani M., Yoshida Z. // J. Org. Chem. — 1980. — Vol. 45. — P. 5221.
93. Ким Д. Г., Брисюк Н. П., Бузова М. Н., Изченко С. И., Лукина В. В., Елистратова С. Н. / Деп. в ОНИИТЭХИМ г. Черкассы 12.12.90, № 734-хп-90; РЖХим. — 1990. — 11Ж340.
94. Mariano P. S. // Tetrah. Lett. — 1978. — N 34. — P. 2609.
95. Balavoine G., Guibe F. // Tetrah. Lett. — 1979. — N 41. — P. 3949.
96. Stewart A. F., Suberi R. P. // J. Org. Chem. — 1968. — Vol. 33. — P. 4560.
97. Геваза Ю. И., Станинец В. И. // ХГС. — 1986. — № 3. — С. 291.
98. Станинец В. И., Шилов Е. А. // Усп. химии. — 1971. — Т. 40. — С. 491.

99. Геваза Ю. И., Станинец В. И. // ХГС. — 1985. — № 4. — С. 435.
100. Геваза Ю. И., Станинец В. И., Зефирова Н. С. Электрофильная внутримолекулярная циклизация олефинов. — Киев: Наук. думка, 1990. — 156 с.
101. Геваза Ю. И., Станинец В. И. // ХГС. — 1982. — № 11. — С. 1443.
102. Ким Д. Г., Брисюк Н. П. / Деп. в ОНИИТЭХИМ г. Черкассы 11.10.90, № 65-хп-90; РЖХим. — 1991. — 5Ж343.
103. Шестопалов А. М., Шаранин Ю. А., Нестеров В. Н., Литвинов В. Л. // Тез. докл. VI Междунар. конф. по органическому синтезу. — Москва, 1986. — С. 118.
104. Литвинова В. П. Дис. ... канд. хим. наук. — МГУ, 1988.
105. Ким Д. Г., Брисюк Н. П., Гончарова Н. А. / Деп. в ОНИИТЭХИМ г. Черкассы 1.11.90, № 672-хп-90; РЖХим. — 1991. — 5Ж270.
106. Скворцова Г. Г., Ким Д. Г., Пандура С. Н., Пачкова Л. М. // Тез. докл. II Всесоюз. конф. по химии гетероцикл. соед. — Рига, 1979. — Т. 2. — С. 135.
107. Хрипак С. М., Якубец В. И., Манько Н. П., Добош А. А., Мигалина Ю. В. // Тез. докл. XV Укр. респ. конф. по орган. химии. — Ужгород, 1986. — С. 278.
108. Ким Д. Г., Филиппов А. И., Ганеева Н. Г. // Тез. докл. XVI Всесоюз. конф. по химии и технологиям органических соединений серы и сернистых нефтей. — Рига, 1984. — С. 138.
109. Станинец В. И., Шилов А. А. // Укр. хим. журн. — 1965. — Т. 31. — С. 1286.
110. Ким Д. Г., Брагина Е. И., Бузова М. Н. // Тез. докл. Всесоюз. конф., посвященной памяти А. М. Бутлерова (1828—1886). — Казань, 1986. — Ч. 1. — С. 90.
111. Ким Д. Г., Закирова Э. Р. // Изв. вузов. Химия и хим. технология. — 1993. — Вып. 3. — С. 46.
112. Ким Д. Г., Алалыкина Н. П., Согрина Е. И. // ЖОрХ. — 1985. — Т. 21. — С. 2022.
113. Ким Д. Г., Стенникова М. А., Алалыкина Н. П. // Нуклеофильные реакции карбонильных соединений. — Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1985. — С. 144.
114. Брисюк Н. П., Ким Д. Г., Лыкасова Е. А., Обьденнова Е. А. // Тез. докл. Всесоюз. конф. Механизмы реакций нуклеофильного замещения и присоединения. — Донецк, 1991. — С. 284.
115. Ким Д. Г., Алалыкина Н. П., Согрина Е. И. // Тез. докл. IV Всесоюз. конф. Современное состояние и перспективы развития теоретических основ производства хлорорганических продуктов. — Баку, 1985. — Т. 1. — С. 188.
116. Дедков Ю. М., Ермаков А. Н., Котов А. В. // ЖАХ. — 1972. — Т. 27. — С. 1312.
117. Дедков Ю. М., Лозовская Л. В., Слотинцева М. Г. // ЖАХ. — 1972. — Т. 27. — С. 512.
118. Ким Д. Г. // Тез. докл. научно-технической конф. Органические реагенты в неорганическом анализе. — Пермь, 1987. — С. 58.
119. Филиппов А. И., Ким Д. Г., Гусева В. В. // Тез. докл. IV Всесоюз. симп. Гетерогенный катализ в химии гетероциклических соединений. — Рига, 1987. — С. 138.
120. Škaric V., Raza Z., Škaric D. // J. Chem. Soc. Perkin Trans. I. — 1982. — Vol. 82. — P. 223.
121. Škaric V., Škaric-Mlahar M., Jokic M., Škaric D. // Nucleosides and Nucleotides. — 1987. — Vol. 6. — P. 371.
122. Хрипак С. М., Мелика Ю. В., Якубец В. И., Дюрик Н. М. // Тез. доповідей 16 Укр. конф. з органічної хімії. — Тернопіль, 1992. — С. 276.