

Е. Сулоева, М. Юре, Э. Гудринице

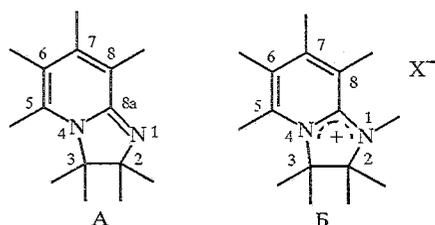
СИНТЕЗ 2,3-ДИГИДРОИМИДАЗО[1,2-*a*]ПИРИДИНОВ И ИХ СОЛЕЙ

(ОБЗОР)

В предлагаемом обзоре обобщены литературные данные по номенклатуре, строению и синтезу 2,3-дигидроимидазо[1,2-*a*]пиридинов по 1998 год.

Первые сведения о 2,3-дигидроимидазо[1,2-*a*]пиридинах появились в 20-х годах нашего столетия. В этом ряду синтезированы разные красители [1—17], в том числе фоточувствительные [8—14], оптические носители информации [18], пестициды [5], фунгициды [19], гипогликемические агенты [20], нейромускулярные блокаторы [21], вещества, вызывающие сокращение сердечной мышцы [22], соединения, обладающие противоопухолевой [23—27], противовоспалительной, жаропонижающей и анальгетической активностями [28—34]. В последние годы эти соединения нашли синтетическое применение: 2-оксоимидазо[1,2-*a*]пиридины и их соли являются ключевыми интермедиатами в синтезе дизамещенных малеиновых имидов [35, 36] и ангидридов [36—42], а 3-оксоимидазо[1,2-*a*]пиридины служат исходными в синтезе *N*-(2-пиридил)- α -аминокислот и их сложных эфиров [43].

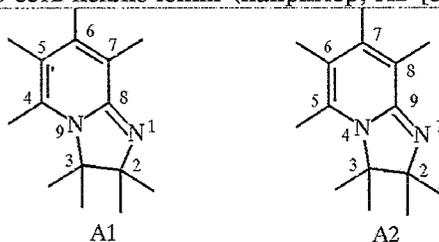
Имеется несколько обзоров [44—47] по имидазо[1,2-*a*]пиридинам, описывающих также их 2,3-дигидропроизводные, однако в них недостаточно полно рассмотрены как методы синтеза, так и свойства этих соединений. Настоящий обзор посвящен номенклатуре, строению и методам синтеза 2,3-дигидроимидазо[1,2-*a*]пиридинов А и их солей Б.



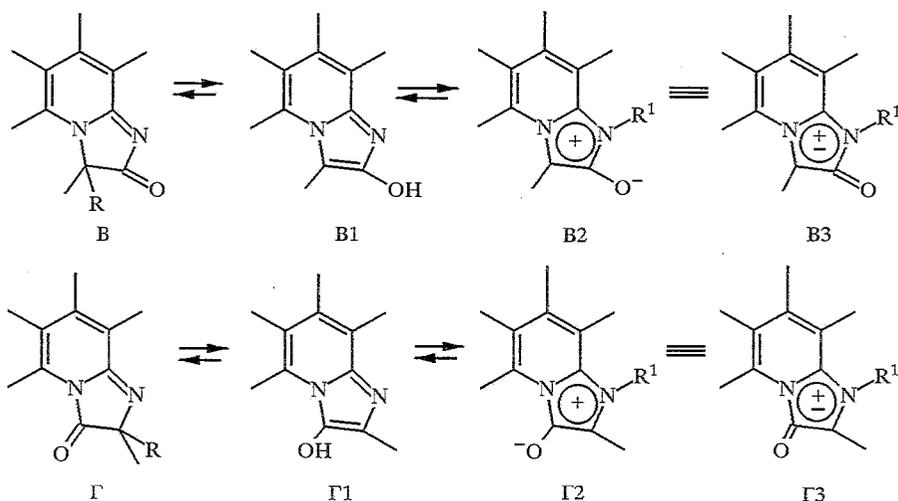
В обзор включены также соединения, содержащие в положениях 2 или 3 оксогруппу.

1. НОМЕНКЛАТУРА И СТРОЕНИЕ 2,3-ДИГИДРОИМИДАЗО[1,2-*a*]ПИРИДИНОВ И ИХ СОЛЕЙ

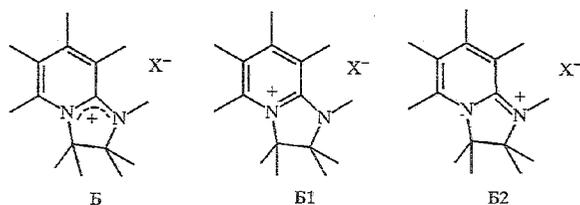
Номенклатура имидазо[1,2-*a*]пиридинов в течение времени существенно менялась [2, 16, 24, 46, 48, 49]. В более ранних работах для соединений А применялось название 2,3-дигидропиримидазол и нумерация как в формуле А1 [48]. В настоящее время в основном применяется нумерация атомов как в формуле А, однако есть исключения (например, А2 [50]).



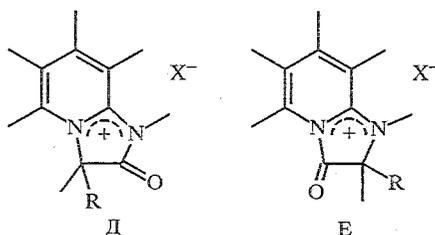
2-Оксо- и 3-оксопроизводные 2,3-дигидроимидазо [1,2-*a*]пиридинов В и Г (R = H) могут существовать также в енольных формах В1 и Г1 соответственно [51—54], однако из спектроскопических данных [55, 56] и рентгеноструктурных анализов [37, 38] следует, что более точно строение этих соединений отражают формулы В2 (1Н-имидазо [1,2-*a*]пиридиний-2-олят) и Г2 (1Н-имидазо [1,2-*a*]пиридиний-3-олят) (R¹ = H) [37—39, 55—59].



Соли соединения А называют солями 2,3-дигидроимидазо [1,2-*a*]пиридиния [60—62] или солями 2,3-дигидро(1Н)-имидазо [1,2-*a*]пиридин-4-ия [62]. Их строение изображают как структурой Б [50, 61, 63], так и В1 [21, 37, 60, 62—74] или В2 [57, 65, 75].

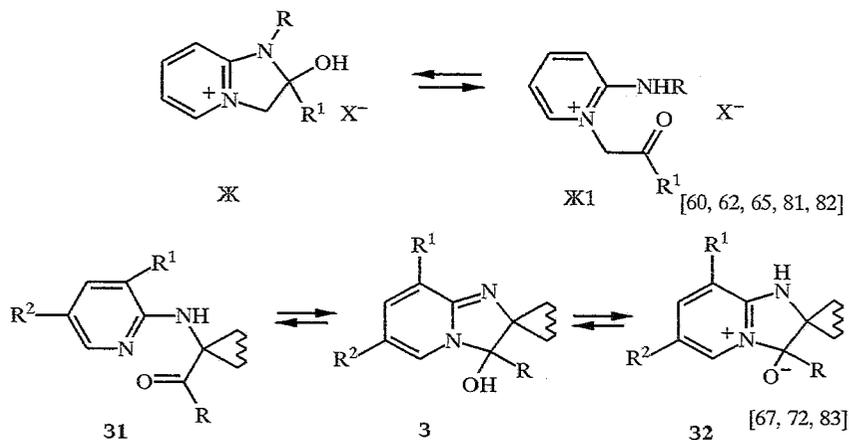


Оксопроизводные В и Г при алкилировании или обработке минеральными кислотами также дают соли 2-оксо(3Н)имидазо [1,2-*a*]пиридиния Д и 3-оксо(2Н)имидазо [1,2-*a*]пиридиния Е.



Образующиеся при дегидратации соединений Д и Е (R = H, X = OH) структуры В3 и Г3 называют также ангидрогидоксидами 1-замещенного 2- или 3-гидроксиимидазо [1,2-*a*]пиридиния [76—79].

Особенности строения имидазо [1,2-*a*]пиридинов характеризуются тремя явлениями: кольчато-цепной таутомерией 2- и 3-гидроксипроизводных (Ж—Ж1, З—З1), образованием мезоионных соединений в случае 2-оксо- и 3-оксопроизводных (В2, В3, Г2, Г3) и образованием диттер-ионов, связанным с основностью имидазольного атома азота N(1), например З2 [50, 37, 80].



Из вышесказанного следует, что отсутствует единая номенклатура 2,3-дигидроимидазо[1,2-*a*]пиридинов, в связи с чем поиск данных о соединениях А и Б затруднен, особенно в ранней литературе. В данном обзоре применяется номенклатура согласно правилам IUPAC и Ring Index.

2. МЕТОДЫ СИНТЕЗА 2,3-ДИГИДРОИМИДАЗО[1,2-*a*]ПИРИДИНОВ И ИХ СОЛЕЙ

Незамещенный 2,3-дигидроимидазо[1,2-*a*]пиридин А впервые был синтезирован в 1935 году [84], хотя его 2- и 3-оксопроизводные были известны раньше [48, 85—91].

Методы получения 2,3-дигидроимидазо[1,2-*a*]пиридинов можно подразделить на две основные группы: синтезы на основе производных пиридина, синтезы на основе производных имидазола.

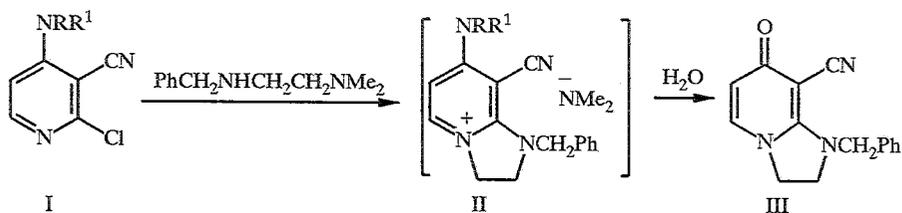
2.1. Синтезы на основе производных пиридина

Наиболее часто для синтеза 2,3-дигидроимидазо[1,2-*a*]пиридинов используются 2-галогенпиридины и 2-аминопиридины, а также 1-замещенные пиридиновые соли. По механизму эти реакции можно подразделить следующим образом: реакции внутримолекулярной циклизации 2-(β-Х-этил)аминопиридинов; алкилирование и ацилирование 2-аминопиридинов с последующей внутримолекулярной циклизацией; внутримолекулярная циклизация 1-замещенных пиридиновых солей и илидов пиридина.

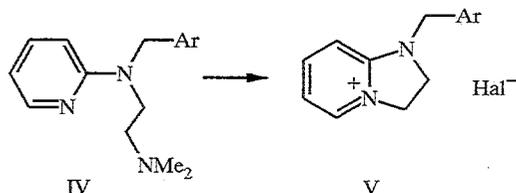
2.1.1. Реакции внутримолекулярной циклизации 2-(β-Х-этил)аминопиридинов

2-(β-Х-Этил)аминопиридины обычно получают из 2-галогенпиридинов. Внутримолекулярное алкилирование или ацилирование по атому азота пиридинового кольца N-(2-пиридил)производных этилендиамина, этанол-амина, 2-галогенэтиламина и аминокислоты приводит к имидазопиридинам.

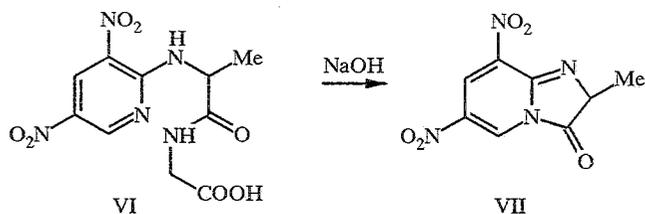
Предполагается, что при нагревании 2-хлорпиридинов I с N,N-диметил-N'-бензилэтилендиамином в автоклаве при 190 °С в течение 18 ч в качестве интермедиата образуются соли имидазопиридиния II, хотя был выделен только 1-бензил-2,3-дигидро-8-цианоимидазо[1,2-*a*]пиридин-7-он (III) [74].



Внутримолекулярная циклизация протекает при дезалкилировании триметилсилилиодидом *N*-(*n*-метоксбензил)-*N*-(2-пиридил)этилендиамина IV (Ar = C₆H₄OMe-4) с образованием имидазопиридиниевой соли V (Hal = I, Ar = C₆H₄OH-4) [92]. Бромид имидазопиридиния V (Hal = Br) получен нагреванием соединения IV (Ar = Ph) с бромцианом [93].

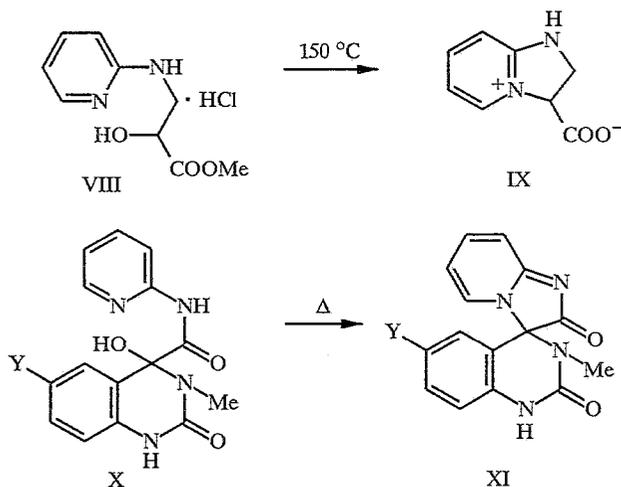


Спектрофотометрически доказано, что при щелочном гидролизе 3,5-динитро-2-пиридилаланилглицина VI образуется имидазопиридин VII [94].



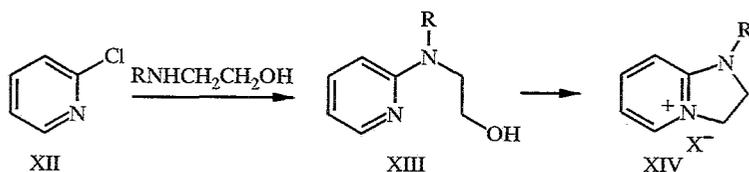
Для синтеза 2,3-дигидроимидазо[1,2-*a*]пиридинов обычно используют производные *N*-(2-пиридил)аминоэтанола (типа VIII). Дегидратацией последних получены бетаин IX [80] и спиросоединение XI [95].

Аналогичная реакция наблюдается при нагревании *N*-(5-нитро-2-пиридил)аминоэтанола с соляной кислотой под давлением [84].

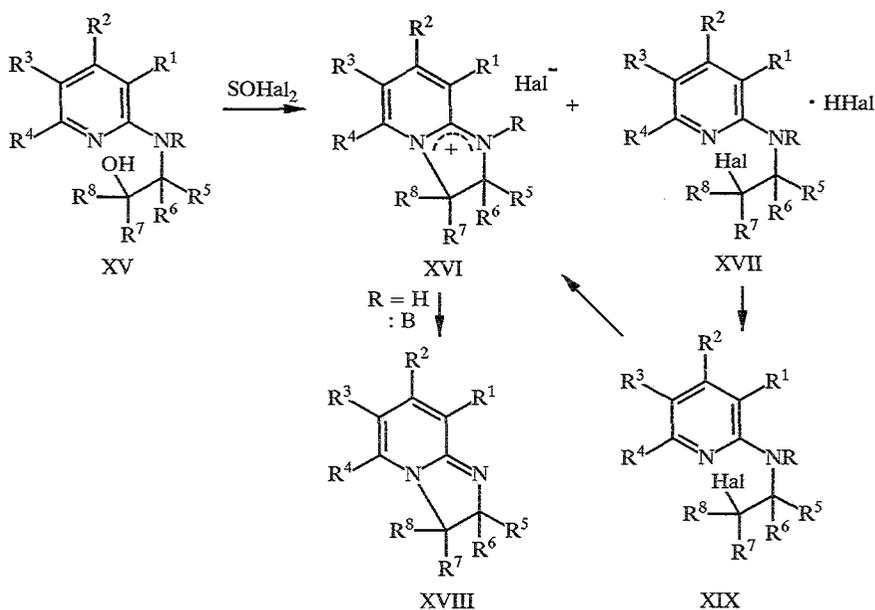


Фосфаты [96], ацетаты [97], тозилаты [24, 72] и мезилаты [24, 73] *N*-(2-пиридил)аминоэтанола легко образуют продукты внутримолекулярного алкилирования — имидазо[1,2-*a*]пиридиниевые соли. Так, пиридины

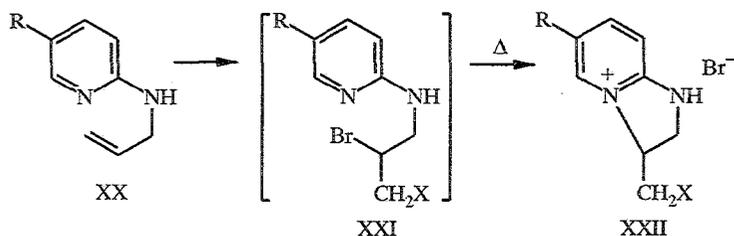
XIII, полученные из 2-хлорпиридина XII, реагируя с метансульфохлоридом или с трифенилфосфином, дают соли 1-алкил-2,3-дигидроимидазо[1,2-а]пиридиния XIV [73].



Различные N-(2-пиридил)аминоэтанола XV, реагируя с тионилхлоридом, образуют имидазопиридиниевые соли XVI [24, 84, 98—101], которые при подщелачивании дают основания XVIII. При более низких температурах и меньшем количестве тионилхлорида выделены хлорпроизводные XVII и XIX [98, 80, 101]. 2-N-(β-Галогенэтил)аминопиридины XIX при нагревании или обработке основаниями циклизируются в соли XVI [24, 80, 98, 101—103].

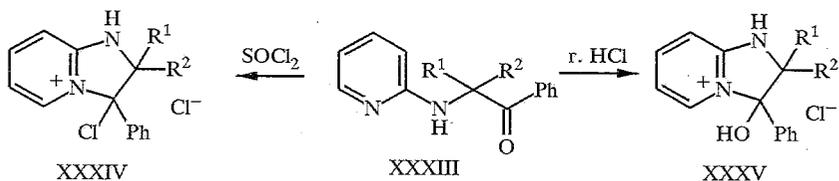


2-Аллиламинопиридины XX и их соли могут служить исходными в синтезе имидазо[1,2-а]пиридинов, поскольку реакции этих соединений с бромоводородной кислотой [84] или бромом [49] протекают с образованием 2-N-(β-бромэтил)аминопиридинов XXI, которые далее при нагревании циклизируются в имидазопиридиния XXII ($\text{X} = \text{H}, \text{Br}$).

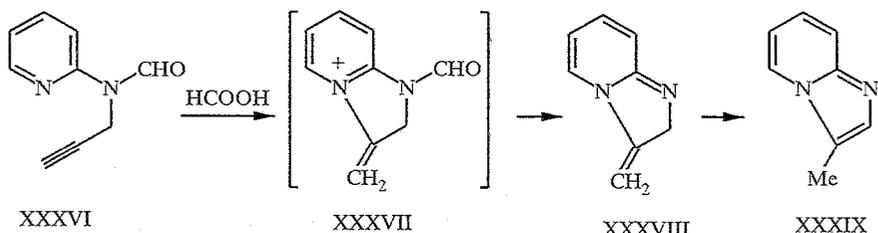


При бромировании 2-алкиламинопиридина XXIII, по-видимому, через подобный интермедиат XXIV получены транс-дигидроимидазопиридиния XXV [104].

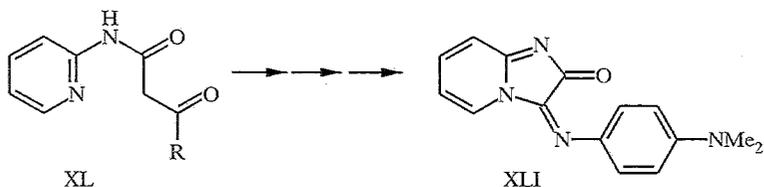
Образование электрофильного центра в β -положении заместителя при экзоатоме азота 2-(N-замещенных)аминопиридинов обычно приводит к внутримолекулярной циклизации. Например, при обработке кетопроизводного XXXIII тионилхлоридом получен хлорид имидазопиридиния XXXIV, в то время как с хлороводородом — хлорид XXXV [83, 111].



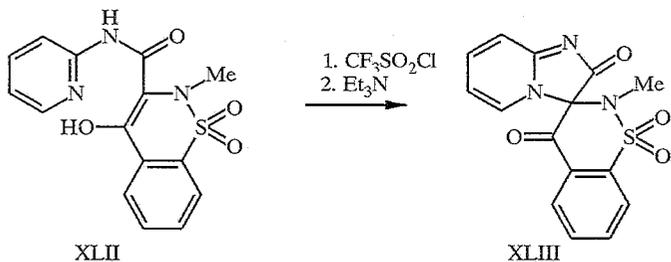
Предполагают, что при нагревании 2-аминопиридина XXXVI в абсолютном этаноле с муравьиной кислотой через интермедиат XXXVII образуется имидазопиридин XXXVIII с экзоциклической двойной связью, который стабилизируется в 3-метилимидазо[1,2-*a*]пиридин XXXIX [70].



Из 2-аминопиридина XL и N,N-диметил-*p*-нитрозоанилина через ряд превращений получен азометин XLI [112].



В реакции пироксикама XLII с трифторметансульfoxлоридом и триэтиламином образуется спирсоединение XLIII [113].

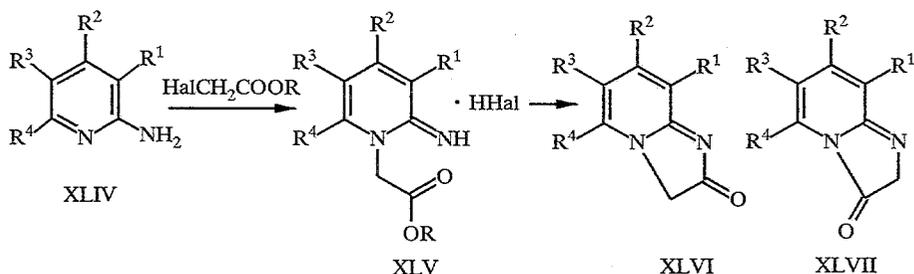


2.1.2. Алкилирование и ацилирование 2-аминопиридинов с последующей внутримолекулярной циклизацией

Конденсации 2-аминопиридинов с галогенуксусными кислотами, их сложными эфирами и галогенангиридами, а также с α -галогенкетонами являются наиболее часто применяемым способом синтеза имидазо[1,2-*a*]пиридинов. Как известно [45], алкилирование 2-аминопиридинов в основном

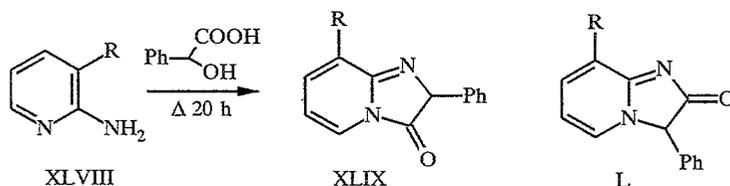
протекает по атому азота пиридинового кольца, кроме случаев, когда возникают стерические затруднения и в реакцию вступает экзотом азота. Ацилирование 2-аминопиридинов, напротив, обычно протекает по экзоциклическому атому азота.

Изучению взаимодействия 2-аминопиридинов с галогенуксусными кислотами посвящено много работ [48, 85, 87, 91, 114]. 2-Аминопиридины XLIV, реагируя с калиевыми или натриевыми солями галогенуксусных кислот в водном растворе, образуют соответствующие (2-имино-1-пиридил)уксусные кислоты XLV (могут быть выделены), которые при нагревании, обработке кислотой или щелочью циклизируются в 2-оксоимидазопиридины XLVI [1, 13, 63, 115—120].

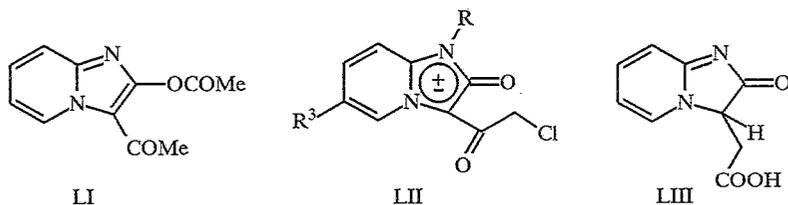


Выше перечисленные исследования ставят под сомнение описанные в 1924 году [86] реакции 2-аминопиридина с хлоруксусной кислотой или хлорацетилхлоридом как приводящие к 3-оксоимидазопиридину XLVII.

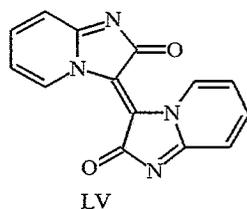
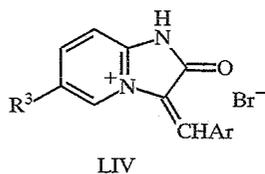
Реакция 2-амино-3-метилпиридина (XLVIII, R = Me) с миндальной кислотой также дала оксоимидазопиридин, однако его структура XLIX или L не была уточнена [121].



(2-Имино-1-пиридил)уксусная кислота XLV (R = H) при нагревании в ацетангидриде образует диацетилпроизводное 2-гидроксиимидазопиридина LI [87]. N-Замещенные 2-аминопиридины при нагревании с хлоруксусной кислотой или ее ангидридом дают мезоионные соединения LII [78]. Ацилированием 2-аминопиридина малеиновым ангидридом получен 2-оксоимидазопиридин LIII [37, 38, 41].

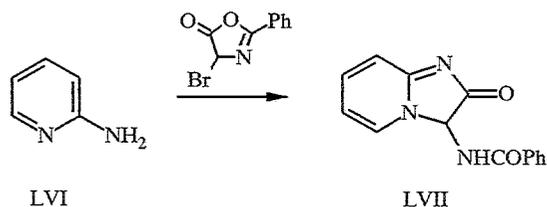


Взаимодействие 2-аминопиридинов со сложными эфирами α -галогенкарбоновых кислот также протекает через интермедиат XLV (проводя реакцию при комнатной температуре, 2-иминопиридин можно выделить [117]) с образованием 2,3-дигидро-2-оксоимидазо[1,2-*a*]пиридинов XLVI [1, 6, 8, 9, 48, 57, 91, 116, 117, 122]. В аналогичной реакции 5-галоген-2-аминопиридинов XLIV (R³ = I, Br) с этиловым эфиром бромуксусной кислоты без выделения имидазопиридина XLVI проведена его конденсация с ароматическими альдегидами и получены илиденпроизводные LIV [11].

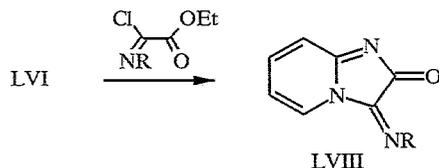


Реакция диэтилового эфира 1,2-диброммалеиновой кислоты с двухкратным избытком 2-аминопиридина приводит к димеру 2-оксоимидазопиридина LV [88].

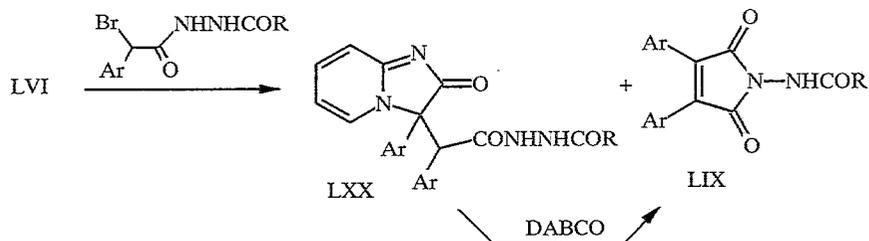
4-Бром-2-фенилоксазол-5-он в присутствии спиртов реагирует с 2-аминопиридином LVI с расщеплением оксазолонового цикла и образованием 3-бензоиламино-2-оксоимидазопиридина LVII [123].



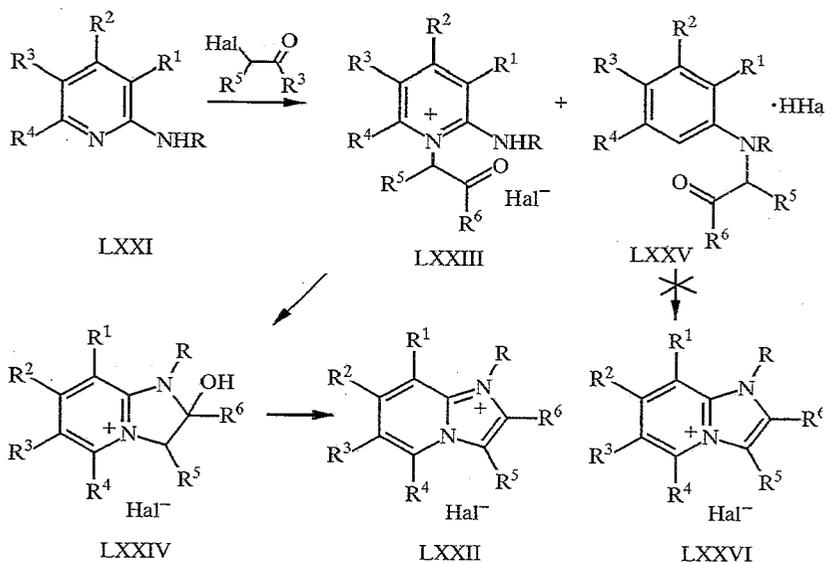
При взаимодействии 2-аминопиридина LVI с этиловым эфиром хлорида гидроксиминощавелевой кислоты (R = OH) [124] или арилгидрида щавелевой кислоты (R = NHar) [125] образуются 2-оксопроизводные LVIII.



Реакции амидов [126] и гидразидов [35, 36] галогенуксусных кислот с 2-аминопиридинами также дают 2-оксоимидазопиридины. Так, 2-аминопиридин с избытком α -галогенгидридов карбоновых кислот образует смесь N-аминомалеинимидов LIX и 2-оксоимидазопиридинов LXX. Эту реакцию используют для получения N-аминомалеинимидов.

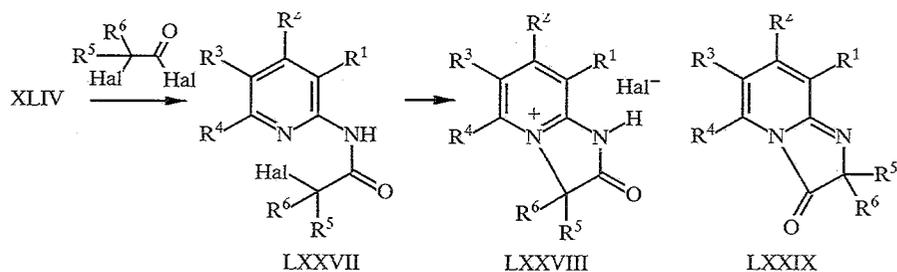


Реакция 2-аминопиридинов LXXI с α -галогенкетонами применяется для синтеза имидазопиридинов LXXII с 20-х годов. Однако ее механизм на примере 2-аминопиридина изучен более подробно лишь недавно [81], когда с помощью спектроскопии ПМР было доказано, что главными промежуточными продуктами являются 1-алкилпиридиниевые соли LXXIII и 2-гидроксиимидазопиридины LXXIV. В большинстве случаев дегидратация солей LXXIV протекает легко (в результате чего их структура была ошибочно описана как ароматическая система LXXII [127]), тем не менее они достаточно стабильны и могут быть выделены [62, 65, 71, 81, 82].



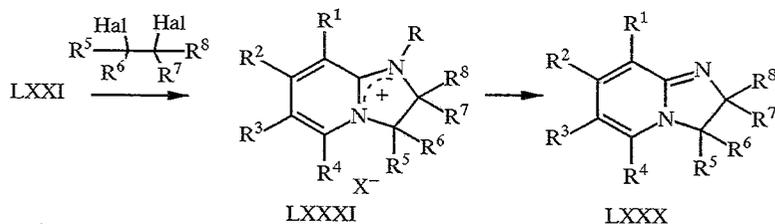
Ход реакции осложняется в случае 6-замещенных-2-аминопиридинов и вторичных или третичных алкилгалогенидов [128]. Из-за стерических затруднений, возникающих при этом, алкилирование может идти также (или главным образом) по экзоциклическому атому азота, с образованием интермедиата LXXV, который в условиях проведения реакции не может циклизироваться в имидазопиридин LXXVI [128, 129].

При взаимодействии 2-аминопиридинов XLIV с галогенангидридами α -галогенкарбоновых кислот сначала протекает ацилирование по экзоциклическому атому азота с последующей циклизацией интермедиата LXXVII по атому азота пиридинового кольца и образованием солей LXXVIII [1, 8, 38—40, 48, 52, 91, 105—107, 130—132]. При этом 2-ациламинопиридины LXXVII могут быть выделены [40, 48, 52, 91, 105, 107].



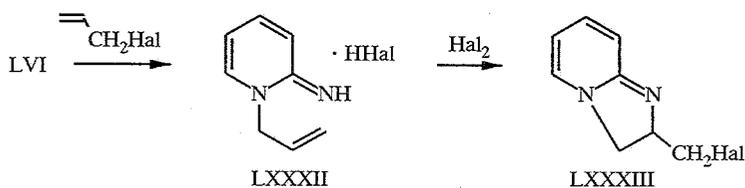
Иначе происходят реакции 2-аминопиридинов с дихлорангидридами фенилиминощавелевой кислоты ($R^5, R^6 = NPh$; $Hal = Cl$) [133] и арилгидразонощавелевой кислоты ($R^5, R^6 = NNHAr$; $Hal = Cl$) [4, 134, 135] в присутствии триэтиламина. Авторы работ [4, 134] отмечают, что аминопиридины вступают в эту реакцию в иминоформе, причем ацилирование протекает по циклическому атому азота с образованием 3-оксoproизводного LXXIX.

Широкое применение в синтезе имидазопиридинов нашли реакции алкилирования 2-аминопиридинов с 1,2-бифункциональными электрофилами. При взаимодействии 2-аминопиридинов с 1,2-дигалогеналканами и последующей обработке основанием получены 2,3-дигидроимидазо[1,2-*a*]пиридины LXXX [19, 64, 102, 136]. В реакции 2-N-этил- и 2-N-фениламинопиридинов с 1,2-дибромэтаном и последующей обработке перхлоратом натрия выделены перхлораты LXXXI ($R = Et, Ph$; $X = ClO_4$) [61].

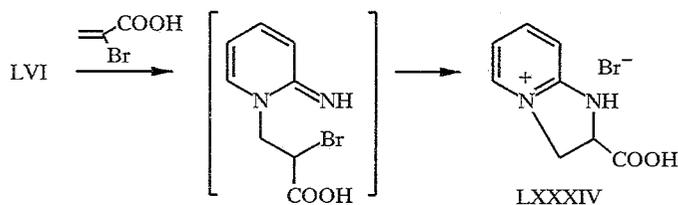


Подобным образом протекают реакции 2-аминопиридинов с производными 1,2-диолами [136] и галогенгидринов [116].

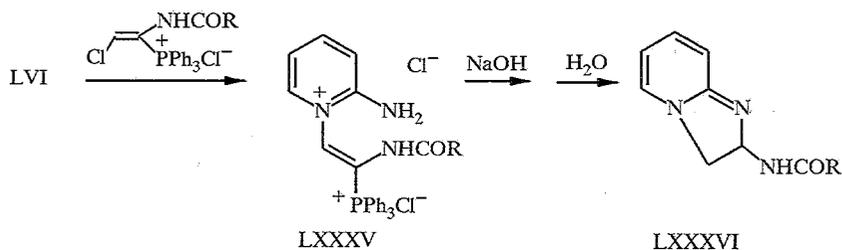
При взаимодействии 2-аминопиридина LVI с 3-галоген-1-пропеном протекает алкилирование пиридинового атома азота с образованием соли 1-аллил-2-иминопиридина LXXXII, которая, реагируя с галогенами, циклизуется в соединение LXXXIII [137].



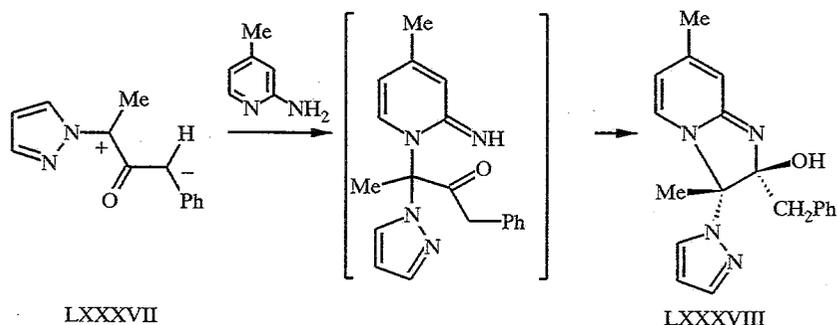
С 2-бромакриловой кислотой 2-аминопиридин LVI реагирует с образованием имидазопиридиниевой соли LXXXIV [80, 138].



В реакциях 2-аминопиридина LVI с хлоридами 1-ациламино-2-хлорэтилтрифенилфосфония образуются хлориды пиридиния LXXXV, которые способны циклизироваться до имидазопиридинов LXXXVI [139].



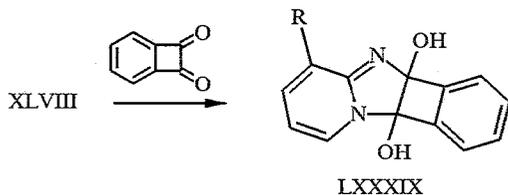
В реакции 2-амино-4-метилпиридина с диполярным соединением LXXXVII, образующимся при взаимодействии метилфенилциклопропенона с пиразолом, в качестве одного из продуктов реакции с выходом 38% выделен имидазопиридин LXXXVIII [140].



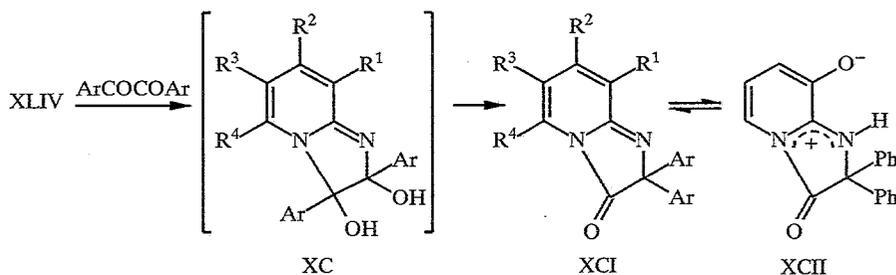
Алкилирование 2-аминопиридина этиленоксидом дает 1-(β-гидрокси-этил)-2-иминопиридин [141], гидрогенхлорид которого при обработке тионилхлоридом образует солянокислую соль имидазопиридина XIV (R = H, X = Cl) [84].

2-Оксоимидазопиридины типа В, В1, В2 получены в реакциях гидрогенхлоридов 2-аминопиридинов с диэтилацеталем хлоркетена [108] или с геминальными дицианоэпоксидами [58]. При этом промежуточными соединениями являются 2-ациламинопиридины.

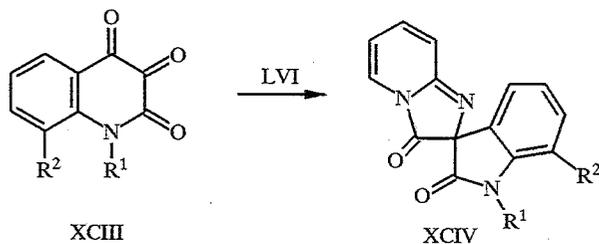
Реакции 2-аминопиридинов с α-дикарбонильными соединениями также применимы для синтеза имидазопиридинов. Так, 2-аминопиридины XLVIII (R = H, NH₂) с бензоциклобутен-1,2-дионом образуют диолы LXXXIX [142].



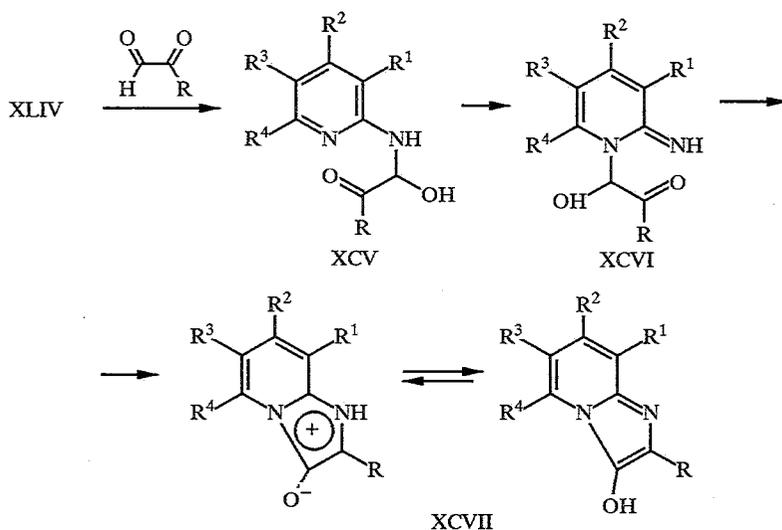
Аналогично 2-аминопиридины XLIV реагируют с бенzilом и его производными, однако образовавшиеся диолы XC при этом претерпевают пинаколиновую перегруппировку, которая дает 3-оксоимидазопиридины XCI или в случае 2-амино-3-гидроксипиридина — бетаин XCII [50, 143, 144].



Реакция вицинальных трикарбонильных соединений XCIII с 2-аминопиридином протекает с сужением цикла и приводит к спиропроизводным 3-оксоимидазопиридина XCIV [145].



Исследования механизма реакции 2-аминопиридинов с арилглиоксалями [59] показали, что при этом образуются 2-пиридиламинокарбинолы XCV, которые могут быть выделены. Однако, если гетероцикл обладает достаточной нуклеофильностью, эти соединения в условиях реакции перегруппировываются в интермедиаты XCVI и далее циклизуются. Так получены 2-арилимидазопиридины XCVII [55, 57, 59, 146, 147], а в реакции 2-аминопиридина с ацетальдегидом — 3-гидрокси-2-метилимидазо[1,2-*a*]-пиридин [147].

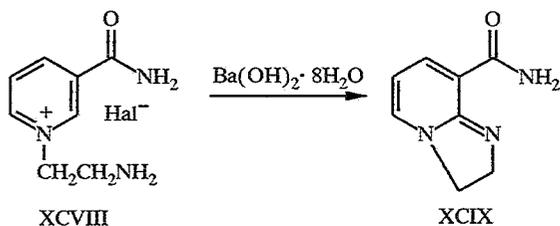


Известно, что фенацилбромид при взаимодействии с 2-пиколин-1-оксидом превращается в фенилглиоксаль, поэтому реакцию 2-аминопиридин-1-оксидов с α -галогенкетонами можно применять как альтернативу вышеупомянутым синтезам 3-гидроксиимидазо[1,2-*a*]пиридинов XCVII [3, 148].

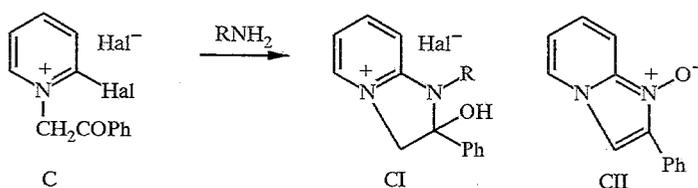
2.1.3. Внутримолекулярная циклизация 1-замещенных пиридиновых солей и илидов пиридиния

Внутримолекулярная циклизация 2-аминопиридиновых солей является наиболее часто применяемым методом синтеза имидазопиридинов (см. раздел 2.1.2), однако также могут быть использованы и другие 1-замещенные пиридиновые соли.

Обработка пиридиновой соли XCVIII $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ в метилхлориде приводит к образованию 8-карбамоил-2,3-дигидроимидазо[1,2-*a*]пиридина XCIX [149].

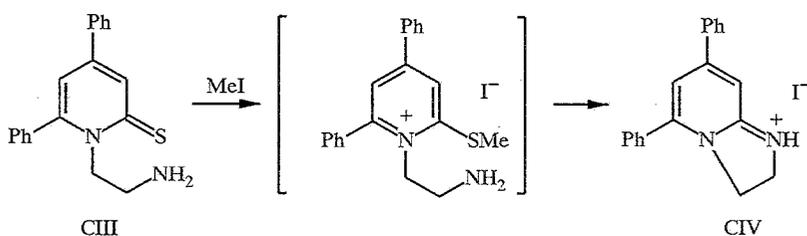


Пиридиниевая соль C (Hal = Br) с первичными аминами дает бромиды имидазопиридиния CI (R = Bu [60, 68]; R = CH₂Ph [82]).

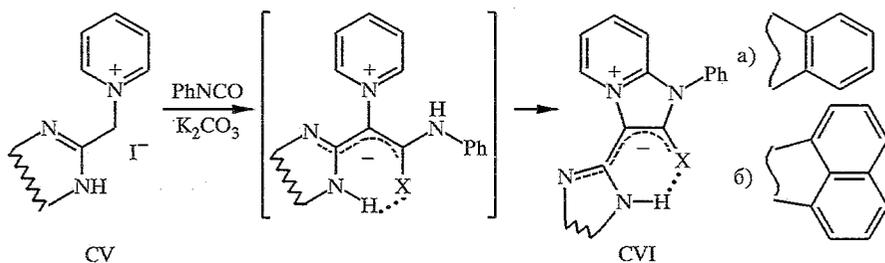


Соль C (Hal = Cl) реагирует с гидроксилмином и через интермедиат CI (R = OH, Hal = Cl) дает N-оксид CII [66].

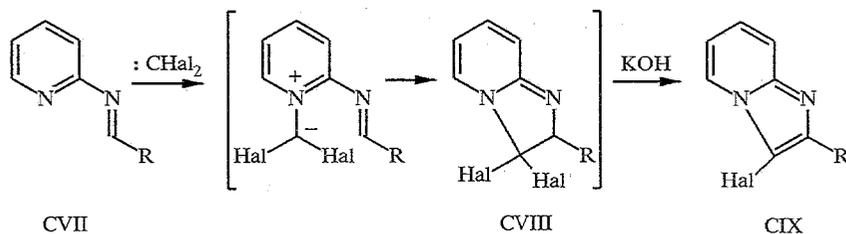
При алкилировании пиридинтиона CIII метилиодидом в безводном бензоле при комнатной температуре с выходом 48% получена имидазопиридиниевая соль CIV [75].



Илиды пиридиния, содержащие в необходимом положении второй атом азота, могут быть использованы в синтезе имидазопиридинов. При взаимодействии пиридиниевых солей CV с фенилизотиоцианатом или фенилизотиоцианатом с выходами 15% (X = O) и 54% (X = S) получены бетаины CVIa или 66% (X = S) илид CVIб [150, 151].

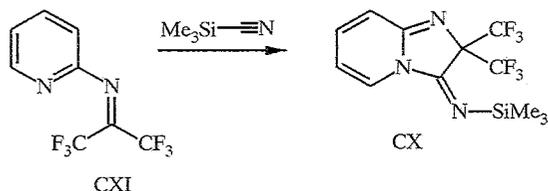


В реакции пиридина CVII с дигалогенкарбеном, по-видимому, через интермедиат CVIII получен имидазопиридин CIX [152].

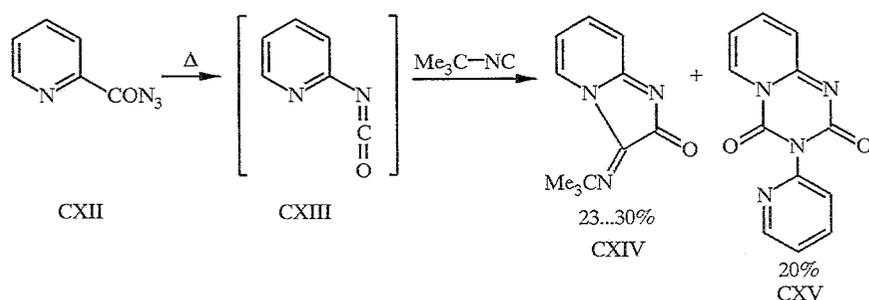


2.1.4. Реакции других производных пиридина

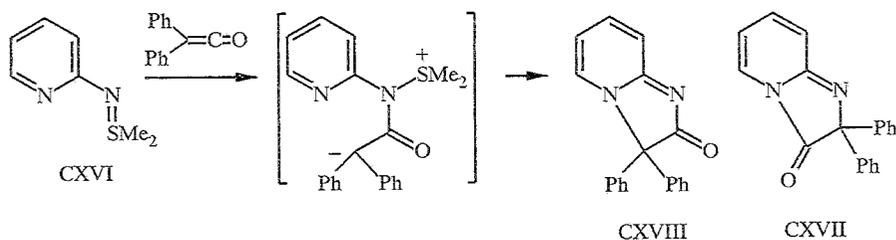
Образование имидазопиридиниевой системы CX возможно при взаимодействии гетероциклического диена CXI с триметилсилилцианидом. Реакция протекает при комнатной температуре в течение суток [153].



Образующийся при нагревании азида CXII 2-пиридилизоцианат CXIII реагирует с *tert*-бутиллизонитрилом с образованием смеси имидазопиридина CXIV и триазина CXV [154].



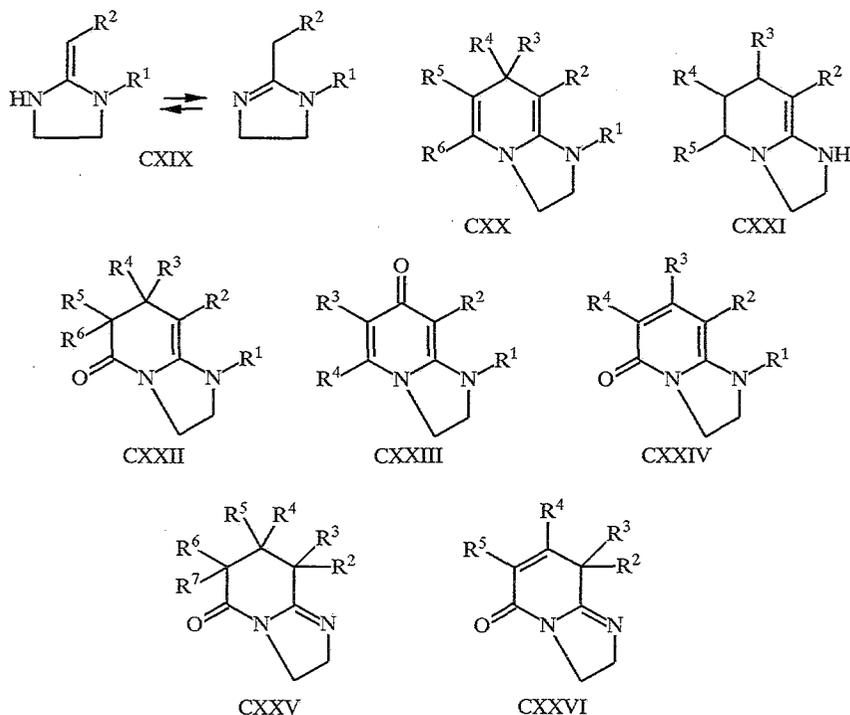
Полученному из 2-пиридинилсульфилимина CXVI и дифенилкетена соединению сначала была приписана структура CXVII [131], которая позднее [106, 107] была опровергнута и установлено, что образуется 2-оксоимидазопиридин CXVIII.



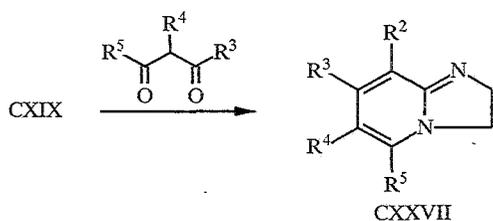
2.2. Синтезы на основе производных имидазола

Производные имидазолидина CXIX, которые могут существовать в форме как аминала кетена, так и амидина, являются 1,3-бинуклеофилами и часто применяются для синтеза N-мостиковых гетероциклов [155]. Их реакции с α,β -ненасыщенными кетонами и альдегидами [156—160] дают 1,2,3,7-тетрагидроимидазо[1,2-*a*]пиридины CXX или 1,2,3,5,6,7-гексагидроимидазо[1,2-*a*]пиридины CXXI, а с ароматическими альдегидами [158] образуются имидазопиридоны CXXII. 1,2,3,7-Тетрагидроимидазо[1,2-*a*]пиридин-7-оны CXXIII были синтезированы из соединений CXIX в реакциях с β -кетозэфирами [161] или дикетеном [162]. Частично гидрированные имидазо[1,2-*a*]пиридин-5-оны CXXII, CXXIV—CXXVI получены в реакциях

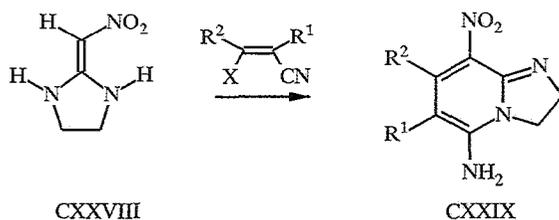
соединений СХІХ со сложными эфирами акриловой кислоты [163—169] или ацетиленомоно(ди)карбоновых кислот [163—167, 170—172], с имидазолидами α,β -непредельных карбоновых кислот [168] и хлорангидридом акриловой кислоты [168]. Кроме того, имидазо[1,2-*a*]пиридин-5-оны СХХІІ, СХХV получены из СХІХ и β -кетозэфиров [173], альдегидов [158], diketена [174], циклопропенона [175].



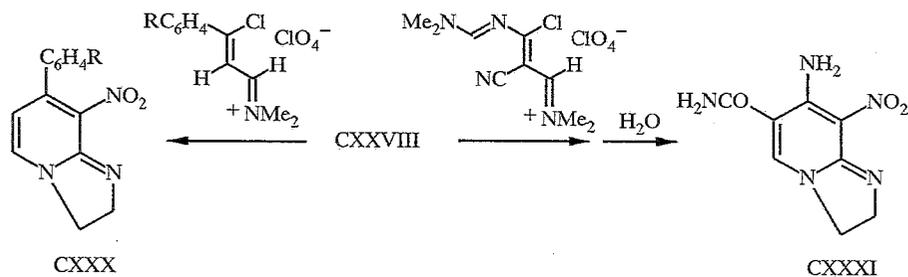
Конденсации 1,3-дикарбонильных соединений с имидазолидами СХХІХ (R¹ = H) дают 2,3-дигидроимидазо[1,2-*a*]пиридины СХХVІІ [173, 176].



В литературе [177, 178] описаны реакции имидазолидина СХХVІІІ с различными производными акрилонитрила, в ходе которых образуются 2,3-дигидроимидазо[1,2-*a*]пиридины СХХІХ.

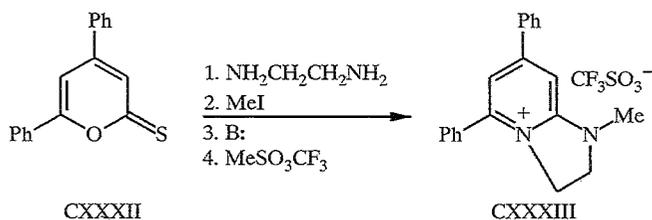


2,3-Дигидроимидазо[1,2-*a*]пиридины СХХХ, СХХХI образуются и при взаимодействии нитроенамина СХХVIII с 3-хлор-2-пропенимиевыми солями, которые служат 1,3-диэлектрофилами [178].

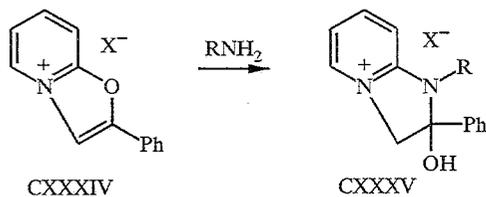


2.3. Другие методы

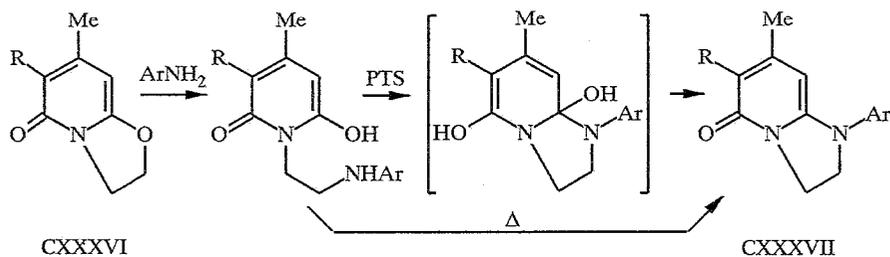
Для синтеза 2,3-дигидроимидазо[1,2-*a*]пиридинов в качестве исходных были использованы другие гетероциклические соединения, например пирантионы или соли оксазоло[3,2-*a*]пиридиния. При взаимодействии 4,6-дифенилпиран-2-тиона (СХХХII) с этилендиамином и последующем метилировании получена 2,3-дигидроимидазо[1,2-*a*]пиридиниевая соль СХХХIII [69].



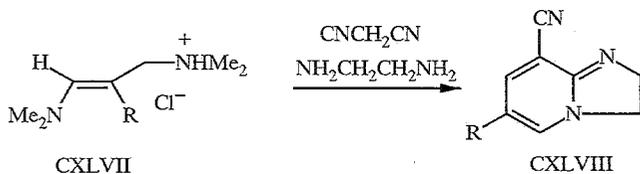
Нагревание солей оксазоло[3,2-*a*]пиридиния СХХХIV с аминами дает имидазопиридиниевые соли СХХХV [60, 68].



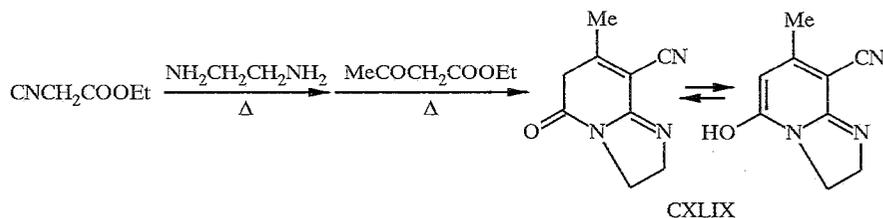
При нагревании до 180 °С оксазоло[3,2-*a*]пиридинов СХХХVI с избытком ариламина образуются имидазопиридины СХХХVII [179].



Синтез бициклической системы из трех ациклических компонентов, осуществленный при взаимодействии 1,3-дизэлектрофила CXLVII с этилендиамином и малонитрилом в присутствии триэтиламина, приводит к имидазопиридину CXLVIII [22].



Реакцией этилового эфира цианоуксусной кислоты с этилендиамином и последующим нагреванием смеси с ацетоуксусным эфиром синтезирован имидазопиридион CXLIX [7].



Из рассмотренных выше методов синтеза 2,3-дигидроимидазо[1,2-*a*]пиридинов и их солей видно, что наибольшее распространение получили методы построения имидазольного цикла на основе производных пиридина.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pat. 2421693 US / *Harriman B. R.* // C. A. — 1947. — Vol. 41. — 6830.
2. *Allen C. F. H., Van Allan J.* // J. Org. Chem. — 1948. — Vol. 13. — P. 599.
3. *Deady L. W., Stanborough M. S.* // Aust. J. Chem. — 1981. — Vol. 34. — P. 1295.
4. Авт. свид. СССР 203685 / *Лозинский М. О., Пелькис П. С.* // РЖХим. — 1969. — 1Н219.
5. Pat. 2025427 DE / *Lamm G.* // C. A. — 1972. — Vol. 76. — 72519.
6. *Katritzky A. R., Caster K. C., Rubio O., Schwarz O.* // J. Heterocycl. Chem. — 1986. — Vol. 23. — P. 1315.
7. Pat. 2022817 DE / *Dehnert J., Lamm G.* // C. A. — 1972. — Vol. 76. — 142405.
8. *Van Dormael A.* // Bull. Soc. chim. belg. — 1949. — Vol. 58. — P. 167.
9. Pat. 2481953 US / *Schwarz G.* // C. A. — 1950. — Vol. 44. — 5737.
10. Pat. 656607 Brit. / *Knott E. B.* // C. A. — 1952. — Vol. 46. — 2940.
11. *Takahashi T., Satake K.* // J. Pharm. Soc. Jpn. — 1955. — Vol. 75. — P. 20.
12. Pat. 560452 Belg. / *Kodak Soc. anon.* // C. A. — 1960. — Vol. 54. — 126.
13. Pat. 2927026 US / *Heseltine D. W., Brooker L. G. S.* // C. A. — 1960. — Vol. 54. — 19241.
14. Pat. 2961318 US / *Jones J. E.* // C. A. — 1960. — Vol. 55. — 26804.
15. Pat. 2739964 US / *Brooker L. G. S., White F. L.* // C. A. — 1956. — Vol. 50. — 12708.
16. *Knott E. B.* // J. Chem. Soc. — 1951. — N 11. — P. 3033.
17. *Knott E. B.* // J. Chem. Soc. — 1956. — N 6. — P. 1360.
18. *Nakayama Y., Hayashi K., Irie M.* // Bull. Chem. Soc. Jpn. — 1991. — Vol. 64. — P. 202.
19. Pat. 2062347 DE / *Scholl H. J., Klauke E.* // C. A. — 1973. — Vol. 77. — 152194.
20. Pat. 4044015 US / *Kuhla D. E.* // C. A. — 1977. — Vol. 88. — 50828.
21. *Bellani P., Clavenna G., Sosio A.* // Farmaco. — 1984. — Vol. 39. — P. 846; C. A. — Vol. 102. — 17138.

22. Pat. 279020 Ger. (East) D.D. / Volker H., Hartmut N., Dieter L., Gottfried F. // C. A. — 1990. — Vol. 114. — 207279.
23. Houlihan W. J., Munder P. G., Handley D. A., Cheon S. H., Parrino V. A. // J. Med. Chem. — 1995. — Vol. 38. — P. 234.
24. Copp F. C., Timmis G. M. // J. Chem. Soc. — 1955. — N 6. — P. 2021.
25. Huolihan W. J., Munder P. J., Handley D. A. // *Arzneim.-Forsch.* — 1995. — Bd 45. — S. 1133.
26. Amedio J. C., Jr., Lee G. T., Prasad K., Repic O. // *Synth. Commun.* — 1995. — Vol. 25. — P. 2599.
27. Pat. 4992428 US / Houlihan W. G., Cheon S. H. // C. A. — 1991. — Vol. 115. — 29332.
28. Pat. 2731982 Ger. Offen / Kubo K., Ito N., Souzu I., Isomura Y., Homma H., Murakami M. // C. A. — 1978. — Vol. 88. — 136596.
29. Kubo K., Ito N., Isomura Y., Souzu I., Homma H., Murakami M. // *Yakugaku Zasshi.* — 1979. — Vol. 99. — P. 880; C. A. — 1979. — Vol. 91. — 193255.
30. Pat. 78127833 Jpn. / Homma H., Maeno H., Kubo K. // C. A. — 1979. — Vol. 90. — 109974.
31. Kubo K., Ito N., Isomura Y., Sozu I., Homma H., Murakami M. // *Chem. Pharm. Bull.* — 1979. — Vol. 27. — P. 1207.
32. Pat. 7905997 Jpn. / Kubo K., Ito N., Souzu I., Isomura Y., Homma H. // C. A. — 1979. — Vol. 91. — 57008.
33. Pat. 4284778 US / Kubo K., Ito N., Souzu I., Isomura Y., Homma H., Murakami M. // C. A. — 1982. — Vol. 96. — 35285.
34. Pat. 1588166 Brit. G. B. / Kubo K., Ito N., Souzu I., Isomura Y., Homma H., Murakami M. // C. A. — 1982. — Vol. 96. — 68987.
35. Florac C., Baudy-Floc'h M., Robert A. // *Tetrahedron.* — 1990. — Vol. 46. — P. 445.
36. Florac C., Baudy-Floc'h M., Robert A. // *J. Chem. Soc. Chem. Commun.* — 1988. — N 23. — P. 1524.
37. Baumann M. E., Bosshard H., Breitenstein W., Rihs G., Winkler T. // *Helv. chim. acta.* — 1984. — Vol. 67. — P. 1897.
38. Baumann M., Bosshard H., Breitenstein W., Greuter H. // *Org. Synth.: Interdiscip. Challenge, Proc. IUPAC Symp., 5th.* / Ed. Streith J., Prinzbach H., Schill G. — Blackwell Scientific Publication, 1985. — P. 157.
39. Baumann M. E., Bosshard H., Breitenstein W., Rist G. // *Helv. chim. acta.* — 1986. — Vol. 69. — P. 396.
40. Argade N. P., Naik R. H. // *Bioorg. Med. Chem.* — 1996. — Vol. 4. — P. 881.
41. Pat. 78239 EP / Breitenstein W., Baumann M., Bosshard H. // C. A. — 1983. — Vol. 99. — 158221.
42. Baumann M. E., Bosshard H. // *Helv. chim. acta.* — 1978. — Vol. 61. — P. 2751.
43. Doise M., Blondeau D., Sliwa H. // *Heterocycles.* — 1992. — Vol. 34. — P. 2079.
44. Kickhofen B. // *Arch. Pharm.* — 1955. — Bd 288. — S. 473.
45. Mosby W. L. // *The Chemistry of Heterocyclic Compounds: Heterocyclic Systems with Bridgehead Nitrogen Atoms* / Ed. Weissberger A. — New York: Intersci, 1961. — Vol. 15. — Part 1. — Chapter V. — P. 460—469, 480—485, 498—505.
46. Blewitt H. L. // *Special Topics in Heterocyclic Chemistry* / Ed. Weissberger A., Tailor E. C. — New York; London; Sydney; Toronto: Intersci, 1977. — Vol. 30. — P. 117.
47. Montgomery J. A., Secrist J. A., III // *Comprehensive Heterocyclic Chemistry* / Ed. Katritzky A. R., Rees C. W. — N. Y.: Pergamon Press, 1984. — Vol. 5. — P. 612—614, 631—634.
48. *Tschitschibabin A.* // *Ber.* — 1924. — Bd 57. — S. 1168.
49. *Станинц В. И., Шилов Е. А.* // *Укр. хим. журн.* — 1965. — Т. 31. — С. 1286.
50. Alcaide B., Plumet J., Sierra M. A. // *Tetrahedron.* — 1989. — Vol. 45. — P. 6841.
51. Paolini J. P., Robins R. K. // *J. Heterocycl. Chem.* — 1965. — Vol. 2. — P. 53.
52. Sugiura S., Kakoi H., Inoue S., Goto T. // *Yakugaku Zasshi.* — 1970. — Vol. 90. — P. 436; C. A. — 1970. — Vol. 73. — 45461.
53. Sugiura S., Inoue S., Fukatsu H., Goto T. // *Yakugaku Zasshi.* — 1970. — Vol. 90. — P. 1475; C. A. — 1971. — Vol. 74. — 141691.
54. Kutsuma T., Sato K., Chida T., Tsukuno Y. // *Yakugaku Zasshi.* — 1970. — Vol. 90. — P. 254; C. A. — 1970. — Vol. 73. — 3855.
55. Alcaide B., Perez-Ossorio R., Plumet J., Sierra M. A. // *Tetrah. Lett.* — 1986. — N 14. — P. 1627.
56. Newton C. G., Ollis W. D., Wright D. E. // *J. Chem. Soc. Perkin Trans. I.* — 1984. — N 1. — P. 69.
57. Alcaide B., Plumet J., Sierra M. A. // *J. Org. Chem.* — 1990. — Vol. 55. — P. 3143.
58. Guinamant J. L., Robert A. // *Tetrahedron.* — 1986. — Vol. 42. — P. 1169.
59. Alcaide B., Plumet J., Sierra M. A., Vicent C. // *J. Org. Chem.* — 1989. — Vol. 54. — P. 5763.
60. Bradsher C. K., Brandau R. D., Boliek J. E., Hough T. L. // *J. Org. Chem.* — 1969. — Vol. 34. — P. 2129.

61. Anderson R. F., Patel K. B., Smithen C. E. // Br. J. Cancer. — 1978. — N 3. — P. 103.
62. Abignente E., de Caprariis P., Patscot R., Sacchi A. // J. Heterocycl. Chem. — 1986. — Vol. 23. — P. 1031.
63. Сыч Е. Д., Горб Л. Т. // Укр. хим. журн. — 1976. — Т. 42. — С. 961.
64. Paudler W. W., Blewitt H. L. // J. Org. Chem. — 1966. — Vol. 31. — P. 1295.
65. Kuhla D. E., Watson H. A. // J. Heterocycl. Chem. — 1978. — Vol. 15. — P. 1149.
66. Hand E. S., Paudler W. W. // J. Org. Chem. — 1978. — Vol. 43. — P. 658.
67. Parrick J., Wilcox R., Kelly A. H. // J. Chem. Soc. Perkin Trans. I. — 1980. — N 1. — P. 132.
68. Katritzky A.N.R., Zia A. // J. Chem. Soc. Perkin Trans. I. — 1982. — N 1. — P. 131.
69. Molina P., Alajarin M., Vilaplana M. J. // J. Chem. Res. (S). — 1985. — N 8. — P. 262.
70. Reisch J., Scheer M. // J. Heterocycl. Chem. — 1988. — Vol. 25. — P. 677.
71. Куртов Г. П., Воловенко Ю. М., Кург В. А., Мачковская Е. Н., Бабичев Ф. С. // ДАН УССР. Сер. Б. — 1989. — № 5. — С. 36.
72. Podhorez D. E. // J. Heterocycl. Chem. — 1991. — Vol. 28. — P. 971.
73. Cantello B. C. C., Sawthorne M. A., Cottam G. P., Duff P. T., Haigh D., Hindley R. M., Lister C. A., Smith S. A., Thurlby P. L. // J. Med. Chem. — 1994. — Vol. 37. — P. 3977.
74. Евстратова М. И., Зеленцов С. В., Кадушкин А. В., Буданова Л. И., Кулешова Е. Ф., Богданова Г. А., Граник В. Г. // Хим.-фарм. журн. — 1995. — № 2. — С. 52.
75. Molina P., Alajarin M., Lorenzo-Pena M., Tarraga A., Vilaplana M. J. // J. Heterocycl. Chem. — 1984. — Vol. 21. — P. 1609.
76. Friedman A. E., Anderson W. K., Shefter E. // Cryst. Struct. Commun. — 1978. — Vol. 7. — P. 723.
77. Lawson A., Miles D. H. // J. Chem. Soc. — 1959. — N 9-10. — P. 2865.
78. Anderson W. K., Friedman A. E. // Can. J. Chem. — 1971. — Vol. 49. — P. 668.
79. Anderson W. K., Friedman A. E. // Org. Mass. Spectrom. — 1972. — Vol. 6. — P. 797.
80. Reynaud P., Mandereau J., Moreau R. // Compt. Rend. — 1960. — Vol. 251. — P. 2992.
81. Hand E. S., Paudler W. W. // Tetrahedron. — 1982. — Vol. 38. — P. 49.
82. Демченко А.М., Чумаков В. А., Назаренко К. Г., Красовский А. Н., Пироженко В. В., Лозинский М. О. // ХГС. — 1995. — № 5. — С. 644.
83. Valters R., Bace A. // Latv. ķīm. žurn. — 1991. — N 2. — 195. lpp.
84. Bremer O. // Lieb. Ann. Chem. — 1936. — Bd 521. — S. 286.
85. Reindel F. // Ber. — 1924. — Bd 57. — S. 1381.
86. Finger H., Kraft F. // Ber. — 1924. — Bd 57. — S. 1950.
87. Reindel F., Rauch H. // Ber. — 1925. — Bd 58. — S. 393.
88. Reindel F., Rauch H. // Ber. — 1926. — Bd 59. — S. 2921.
89. Reindel F., Putzer-Reybege A. // Ber. — 1926. — Bd 59. — S. 2926.
90. Reindel F., Rosendahl F. // Ber. — 1926. — Bd 59. — S. 1064.
91. Чичибабин А. // ЖРФХО. — 1925. — Т. 58. — С. 399, 406.
92. Hsu F.-L., Yeh S.-Y., Munavalli S. // J. Pharm. Sci. — 1988. — Vol. 77. — P. 727.
93. Onishi R., Kawamura K., Inoue K., Kobayashi T. // Yakugaku Zasshi. — 1972. — Vol. 92. — P. 1101; C. A. — 1972. — Vol. 77. — 156358.
94. Signor A., Biondi L., Bordignon E. // J. Org. Chem. — 1966. — Vol. 31. — P. 1403.
95. Petersen S., Heitzer H., Born L. // Lieb. Ann. Chem. — 1974. — N 12. — S. 2003.
96. Cossey A. L., Harris R. L. N., Huppertz J. L., Phillips J. N. // Austral. J. Chem. — 1976. — Vol. 29. — P. 1039.
97. Gray A. P., Heitmeier D. E., Spinner E. E. // J. Amer. Chem. Soc. — 1959. — Vol. 81. — P. 4351.
98. Reynaud P., Mandereau J., Delaby R. // Compt. Rend. — 1958. — Vol. 247. — P. 2159.
99. Lavrinoviča J., Gudriniece E., Jure M. // 37. RTU studentu zinātniskās un tehniskās konferences materiāli. — Rīga, 1996. — 155. lpp.
100. Armarego W. L. F. // J. Chem. Soc. — 1965. — N 4. — P. 2778.
101. Delaby R., Mondereau J., Reynaud P. // Bull. Soc. chim. Fr. — 1961. — N 11. — P. 2065.
102. Munavalli S., Hsu F.-L., Poziomek E. J. // Chem. Ind. (London). — 1987. — N 7. — P. 243.
103. Miossec B., Danion-Bougot R., Danion D. // Bull. Soc. chim. Fr. — 1995. — N 3. — P. 314.
104. Moutou J.-L., Schmitt M., Collot V. // Heterocycles. — 1997. — Vol. 45. — P. 897.
105. Hash V., Protiva M. // Chem. Listy. — 1953. — Vol. 47. — P. 729; C. A. — 1955. — Vol. 49. — P. 205.
106. Sakamoto M., Miyazawa K., Kuwabara K., Tomimatsu Y. // Heterocycles. — 1979. — Vol. 12. — P. 231.
107. Sakamoto M., Miyazawa K., Kuwabara K. // Chem. Pharm. Bull. — 1979. — Vol. 27. — P. 2116.
108. Kato T., Yamamoto Y., Takeda S. // Yakugaku Zasshi. — 1974. — Vol. 94. — P. 627; C. A. — 1974. — Vol. 81. — 37514.
109. Yamanaka M., Suda S., Yoneda N., Ohhara H. // Chem. Pharm. Bull. — 1992. — Vol. 40. — P. 666.

110. Cignarella G., Pirisino G., Loriga M. // *Farmaco*. — 1976. — Vol. 31. — P. 194; РЖХ. — 1977. — 2Ж297.
111. Валмер P. E., Бауэ А. E. // ХГС. — 1989. — № 10. — С. 1427.
112. Allen C. F. H., Van Allan J., Wilson C. V. // *J. Amer. Chem. Soc.* — 1944. — Vol. 66. — P. 1805.
113. Norris C. P., Berke H., Lombardino J. D. // *J. Heterocycl. Chem.* — 1985. — Vol. 22. — P. 837.
114. Kirpal A., Wojnar B. // *Ber.* — 1938. — Bd 71b. — S. 1261.
115. Магидсон О. Ю., Елина А. С. // ЖОХ. — 1946. — Т. 16. — С. 1933.
116. Pat. DE 451733 / Tschitschibabin A. // *Chem. Zbl.* — 1928. — Bd I. — 586.
117. Gudmundson K. S., Drach J. C., Townsed L. B. // *Synth. Commun.* — 1997. — Vol. 27. — P. 1763.
118. Pat. 89254681 Jpn. / Miki H., Ishida I. // *C. A.* — 1990. — Vol. 112. — 1589250.
119. Pat. 414146 DE / Reindel F. // *Chem. Zbl.* — 1925. — Bd 2. — 859.
120. Bristow N. W., Charlton P. T., Peak D. A., Short W. F. // *J. Chem. Soc.* — 1954. — P. 616.
121. Gray A. P., Heitmeier D. E. // *J. Amer. Chem. Soc.* — 1959. — Vol. 81. — P. 4347.
122. Tschitschitabin A. // *Ber.* — 1924. — Bd 57. — S. 2092.
123. Chemiakine M. M., Tchaman E. S., Denisova L. I. // *Bull. Soc. chim. Fr.* — 1959. — N 3. — P. 530.
124. Dornow A., Fischer K. // *Chem. Ber.* — 1966. — Bd 99. — S. 72.
125. Abdelhamid A. O., Hassaneen H. M., Shawali A. S. // *J. Heterocycl. Chem.* — 1983. — Vol. 20. — P. 639.
126. Schmid L., Grundig K. // *Monatsh. Chem.* — 1953. — Bd 84. — S. 491.
127. Bradsher C. K., Litzinger E. F., Zinn M. F. // *J. Heterocycl. Chem.* — 1965. — Vol. 2. — P. 331.
128. Elliott A. J., Guzik H., Soler J. R. // *J. Heterocycl. Chem.* — 1982. — Vol. 19. — P. 1437.
129. Pat. 360027 Brit. / Reitmann J. // *C. A.* — 1932. — Vol. 26. — 3514.
130. Hash V., Protiva M. // *Coll. Czech. Chem. Commun.* — 1953. — Vol. 18. — P. 684.
131. Tomimatsu Y., Satoh K., Sakamoto M. // *Heterocycles*. — 1977. — Vol. 8. — P. 109.
132. Mosby W. L., Boyle R. J. // *J. Org. Chem.* — 1959. — Vol. 24. — P. 374.
133. Лозинский М. О., Шиванюк А. Ф., Пелькис П. С. // ХГС. — 1971. — № 4. — С. 471.
134. Лозинский М. О., Пелькис П. С., Шиванюк А. Ф., Кисиленко А. А. // ДАН УССР. Сер. Б. — 1967. — № 8. — С. 717.
135. Лозинский М. О., Шиванюк А. Ф., Пелькис П. С. // ХГС. — 1971. — № 7. — С. 930.
136. Pat. 2057978 US / Winthrop Chem. Co. // *C. A.* — 1937. — Vol. 31. — 112.
137. Ким Д. Г., Успенская С. Е. // *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. — 1993. — Вып. 9. — С. 121; РЖХ. — 1994. — 7Ж177.
138. Adams R., Pachter I. G. // *J. Amer. Chem. Soc.* — 1952. — Vol. 74. — P. 5491.
139. Круз В. В., Смолий О. Б., Броварец В. С., Драч Б. С. // ЖОХ. — 1993. — Т. 63. — С. 642.
140. Kascheres A., Filho J. C., Cunha S. // *Tetrahedron*. — 1993. — Vol. 49. — P. 381.
141. Knunjanz I. L. // *Ber.* — 1935. — Bd 68. — S. 397.
142. Barton J. W., Goodland M. C., Gould K. J., McOmie F. W. // *Tetrahedron*. — 1979. — Vol. 35. — P. 241.
143. Alcaide B., Perez-Ossorio R., Plumet J., Sierra M. A. // *Tetrah. Lett.* — 1985. — N 2. — P. 247.
144. Соков П. Г. // ЖОХ. — 1940. — Т. 10. — С. 1457.
145. Wittman H., Gunzl J. // *Z. Naturforsch.* — 1978. — Bd 33b. — S. 1540.
146. Inoue S., Sugiura S., Kakoi H., Goto T. // *Tetrah. Lett.* — 1969. — N 20. — P. 1609.
147. Sugiura S., Kakoi H., Inoue S., Goto T. // *Yakugaku Zasshi*. — 1970. — Vol. 90. — P. 441; *C. A.* — 1970. — Vol. 73. — 45462.
148. Dedy L. W., Stanborough M. S. // *J. Heterocycl. Chem.* — 1979. — Vol. 16. — P. 187.
149. Gundel W. H., Kramer W. // *Chem. Ber.* — 1978. — Bd 111. — S. 2594.
150. Cuadro A. M., Novella J. L., Molina A. // *Tetrahedron*. — 1990. — Vol. 46. — P. 6033.
151. Molina A., Cuadro A. M., Alvarez-Builla J., Vaguero J. J., Garcia-Navio J. L. // *Heterocycles*. — 1990. — Vol. 31. — P. 1451.
152. Хлебников А. Ф., Костик Е. И., Костиков Р. Р. // ХГС. — 1991. — № 6. — С. 810.
153. Burger K., Huber E., Kahl T. // *Synthesis*. — 1988. — N 1. — P. 44.
154. L'abbe G., Van Meervelt L., Brems P., Declercq J. P. // *Bull. Soc. chim. belg.* — 1987. — Vol. 96. — P. 751.
155. Huang Z.-T., Wang M.-X. // *Heterocycles*. — 1994. — Vol. 37. — P. 1233.
156. Meyer H., Bossert F., Horstmann H. // *Lieb. Ann. Chem.* — 1977. — N 11/12. — S. 1888.
157. Jones R. C. F., Hirst S. C. // *Tetrah. Lett.* — 1989. — N 39. — P. 5361.
158. Meyer H., Bossert F., Horstmann H. // *Lieb. Ann. Chem.* — 1978. — N 9. — S. 1476.
159. Troschutz R., Luckel A., Mertens H. // *Arch. Pharm.* — 1993. — Bd 326. — S. 335.
160. Tokumitsu T. // *Bull. Chem. Soc. Jpn.* — 1990. — Vol. 63. — S. 1921.
161. Magatti Ch. V., Villani F. J. // *J. Heterocycl. Chem.* — 1978. — Vol. 15. — P. 1021.
162. Reddy N. A. V., Maiti S. N., Micetich R. G. // *J. Chem. Res. (S)*. — 1990. — N 1. — P. 32.

163. Huang Z.-T., Tzai L.-H. // Chem. Ber. — 1986. — Bd 119. — S. 2208.
164. Huang Z.-T., Wamhoff H. // Chem. Ber. — 1984. — Bd 117. — S. 1926.
165. Huang Z.-T., Liu Z.-R. // Heterocycles. — 1986. — Vol. 24. — P. 2247.
166. Huang Z.-T., Wang X.-J. // Chem. Ber. — 1987. — Bd 120. — S. 1803.
167. Huang Z.-T., Liu Z.-R. // Synth. Commun. — 1989. — Vol. 19. — P. 1801.
168. Jones R. C. F., Smallridge M. J. // Tetrah. Lett. — 1988. — N 39. — P. 5005.
169. Zhao W.-Y., Huang Z.-T. // Synth. Commun. — 1993. — Vol. 23. — P. 1039.
170. Huang Z.-T., Wang M.-X. // J. Chem. Soc. Perkin Trans. I. — 1993. — N 9. — P. 1085.
171. Huang Z.-T., Wamhoff H. // Chem. Ber. — 1984. — Bd 117. — S. 1856.
172. Wang L.-B., Huang Z.-T. // Synth. Commun. — 1997. — Vol. 27. — P. 409.
173. Meyer H., Kurz J. // Lieb. Ann. Chem. — 1978. — N 9. — S. 1491.
174. Kato T., Sakamoto T. // Yakugaku Zasshi. — 1971. — Vol. 91. — P. 1174; C. A. — 1972. — Vol. 76. — 461341.
175. Takahashi M., Nozaki C., Shibasaki Y. // Chem. Lett. — 1987. — P. 1229.
176. Homenko G., Jure M., Makaricha V., Oleksivs O. // Abstracts of Xth Conference on Organic Chemistry and Biochemistry of Young Scientists. — Liblice, 1998. — P. 31.
177. Schafer H., Gewald K. // Z. Chem. — 1978. — N 18. — S. 335.
178. Schafer H., Gruner M., Grosman G., Gewald K. // Monatsh. Chem. — 1991. — Bd 122. — S. 959.
179. Tilak B. D., Ayyangar N. R., Rao U. S. // Indian J. Chem. — 1984. — Vol. 23B. — P. 24.
180. Mohrle H., Ottersbach D. // Arch. Pharm. (Weinheim). — 1990. — Bd 323. — S. 889.
181. Афонина И. И., Перевеев Ф. Я. // ЖОрХ. — 1973. — Т. 9. — С. 2006.

Рижский технический университет,
Рига LV-1048, Латвия
e-mail: lena@ktf.rtu.lv

Поступило в редакцию 05.03.99