

В. М. Черкасов, И. В. Болдырев

## МАКРОЦИКЛЫ, СОДЕРЖАЩИЕ АЗИНОВЫЕ ФРАГМЕНТЫ

(ОБЗОР)

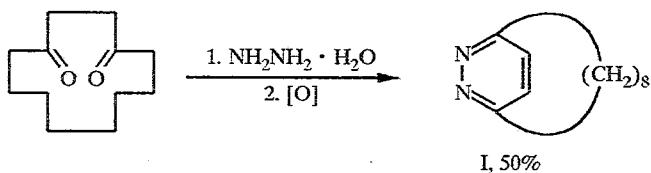
Рассмотрены и обобщены литературные данные за последние два десятилетия по макроциклам, содержащим в контуре азиновые фрагменты.

Известно, какое большое значение имеют макроциклические соединения в химии и биологии. Включение в контур макроциклов азиновых фрагментов позволяет ожидать расширения сферы применения этих соединений, например, в качестве лигандов и биологически активных веществ. Очевидно, этим объясняется повышенный интерес в литературе за последние годы к макроциклам с азиновыми фрагментами.

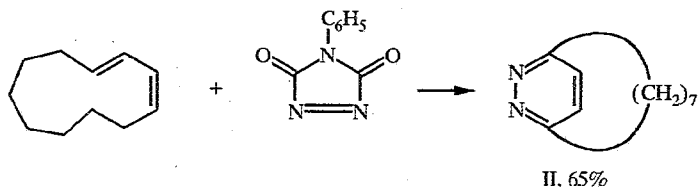
В настоящем обзоре охвачены все типы макроциклов: циклофаны, краун-эфиры и макроциклы с различными типами связей в соединительных цепях. Рассмотрены работы, которые не вошли в фундаментальный обзор 1977 г [1] и использованы отдельные аспекты обзора и монографий [2—4]. В каждом разделе обзора макроциклы приводятся в порядке старшинства содержащегося в контуре макроцикла азинового фрагмента.

### АЗИНОЦИКЛОФАНЫ

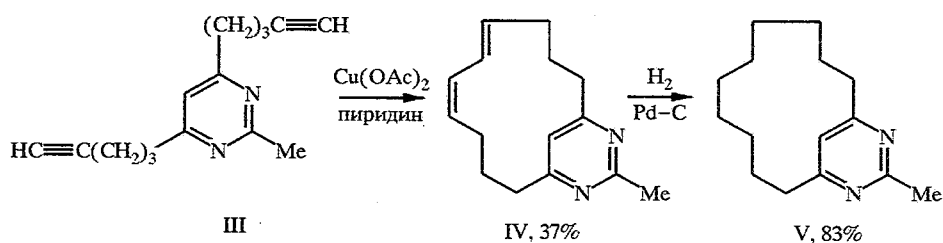
Азиноциклофаны можно рассматривать как азааналоги циклофанов, в которых не менее двух групп СН бензольного кольца заменены на атомы азота. Описаны только два пиридазинофана. [8](3,6)Пиридазинофан I был получен при конденсации циклододекан-1,4-диона с гидразином и дальнейшим окислением кислородом воздуха [5].



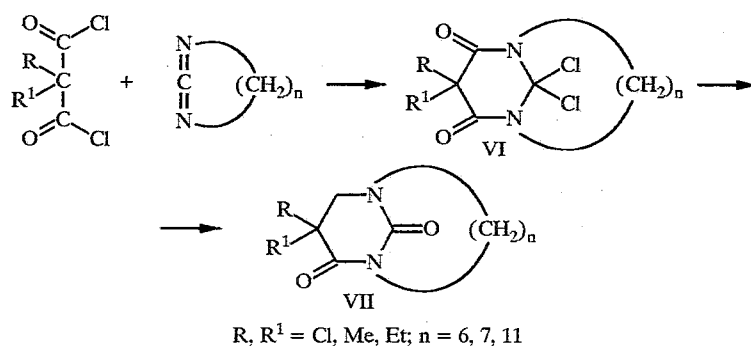
Представляет интерес синтез [7](3,6)пиридазинофана II, который получен в качестве аддукта синтеза Дильса—Альдера из 1,3-циклоундекадиена и 4-фенил-1,2,4-триазолин-3,5-диона [5].



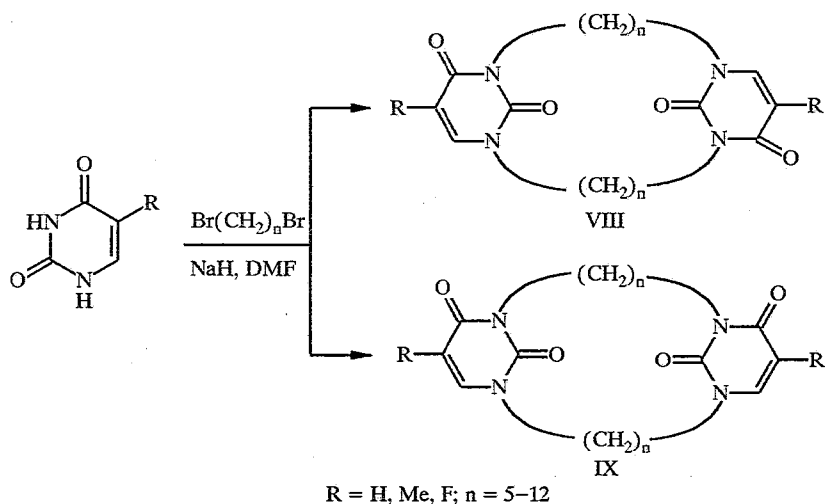
Сравнительно мало работ посвящено циклофанам, содержащим только один пиримидиновый фрагмент в макроцикле. В результате окисления ацетатом меди 4,6-бис(пент-4-ин-1-ил)-2-метилпиримидина (III) происходит внутримолекулярная циклизация с образованием пиримидинофана IV, содержащего тройные связи в алифатическом фрагменте макроцикла. Последний при каталитическом гидрировании образует 13-метил [10](4,6)пиримидинофан (V) [6].



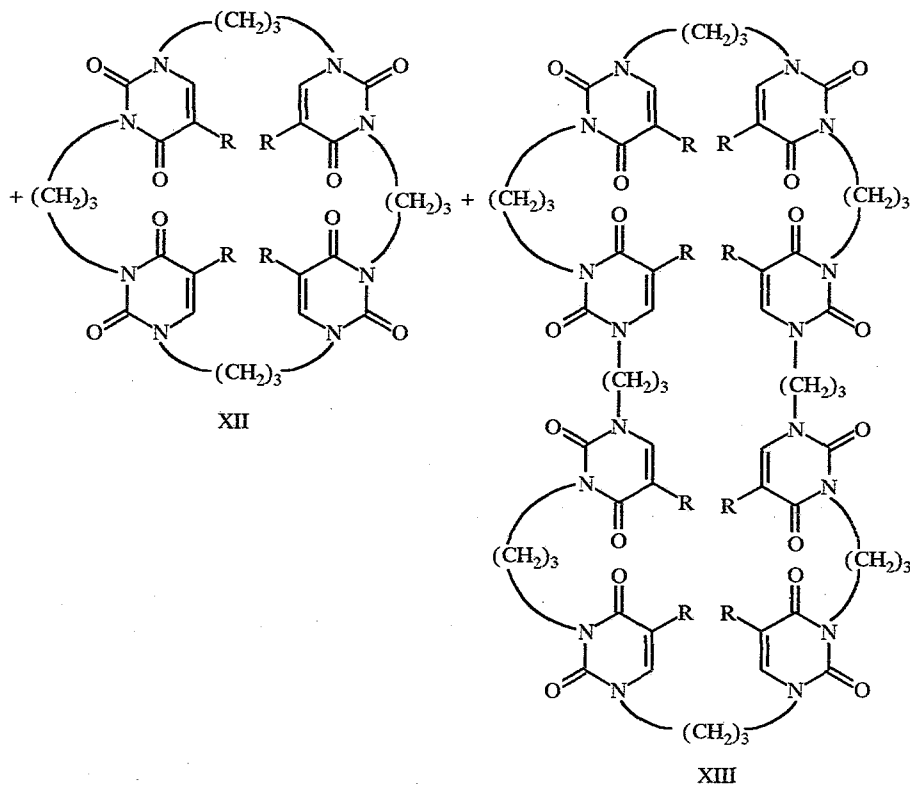
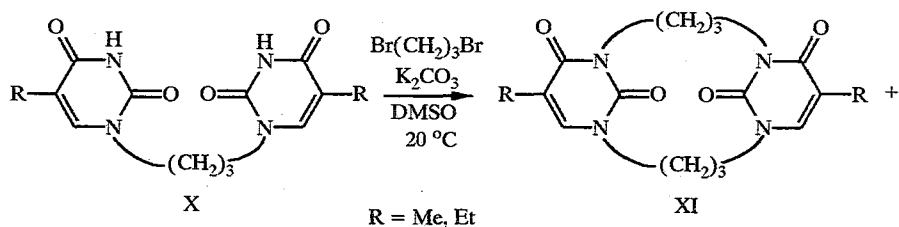
Из карбодиимидов и дизамещенных малонилхлоридов были получены с высокими выходами циклофаны VI, строение которых подтверждено образованием при гидролизе циклофанов VII. Последние содержат в качестве фрагментов дизамещенные барбитуровой кислоты и поэтому представляют интерес как потенциальные лекарственные вещества [7].



Ряд работ посвящен синтезу пиримидиноциклофанов, содержащих два пиримидиновых цикла в контуре. При взаимодействии урацила, тимина и 5-фторурацила с дигалогеналканами в растворе ДМФА в присутствии NaH происходит образование двух изомерных пиримидиноциклофанов VIII и IX [8].



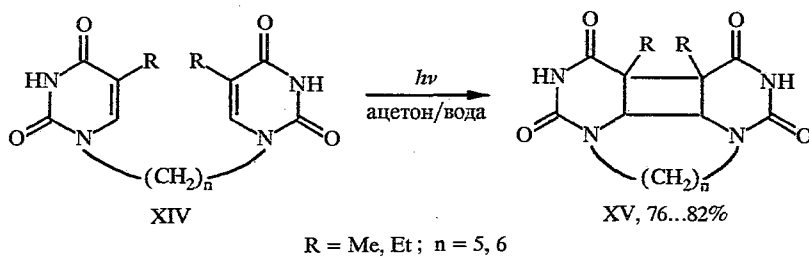
По иной схеме протекает циклизация с образованием макроциклов при алкилировании 1,1'-триметиленбис(5-алкил)урацилов X в растворе ДМСО с карбонатом калия.



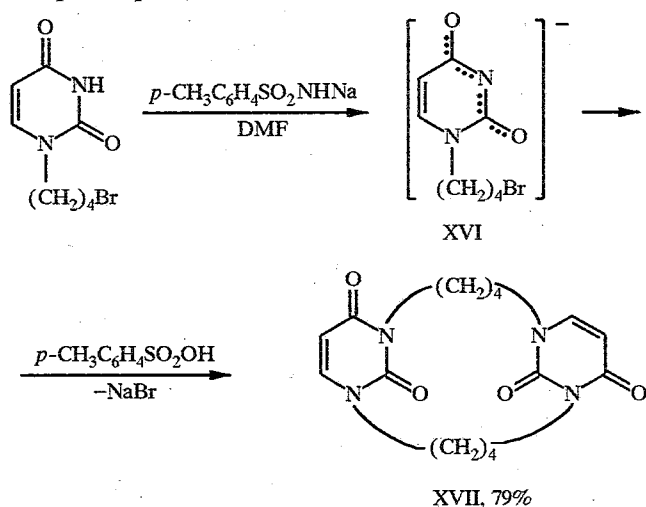
Наряду с циклофанами XI были также получены макроциклические тетрамеры XII и октамеры XIII.

В условиях высоких разбавлений преобладает образование макроциклов XI, в более концентрированных растворах реагентов увеличиваются выходы макроциклов XII и XIII. Выходы циклофанов уменьшаются с увеличением размера макроцикла. Так, на примере макроциклов XI, XII и XIII с тиминовыми фрагментами (R = Me) в оптимальных условиях они составляют 28, 20 и 5% соответственно [9].

Описана фотодимеризация полиметиленабисурацилов XIV при УФ облучении с образованием макроциклов XV, содержащих наряду с пиримидиновыми также циклобутановый фрагмент [10].

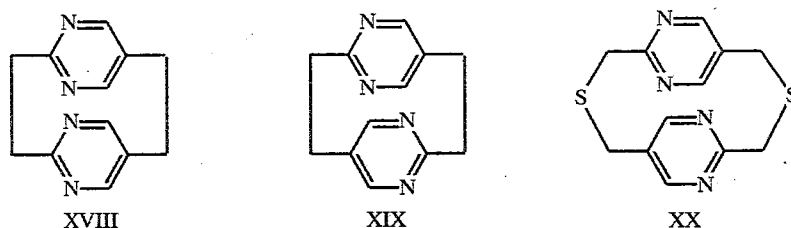


В работах [11, 12] описан оригинальный метод синтеза урацилоциклофанов при взаимодействии 1-(1-бромбутил)урацила с натриевой солью *p*-толуолсульфамида в растворе ДМФА.

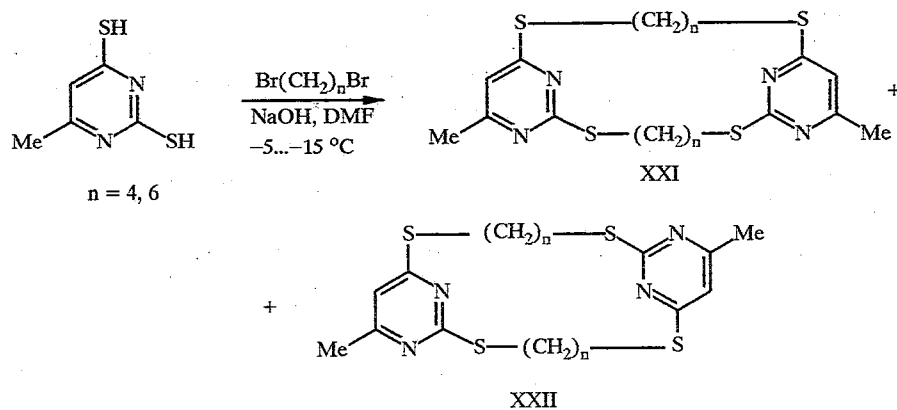


Высокий выход 1,1',3,3'-тетраметиленабисурацила XVII авторы объясняют малой сольватацией аниона в апротонном растворителе, что способствует межмолекулярному взаимодействию анионов XVI. Это подтверждается тем, что в растворе бутанола выход макроцикла XVII составляет всего 10%. Протеканию реакции по приведенному механизму способствует также то, что кислотные свойства урацила и сульфамида близки ( $pK_a$  соответственно 9,5 и 9,0) и в растворе имеется равновесие между анионом XVI и сульфамидом.

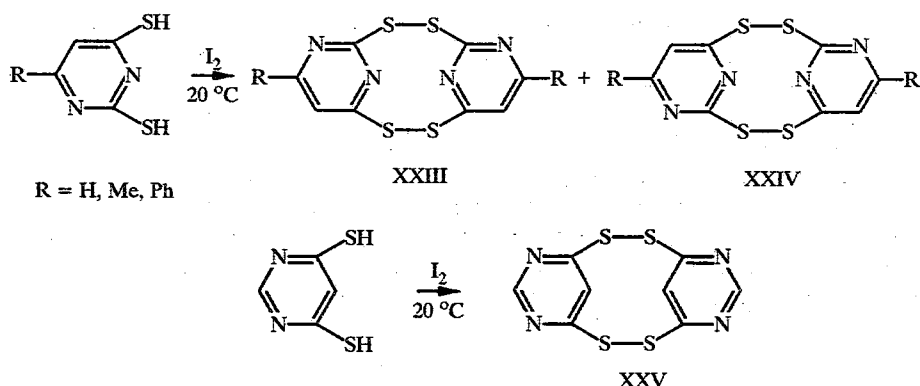
Изомерные [2,2](2,5)пиримидинофаны XVIII и XIX получены при фотолитическом обессеривании 2,11-дитиа[3,3](2,5)пиримидинофана (XX) [13].



При взаимодействии динатриевой соли 2,4-димеркапто-6-метилпиримидина с  $\alpha, \omega$ -дибромалканами образуется смесь двух изомеров пиримидинотиациклофана XXI, XXII, с выходами до 46% [14].

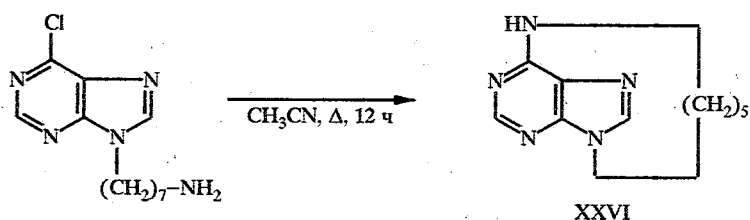


Впервые описаны [15, 16] пиримидинотиациклофаны, в которых пиримидиновые циклы соединены только атомами серы. Макроциклы получены при окислении иодом 2,4- и 4,6-димеркаптопиримидинов в растворе смеси бензол—диоксан с выходами в пределах 25...35%.

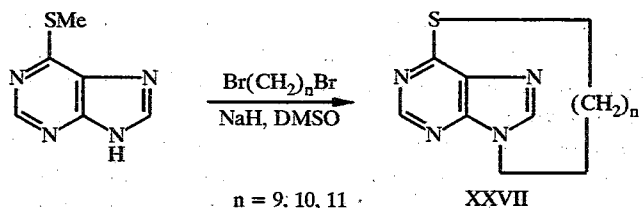


Циклофаны XXIII и XXIV выделены в виде смеси двух изомеров, строение макроцикла XXV отвечает единственно возможной симметричной структуре.

Из конденсированных производных пиримидина описаны только циклофаны с пуриновыми циклами. С целью проведения спектроскопических исследований был синтезирован N(6),N(9)-октаметилenguриноциклофан XXVI в результате внутримолекулярной циклизации 6-хлор-9-(7-аминогептил)пурина [17].



Тиациклофан аналогичного строения XXVII был получен из 6-метилтиопурина и дибромалканов с выходами в пределах 8...13% в зависимости от числа метиленовых групп в контуре макроцикла [18].



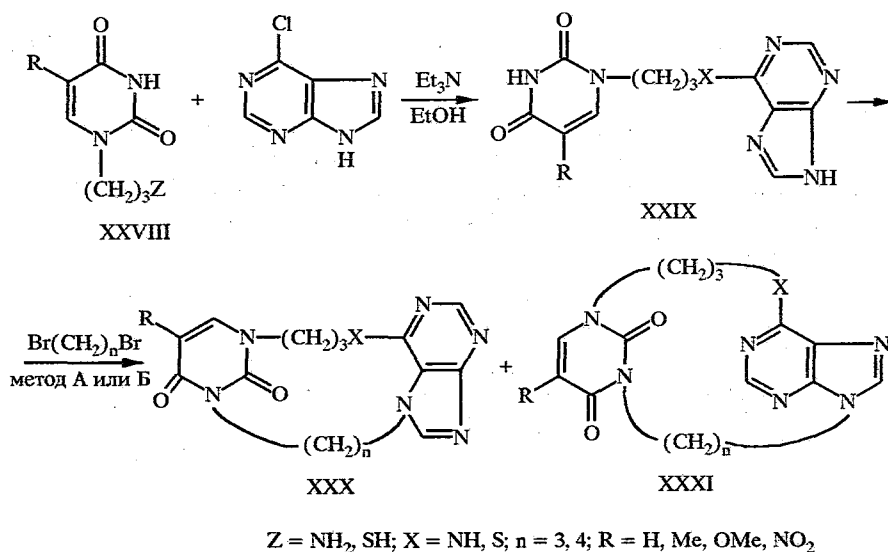
Обращают на себя внимание работы по направленному синтезу пиримидинопуринофанов и пуринофанов, содержащих по два гетероцикла в контуре макроцикла. Эти циклофаны являются модельными соединениями для изучения методами электронной молекулярной спектроскопии взаимодействия между пиримидиновыми и пуриновыми основаниями в нуклеиновых кислотах.

В отличие от нуклеиновых кислот, в которых основания в полинуклеотидных цепях соединены водородными связями, циклофаны являются жесткими системами, в которых расстояния между основаниями в разных

цепях зафиксированы валентными связями. Сравнение межплоскостных взаимодействий оснований в циклофанах и ДНК позволяет получать дополнительные сведения по геометрии цепей в ДНК. Взаимное влияние оснований в циклофанах и цепях ДНК характеризуется изменением интенсивности поглощения в УФ спектрах или гипсохромным эффектом [19].

Синтезирована серия пиримидинопуриноаза- и тиацicloфанов по методу ступенчатого введения цепей, соединяющих пиримидиновые и пуриновые циклы [20—23].

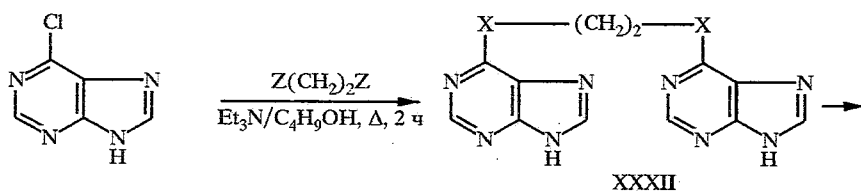
При взаимодействии урацилов XXVIII с 6-хлорпурином образуются с высокими выходами исходные для циклизации в пиримидинопуринофаны соединения XXIX. Вторые цепи вводились при циклизации этих соединений  $\alpha, \omega$ -дибромалканами в присутствии  $K_2CO_3$  в растворе ДМСО (метод А) и с  $NaNH$  в растворе ДМФА (метод Б). В зависимости от метода циклизация протекает селективно с образованием двух изомеров: (1',3')пиримидино(6,7)пуринофанов XXX и (1',3')пиримидино(6,9)пуринофанов XXXI.



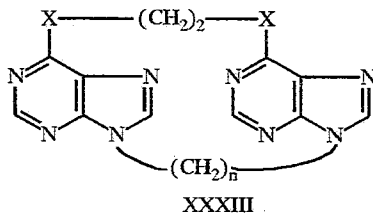
При циклизации по методу А за исключением одного случая ( $R = H, X = NH, n = 4$ ) получаются только изомеры XXX с выходами 15...40%. По методу Б образуются оба изомера XXX и XXXI с выходами 14...28% и 6...21% соответственно.

Как указывалось выше, пуринофаны используются в качестве модельных соединений для изучения молекулярного взаимодействия оснований в цепях нуклеиновых кислот. В ряде работ [24—28] приведены синтезы циклофанов, содержащих в контуре два пуриновых цикла, первые представители этих соединений описаны в работе [24]. Изомеризация в циклофанах зависит от положений, по которым связаны пуриновые циклы в контуре макроцикла.

По аналогии с пиримидинопуринофанами XXX, XXI пуринофаны XXXII были получены по методу последовательного введения связывающих полиметиленовых цепей. При взаимодействии 6-хлорпурина с этилендиамином или с этандитиолом были получены исходные для циклизации соединения XXXII с выходами 49...67%. (6,6') (9,9') Пуринофаны синтезируются при циклизации дибромалканами соединений XXXII по двум методам: А —  $K_2CO_3$  в ДМСО и Б —  $NaNH$  в ДМФА, с выходами в пределах 4...15%.

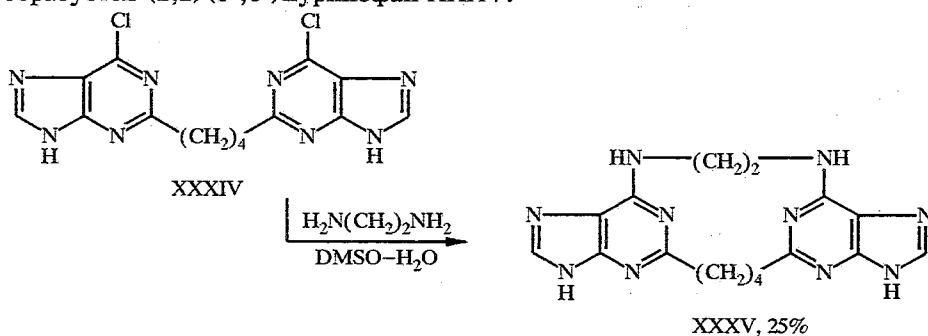


$\xrightarrow[\text{методы А или Б, } 20^\circ\text{C, } 72 \text{ ч}]{\text{Br}(\text{CH}_2)_n\text{Br}}$



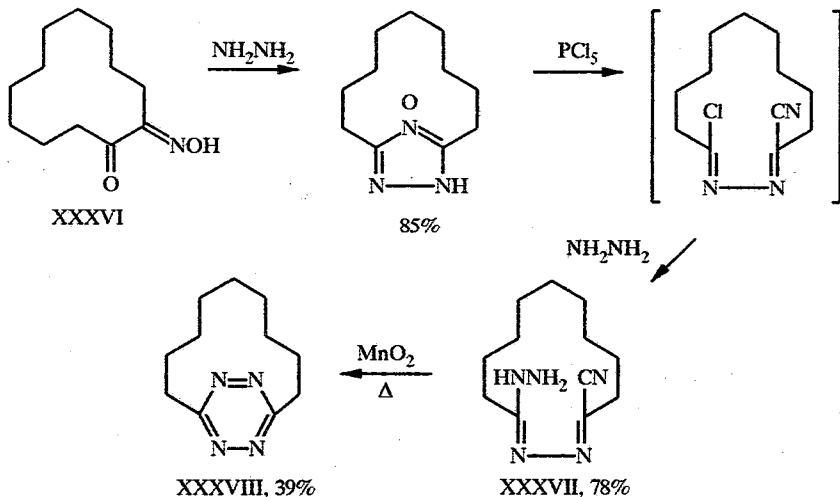
$Z = \text{NH}_2, \text{SH}; X = \text{NH}, \text{S}; n = 3, 4$

При связывании пиримидиновых колец в 2,2'-тетраметиленбис(6-хлор)-пурине (XXXIV) этилендиамином в условиях больших разбавлений образуется (2,2)(6',6')пуринофан XXXV.



В этом циклофане, в отличие от его изомеров XXXIII, пуриновые циклы связаны только через пиримидиновые фрагменты, соединенных по углеродным атомам, что представляет дополнительный интерес для спектроскопических исследований в качестве модельных соединений ДНК.

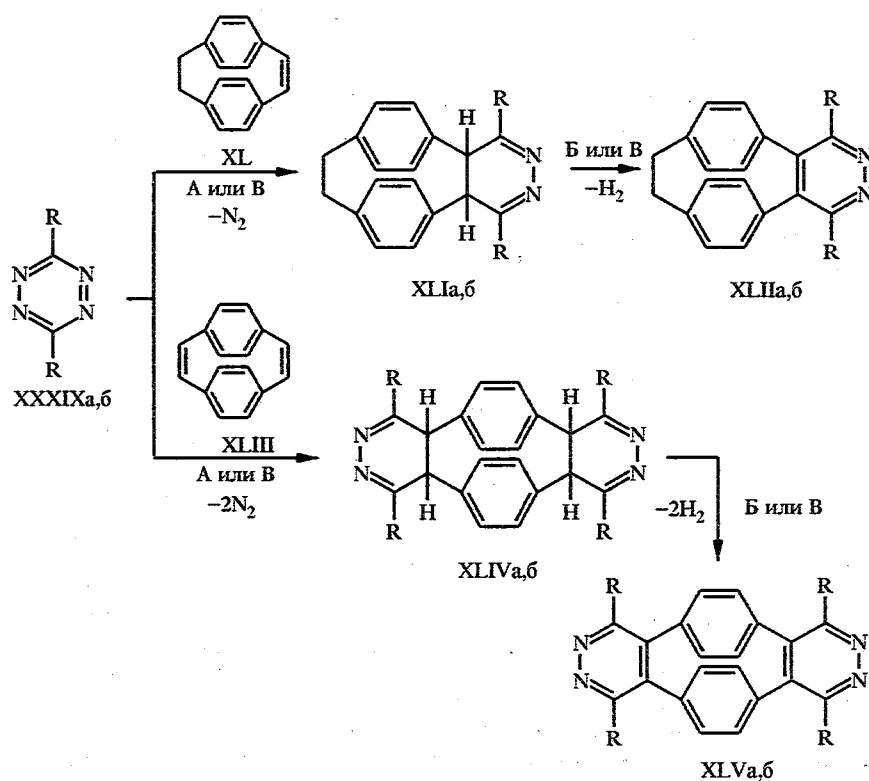
Описан только один представитель циклофанов тетразинового ряда — [9][3,6]-s-тетразинофан (XXXVIII), полученный в результате многостадийного синтеза исходя из монооксима циклододекан-1,3-диона (XXXVI). В последней стадии циклофан XXXVIII образуется с выходом 39% при нагревании с сильным окислителем ( $\text{MnO}_2$ ) цианогидразинодизащелочного XXXVII [29].



АЗИНОВЫЕ МАКРОЦИКЛЫ С АРОМАТИЧЕСКИМИ СТРУКТУРАМИ В СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЦЕПЯХ

В этом разделе рассматриваются макроциклы, в которых азиновые фрагменты соединены цепями, содержащими ароматические системы.

Известно, что многие азины являются синтонами в синтезе шестичленных азотсодержащих гетероциклов [30]. Гетеродиеновый синтез по реакции Дильса—Альдера называют «обращенным диеновым синтезом», так как в большинстве случаев происходит взаимодействие  $\pi$ -дефицитных азинов с  $\pi$ -избыточными диенофилами.



a R = CO<sub>2</sub>Me, б R = Ph;

Методы: А, CHCl<sub>3</sub>, 20 °С, 12 ч; Б, CHCl<sub>3</sub>, ДДБ, 20 °С, 2 ч; В, ксилол 140 °С, 48 ч

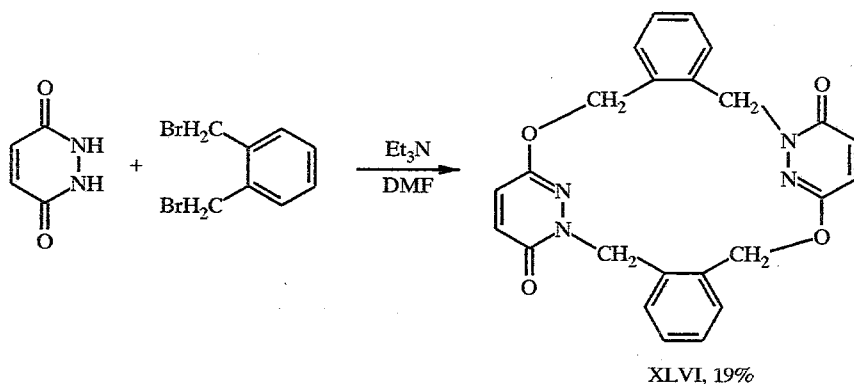
3,6-Дизамещенные 1,2,4,5-тетразины XXXIX, в которых содержится 2,3-дизаза-1,3-бутадиеновый фрагмент, взаимодействуют с [2,2]парациклофан-1-еном XL и [2,2]парациклофан-1,9-диеном XLIII в качестве диенофилов и образуют через первичные аддукты диенового синтеза XLI и XLIV пиридазиноаннелированные [2,2]парациклофаны XLII, XLV [31].

Первичные аддукты диенового синтеза XLIa и XLIVa легко образуются при взаимодействии диенофилов с тетразином XXXIXa (метод А) с выходами соответственно 85 и 80%. Наличие электроакцепторного заместителя увеличивает реакционную способность диена по схеме обращенного диенового синтеза Дильса—Альдера. Аддукты окисляются дихлордицианобензохиноном (ДДБ, метод Б) в пиридазиноаннелированные [2,2]парациклофаны XLIIa (91%) и XLVa (61%).



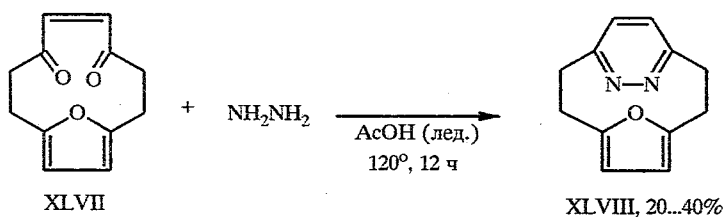
Только в более жестких условиях (метод В) тетразин XXXIX6 ( $R = Ph$ ) при взаимодействии с диенофилами в результате окисления кислородом воздуха промежуточных первичных аддуктов образует непосредственно пиридиноаннелированные [2,2]циклофаны XLII6 и XLV6 с выходами 80 и 33%.

Из гидразида малеиновой кислоты и  $\alpha,\alpha$ -дибром-*o*-ксилола в присутствии основания с незначительным выходом образуется полифункциональный макроцикл с пиридиновыми фрагментами XLVI [32].



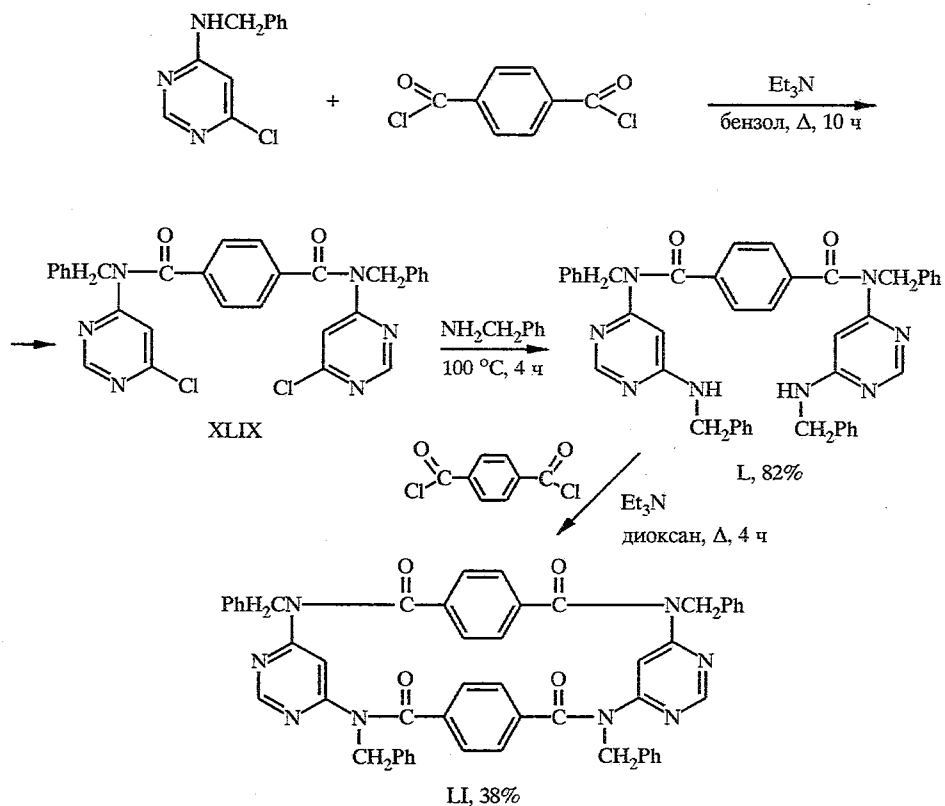
Макроцикл XLVI может иметь практическое значение благодаря тому, что в своей молекуле объединяет типы связей и группировки, находящиеся в краун-эфирах, криптандах и циклофанах.

В работе [33] приведен синтез [2,2](2,5)фурано(3,6)пиридинофана (XLVIII) из диоксофуранофана XLVII и гидразина.

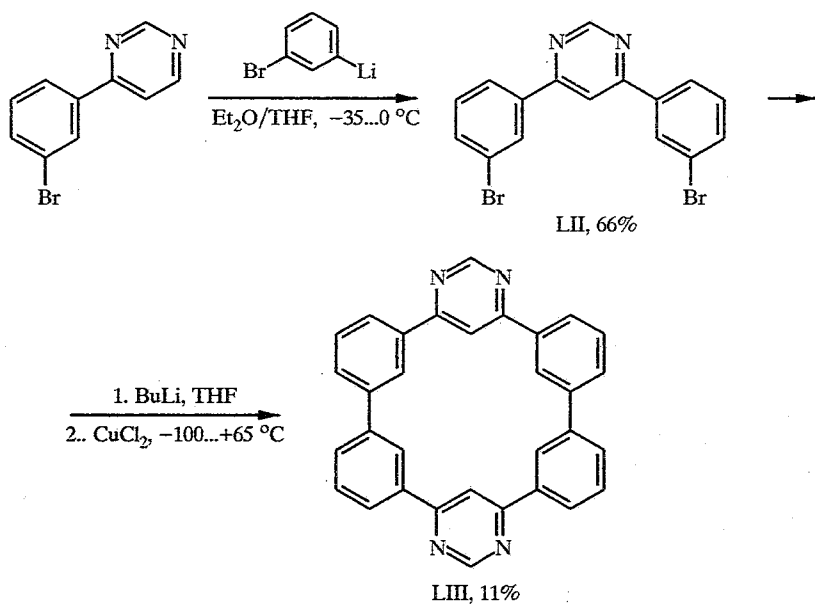


Макроцикл XLVIII является первым представителем [2,2]пиридинофанов. В контуре макроцикла содержатся  $\pi$ -избыточный и  $\pi$ -дефицитный фрагменты, что представляет интерес для изучения электронного взаимодействия между фурановым и пиридиновыми циклами спектроскопическими методами.

В публикации [34] описан синтез полифункционального макроцикла LI, в котором пиримидиновые фрагменты соединены ароматическими и амидными связями. Последние, по данным [2], обладают специфическими комплексообразующими свойствами. Синтез осуществлен по двухступенчатой схеме исходя из бензиламинопиримидинов и терефталойлдихлорида, что исключает необходимость проведения реакций в условиях больших разбавлений. Промежуточные  $N,N'$ -бис[(пиримидинил)(бензил)]диамида терефталевой кислоты XLIX и L получены с высокими выходами.



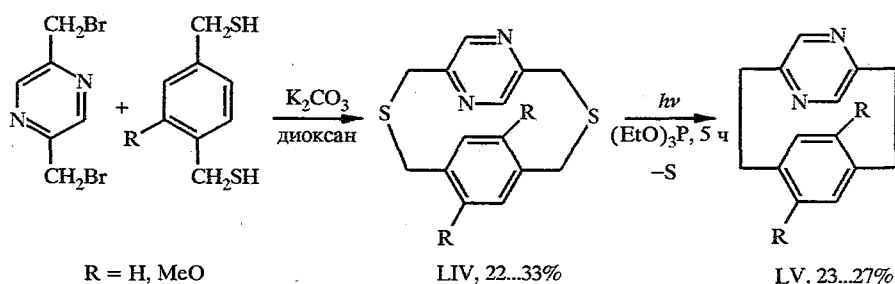
Относительная легкость образования конечного макроцикла (выход 38%) — тетраоксотетраза [2,2,2,2](4,6)пиримидинопарацicloфана LI объясняется, очевидно, «жесткой» конформацией исходного диамида L.



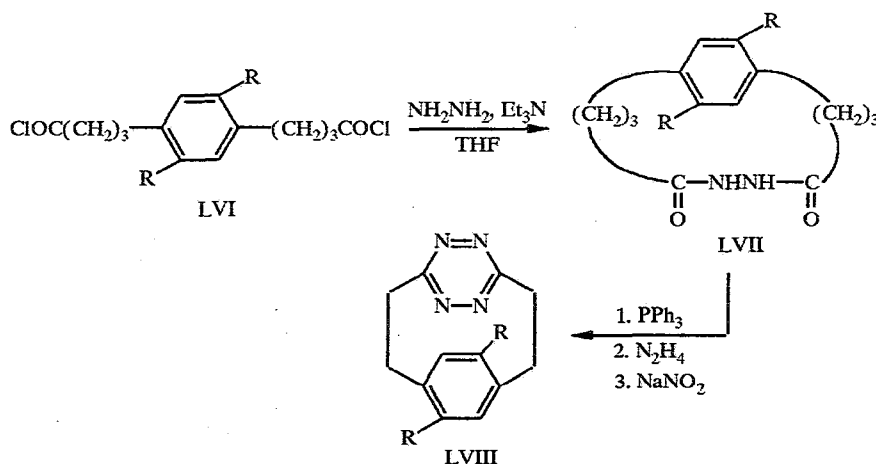
В литературе описан только один представитель макроциклов, в которых пиримидиновые фрагменты связаны бензольными циклами [35, 36]. Синтез основан на непосредственном литировании пиримидинового цикла по положениям 4 и 6.

Полученный тетраазагексафенилен LIII представляет интерес для исследований в качестве лиганда, благодаря наличию в контуре макроцикла донорных и акцепторных циклов, а также полости, способной включать целые нейтральные молекулы.

По мнению авторов работы [37], наличие в макроцикле электронодонорных и акцепторных фрагментов представляет интерес для биохимических исследований. Для этих целей были синтезированы пиазинопарациклофаны. При взаимодействии 2,5-бис(бромметил)пиазина с 1,4-бис(метилтио)бензолом образуются 5,8-диаза-2,11-дитиа [3,3]парациклофан (LIV), который при облучении ртутной лампой в растворе триэтилфосфита с выделением атомов серы превращается в 4,7-диаза [2,2]парациклофан (LV).



Для исследования трансаннулярного взаимодействия в циклических структурах в качестве модельных соединений были синтезированы 5,6,8,9-тетрааза [3,3]парациклофаны LVIII. В контуре макроцикла симметрично расположены *s*-тетразин как акцептор и бензол как донор электронов.

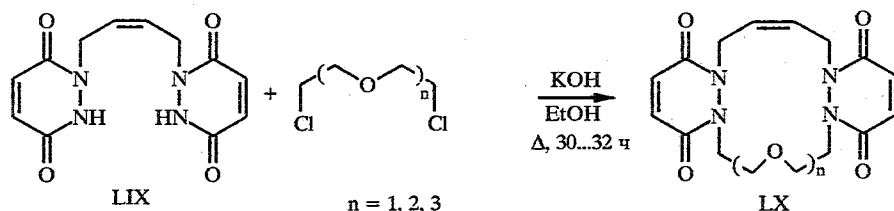


Исходные дихлорангидриды LVI циклизовали по методу больших разбавлений гидразином в растворе ТГФ с образованием 4,7-дикето-5,6-диаза(10)парациклофанов LVII, которые в результате сложных превращений образуют 5,6,8,9-тетрааза [3,3]парациклофаны LVIII с незначительными выходами: R = H (0,6%), R = OCH<sub>3</sub> (5%) [38].

## КРАУН-ЭФИРЫ С АЗИНОВЫМИ ФРАГМЕНТАМИ

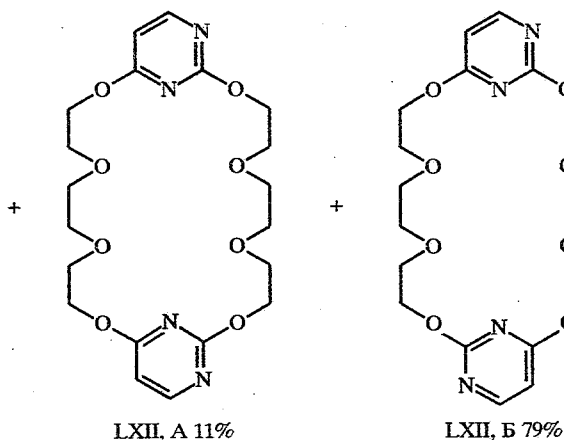
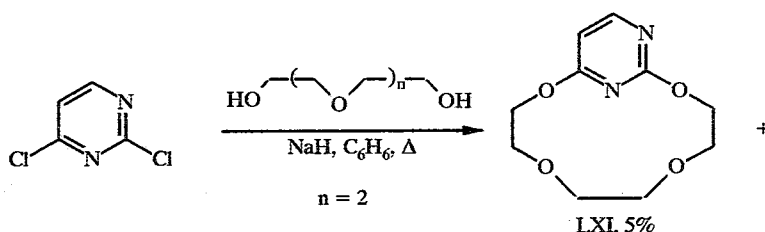
Введение в контур краун-эфиров азиновых фрагментов расширяет возможности их применения в науке и практике.

Для исследований биологической активности были синтезированы азакраунсоединения, содержащие пиридазиновые фрагменты в контуре [39]. Макроциклы LX были получены в результате циклоконденсации 1,4-ди(3,6-диоксопиридазинил-1)бутена-2 (LIX) с дихлоридами ди-, три- и тетраэтиленгликолей с выходами 29...75%.



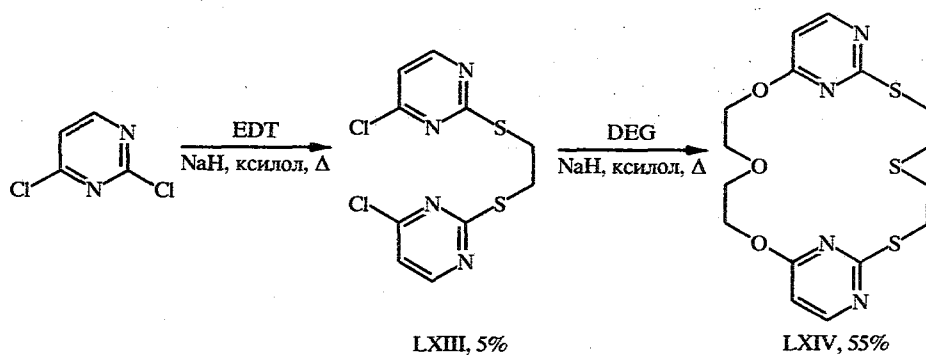
Пиримидинокраун-эфиры наряду с комплексообразующей способностью как аналоги бензокраун-эфиров представляют особый интерес для биологических испытаний.

В работах [40, 41] впервые описаны краун-эфиры, в которых содержатся пиримидиновые фрагменты, присоединенные в положениях 2 и 4.

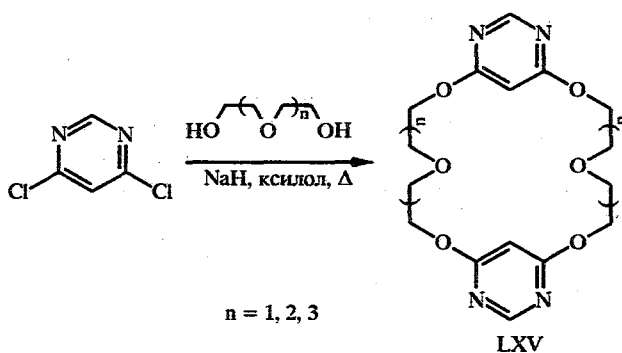


2,4-Дихлорпиримидин при взаимодействии с дианионом, генерируемым из триэтиленгликоля NaH, в бензольном растворе образует с незначительными выходами (1 : 1) пиримидинокраун-эфир LXI и (2 : 2) краун-эфиры LXII, выделенные в виде двух изомеров А и Б.

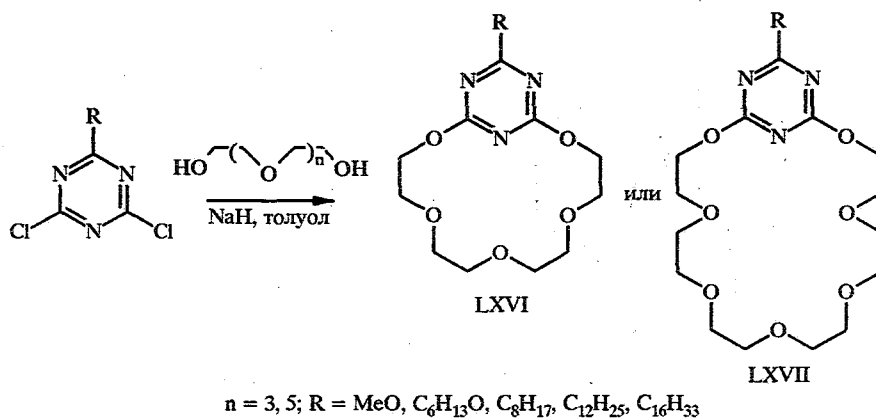
Получен также 2,4-пиримидинокраун-эфир LXIV со связями С—S и С—О. Гетероциклизация происходит при взаимодействии 2,4-дихлорпиримидина с анионами этандитиола (ЭДТ) и диэтиленгликоля (ДЭГ) через промежуточное соединение LXIII.



Аналогичным методом получены 4,6-пиримидинокраун-эфиры LXV при взаимодействии 4,6-дихлорпиримидина с ди-, три- и тетраэтиленгликолями в присутствии гидрида натрия с малыми выходами (3%) независимо от значения  $n$  или соответственно от размеров полученных макроциклов LXV [42].

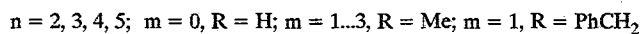
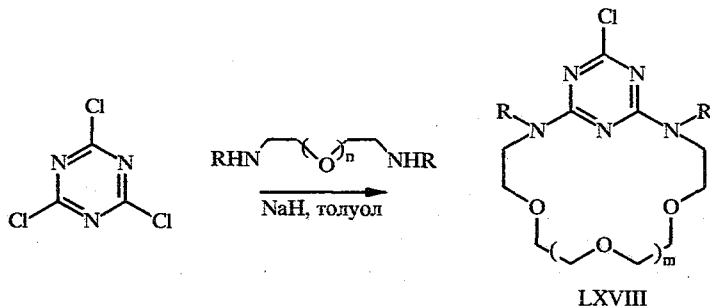


Для исследования в качестве поверхностно-активных катализаторов синтезирован ряд макроциклических краун-эфиров, содержащих 1,3,5-триазинный фрагмент в цикле [43]. При взаимодействии 2-алкил(или алкокси)-4,6-дихлоро-1,3,5-триазинов с тетра- или гексаэтиленгликолями  $\text{HO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$  ( $n = 4, 6$ ), образующих анионы с NaH, получают 4-замещенные 1,3,5-триазинокраун-эфиры LXVI и LXVII.

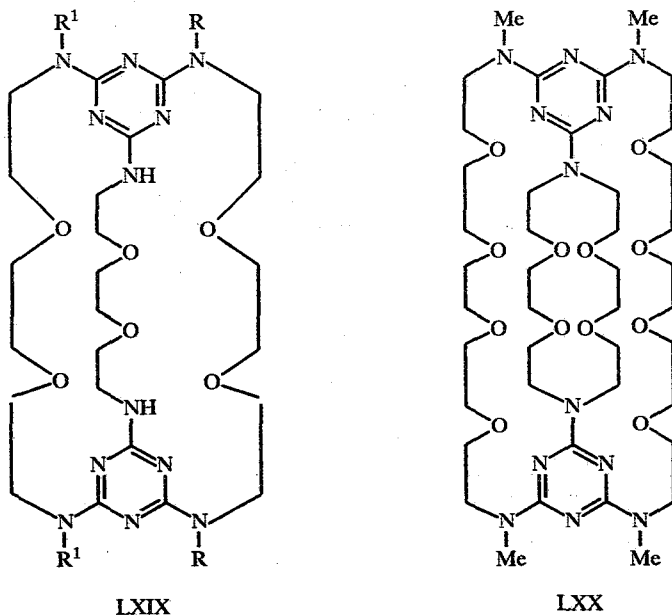


Характер заместителей в триазиновых циклах макроциклов LXVI и LXVII обеспечивает наличие необходимых для активности поверхностно-активных катализаторов липофильных центров.

Для изучения селективности при исследовании в качестве лигандов были синтезированы 6-хлор-1,3,5-триазинокраун-эфиры LXVIII при аминоллизе цианурхлорида диаминами олигоэтиленгликолей [44].



Описаны криптанты с 1,3,5-триазиновыми фрагментами в цикле (криптанты — краун-эфиры, содержащие третичные атомы азота в соединительных цепях). Криптанты LXIX и LXX получены аминоллизом 1,3,5-цианурхлорида  $\alpha, \omega$ -диаминоолигоэтиленгликолями или диазакраун-эфирами соответственно [45].



Металлокомплексы криптантов более устойчивы по сравнению с краун-эфирами и образование их более селективно.

Таким образом, приведенный в обзоре материал свидетельствует о том, что среди всех известных типов макроциклов имеются представители, содержащие в контуре азиновые фрагменты. Большое число работ опубликовано по пиримидино- и пуриномакроциклам. Это объясняется особым значением, которое имеют производные этих гетероциклов в биологии как оснований, входящие в состав цепей нуклеиновых кислот.

Наличие азиновых фрагментов в рассмотренных типах макроциклов расширяет диапазон их применения как в теоретических, так и практических работах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Newkome G. R., Sauer J. D., Roper J. M., Hager D. C. // Chem. Rev. — 1977. — Vol. 77. — P. 513.
2. Островская В. М., Дьяконова И. А. // ХГС. — 1987. — № 7. — С. 867.
3. Newkome G. R., Traunham J. G., Baker G. R. // Comprehensive Heterocyclic Chemistry / Eds. A. R. Katritzky, Ch. W. Rees. — Oxford: Pergamon Press, 1984. — Vol. 7. — P. 763.
4. Грагеров И. П. Краун-соединения в органическом синтезе. — Киев: Наукова думка, 1994. — 343 с.
5. Gassman P. G., Boardman G. S. // Tetrah. Lett. — 1989. — Vol. 30. — P. 4649.
6. Sakamoto T., Nishimura S., Kondo Y., Yamanaka H. // Heterocycles. — 1988. — Vol. 27. — P. 475.
7. Ried W., Nenninger H. // Chem.-Ztg. — 1987. — Bd 111. — S. 113; C. A. — 1988. — Vol. 108. — 37774.
8. Itahara T. // Chem. Lett. — 1993. — N 2. — P. 233.
9. Golankiewicz K., Skalski B. // Pol. J. Chem. — 1978. — Vol. 52. — P. 1365.
10. Koroniak H., Golankiewicz K. // Pol. J. Chem. — 1978. — Vol. 52. — P. 1567.
11. Швецов Ю. С., Ширшов А. Н., Резник В. С. // Изв. АН СССР. Сер. хим. — 1978. — № 9. — С. 2079.
12. Швецов Ю. С., Ширшов А. Н., Резник В. С. // Изв. АН СССР. Сер. хим. — 1976. — № 5. — С. 1103.
13. Eiermann U., Krieger C., Neugebauer F. A. // Chem. Ber. — 1990. — Bd 123. — S. 1885.
14. Михайлов А. С., Пашкуров Н. Г., Резник В. С. // Изв. АН СССР. Сер. хим. — 1982. — № 4. — С. 930.
15. Черкасов В. М., Дашевская Т. А., Кисиленко А. А. // ХГС. — 1980. — № 6. — С. 848.
16. Черкасов В. М., Дашевская Т. А. // Укр. хим. журн. — 1983. — Т. 49. — С. 1308.
17. Bell R. A., Hunter H. N. // Tetrah. Lett. — 1987. — Vol. 28. — P. 147.
18. Higuchi H., Mitsuoka M., Sakata Y., Misumi S. // Tetrah. Lett. — 1985. — Vol. 26. — P. 3849.
19. Шабарова З. А., Богданов А. А. Химия нуклеиновых кислот и их компонентов. — М.: Химия, 1978. — 580 с.
20. Doyama K., Hama F., Sakata Y., Misumi S. // Tetrah. Lett. — 1981. — Vol. 22. — P. 4101.
21. Doyama K., Hama F., Sakata Y., Misumi S. // Tetrah. Lett. — 1983. — Vol. 24. — P. 5253.
22. Doyama K., Higashii T., Seyama F., Sakata Y., Misumi S. // Bull. Chem. Soc. Jpn. — 1988. — Vol. 61. — P. 3619.
23. Sakata Y., Higuchi H., Doyama K., Higashii T., Mitsuoka M., Misumi S. // Bull. Chem. Soc. Jpn. — 1989. — Vol. 62. — P. 3155.
24. Hama F., Sakata Y., Misumi S. // Nucleic Acids Symp. Ser. — 1980. — N 8. — P. 131; C. A. — 1981. — Vol. 94. — 84087.
25. Hama F., Sakata Y., Misumi S. // Tetrah. Lett. — 1981. — Vol. 22. — P. 1123.
26. Hama F., Sakata Y., Misumi S. // Tetrah. Lett. — 1982. — Vol. 23. — P. 3061.
27. Seyama F., Akahori K., Sakata Y., Misumi S., Aida M., Nagata C. // J. Amer. Chem. Soc. — 1988. — Vol. 110. — P. 2192.
28. Akahori K., Hama F., Sakata Y., Misumi S. // Tetrah. Lett. — 1984. — Vol. 25. — P. 2379.
29. Beccalli E. M., Del Puppo M., Licando E., Marchesini A. // J. Heterocycl. Chem. — 1981. — Vol. 18. — P. 685.
30. Черкасов В. М., Капран Н. А. // ХГС. — 1992. — № 10. — С. 1299.
31. De Meijere A., Koenig B. // Helv. chim. acta. — 1992. — Vol. 75, N 3. — P. 901.
32. Лисицын В. Н., Салах Аль Хадж Омар, Краснокутский С. Н. // ЖОРХ. — 1993. — Т. 29. — С. 911.
33. Bezoari M. D., Paudler W. W. // J. Org. Chem. — 1980. — Vol. 45. — P. 4584.
34. Черкасов В. М., Графова И. А., Капран Н. А., Романенко Е. А. // ДАН УССР. Сер. Б. — 1989. — № 8. — С. 54.
35. Kauffmann T., Muke B., Otter R., Tigler D. // Angew. Chem. — 1975. — Bd 87. — S. 746.
36. Muke B., Kauffmann T. // Chem. Ber. — 1980. — Bd 113. — S. 2739.
37. Staab H. A., Appel W. K. // Lieb. Ann. Chem. — 1981. — N 6. — S. 1065.

38. *Neugebauer F. A., Fischer H.* // *Tetrah. Lett.* — 1986. — Vol. 27. — P. 5367.
39. *Вартанян С. А. Акопян Т. Р., Пароникян Е. Г., Пароникян Г. М.* // *Арм. хим. журн.* — 1981. — Т. 34. — С. 64.
40. *Newkome G. R., Nayak A., Otemaa J., Van.D. A., Benton W. H.* // *J. Org. Chem.* — 1978. — Vol. 43. — P. 3362.
41. *Redd J. T., Bradshaw J. S., Huszthy P., Izatt R. M.* // *J. Heterocycl. Chem.* — 1994. — Vol. 31. — P. 1047.
42. *Newkome G. R., Nayak A., Sorci M. G., Benton W. H.* // *J. Org. Chem.* — 1979. — Vol. 44. — P. 3812.
43. *Kuwamura T., Yoshida S.* // *Nippon Kagaku Kaishi.* — 1980. — P. 427; *C. A.* — 1980. — Vol. 93. — 28168.
44. *Lutze G., Graubaum H., Bartoszek M., Gruendemann S., Flatau S.* // *J. prakt. Chem. Chem.-Ztg.* — 1996. — Bd 338. — S. 564; *C. A.* — 1996. — Vol. 125. — 195627.
45. *Graubaum H., Tittelbach F., Lutze G.* // *J. prakt. Chem. Chem.-Ztg.* — 1995. — Bd 337. — S. 534; *C. A.* — 1996. — Vol. 124. — 146115.

*Институт биоорганической химии  
и нефтехимии НАН Украины, Киев 253660*

*Поступило в редакцию 14.05.98*