

Д. Д. Некрасов, А. С. Обухова

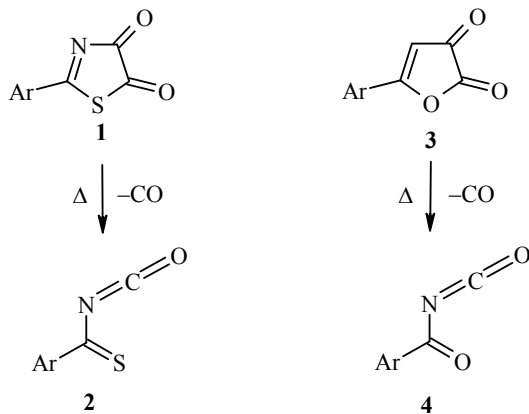
СИНТЕЗ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
2-ЗАМЕЩЕННЫХ ТИАЗОЛИН-4,5-ДИОНОВ

(ОБЗОР)

Рассмотрены способы получения 2-замещенных тиазолин-4,5-дионов и термолиз этих соединений в присутствии нуклеофилов и диенофилов.

Ключевые слова: азагетероциклы, 2-арилтиазолин-4,5-дионы, тиоароилизоцианаты, нуклеофильное присоединение, циклоприсоединение.

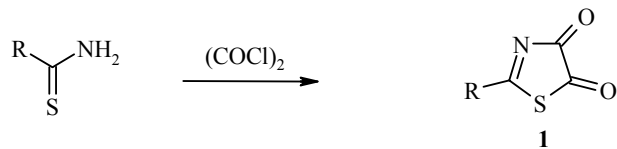
2-Замещенные тиазолин-4,5-дионы **1** в большинстве химических превращений образуют промежуточные тиоацилизоцианаты **2**, легко вступающие в реакции нуклеофильного присоединения и циклоприсоединения. Соединения **1** являются гетероаналогами 5-арил-2,3-дигидрофуран-2,3-дионов **3**, которые образуют другой тип ацилгетерокумуленов – ароилкетены **4**.



Несмотря на структурное сходство соединений **1** и **3**, их химические свойства имеют существенные отличия, связанные с особенностью термолиза, дециклизации и рециклизации обоих типов диоксогетероциклов [1]. Тиазолиндионы **1** впервые описаны в 1960 г. [2], а фурандионы **3** – в 1975 г. [3], однако, в отличие от последних [3, 4], о соединениях **1** до настоящего времени систематизированные данные отсутствуют. Дионы типа **1** лишь кратко упоминаются в обзорах при рассмотрении химических превращений ацилгетерокумуленов [5], азадиенов [6] и цианамидов [7].

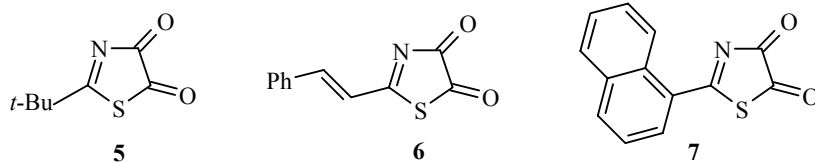
1. ПОЛУЧЕНИЕ ТИАЗОЛИН-4,5-ДИОНОВ

Первые представители тиазолин-4,5-дионов были получены с выходами 70–83% ацилированием тиоамидов (главным образом, арилтиоамидов) оксалилхлоридом в абсолютном ацетоне при $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ [2, 8–10].

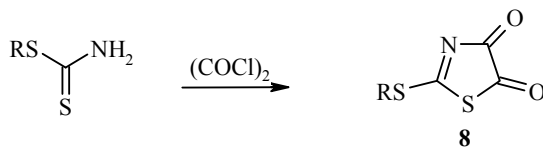


R = Ph, 4-MeC₆H₄ [2], 4-ClC₆H₄, 4-O₂NC₆H₄, 4-MeOC₆H₄, 4-Me₂NC₆H₄ [8],
2,4-Me₂C₆H₃, 2,4,6-Me₃C₆H₂ [9], Ph₂CH, Br, Ph(EtOCO)CH, EtOCOCH₂ [10]

Из *tert*-бутил-, стирил- и нафтилтиоамидов по аналогичной методике получены соответствующие 2-*tert*-бутил-, 2-стирил- [9] и 2-(1-нафтил)-тиазолин-4,5-дионы **5–7** [8].

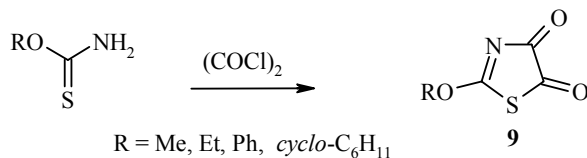


Амиды дитиокарбоновых кислот с оксалилхлоридом в хлороформе при $-15\text{--}20\text{ }^{\circ}\text{C}$ образуют 2-алкил(арил)меркаптотиазолин-4,5-дионы **8** [11].

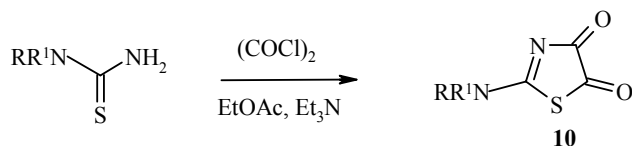


R (выход **8**, %): Me (15), PhCH₂ (86), Ph (87)

При получении 2-алк(фен, циклогекс)окситиазолин-4,5-дионов **9** вместо ацетона использовался метиленхлорид или дихлорэтан. Реакцию проводили при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ [12].

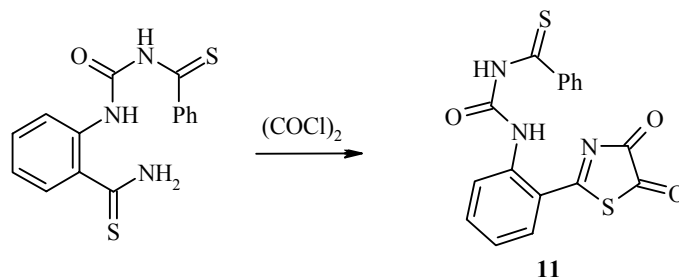


2-Аминозамещенные тиазолин-4,5-дионы **10** получают с хорошими выходами из N,N-дизамещенных тиомочевин в безводном этилацетате в присутствии триэтиламина при $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ [12].



R, R¹ или R+R¹ (выход **10**, %): Me, Me (50); Et, Et (71); (CH₂)₅ (73); Me, Ph (73); Et, Ph (73); Bu, Ph (65); Ph, Ph (75)

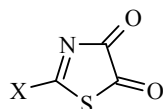
Из N-(2-тиокарбамоилфенил)-N'-тиобензоилмочевины в аналогичных условиях был получен с выходом 69% тиазолин-4,5-дион **11** [13].



2. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТИАЗОЛИН-4,5-ДИОНОВ

Наиболее информативными для 2-замещенных тиазолин-4,5-дионов являются ИК и УФ спектры.

Спектральные характеристики некоторых тиазолин-4,5-дионов

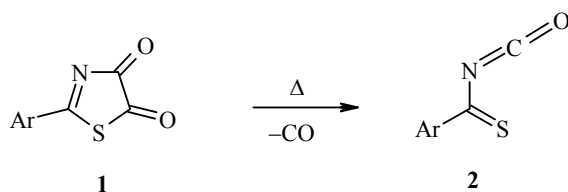


Соединение	X	ИК спектр, ν , см ⁻¹ (KBr)	УФ спектр, λ_{max} , нм (диоксан)	Литература
1	Ph	1730, 1745	209, 304	[8, 10]
	4-ClC ₆ H ₄	1726	310	[8]
	4-MeOC ₆ H ₄	1722	350	[8]
	4-Me ₂ NC ₆ H ₄	1694, 1722	450	[8]
	4-O ₂ NC ₆ H ₄	1730	290	[8]
8	MeS	–	420	[12]
9	MeO	1725, 1785	–	[12]
	EtO	1725, 1785	–	[12]
	PhO	1725, 1785	–	[12]
	<i>cyclo</i> -C ₆ H ₁₁ O	1725, 1785	–	[12]
	10	Me ₂ N	1705–1740	–
Et ₂ N		1705–1740	–	[12]
(CH ₂) ₅ N		1705–1740	325, 275	[12]
MePhN		1705–1740	–	[12]
EtPhN		1705–1740	325, 275	[12]
BuPhN		1705–1740	–	[12]
Ph ₂ N		–	340	[8]

3. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТИАЗОЛИН-4,5-ДИОНОВ

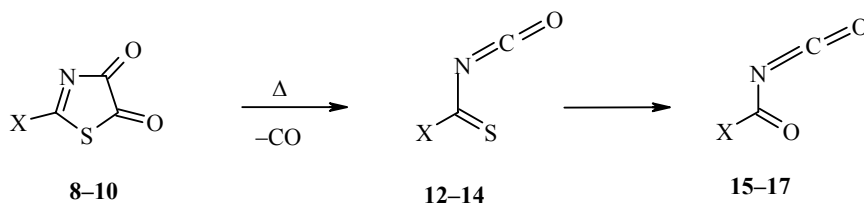
3.1. Термолиз с образованием тиоацилизоцианатов

Одно из характерных свойств тиазолин-4,5-дионов – способность при нагревании легко отщеплять оксид углерода с образованием соответствующих тиоацилизоцианатов **2**. Так, арилзамещенные соединения **1** при кипячении в толуоле, а также вакуумной возгонке или вакуумной перегонке превращаются в тиоарилизоцианаты **2** – нестабильные соединения, димеризующиеся при хранении [2, 8, 9].



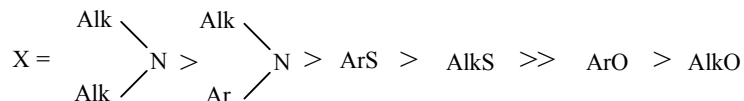
Ar = Ph, 4-MeC₆H₄ [2], 4-ClC₆H₄, 4-O₂NC₆H₄, 4-MeOC₆H₄,
4-Me₂NC₆H₄ [8], 2,4-Me₂C₆H₃, 2,4,6-Me₃C₆H₂ [9]

Из них наиболее устойчив тиобензоилизоцианат, раствор которого в толуоле может храниться до двух недель [13]. Получаемые из тиазолиндионов **8–10** тиоацилизоцианаты **12–14** при выдерживании при комнатной температуре склонны к изомеризации в ацилизотиоцианаты **15–17** [8, 11, 12].

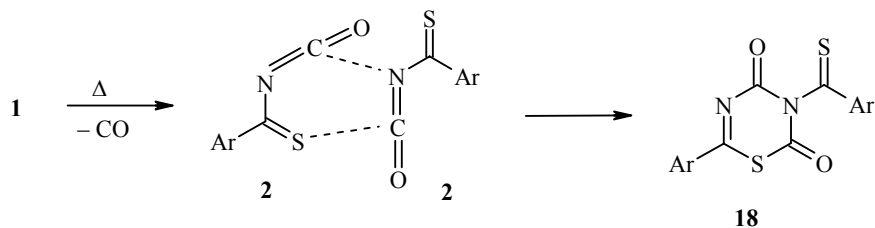


8, 12, 15 X = RS; **9, 13, 16** X = RO; **10, 14, 17** X = RR¹N;
8–10 R, R¹ см. выше (разд. 1)

Способность к изомеризации соединений **12–14** зависит от заместителя X и уменьшается в следующем ряду:

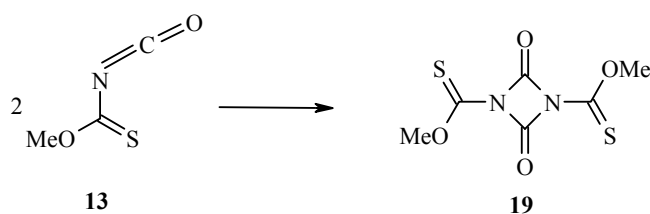


При нагревании без растворителя тиазолиндионов **1** в интервале 100–110 °С образующиеся изоцианаты **2** самопроизвольно димеризуются в замещенные 1,3,5-тиадиазин-2,4-дионы **18** [8].



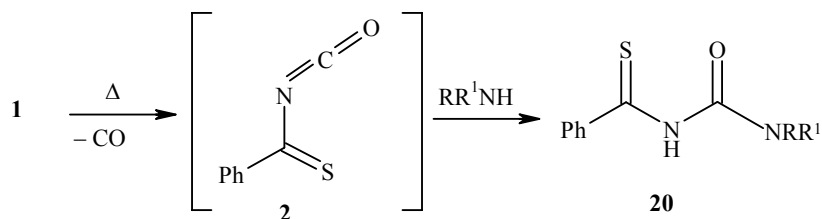
Ar = Ph, 4-ClC₆H₄, 4-MeOC₆H₄, α-нафтил, 4-Me₂NC₆H₄

Аналогично (без изомеризации) протекает димеризация соединений **12–14**, за исключением 2-метокситиоацилизоцианата **13** (X = MeO), который димеризуется по типу [2+2]-циклоприсоединения с образованием 1,3-диазетидин-2,4-диона **19** [12].



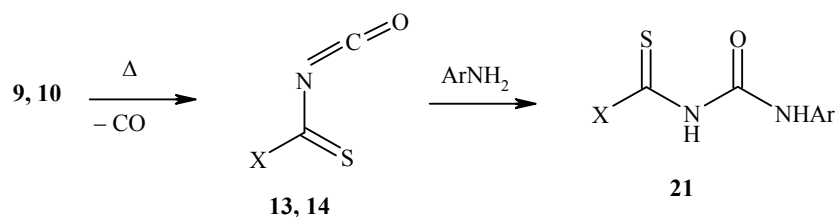
3.2. Термолиз в присутствии N-нуклеофилов

Наиболее изучены превращения тиазолиндионов, в которых участвуют нуклеофилы. Как уже было сказано выше, они протекают через образование промежуточных изоцианатов, которые реагируют *in situ* с N- или S-нуклеофилом. Так, при нагревании тиазолиндиона **1** (Ar = Ph) с различными первичными или вторичными аминами образующийся тиобензоилизоцианат **2** вступает в реакцию присоединения с этими нуклеофилами, что приводит с практически количественными выходами к мочевинам **20** [13].



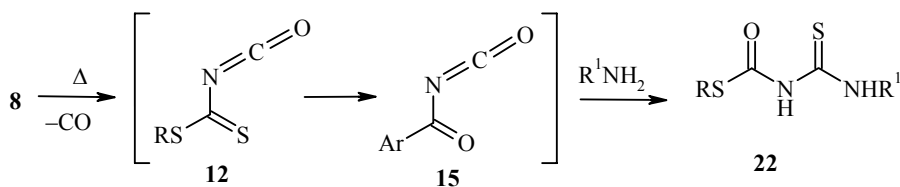
R = H, R¹ = Bu, *cyclo*-C₆H₁₁, Ph, 4-MeOC₆H₄, 2-O₂NC₆H₄, 2,4-(O₂N)₂C₆H₃, 2-NCC₆H₄, 4-H₂NC₆H₄, пиридил-2, 3-Ph-1,2,4-тиадиазолил-5, PhCO, PhCONH, PhCH=N; R+R¹ = (CH₂)₅; R = R¹ = Ph

Ароматические амины с изоцианатами **13**, **14**, получаемыми из тиазолиндионов **9**, **10**, образуют тиоацилмочевины **21** [12].



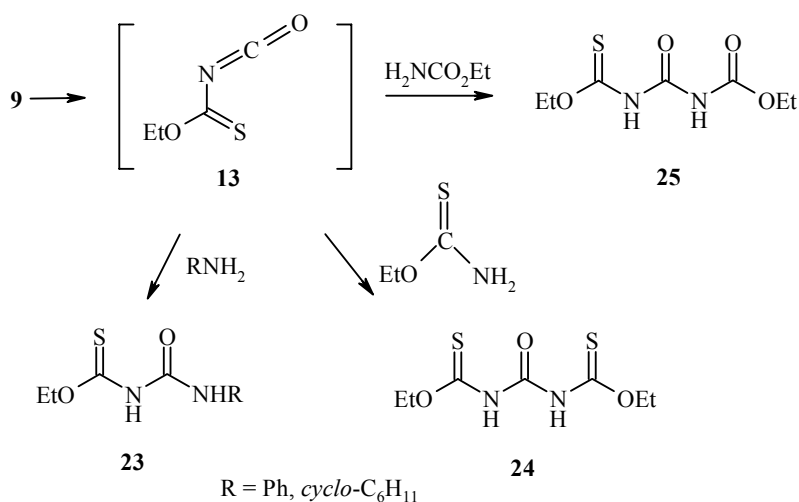
21 Ar = Ph, 4-O₂NC₆H₄; X см. **13**, **14** (разд. 3.1)

Термолиз тиазолиндионов **8** в присутствии анилина и некоторых его 4-замещенных приводит не к мочевинам, а к тиомочевинам **22** в связи с легкостью перегруппировки промежуточных меркаптотиокарбонилизоцианатов **12** в меркаптокарбонилизотиоцианаты **15** [11].

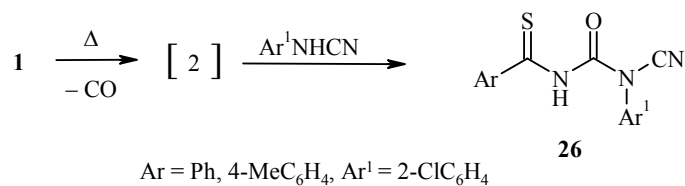


$\text{R}^1 = \text{Ph}, 4\text{-MeOC}_6\text{H}_4, 4\text{-O}_2\text{NC}_6\text{H}_4, 4\text{-NCC}_6\text{H}_4$

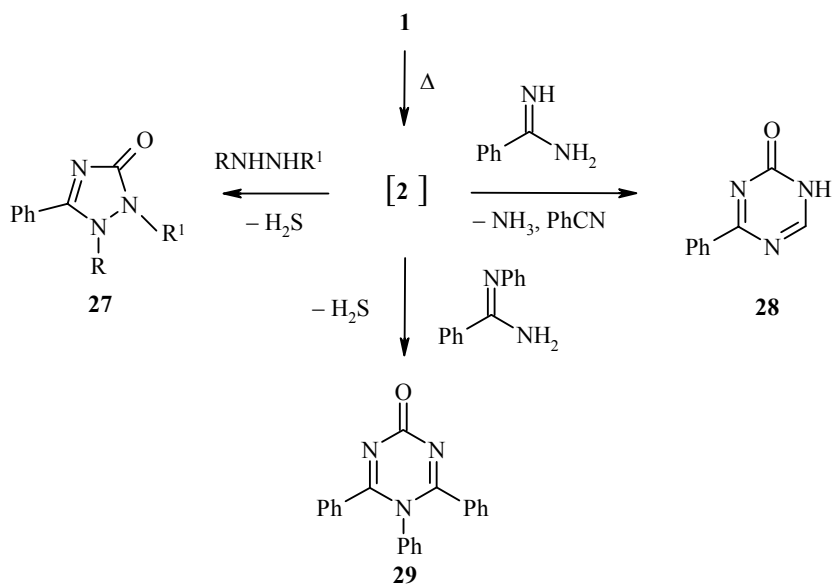
Этоксикарбонилизоцианат **13**, образующийся из диона **9**, реагирует с анилином, циклогексиламином, тиоамидом пропановой кислоты и этилкарбаматом с образованием соответствующих мочевины **23–25** [14].



Интересно отметить, что арилцианамиды реагируют с тиоароилизоцианатом не циано-, а аминогруппой с образованием соединений **26** [15].

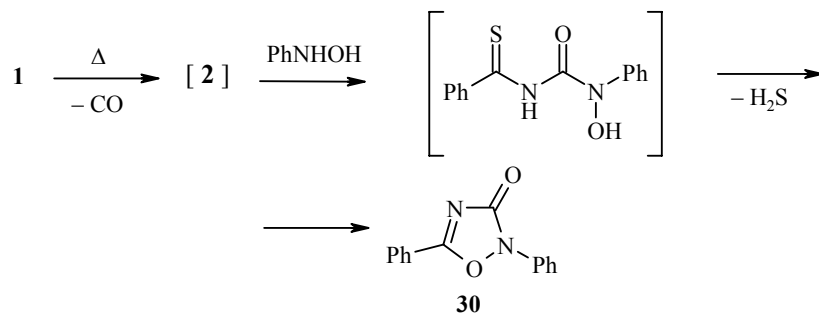


N,N'-Замещенные гидразины при нагревании с тиазолидиноном **1** (Ar = Ph) образуют 1,2,4-триазолонны **27**. В случае бензамидина и N-фенилбензамидина получены 1,3,5-триазины **28** и **29** соответственно [13]. Нуклеофильное присоединение к изоцианату **2** сопровождается выделением H₂S и циклизацией в случае гидразинов и N-фенилбензамидина, а в случае бензамидина – отщеплением H₂S и бензонитрила.

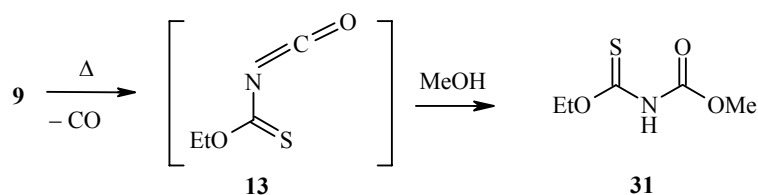


27 R, R¹ = H, H; H, Ph; Ph, H; Ph, Ph

Образование циклического продукта **30** с выделением H₂S сопровождается и присоединение фенилгидроксиламина к изоцианату **2** [16].

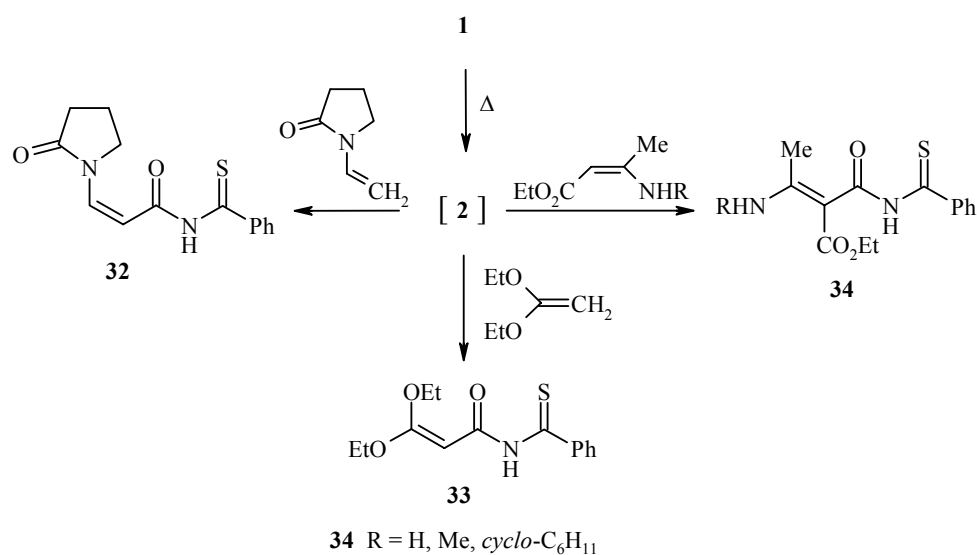


Кипячение в метаноле этоксизамещенного диона **9** приводит только к продукту нуклеофильного присоединения **31** с количественным выходом [14].

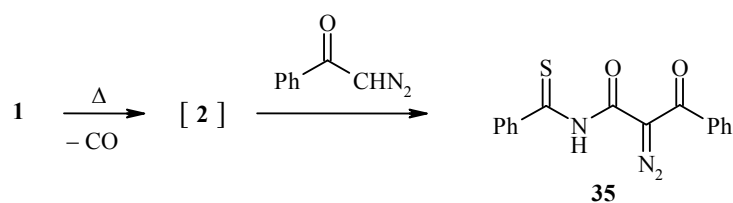


3.3. Термолиз в присутствии С-нуклеофилов

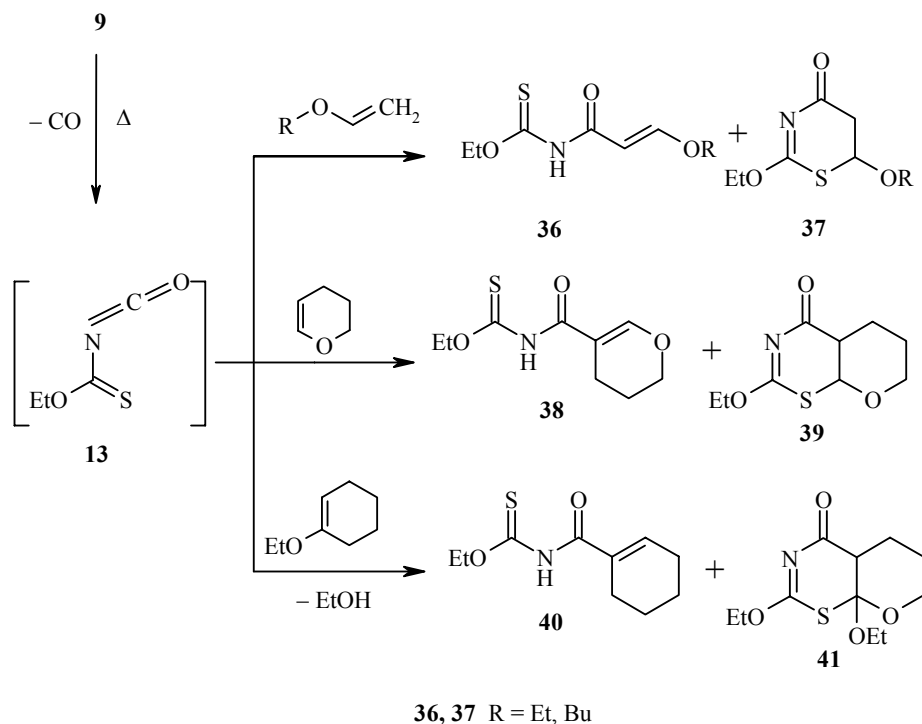
При термолизе тиазолиндииона **1** ($\text{Ar} = \text{Ph}$) в присутствии С-нуклеофилов, показанных на приведенной ниже схеме, также образуются продукты присоединения **32–34** [17].



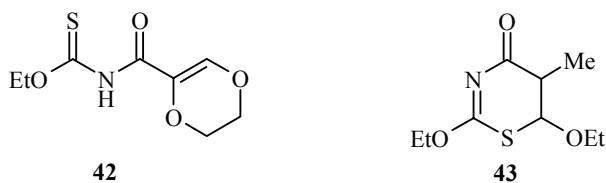
Интересно, что диазоацетофенон при взаимодействии с изоцианатом **2** ($\text{Ar} = \text{Ph}$) выступает в роли С-нуклеофила и реагирует с образованием соединения **35** [16].



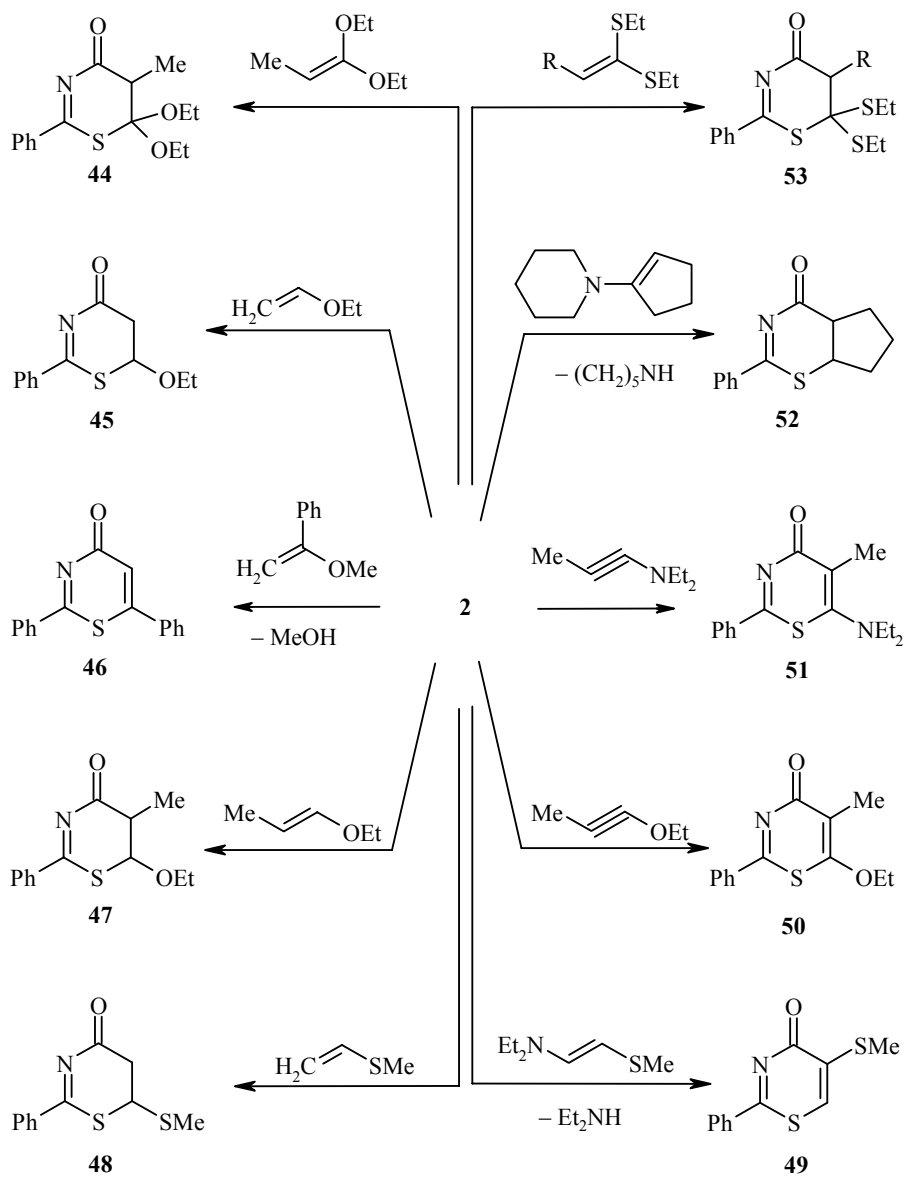
Этил- и бутилвиниловые эфиры, 3,4-дигидропиран и 1-этоксцикло-гексен взаимодействуют с этокситиокарбонилизоцианатом **13** одновременно как СН-нуклеофилы и диенофилы с образованием соединений **36–41** [18].



2,3-Дигидро-1,4-диоксин в этой реакции образует только продукт С-присоединения **42**, а 1-этокс-2-метилэтилен – продукт [4+2]-цикло-присоединения **43** [18].

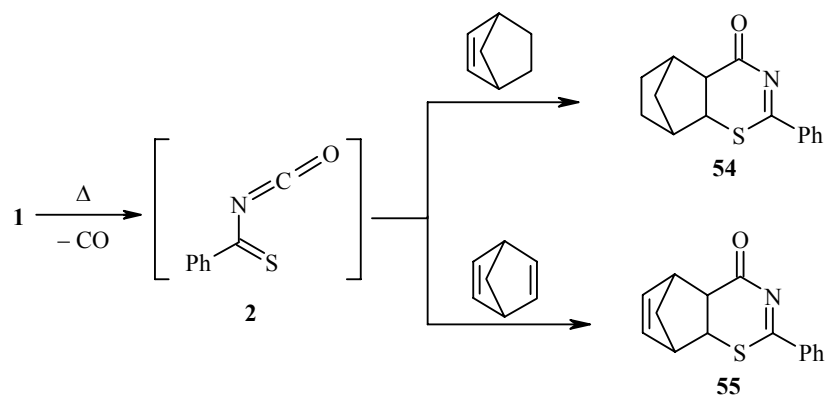


Многочисленные примеры подобного взаимодействия тиобензоил-изоцианата **2** с виниловыми эфирами и сульфидами, а также замещенными ацетиленами, приводящего к циклическим продуктам **44–53** приведены в работе [17, 18].

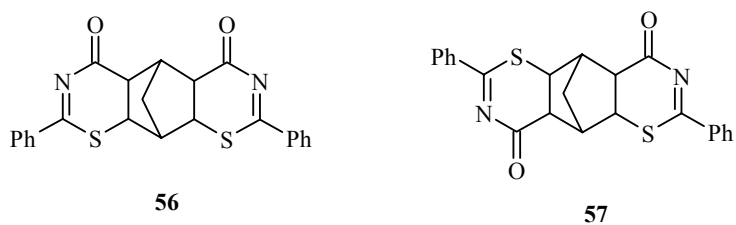


53 R = H, Me

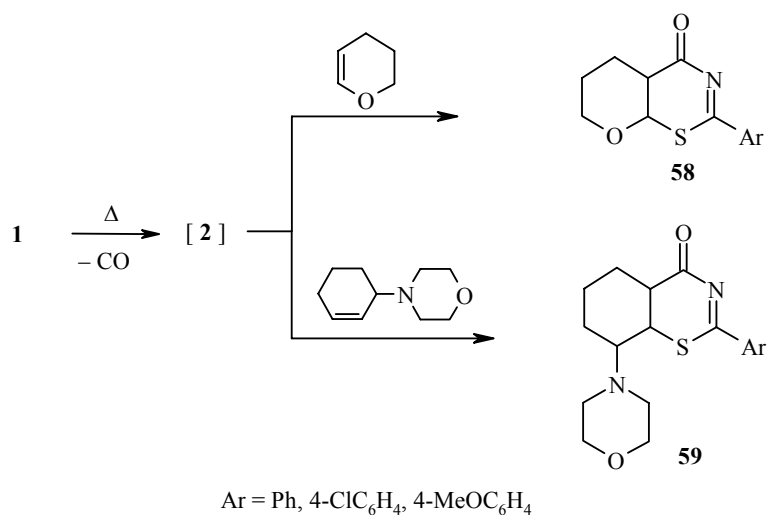
Норборнен и норборнадиен образуют циклоаддукты **54** [9, 20] и **55** соответственно [20].



При двукратном избытке норборнадиена получены изомеры **56** и **57** [20].



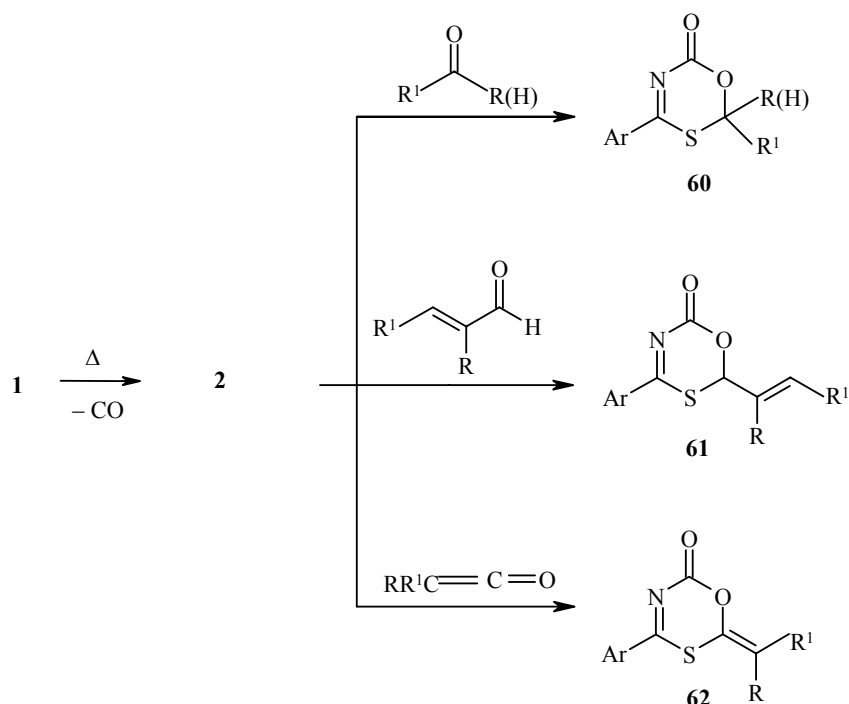
Аналогично вступают в реакцию [4+2]-циклоприсоединения с тиоароилизоцианатами **2** дигидропиран и морфолиноциклогексен с образованием тиазинонов **58** [14], **59** соответственно [9].



3.4. Термолиз в присутствии гетеродиенофилов

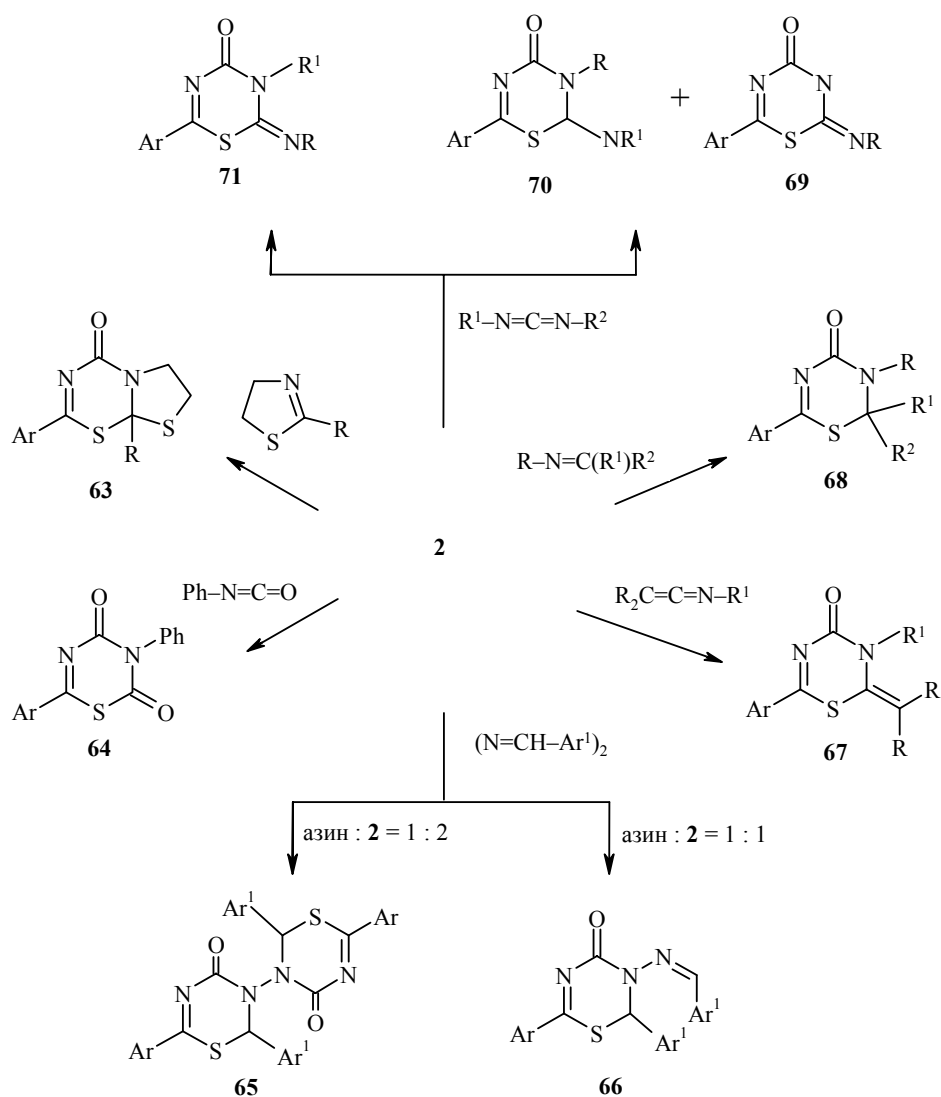
(циклоприсоединение по связям C=O, C=N, C≡N)

При термоллизе арилтиазолиндионов **1** в присутствии карбонильных соединений (альдегидов или кетонов) группа C=O последних участвует в качестве диенофила в реакции с образующимся изоцианатом **2**. Продуктами являются 1,3,5-оксатиазиноны **60** [21]. Аналогично по связи C=O взаимодействуют с изоцианатами **2** и непредельные альдегиды [22, 23], а также кетены [24], что приводит к 1,3,5-оксатиазинонам **61** и **62** соответственно.



60 R = H, R¹ = Et, Ph, 4-MeOC₆H₄, 4-Me₂NC₆H₄, 4-O₂NC₆H₄;
R = Me; R¹ = Me, Ph; R = Ph, R¹ = Ph, PhCO; **61** R = H, Me, R¹ = H, Ph;
62 R = 4-MeC₆H₄, 4-MeOC₆H₄, R¹ = Me, Ph

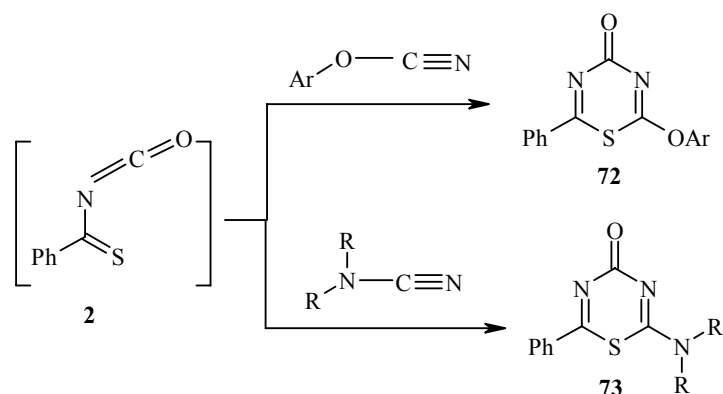
Гетерореакция Дильса–Альдера тиоароилизоцианатов **2** по связи C=N азометинов [9, 12, 25–28], карбодимидов [25, 27], кетениминов [24], азинов [28], изоцианатов [29], 4,5-дигидро-1,3-тиазолов [30] приводит к образованию 1,3,5-тиадиазинонов **63–71**.



2, 63–71 Ar = Ph, 4-ClC₆H₄, 4-MeOC₆H₄, 4-Me₂NC₆H₄, α-нафтил; 63 R = H, Me;
 65, 66 Ar¹ = Ph, 4-MeC₆H₄, 4-ClC₆H₄; 67 R = Me, Ph; R¹ = Me, 4-MeC₆H₄, 4-MeOC₆H₄;
 68 R = Ph, 4-MeOC₆H₄, *cyclo*-C₆H₁₁, R¹ = H, Me, Ph, 4-MeOC₆H₄, 4-O₂NC₆H₄,
 R² = H, Me, Ph; 69, 70 R = *cyclo*-C₆H₁₁, R¹ = Ph; 71 R = R¹ = *cyclo*-C₆H₁₁

В случае бензальдазинов при соотношении изоцианат:азин, 1:1, получены продукты **66**, а при двукратном избытке изоцианата – соединения **65** соответственно.

Связь C≡N участвует в циклоприсоединении с тиоарилизоцианатами при наличии в реагенте сильных электронодонорных групп. В реакцию были вовлечены эфиры циановой кислоты и дизамещенные цианамиды. В качестве продуктов реакции получены соответствующие 1,3,5-тиадиазиноны **72**, **73** с выходами 67–83% [31].



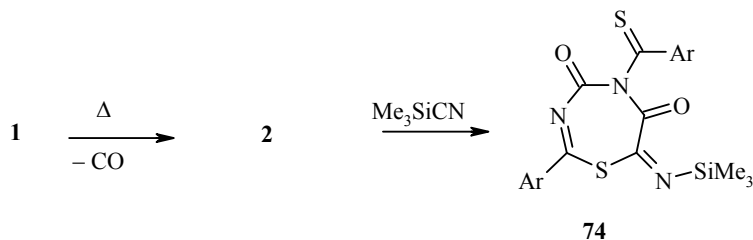
72 Ar = Ph, 4-MeOC₆H₄, 4-O₂NC₆H₄; 73 R = Me, Ph

Следует отметить, что, в отличие от диалкилцианамидов, арилцианамиды ведут себя в данной реакции как N-нуклеофилы (см. раздел 3.2).

Связь C≡N тиоцианатов, ди(алкоксикарбонил)цианамидов и галогенцианидов в реакцию циклоприсоединения с изоцианатом **2** не вступает [31].

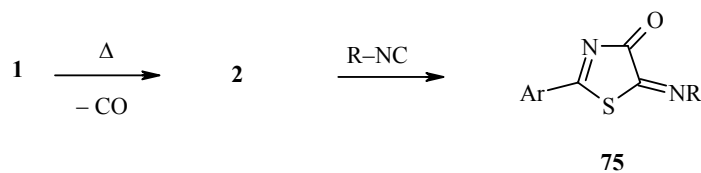
3.5. Другие реакции

При термоллизе дионов типа **1** в присутствии триметилсилилцианида образуются продукты **74**, включающие две молекулы промежуточного изоцианата **2** и молекулу указанного нитрила [32].



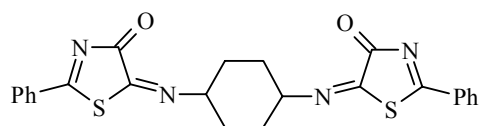
Ar = Ph, 4-ClC₆H₄, 4-MeOC₆H₄

Изонитрилы в реакциях с тиазолиндионами **1** образуют 5-имино-2-арилтиазолин-4-оны **75** [19, 29, 33].



Ar = R = Ph; Ar = Ph, R = 4-MeOC₆H₄, *cyclo*-C₆H₄;
Ar = α -C₁₀H₇, R = 4-MeOC₆H₄, *cyclo*-C₆H₄

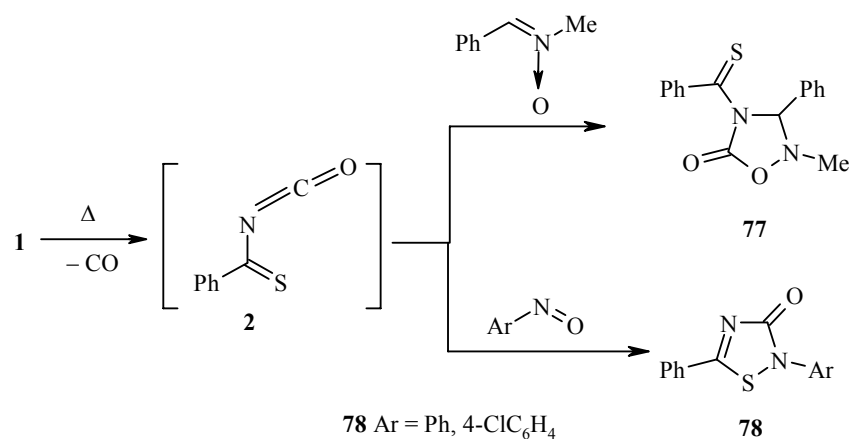
В случае 1,4-циклогексилдиизонитрила в аналогичной реакции с дионом **1** участвуют две группы C=N, что приводит к продукту **76** [34].



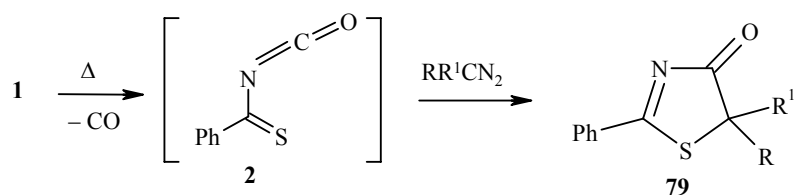
76

Каждая изонитрильная группа реагирует с промежуточным изоцианатом **2** по типу [1+4]-циклоприсоединения.

N-Метил-С-фенилнитрон вступает в реакцию [2+3]-циклоприсоединения с фенилтиазолиндионом с образованием 1,2,4-оксадиазолона **77**. С нитрозобензолом в данной реакции образуется 1,2,4-тиадиазолон **78** [16].

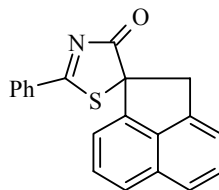


Термолиз дионов **1** в присутствии диазоалканов приводит к производным 4-тиазолона **79** [16].



79 R = H, Me, Ph; R¹ = Ph; R + R¹ = 2,2'-бифенилен

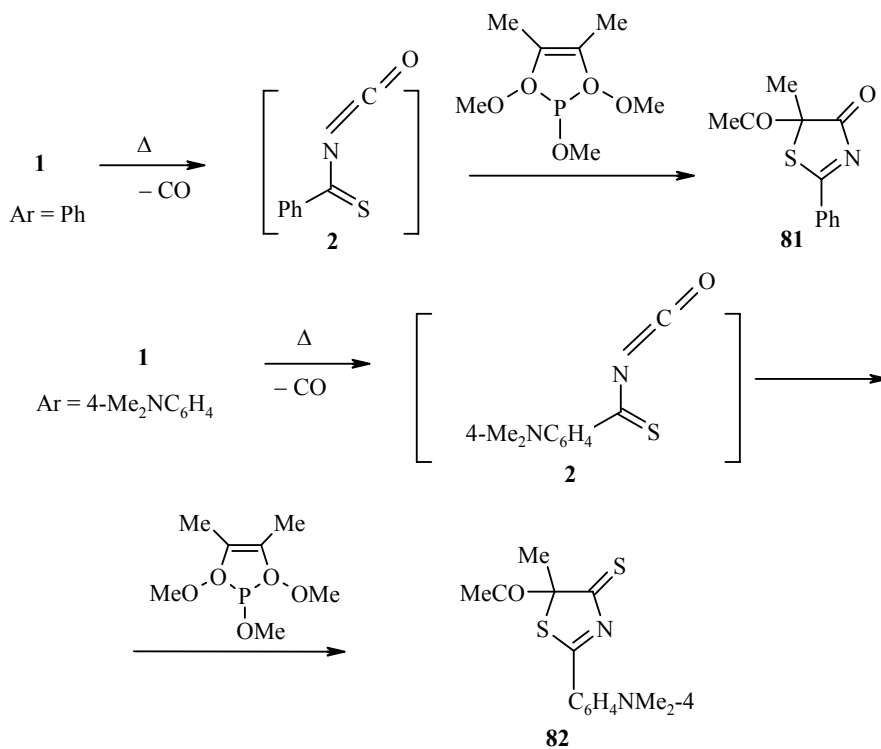
В случае фенилтиазолиндиона **1** и диазоаценафтена образуется спиро-соединение **80** [35].



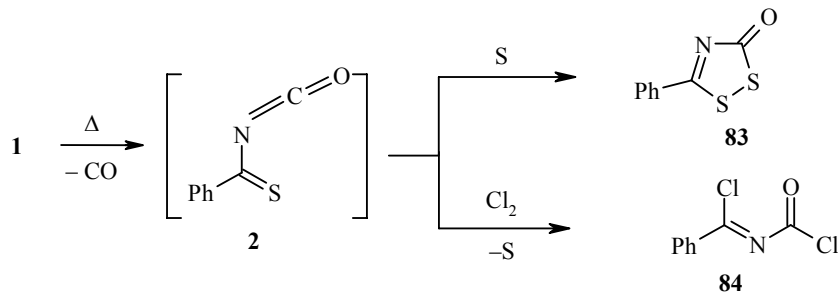
80

Выше было показано, что диазоацетофенон в тех же условиях реагирует как С-нуклеофил (см. разд. 3.3).

На реакцию тиазолиндионов **1** с 4,5-диметил-2,2,2-триметокси-2,2-дигидро-1,3,2-диоксафосфином влияют заместители во втором положении тиазолинового цикла. С фенильным заместителем образуется регио-изомер **81**, а с 4-(N-диметил)фенильным – **82** [36].

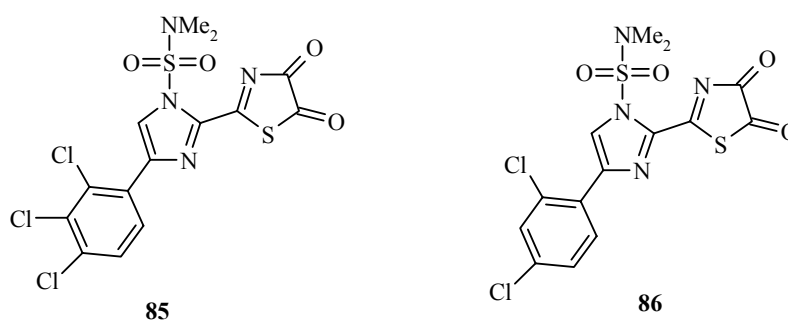


С серой [31] и хлором [37] тиазолиндион **1** (Ar = Ph) дает продукты **83** и **84** соответственно.

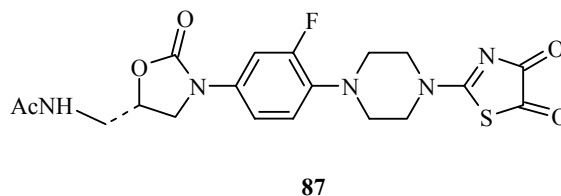


3.6 Некоторые аспекты практического использования тиазолин-4,5-дионов

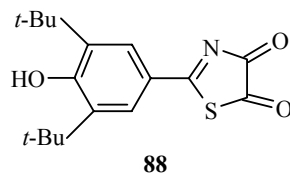
2-Замещенные тиазолин-4,5-дионы используются в качестве исходных реагентов в синтезе: а) 2-имино-4-тио(оксо)-5-полицикловинилазолинов, являющихся ингибиторами киназы P13 [38]; б) серусодержащих амидов дикарбоновых кислот, обладающих гипотензивной активностью [39]; в) фенилалкиламиноалкоксигетерильных соединений с антиишемическим эффектом [40]. Наряду с этим тиазолиндионы сами проявляют биологическую активность. Например, соединения **85** и **86** являются фунгицидами [41].



У тиазолин-4,5-диона **87** выявлена бактерицидная активность [42].



Соединение **88** обладает противосудорожным действием [43].



Таким образом, приведенные литературные данные по свойствам 2-замещенных тиазолин-4,5-дионов указывают на то, что они могут найти широкое применение в качестве исходных реагентов в синтезе гетероциклических соединений, в том числе биологически активных веществ [44–47].

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты 04-03-33024 и 04-03-96033).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Д. Д. Некрасов, в кн. *Азотистые гетероциклы и алкалоиды*. Под ред. В. Г. Карцева, Г. А. Толстикова, Иридиум-Пресс, Москва, 2001, т. 2, с. 217.
2. J. Goerdeler, H. Horstmann, *Chem. Ber.*, **93**, 671 (1960).
3. Д. Д. Некрасов, в кн. *История химии: область науки и учебная дисциплина*, Изд-во МГУ, Москва, 2001, с. 133.
4. Д. Д. Некрасов, *XTC*, 291 (2001). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **37**, 263 (2001)].
5. J. Goerdeler, *Forschungsbericht des Landes Nordrhein-Westfalen*, Opladen, 1977, № 2651, 2.
6. D. L. Boger, *Tetrahedron*, **39**, 2869 (1983).
7. Д. Д. Некрасов, *XTC*, 1155 (1994). [*Chem. Heterocycl. Comp.*, **30**, 997 (1994)].
8. J. Goerdeler, H. Schenk, *Chem. Ber.*, **98**, 2954 (1965).
9. J. Goerdeler, K. Nandi, *Chem. Ber.*, **114**, 549 (1981).
10. R. Neidlein, *Angew. Chem.*, **76**, 500 (1964).
11. H. Schenk, *Chem. Ber.*, **99**, 1258 (1966).
12. J. Goerdeler, K. Jonas, *Chem. Ber.*, **99**, 3572 (1966).
13. J. Goerdeler, H. Schenk, *Chem. Ber.*, **99**, 782 (1966).
14. J. Goerdeler, A. Schulze, *Chem. Ber.*, **115**, 1252 (1982).
15. Д. Д. Некрасов, в кн. *Кислород- и серусодержащие гетероциклы*, под ред. В. Г. Карцева, IBS Press, Москва, 2003, с. 161.
16. J. Goerdeler, R. Schimpf, *Chem. Ber.*, **106**, 1496 (1973).
17. J. Goerdeler, M.-L. Tiedt, K. Nandi, *Chem. Ber.*, **114**, 2713 (1981).
18. J. Goerdeler, A. Schulze, *Chem. Ber.*, **115**, 1259 (1982).
19. J. Goerdeler, K. Nandi, *Chem. Ber.*, **114**, 808 (1981).
20. R. Weis, *Chem. Ber.*, **100**, 685 (1967).
21. A. Schulze, J. Goerdeler, *Tetrahedron Lett.*, 221 (1974).
22. A. Schulze, J. Goerdeler, *Chem. Ber.*, **115**, 3063 (1982).
23. B. Klaus, P. Harald, *Chem. Ztg.*, **106**, 303 (1982).
24. J. Goerdeler, R. Schimpf, M.-L. Tiedt, *Chem. Ber.*, **105**, 3322 (1972).
25. O. Tsuge, M. Thashiro, *Chem. Pharm. Bull.*, **14**, 1055 (1966).
26. O. Tsuge, S. Kanemasa, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **45**, 2877 (1972).
27. O. Tsuge, K. Sakai, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **45**, 1534 (1972).
28. O. Tsuge, S. Kanemasa, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **45**, 3591 (1972).
29. J. Goerdeler, H. Schenk, *Chem. Ber.*, **98**, 3831 (1965).
30. O. Tsuge, S. Kanemasa, *Tetrahedron*, **18**, 4737 (1972).
31. J. Goerdeler, R. Weis, *Chem. Ber.*, **100**, 1627 (1967).
32. O. Tsuge, S. Urako, *Heterocycles*, **12**, 1319 (1979).
33. R. Neidlan, *Arch. der Pharm.*, **298**, 124 (1965).
34. R. Neidlan, *Angew. Chem.*, **76**, 500 (1964).
35. O. Tsuge, I. Shinaki, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **45**, 3657 (1972).
36. F. Ramires, V. A.V. Prasad, H. Bauer, *J. Phosphorus*, **2**, 185 (1973); *PЖХим.*, **1**, 348 (1975).
37. O. Tsuge, M. Yoshida, S. Kanemasa, *J. Org. Chem.*, **39**, 1226 (1974).

38. T. Rueckle, J. Shan, D. Churh, D. Covini, Pat. WO 2005011686, *Chem. Abstr.*, **142**, 219270 (2005).
39. В. Н. Куклин, Н. А. Анисимов, Л. В. Пастушенков, Б. А. Ивин, *Хим.-фарм. журн.*, **30**, № 3, 37 (1996).
40. W. Kehrbach, M. Mlinaric, D. Ziegler, R. Brueckner, W. Bielenberg, Pat. USA 5547967, *Chem. Abstr.*, **125**, 247807 (1996).
41. A. D. Buss, Ph. J. Dudfield, J. H. Parsons, Eur. Pat. 284277, *Chem. Abstr.*, **110**, 173232 (1989).
42. R. C. Gadwood, M. R. Barachyn, D. S. Toops, H. W. Smith, V. A. Vaillancourt. Pat. USA 5736545, *Chem. Abstr.*, **128**, 270612 (1998).
43. D. T. Connor, C. R. Kostlan, M. D. Mullican, M. W. Wilson, D. L. Flynn, P. Ch. Unangst, Eur. Pat. 371438, *Chem. Abstr.*, **113**, 231381 (1990).
44. R. I. Cremlyn, R. M. Ellam, S. Farouk, *Phosphorus, Sulfur and Silicon and the Related Elements*, **178**, 1931 (2003).
45. J. Schmeyers, G. Kaupp, *Tetrahedron*, **58**, 7241 (2002).
46. R. I. Cremlyn, R. M. Ellam, S. Farouk, *Phosphorus, Sulfur and Silicon and the Related Elements*, **161**, 213 (2000).
47. G. L'Abbe, W. Meutermans, M. Bruynseels, *Bull. Soc. Chim. Belg.* **95**, 1129 (1986); *Chem. Abstr.*, **107**, 96640 (1987).

Пермский государственный университет,
Пермь 614099, Россия
e-mail: kpibas@psu.ru

Поступило 06. 10. 2003
После доработки 09. 06. 2005