

**СИНТЕЗ И ПРЕВРАЩЕНИЯ НОВЫХ
ПИРАЗОЛО[5,1-С][1,2,4]ТРИАЗИНОВ
5¹. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СОЛЕЙ
ПИРАЗОЛ-3(5)-ДИАЗОНИЯ С ЕНАМИНОНАМИ**

А. А. Грачева, И. В. Леденева, Г. В. Шаталов, И. Э. Перелыгина

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 26.12.2014

Аннотация. Изучены реакции солей пиразол-3(5)-диазония с енаминонами, содержащими алифатические, алициклические, ароматические и гетероциклические фрагменты. Получена серия ранее не описанных 4*H*-пиразоло[5,1-с][1,2,4]триазинов.

Ключевые слова: соли пиразол-3(5)-диазония, енаминоны, пиразоло[5,1-с][1,2,4]триазины, гетероциклизация.

Abstract. Reactions of pyrazole-3(5)-diazonium salts with enaminones, containing aliphatic, alicyclic, aromatic and heterocyclic moiety, were studied. A series of not previously described 4*H*-pyrazolo[5,1-с][1,2,4]triazine was obtained.

Keywords: pyrazole-3(5)-diazonium salts, enaminones, pyrazolo[5,1-с][1,2,4]triazines, heterocyclization.

Конденсированные 1,2,4-триазины являются базовыми каркасными структурами для получения различных фармацевтических препаратов и агрохимикатов. Например, пиразоло[5,1-с][1,2,4]триазины привлекают пристальное внимание ученых в связи с их возможным фармакологическим применением в качестве противовирусных [5], противоопухолевых [6], противогрибковых [7], обезболивающих, противовоспалительных и жаропонижающих средств [8]. В литературе описаны несколько способов синтеза указанных гетероциклических систем. В их основе лежат реакции азосочетания солей пиразол-3(5)-диазония с различными β-кетоксидами, β-дикетонами, производными малоновой кислоты [9,10]; реакции 5-гидразинопиразолов с 1,2-дионами [11-15]; внутримолекулярные циклизации N-пиразол-5-илгидразонилгалогенидов [16] и некоторые другие [17,18].

Недавно установлено [19-25], что в качестве СН-активных компонентов в реакциях азосочетания с арендиазониевыми солями целесообразно использовать енаминоны. Последние представляют собой весьма перспективные реагенты в органическом синтезе, прежде всего, благодаря наличию в их структуре как электрофильного, так и нуклеофильного центров [26].

В настоящей работе представлены способы синтеза новых производных пиразоло[5,1-с][1,2,4]триазинов на основе реакций солей пиразол-3(5)-диазония с енаминонами различного строения.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Контроль индивидуальности реагентов и полученных соединений, качественный анализ реакционных масс осуществляли методом ТСХ на пластинках «Silufol UV-254» (Merck); элюенты – индивидуальные растворители (петролейный эфир, хлороформ, этилацетат, 2-пропанол) и их

© Грачева А. А., Леденева И. В., Шаталов Г. В., Перелыгина И. Э., 2015

* Сообщение 1-4 см. [1-4].

смеси в различных соотношениях. Проявление хроматограмм – в УФ-свете и парах йода. Спектры ЯМР ^1H снимали на приборе Bruker DRX500 (500.13 MHz) в DMSO-d_6 с внутренним стандартом Me_4Si . Элементный анализ на С, Н, N проводили на приборе Carlo Erba NA 1500.

Температуры плавления определяли на приборе Stuart SMP30.

Общая методика синтеза пиразоло[5,1-с][1,2,4]триазинов 4 а-л

К суспензии соответствующего-(5)-аминопиразола (1 ммоль) в воде (30 мл) добавляли раствор соляной кислоты (3.0 мл, $d = 1.19$ г/мл) и затем охлаждали до 0°C . К охлажденному раствору добавляли порциями кристаллический NaNO_2 (1 ммоль) в течение 15 минут при постоянном перемешивании. Свежеприготовленный раствор соли пиразол-3(5)-диазония **1** при 0°C вносили порциями при перемешивании в смесь, содержащую 1 ммоль енаминона **2а-л** в 15 мл EtOH (или AcOH) и 10 г насыщенного водного раствора AcONa . Реакционную массу оставляли на несколько часов при перемешивании, затем выпавший осадок отфильтровывали, промывали большим количеством воды и высушивали. Перекристаллизовывали из изопропилового спирта, уксусной кислоты и их смеси в соотношении 2:1.

Этил 4-оксо-4-(8-фенилпиразоло[5,1-с][1,2,4]триазин-3-ил)бутаноат (4а). Выход 62%, т. пл. $134\text{--}137^\circ\text{C}$, оранжевый порошок. Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д. (J , Гц): 1.20 (3H, т, $^3J=4.5$, OCH_2CH_3); 2.78–2.82 (2H, м, CH_2); 3.66–3.70 (2H, м, CH_2); 4.10 (2H, кв, $^3J=7.1$, OCH_2CH_3); 7.40–7.43 (1H, м, H Ar); 7.54–7.58 (2H, м, H Ar); 8.33 (2H, д, $^3J=9.3$, H Ar); 9.20 (1H, с, $\text{H}_{\text{пиразол}}$); 9.65 (1H, с, $\text{CH}_{\text{триаз}}$). Найдено, %: С 62.69; Н 5.32; N 17.28. $\text{C}_{17}\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_3$. Вычислено, %: С 62.57; Н 5.56; N 17.17.

1-(7-Метоксиметил-8-фенилпиразоло[5,1-с][1,2,4]триазин-3-ил)-4-метилпентан-1-он (4б). Выход 64%, т. пл. $110\text{--}112^\circ\text{C}$, оранжевый порошок. Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д. (J , Гц): 0.89–0.91 (4H, м, $(\text{CH}_2)_2$); 1.47–1.50 (2H, м, CH_2); 3.39 (6H, с, 2CH_3); 4.80 (1H, с, CH); 7.43–7.48 (1H, м, H Ar); 7.56–7.60 (2H, м, H Ar); 7.97 (2H, д, $^3J=7.9$, H Ar); 9.60 (1H, с, $\text{CH}_{\text{триаз}}$). Найдено, %: С 67.42; Н 6.60; N 16.58. $\text{C}_{19}\text{H}_{22}\text{N}_4\text{O}_2$. Вычислено, %: С 67.44; Н 6.55; N 16.56.

Этил 4-[8-(4-метоксифенил)-7-метилпиразоло[5,1-с][1,2,4]триазин-3-ил]-4-оксобутаноат (4в). Выход 72%, т. пл. $138\text{--}140^\circ\text{C}$, оранжевый порошок. Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д. (J , Гц): 1.20 (3H, т, $^3J=7.1$, OCH_2CH_3); 2.69 (1H, с, $\text{CH}_{\text{пиразол}}$); 2.75–

2.79 (2H, м, CH_2); 3.63–3.66 (2H, м, CH_2); 3.85 (1H, с, OCH_3); 4.09 (2H, кв, $^3J=7.1$, OCH_2CH_3); 7.14 (2H, д, $^3J=8.8$, H Ar); 7.83 (2H, д, $^3J=8.8$, H Ar); 9.51 (1H, с, $\text{CH}_{\text{триаз}}$). Найдено, %: С 61.82; Н 5.54; N 15.36. $\text{C}_{19}\text{H}_{22}\text{N}_4\text{O}_4$. Вычислено, %: С 61.61; Н 5.99; N 15.13.

1-[8-(4-Метоксифенил)-7-метилпиразоло[5,1-с][1,2,4]триазин-3-ил]-4-метилпентан-1-он (4г). Выход 73%, т. пл. $119\text{--}122^\circ\text{C}$, красные кристаллы. Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д. (J , Гц): 0.92–0.95 (6H, с, $(\text{CH}_3)_2$); 1.62–1.69 (4H, м, $(\text{CH}_2)_2$); 2.69 (3H, с, $\text{CH}_3_{\text{пиразол}}$); 3.36 (1H, с, CH); 3.85 (3H, с, OCH_3); 7.14 (2H, д, $^3J=8.8$, H Ar); 7.82 (2H, д, $^3J=8.8$, H Ar); 9.46 (1H, с, $\text{CH}_{\text{триаз}}$). Найдено, %: С 67.33; Н 6.05; N 17.22. $\text{C}_{19}\text{H}_{24}\text{N}_4\text{O}_2$. Вычислено, %: С 67.04; Н 7.11; N 17.22.

Циклопропил(7-метоксиметил-8-фенилпиразоло[5,1-с][1,2,4]триазин-3-ил)метанон (4д). Выход 89%, т. пл. $182\text{--}185^\circ\text{C}$, желтый порошок. Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д. (J , Гц): 1.22–1.29 (4H, м, CH_2); 2.55 (3H, с, OCH_3); 3.61–3.66 (2H, м, CH_2OCH_2); 7.41 (1H, т, $^3J=7.4$, H Ar); 7.56 (2H, т, $^3J=7.9$, H Ar); 8.34 (2H, д, $^3J=7.2$, H Ar); 9.20 (1H, с, CH); 9.69 (1H, с, $\text{CH}_{\text{триаз}}$). Найдено, %: С 65.85; Н 5.78; N 18.10. $\text{C}_{17}\text{H}_{16}\text{N}_4\text{O}_2$. Вычислено, %: С 66.22; Н 5.23; N 18.17.

(8-Фенилпиразоло[5,1-с][1,2,4]триазин-3-ил)-*n*-толуол-метанон (4е). Выход 87%, т. пл. $238\text{--}240^\circ\text{C}$, оранжевый порошок. Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д. (J , Гц): 2.75 (3H, с, Me); 7.35–7.38 (3H, м, H Ar); 7.50 (2H, т, $^3J=7.5$, H Ar); 8.15 (2H, д, $^3J=7.9$, H Ar); 8.30 (2H, д, $^3J=7.7$, H Ar); 8.94 (1H, с, $\text{CH}_{\text{пиразол}}$); 9.45 (1H, с, $\text{CH}_{\text{триазин}}$). Найдено, %: С 72.68; Н 4.40; N 17.77. $\text{C}_{19}\text{H}_{14}\text{N}_4\text{O}$. Вычислено, %: С 72.60; Н 4.49; N 17.82.

(4-Метоксифенил)-(8-фенилпиразоло[5,1-с][1,2,4]триазин-3-ил)-метанон (4ж). Выход 68%, т. пл. $180\text{--}182^\circ\text{C}$, оранжевый порошок. Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д. (J , Гц): 3.95 (3H, с, OMe); 7.05 (2H, д, $^3J=8.9$, H Ar); 7.35 (1H, т, $^3J=7.0$, H Ar); 7.50 (2H, т, $^3J=7.5$, H Ar); 8.26–8.32 (4H, м, H Ar); 8.98 (1H, с, $\text{CH}_{\text{пиразол}}$); 9.47 (1H, с, $\text{CH}_{\text{триазин}}$). Найдено, %: С 69.15; Н 4.20; N 16.92. $\text{C}_{19}\text{H}_{14}\text{N}_4\text{O}_2$. Вычислено, %: С 69.09; Н 4.27; N 16.96.

(3,4-Диметоксифенил)(7-метоксиметил-8-фенилпиразоло[5,1-с][1,2,4]триазин-3-ил)метанон (4з). Выход 75%, т. пл. $145\text{--}146^\circ\text{C}$, желтый порошок. Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д. (J , Гц): 3.40 (3H, с, $\text{OCH}_3_{\text{пиразол}}$); 3.84 (3H, с, OCH_3); 3.90 (3H, с, OCH_3); 4.81 (2H, с, CH_2OCH_3); 7.15 (1H, д, $^3J=8.5$, H Ar); 7.44–7.49 (1H, м, H Ar); 7.59 (2H, т, $^3J=7.8$, H Ar); 7.68 (1H, д, $^3J=1.8$, H Ar); 7.83 (1H, дд, $^3J=8.5$,

$^2J=1.9$, Н Ar); 8.00 (2H, д, $^3J=7.5$, Н Ar); 9.68 (1H, с, $\text{CH}_{\text{триаз}}$). Найдено, %: С 64.30; Н 4.96; N 13.80. $\text{C}_{22}\text{H}_{20}\text{N}_4\text{O}_4$. Вычислено, %: С 64.34; Н 4.98; N 13.85.

Фуран-2-ил[8-(4-метоксифенил)-7-метилпиразоло[5,1-с][1,2,4]триазин-3-ил]метанон (4и). Выход 87%, т. пл. 235-238 °С, темно-желтый порошок. Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д. (J , Гц): 2.71 (3H, с, CH_3 пиразол); 3.85 (3H, с, OCH_3); 6.88 (1H, д, $^3J=3.5$, CH); 7.16 (2H, д, $^3J=8.6$, Н Ar); 7.85 (2H, д, $^3J=8.6$, Н Ar); 8.11 (1H, д, $^3J=3.5$, CH); 8.20 (1H, с, CH); 9.60 (1H, с, $\text{CH}_{\text{триаз}}$). Найдено, %: С 64.43; Н 5.03; N 16.27. $\text{C}_{18}\text{H}_{16}\text{N}_4\text{O}_3$. Вычислено, %: С 64.28; Н 4.79; N 16.66.

(7-Метил-8-фенилпиразоло[5,1-с][1,2,4]триазин-3-ил)(тиофен-2-ил)метанон (4к). Выход 82%, т. пл. 178-180 °С, оранжевый порошок. Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д. (J , Гц): 2.65 (3H, с, Me); 7.36 (1H, т, $^3J=7.4$, Н Ar); 7.51 (2H, т, $^3J=7.5$, Н Ar); 7.67 (1H, неразр. д, $\text{CH}_{\text{тиофен}}$); 7.87 (2H, д, $^3J=7.6$, Н Ar); 8.36 (1H, неразр. д, $\text{CH}_{\text{тиофен}}$); 9.09 (1H, с, $\text{CH}_{\text{триазин}}$); 9.22 (1H, с, $\text{CH}_{\text{тиофен}}$). Найдено, %: С 62.80; Н 3.19; N 18.35. $\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{N}_4\text{OS}$. Вычислено, %: С 62.73; Н 3.29; N 18.29.

(7-Метил-8-фенилпиразоло[5,1-с][1,2,4]триазин-3-ил)(пиридин-4-ил) метанон (4л). Выход 89%, т. пл. 202-204 °С, оранжевый порошок. Спектр ЯМР ^1H , δ , м.д. (J , Гц): 2.73 (3H, с, Me); 7.45 (1H, т, $^3J=7.0$, Н Ar); 7.58 (2H, т, $^3J=7.4$, Н Ar); 7.73 (1H, д, $^3J=4.9$, $\text{CH}_{\text{пиридин}}$); 7.84 (1H, д, $^3J=5.0$, $\text{CH}_{\text{пиридин}}$); 7.93 (2H, д, $^3J=7.8$, Н Ar); 8.99 (1H, д, $^3J=4.6$, $\text{CH}_{\text{пиридин}}$); 9.50 (1H, с, $\text{CH}_{\text{триаз}}$); 9.61 (1H, д, $^3J=4.5$, $\text{CH}_{\text{пиридин}}$). Найдено, %: С 67.85; Н 3.60; N 23.30. $\text{C}_{17}\text{H}_{11}\text{N}_5\text{O}$. Вычислено, %: С 67.77; Н 3.68; N 23.24.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

С целью синтеза новых функциональных производных пиразоло[5,1-с][1,2,4]триазинов были проведены реакции пиразол-3(5)-дiazониевых солей с енаминонами, содержащими в своей структуре алифатические, алициклические, ароматические и гетероциклические фрагменты.

Установлено, что взаимодействие солей пиразол-3(5)-дiazония **1** с 1- R_2 -3-(N,N -диметиламино)пропен-2-онами **2 а-л** осуществляется по С-2 положению активированной С=С связи енаминонов и приводит к образованию яркоокрашенных, незамещенных в положении 4 пиразоло[5,1-с][1,2,4]триазинов **4 а-л** с высокими выходами (64-89%) (схема 1).

Самопроизвольная циклоконденсация промежуточных азосоединений **3А** в пиразолотриазины

4 а-л может проходить либо за счет прямого отщепления диметиламина (путь а), либо в результате нуклеофильной атаки эндоциклического N-атома пиразола на альдегидную группу, образующуюся при гидролизе енаминного фрагмента (интермедиат **3Б**) в основной реакционной среде (путь б). В связи с тем, что интермедиаты реакции выделены не были, судить о предпочтительном направлении циклизации не представляется возможным.

В спектрах ЯМР ^1H полученных пиразоло[5,1-с][1,2,4]триазинов наблюдаются сигналы 4H-протонов триазинового цикла в области $\delta \sim 9.09$ -9.69 м.д. и отсутствуют сигналы NH-протонов пиразольного кольца при 12-13 м.д. Структуры соединений **4 а-л** также подтверждены с помощью элементного анализа.

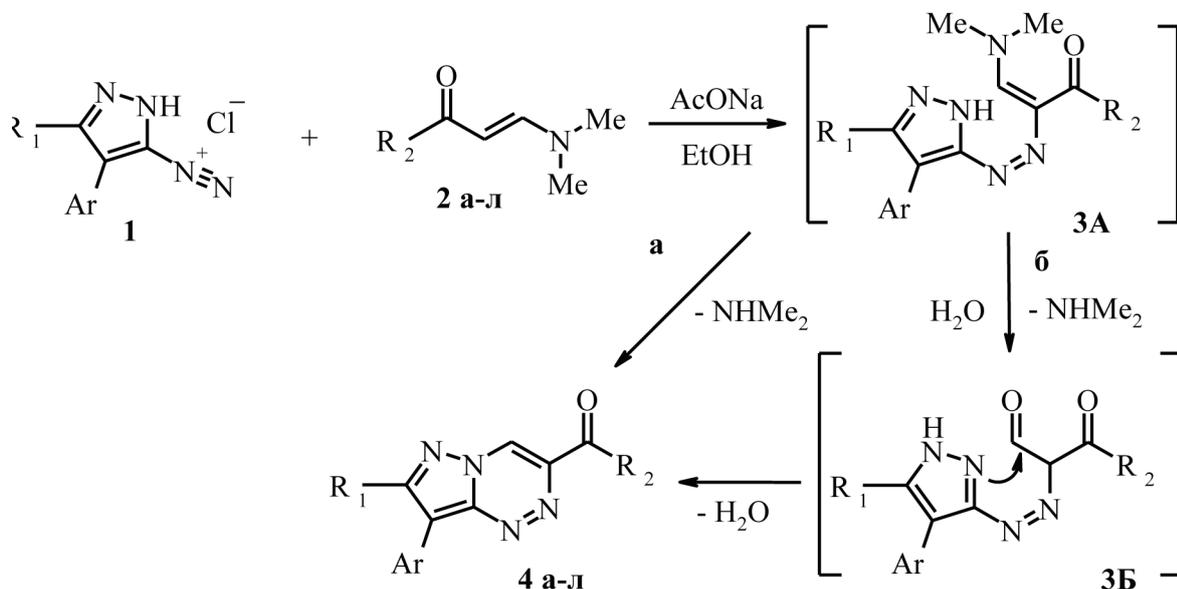
ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Показано, что енаминоны различного строения могут быть введены в реакции с солями пиразол-3(5)-дiazония с целью получения незамещенных в положении 4 производных пиразоло[5,1-с][1,2,4]триазинов. Последние могут быть использованы в качестве красителей, пестицидов и лекарственных препаратов.

Результаты получены в рамках выполнения работ по Постановлению Правительства РФ № 218 договор N 02.G25.31.0007 при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пиразол-3(5)-дiazониевые соли в синтезе новых пиразоло[5,1-с][1,2,4]триазинов / В.В. Диденко [и др.] // Изв. АН. Сер. хим. — 2009. — Т. 58, № 5. — С. 1008-1013.
2. Синтез и превращения новых пиразоло[5,1-с][1,2,4]триазинов. 2. Строение продукта взаимодействия пиразол-3(5)-дiazониевой соли с бензоилацетоном / В.В. Диденко [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. — 2010. — № 1. — С. 7-10.
3. Поданёва Н.В. Синтез и превращения новых пиразоло[5,1-с][1,2,4]триазинов. 3. Аннелирование пиридинового и пиримидинового циклов к *as*-триазинового фрагменту / Н.В. Поданева, И. В. Леденева, Х. С. Шихалиев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. — 2014. — №2. — Р. 33-36.
4. Синтез и превращения новых пиразоло[5,1-с][1,2,4]триазинов 4. Реакция Яппа-Клингемана в



	R ₁	R ₂	Ar
а	Me	(CH ₂) ₂ COOEt	4-MeOC ₆ H ₄
б	CH ₂ OMe	(CH ₃) ₂ CH(CH ₂) ₂	Ph
в	H	(CH ₂) ₂ COOEt	Ph
г	Me	(CH ₃) ₂ CH(CH ₂) ₂	4-MeOC ₆ H ₄
д	CH ₂ OMe	циклопропил	Ph
е	H	4-MeC ₆ H ₄	Ph
ж	H	4-MeOC ₆ H ₄	Ph
з	CH ₂ OMe	3,4-(MeO) ₂ C ₆ H ₃	Ph
и	Me	фурил	4-MeOC ₆ H ₄
к	Me	тиофенил	Ph
л	Me	пиридилил	Ph

синтезе 3-арилпиразолотриазин-4-аминов / Т. А. Кондаурова, И. В. Леденева, Х. С. Шихалиев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. — 2014. — № 3. — С. 24-27.

5. Pyrazole-related nucleosides. Synthesis and antiviral/antitumor activity of some substituted pyrazole and pyrazolo[4,3-*d*]-1,2,3-triazin-4-one nucleosides / S. Manfredini [et al] // J Med. Chem. — 1992. — Vol. 35. — P. 917.

6. Arden G. M. Action of tumour inhibitory pyrazolotriazines on *Klebsiella aerogenes*—I: Inhibition by 3,4-dimethylpyrazolo[3,2-*c*]-*as*-triazine and its antagonism by histidine / G. M. Arden, D. J. W Grant, M. W. Partridge // Biochemical Pharmacology. — 1970. — Vol. 19. — P. 57-69.

7. Tewari A. K. Synthesis and antifungal activity of 4-substituted-3,7-dimethylpyrazolo[3,4-*e*][1,2,4]

triazine / A. K. Tewari, L. Mishra, H. N. Verma // Indian Journal of Chemistry - Section B: Organic and Medicinal Chemistry. — 2002. — Vol. 41B. — P. 664-667.

8. Cytotoxic activity of some pyrazolo[4,3-*e*][1,2,4]triazines // Abd El-Samii Z. K. [et al] // Zhonghua Yaoxue Zazhi. — 1991. — Vol. 43. — P. 237. [CA 115, 247678x (1991)].

9. Partridge M.W. Pyrazolo-*as*-triazines. Part I. / M.W. Partridge, M.F.G. Stevens // J. Chem. Soc., Sec. C: Organic Chemistry. — 1966. — Part II. — P. 1127–1131.

10. Elnagdi M.H. Reactions with heterocyclic diazonium salts. II. Synthesis of some new pyrazolo[1,5-*c*]-*as*-triazines and 1,2,4-triazolo[1,5-*c*]-*as*-triazines / M.H. Elnagdi, M.R.H. Elmoghayar, S.M. Fahmy // Z. Naturforsch., Sec. B: Anorgan. Chemie, Organ. Chemie. — 1978. — Vol. 33, N. 2. — P. 216–219.

11. Gray E. J. Triazines and related products. Part 21. Cyclization of 3-amino-5-hydrazinopyrazole and 3-amino-5-hydrazino-1,2,4-triazole to Azolo-[5,1-с][1,2,4]triazines/E.J.Gray,H.N.E.Stevens,M.F.G.Stevens // *J. Chem. Soc. Perkin Trans I.* — 1978. — P. 885-888.
12. Reactions of 3-hydrazino-5-hydroxy-4-phenyl-azopyrazole with different reagents / A. M. Amer [et al] // *Journal of American Science.* — 2010. — Vol. 6, N. 10. — P. 889-892.
13. Ghozlan S. A. S. Studies with heterocyclic hydrazidic halides: new pyrazolo[5,1-с]-1,2,4-triazoles and pyrazolo[5,1-с][1,2,4]triazines / S. A. S. Ghozlan, E. A. A. Hfez, A. A. A. El Bannany // *Arch. Pharm.* — 1987. — Vol. 320, N 9. - P. 850-853.
14. Новый подход к синтезу азаурацилов и изоазацитозинон / Т. С. Шестакова [и др.] // *Известия акад. наук. Сер. Хим.* — 2006. — Т. 55, № 10. — P. 1993-2002.
15. Rady E. A. El. Efficient one pot synthesis of triazolotriazine, pyrazolotriazine, triazole, isoxazole and pyrazole derivatives / E. A. El. Rady // *Heterocyclic Communications.* — 2012. — Vol. 18, № 4. — P. 215-221.
16. Reactions with heterocyclic amidines. VI. Synthesis and chemistry of pyrazol-5-yl, and 1,2,4-triazol-5-ylhydrazonyl chlorides / M.H. Elnagdi [et al.] // *J. Heterocycl. Chem.* — 1980. — Vol. 17, № 2. — P. 209-212.
17. Reactions of 2-cyano-2-nitrosomethylbenzthiazole: one-pot synthesis of new polyfunctional pyrazine derivatives / F. Abd El Latif [et al] // *Phosphorus, Sulfur, Silicon Relat. Elem.* — 2002. — Vol. 177. — P. 2497-2505.
18. Barsy M. A. Fused Triazines *via* a tandem Wittig/Ring closure strategy: synthesis of pyrazolo[5,1-с]-1,2,4-triazines and 1,2,4-triazolo[5,1-с]-1,2,4-triazines / M. A. Barsy // *Journal of the Chinese Chemical Society.* — 2003. — Vol. 50. — P. 1189-1194.
19. Synthesis of some novel pyrazolo[1,5-а]pyrimidine, 1,2,4-triazolo[1,5-а]pyrimidine, pyrazolo[5,1-с][1,2,4]triazine and 1,2,4-triazolo[5,1-с]-1,2,4-triazine derivatives incorporating a thiazolo[3,2-а]benzimidazole moiety / H.A. Abdel-Aziz [et al.] // *J. Heterocycl. Chem.* — 2008. — Vol. 45, №. 4. — P. 1033-1037.
20. α -Enones in heterocyclic synthesis, Part I. Classical synthetic and environmentally friendly synthetic approaches to alkyl and acyl azoles and azines / M.A. Al-Shiekh [et al.] // *J. Chem. Res., Synopses.* — 2004. — Vol. 28, N. 3. — P. 174-179.
21. Shaaban M.R. An efficient single step synthesis of pyridazine, pyrazolo[5,1-с]-1,2,4-triazine, 1,2,4-triazolo[5,1-с]-1,2,4-triazine and 1,2,4-triazino[4,3-а]benzimidazole derivatives / M.R. Shaaban, T.S. Saleh, A.M. Farag // *Heterocycles.* — 2009. — Vol. 78, N. 3. — P. 699-706.
22. Abdelhamid A.O. Design and synthesis of some new pyrazolo[1,5-а]pyrimidines, pyrazolo[5,1-с]triazines, pyrazolo[3,4-д]pyridazines, and isoxazolo[3,4-д]pyridazines containing the pyrazole moiety / A.O. Abdelhamid, A. A. Fahmi, K. N. M. Halim // *Synthetic Communications.* — 2013. — Vol. 43. — P. 1101-1126.
23. Abdelhamid A.O. Convenient synthesis of some new pyrazolo[5,1-с]triazines, isoxazolo[3,4-д]pyrimidine and pyridine derivatives containing benzofuran moiety / A.O. Abdelhamid, A. A. Fahmi, A. A. M. Alshello // *European Journal of Chemistry.* — 2012. — Vol. 3, — 2. — P. 129-137.
24. Ионообменные свойства полиамидокислотных пленок с различной степенью имидизации / О.В. Дьяконова, В.В. Котов, В.Ф. Селемнев, В.С. Воищев // *Журнал физической химии.* — 1998. — Т. 72, № 7. — С. 1275-1279.
25. Медведева С. М. Получение и масс-спектрометрический анализ 5,6-дигидро-4*H*-пирроло[3,2,1-*ij*]хинолин-1,2-диона и 1,1'-(1,2-диоксоэтан-1,2-диил)бис-1,2,3,4-тетрагидрохинолина / С. М. Медведева и др. // *Сорбционные и хроматографические процессы.* — 2014. — Т. 14, Вып. 6. — С. 970-976.
26. Граник В.Г. Ацетали амидов и лактамов / В.Г. Граник. — М.: Вузовская книга, 2008. — 584 с.

Грачева Алена Александровна — студент кафедры органической химии; Воронежский государственный университет; тел.: (4732) 208-433; e-mail: chocd261@chem.vsu.ru

Gracheva Alena A. — student, organic chemistry department; Voronezh State University, 394006 Voronezh, Universitetskaya pl., 1. tel.: (4732) 208-433; e-mail: chocd261@chem.vsu.ru

Леденева Ирина Владимировна — старший научный сотрудник кафедры органической химии; Воронежский государственный университет; тел.: (4732) 208-433, e-mail: irairachem@yandex.ru

Шаталов Геннадий Валентинович — д.х.н., заведующий кафедрой высокомолекулярных соединений и коллоидов; Воронежский государственный университет; тел.: (4732) 208-433 e-mail: chocd261@chem.vsu.ru

Перельгина Инна Эльгуджевна — аспирант кафедры органической химии; Воронежский государственный университет; тел.: (4732) 208-433; e-mail: chocd261@chem.vsu.ru

Ledenyova Irina V. — senior researcher, organic chemistry department; Voronezh State University, 394006 Voronezh, Universitetskaya pl., 1. tel.: (4732) 208-433; e-mail: irairachem@yandex.ru

Shatalov Gennady V. — professor, Head of macromolecular compounds and colloids department; Voronezh State University, 394006 Voronezh, Universitetskaya pl., 1. tel.: (4732) 20-89-56; e-mail: chhml158@main.vsu.ru

Perelygina Inna E. — Postgraduate student, organic chemistry department; Voronezh State University; e-mail: chocd261@chem.vsu.ru