



UDK: 547.789;547.778;547.222–224.

Dilrabo BOBODO'STOVA,

O'zR FA akademik S.Yunusov nomidagi o'simlik moddalari kimyosi instituti tayanch doktoranti

E-mail: dilrabo.bobodustova97@gmail.com

Asqar ABDURAZAKOV,

O'zR FA akademik S.Yunusov nomidagi o'simlik moddalari kimyosi instituti Laboratoriya mudiri, t.f.d., yetak.i.x

Dilnoza ISMAILOVA,

O'zR FA akademik S.Yunusov nomidagi o'simlik moddalari kimyosi instituti, katta ilmiy xodimi, PhD

E-mail: d.jalilova@mail.ru

O'zMU dotsenti v.b, PhD G.Azimova taqrizi asosida

SYNTHESIS AND REACTIVITY OF NEW 1,2,4-TRIAZOLE AND 1,2,4-TRIAZOLE-THIAZIDINE DERIVATIVES

Annotation

In this study, the synthesis, reactivity, and structural features of 1,2,4-triazole and 1,2,4-triazole-thiazidine derivatives were investigated. The research demonstrated that N-acyl-1,3,4-oxadiazole derivatives are efficiently converted into 1,2,4-triazole compounds in the presence of hydrazine hydrate, yielding the products in high amounts. In addition, various N-acyl derivatives were synthesized based on the molecule 4-(6-phenyl-7H-[1,2,4]-triazolo[3,4-b][1,3,4]thiazin-3-yl)aniline, which exhibits antiepileptic activity. The structures of the synthesized compounds were confirmed using ^1H NMR and IR spectroscopic techniques. These newly obtained compounds show high bioactivity and significant pharmacological potential, and are considered promising candidates for further investigation of antibacterial, antifungal, and other biological activities. The results contribute to the development of new directions in pharmaceutical chemistry and biochemical research.

Keywords: 1,2,4-triazole derivatives, 1,3,4-oxadiazole, hydrazine hydrate, N-acylation, triazole-thiazidine, biological activity, acylation reactions, nitrogen-containing heterocycles, IR spectrum, ^1H NMR, synthesis, reactivity.

СИНТЕЗ И РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ НОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ 1,2,4-ТРИАЗОЛА И 1,2,4-ТРИАЗОЛ-ТИАЗИДИНА

Аннотация

В данной работе были изучены синтез 1,2,4-триазолов и производных 1,2,4-триазол-тиазидина, их реакционная способность и структура. В результате исследований было установлено, что N-ацил-1,3,4-оксадиазазолы в присутствии гидразингидрата с высоким выходом превращаются в производные 1,2,4-триазола. Кроме того, на основе молекулы 4-(6-фенил-7H-[1,2,4]-триазол-[3,4-b]-[1,3,4]-тиазин-3-ил)анилина, обладающей противоэпилептической активностью, были синтезированы различные N-ацильные производные. Строение соединений подтверждено методами ЯМР ^1H и ИК-спектроскопии. Синтезированные соединения обладают высокой биоактивностью и фармакологическим потенциалом, рассматриваются как перспективные вещества для исследования их антибактериальной, противогрибковой и другой биологической активности. Полученные результаты способствуют развитию новых направлений в фармацевтической химии и биохимических исследованиях.

Ключевые слова: производные 1,2,4-триазола, 1,3,4-оксадиазазол, гидразингидрат, N-ацилирование, триазол-тиазиндин, биологическая активность, реакции ацилирования, азотсодержащие гетероциклы, ИК-спектр, ЯМР ^1H , синтез, реакционная способность.

YANGI 1,2,4-TRIAZOL VA 1,2,4-TRIAZOL-TIAZIDIN HOSILALARINING SINTEZI VA REAKSION QOBILIYATI

Annotatsiya

Ushbu ishda 1,2,4-triazol va 1,2,4-triazol-tiazidin hosilalari sintezi, ularning reaksiya qobiliyati va tuzilishi o'rganildi. Tadqiqotlar natijasida N-atsil-1,3,4-oksadiazol hosilalari gidrazin gidrat ishtirokida yuqori unum bilan 1,2,4-triazol hosilalariga aylantirildi. Shuningdek, epilepsiyaga qarshi faoliyat ko'rsatadigan 4-(6-fenil-7H-[1,2,4]-triazol-[3,4-b]-[1,3,4]-tiazidin-3-il)anilin molekulasi asosida turli N-atsil hosilalari sintez qilindi. Birikmalar ^1H YaMR va IQ spektral usullari yordamida tuzilishi tasdiqlandi. Sintez qilingan birikmalar yuqori biofaollik va farmakologik potensialga ega bo'lib, ularning antibakterial, zamburug'larga qarshi va boshqa biologik faolliklari uchun istiqbolli modda sifatida qaraladi. Ushbu natijalar farmatsevtik kimyo va biokimyoviy tadqiqotlarda yangi yo'nalishlarni rivojlantirishga xizmat qiladi.

Kalit so'z: 1,2,4-triazol hosilalari, 1,3,4-oksadiazol, gidrazin gidrat, N-atsillanish, triazol-tiazidin, biologik faollik, atsillanish reaksiyalari, azot tutuvchi geterotsikllar, IQ spektr, ^1H NMR, sintez, reaksiya qobiliyat.

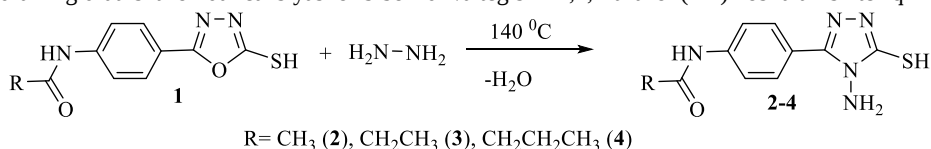
Kirish. Zamonaviy farmatsevtika tarmog'ida samarali va xavfsiz dori vositalarini yaratishga qaratilgan izlanishlar jadal davom etmoqda. Bu jarayonda geterotsiklik birikmalar, xususan 1,2,4-triazol hosilalari alohida e'tibor qozonmoqda. Avvalo, antimikrob rezistentlikning tez sur'atlarda o'sishi mavjud dori vositalarining samaradorligini sezilarli darajada pasaytirmoqda. Natijada bakterial va zamburug'li infeksiyalarni davolashda qo'llanilayotgan an'anaviy terapevtik yondashuvlar ko'plab hollarda kutilgan klinik natijani bermaydi. Yangi avlod antimikrob vositalarini ishlab chiqish, davolash strategiyalarini takomillashtirish bugungi tibbiyotning eng dolzarb vazifalaridan biri hisoblanadi [1]. Hozirda ko'plab tadqiqotlar turli biologik faol birikmalarni sintez qilish va ularning farmakologik xususiyatlarini baholashga yo'naltirilgan.

Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili. 1,2,4-Triazollar - bu besh a'zoli, ikki azot va bitta uglerod atomini o'z ichiga olgan geterotsiklik birikmalar sinfiga kiradi. Triazollar ikkita turga bo'linadi: 1,2,3 triazollar va 1,2,4-triazollar [2]. Amino- va tionil o'rinbosar tutgan triazollar yallig'lanishga qarshi va antimikrobial vositalar sifatida, shuningdek boshqa maqsadlarda o'rganilgan [3,4]. 1,2,4-Triazollar - azot tutgan va elektronga boy, halqali birikmalar bo'lib, ular turli elektrofil hamda nukleofil almashinish, birikish reaksiyalarga kirisha oladi. 1,2,4-Triazollar aromatik tabiatga ega, shuning uchun elektrofil almashinish reaksiyalariga kirisha oladi masalan, nitrolash, sulfolash. Halqadagi azot atomlari metall ionlari bilan kuchli kompleks birikmalar hosil qiladi [5,6]. 1,2,4-triazol-3-tiol yoki gidrazinli triazollar karbonil yoki kislotali komponentlar bilan halqali kondensatsiya reaksiyasiga kirishadi.

Yangi va xavfsiz davolovchi xossalarga ega kimyoviy birikmalarni sintez qilish hamda ularni rivojlantirish, dori ta'siriga chidamlilikning oldini olish va selektiv samaradorlikni oshirish maqsadi - butun dunyo bo'ylab olimlar va tadqiqotchilarning e'tibor markazida turibdi. Ayniqsa, azot tutuvchi geterotsiklik birikmalar ko'plab muhim terapevtik dori vositalarda uchraydi. 1,2,4-triazollar merkaptto va tion o'rinbosarlari bilan birikkan holatda yuqori biologik faollikka ega [7]. So'nggi bir necha o'n yilliklar davomida 1,2,4-triazol hosilalarining sinteziga katta e'tibor qaratilib kelinmoqda, chunki ular keng qamrovli biologik faollikka - xususan, antibakterial, yallig'lanishga qarshi, og'riq qoldiruvchi, saratonga qarshi, tutqanoqqa qarshi, viruslarga qarshi, astmaga qarshi, siydik haydovchi hamda glyukozani kamaytiruvchi - gipoglikemik faolliklarga ega ekanligi aniqlangan. Triazol halqasi ko'plab dorivor preparatlarda asosiy skelet sifatida ishlatiladi. Tiazidin halqasi esa oltingugurt va azot atomlari tufayli molekulaga reaktivlik va selektivlik beradi, bu esa biologik nishonlar bilan samarali bog'lanishni ta'minlaydi [8]. Adabiyot malumotlaridan kelib chiqib biz ham 1,2,4 triazol ba'zi hosilalari sintezi va raksion qobiliyatini o'rganishni maqsad qildik.

Olingan natijalar tahlili Oldingi ishlarimizda *p*-aminobenzoyl kislota gidrazidini kaliy etilksantogenat bilan reaksiyasi olib borilib 5-(4-aminofenil)-1,3,4-oksadiazol-2-tiol sintezi amalga oshirilgan. Sitez qilingan 5-(4-aminofenil)-1,3,4-oksadiazol-2-tiolni karbon kislota angidridlari bilan reaksiyasi natijasida hosilalar olingan [1].

Sintez qilingan N-atsil birikmalarni gidrazin gidrat ishtirokida reaksiyalari ilgari o'rganilmagan. Ushbu ishda olingan N-atsil hosilalar gidrazin gidrat ishtirokida reaksiyasi olib borildi va tegishli 1,2,4-triazol (2-4) hosilalari sintez qilindi.



Raksiya dastlab N-(4-(5-merkaptto-1,3,4-oksadiazol-2-il)fenil)asetamid (1) bilan gidrazin gidrat ishtirokida 140 °C haroratda olib borilganda 85% unum bilan N-(4-(4-amino-5-merkaptto-4H-1,2,4-triazol-3-yl)fenil)atsetamid (2) olingan, metilen guruhi soni oshib borishi bilan mos ravishda N-(4-(4-amino-5-merkaptto-4H-1,2,4-triazol-3-yl)fenil)propionamid (3) 74,3 % unum bilan olingan, N-(4-(4-amino-5-merkaptto-4H-1,2,4-triazol-3-yl)fenil)butiramid (4) 55,8 % unumni tashkil qilgan. Ta'kidlash joizki usbu reaksiylar 1,3,4-oksadiazol molekulasida metilen guruhi soni oshib borishi (atsetamid, propionamid, butiramid) bilan reaksiya unumi kamayib borgan (1-jadval), olingan natijalar adabiyot ma'lumotlariga mos keladi. 3 va 4-moddalarning unumini oshirish mumkin, buning uchun albatta reaksiyani olib borish sharoiti o'zgartirishni talab qiladi. Olingan 2-4 moddalarning tuzilishi IQ va ¹H YaMR spektr usullari yordamida tasdiqlandi.

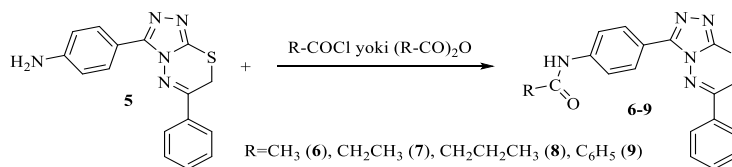
1-Jadval

Sintez qilingan moddalarning ayrim fizik kimyoviy kattaliklari

№	Brutto formula	Modda nomlari	Unum, %	R _f	S.T. °C
2	C ₁₀ H ₁₁ N ₅ OS	N-(4-(4-amino-5-merkaptto-4H-1,2,4-triazol-3-yl)fenil)atsetamid	85	0.42 (B)	237-239
3	C ₁₁ H ₁₃ N ₅ OS	N-(4-(4-amino-5-merkaptto-4H-1,2,4-triazol-3-yl)fenil)propionamid	74,3	0.42 (B)	251-253
4	C ₁₂ H ₁₅ N ₅ OS	N-(4-(4-amino-5-merkaptto-4H-1,2,4-triazol-3-yl)fenil)butiramid	55,8	0.42 (B)	249-250
6	C ₁₈ H ₁₅ N ₅ OS	N-(4-(6-fenil-7H-[1,2,4]triazol[3,4-b][1,3,4]tiadiazin-3-yl)fenil)atsetamid	76,4	0.54 (A)	262-263
7	C ₁₉ H ₁₇ N ₅ OS	N-(4-(6-fenil-7H-[1,2,4]triazol[3,4-b][1,3,4]tiadiazin-3-yl)fenil)propionamid	94,7	0.56 (A)	261-262
8	C ₂₀ H ₁₉ N ₅ OS	N-(4-(6-fenil-7H-[1,2,4]triazol[3,4-b][1,3,4]tiadiazin-3-yl)fenil)butiramid	35,6	0.66 (A)	246-247
9	C ₂₅ H ₁₇ N ₅ OS	N-(4-(6-fenil-7H-[1,2,4]triazol[3,4-b][1,3,4]tiadiazin-3-yl)fenil)benzamid	81,8	0.73 (A)	261-262

¹H YaMR spektrni 2-modda misolida ko'rib chiqadigan bo'lsak, spektrning kuchli sohasida alifatik proton signali 2.16 m.u. sohada 3 protonli singlet (3H, s, CH₃-15) ko'rinishida, amino guruhga tegishli 2-protonli signallar 5.67 m.u. da singlet (2H, s, NH₂-17) ko'rinishda spektrning biroz kuchsiz sohasida namoyon bo'lgan. Aromatik protonlar esa spektrning kuchsiz sohasida 3-holatdagi aromatik proton 7.63 m.u da (1H, t, J=1.8, H-3) triplet ko'rinishida, spektrning 7.65 m.u. da esa (1H, t, J=1.8, H-5) 5-holatdagi aromatik proton triplet ko'rinishida, 2-holatdagi aromatik proton 8.01 m.u. sohada (1H, t, J=1.8, H-2) bir protonli triplet ko'rinishida, 6-holatdagi aromatik proton 8.02 m.u. sohada (1H, t, J=1.8, H-6) bir protonli triplet ko'rinishida, spektrning yanada kuchsiz sohasida 9.16 m.u da karbonil guruhi bilan bog'lan amino guruh protoni (1H, s, NH-12) singlet ko'rinishida nomoyon bo'lganligi 2-modda ekanligini tasdiqlaydi.

Tadqiqotlarimizni davom ettirib epilepsiyaga qarshi faollik namoyon qilgan va ko'p miqdorda olish texnologiyasi o'rganilayotgan 4-(6-fenil-7H-[1,2,4]-triazol-[3,4-b]-[1,3,4]-tiazidin-3-il)anilin (5) ni atsetilxlorid, propion, moy angidridlari va benoixloridlar ishtirokida N-atsil hosilalari sintezi amalga oshirdik. Bundan ko'zlangan maqsan amino guruhga maqsadli reaksiyalar olib borish va olingan moddalarni turli xil biologik faolliklarini o'rganish bo'ldi.



Ushbu reaksiyalarni olib borishda dastlab (5) moddani atsetilxlorid bilan reaksiyasi olib borilganda reaksiya unumi 76,4 % ni tashkil qildi, propion va moy angidridlari bilan esa reaksiya unumi mos ravishda 94,7 % va 35,6 % ni tashkil qildi (1-jadval). Takidlash joizki ushbu reaksiylar propion va moy angidridlari bilan bir xil sharoitda olib borilga harorat 50 °C va reaksiya davomiyligi 3-4 soatni tashkil qilgan, reaksiya unumi esa moy angidridida juda past buni esa propion angidridining faqat reaksiyon qobiliyati yuqoriligi bilan emas balki tanlab ta'sir etishi ya'ni spetsifik reaksiyon qobiliyat bilan ham tushuntish mumkin. Hattoki atsetil xlorid bilan ham reaksiya 6-7 soatda vaqt davomiyligida 50 °C da olib borilganda ham 76,4 % unum bilan N-(4-(6-fenil-7H-[1,2,4]triazol[3,4-b][1,3,4]tiadiazin-3-il)fenil)atsetamid (6) modda hosil bo'lganligini kuzatildi. Albatta benzoxilxlorid ishtirokida olib borilgan reaksiyani aromatik birikma bo'lganligi uchun taqqoslash imkoni yo'q. Lekin aytish mumkinki bezol halqasi elektronga taxchil bo'lganligi sababli bezoilxloridning reaksiyon qobiliyati yuqoriligi bildiradi.

Sintez qilingan 6-9 moddalarning tuzilishi IQ va ¹H YaMR spektr usullari yordamida tasdiqlandi.

Tajribaviy qism. Sintez qilingan birikmalarning IQ-spektrlari Perkin-Elmer firmasining IQ-Fure Cistema 2000 spektrometrida KBr li tabletkalarda, ¹H YaMR spektrlari ishchi chastotasi 600 MGs bo'lgan Jeol-600 uskunalarida olindi. YuQX uchun eulentlar: xloroform:metanol – 1:24(A);benzol: metanol-5:1 (B).

N-(4-(4-amino-5-merkapt-4H-1,2,4-triazol-3-il)fenil)atsetamid (2) sintezi: Kolbaga 0,1 g N-(4-(5-merkapt-1,3,4-oksadiazol-2-il)fenil)asetamid va 2 ml 80% li gidrazin gidrat solindi. Reaksiya 140 °C haroratda 8 soat davomida olib borildi. Reaksiya tugagach 12 soat so'ng 0 °C da sekinlik bilan sirka kislotasi qo'shildi. Natijada oq rangli cho'kma tushdi 85% unum bilan (1) modda olindi. ¹H NMR (600 MHz, DMSO-*d*₆+CCl₄, δ, ppm, J/Hz): 2.16 (3H, s, CH₃-15), 5.67 (2H, s, NH₂-17), 7.63 (1H, t, J=1.8, H-3), 7.65 (1H, t, J=1.8, H-5), 8.01 (1H, t, J=1.8, H-2), 8.02 (1H, t, J=1.8, H-6), 9.16 (1H, s, NH-12). IK N-H 3300–3500 cm⁻¹, O=C=O 1640–1690 cm⁻¹, Aromatik C-H: 3030 cm⁻¹, Aromatik C=C: 1500–1600 cm⁻¹, C-N 1200–1350 cm⁻¹, S-H: 2550–2600 cm⁻¹, C-S: 650–750 cm⁻¹.

N-(4-(4-amino-5-merkapt-4H-1,2,4-triazol-3-il)fenil)propionamid (3): sintezi: 0,1 g N-(4-(5-merkapt-1,3,4-oksadiazol-2-il)fenil)propionamid va 2 ml 80% li gidrazin gidrat solindi. Reaksiya 140 °C haroratda 8 soat davomida olib borildi. Reaksiya tugagach 12 soat so'ng 0 °C da sekinlik bilan sirka kislotasi qo'shildi. Natijada oq rangli cho'kma hosil bo'lib, 74,3% unum bilan triazol (3) olinadi. ¹H NMR va IQ signallari orqali tasdiqlandi.

N-(4-(4-amino-5-merkapt-4H-1,2,4-triazol-3-il)fenil)butiramid sintezi (4) sintezi: 3. 0,1 g N-(4-(5-merkapt-1,3,4-oksadiazol-2-il)fenil)butilamid va 2 ml 80% li gidrazin gidrat solindi. Reaksiya 140 °C haroratda 8 soat davomida olib borildi. Reaksiya tugagach 12 soat so'ng 0 °C da sekinlik bilan sirka kislotasi qo'shildi. Natijada oq rangli cho'kma hosil bo'lib, 55,8% unum bilan triazol olinadi. Agar 80 % dan past konsentratsiyadagi gidrazin gidrat ishlatilsa, reaksiya unumining kamayishi kuzatiladi. ¹H NMR va IQ signallari orqali tasdiqlandi.

N-(4-(6-fenil-7H-[1,2,4]triazol[3,4-b][1,3,4]tiadiazin-3-il)fenil)atsetamid (6) sintezi: Kolbaga 1,5 g 4-(6-fenil-7H-[1,2,4]triazol-[3,4-b]-[1,3,4]-tiadiazin-3-il)anilin (5) va 7 ml atsetilxlorid solindi. Aralashma 50 °C haroratda 6–7 soat olib borildi. Atsetilxlorid ushbu jarayonda ham reagent, ham erituvchi sifatida xizmat qildi. Reaksiya tugagach, hosil bo'lgan mahsulot filtrlab olindi, quritildi hamda distillangan suv va spirt bilan yuvilib, yana quritildi. Natijada 76,4 % unum bilan oq rangli mahsulot (6) olindi. ¹H NMR (600 MHz, DMSO-*d*₆+CCl₄, δ, ppm, J/Hz): 2.16 (3H, t, CH₃-25), 4.48 (2H, s, CH₂-8), 7.47-7.49 (3H, m, H-2,3,4), 7.70 (1H, t, J=1.2, H-18), 7.72 (1H, t, J=1.8, H-20), 7.92 (1H, t, J=1.2, H-1), 7.93 (1H, t, J=1.8, H-5), 8.09 (1H, t, J=1.2, H-17), 8.11 (1H, t, J=2.4, H-21), 9.16 (1H, s, NH-22).

N-(4-(6-fenil-7H-[1,2,4]triazol[3,4-b][1,3,4]tiadiazin-3-il)fenil)propionamid (7) sintezi: Kolbaga 1 g 4-(6-fenil-7H-[1,2,4]triazol-[3,4-b]-[1,3,4]-tiadiazin-3-il)anilin (5) va 6 ml propion angidrid solindi. Aralashma 50 °C haroratda 3-4 soat davomida olib borildi. Reaksiya xona haroratida, qizdirilmasa ham amalga oshishi kuzatildi. Propion angidrid ushbu jarayonda ham reagent, ham erituvchi sifatida xizmat qildi. Natijada 94,7 % unum bilan mahsulot (7) olindi. ¹H NMR va IQ signallari orqali tasdiqlandi.

N-(4-(6-fenil-7H-[1,2,4]triazol[3,4-b][1,3,4]tiadiazin-3-yl)fenil)butyramid (8) sintezi: Kolbaga 0,6 g 4-(6-fenil-7H-[1,2,4]triazol-[3,4-b]-[1,3,4]-tiadiazin-3-il)anilin (5) va 6 ml moy angidrid solindi. Aralashma 50 °C haroratda 3-4 soat davomida olib borildi, reaksiya xona haroratida, qizdirilmasa ham amalga oshishi kuzatildi. Natijada 35,6 % unum bilan mahsulot (8) olindi. ¹H NMR va IQ signallari orqali tasdiqlandi.

N-(4-(6-fenil-7H-[1,2,4]triazol[3,4-b][1,3,4]tiadiazin-3-yl)fenil)benzamid (9) sintezi: Kolbaga 0,5 g 4-(6-fenil-7H-[1,2,4]triazol-[3,4-b]-[1,3,4]-tiadiazin-3-il)anilin (5) va 4 ml benzoxilxlorid solindi. Aralashma 50 °C haroratda 5-6 soat davomida olib borildi. Benzoxilxlorid ushbu jarayonda ham reagent, ham erituvchi sifatida xizmat qildi. Natijada 81,8 % unum bilan mahsulot (9) olindi. ¹H NMR va IQ signallari orqali tasdiqlandi.

Xulosa. Ushbu ishda N-atsil-1,3,4-oksadiazol hosilalrini gidrazin gidrat ishtirokida reaksiyasi natijasida N-atsil-1,2,4-triazol hosilalari sintezi amalga oshirgan va reaksiyaning borishiga t'asir etuvchi omillar (harorat, reaksiya davomiyligi) o'rganilgan. Shuningdek, 4-(6-fenil-7H-[1,2,4]triazol-[3,4-b]-[1,3,4]-tiadiazin-3-il)anilinni tegishli angidrid va xlorangidridlar bilan reaksiyasi natijasida N-(4-(6-fenil-7H-[1,2,4]triazol[3,4-b][1,3,4]tiadiazin-3-il)fenil)atsetamid hosilalari sintezi amalga oshirgan. Olingan moddalarning tuzilishi fizik tadqiqot usullari yordamida tasdiqlangan.

ADABIYOTLAR

1. Бободустова Д. Т, Саидов С. С. и др. СИНТЕЗ АЗОМЕТИНОВ И АМИДОВ В РЯДУ 1, 3, 4-ОКСАДИАЗОЛОВ //Universum: химия и биология. – 2025. – Т. 3. – №. 6 (132). – С. 23-28.
2. Kumari M. et al. Synthesis and biological evaluation of heterocyclic 1, 2, 4-triazole scaffolds as promising pharmacological agents //BMC chemistry. – 2021. – Т. 15. – №. 1. – С. 5.

3. Kumari M. et al. Synthesis and biological evaluation of heterocyclic 1, 2, 4-triazole scaffolds as promising pharmacological agents //BMC chemistry. – 2021. – Т. 15. – №. 1. – С. 5.
4. Aly R. O. Influence of gamma irradiation on mechanical and thermal properties of waste polyethylene/nitrile butadiene rubber blend //Arabian Journal of Chemistry. – 2016. – Т. 9. – С. S1547-S1554.
5. Гоэль П. и др. Открытие и валидация 2-стирилзамещенных бензоксазин-4-онов в качестве новой основы для ингибиторов ромбоидных протеаз // Письма в журнал «Биоорганическая и медицинская химия». – 2018. – Т. 28. – № 8. – С. 1417-1422.
6. Montoir D. et al. New azole antifungals with a fused triazinone scaffold //European Journal of Medicinal Chemistry. – 2020. – Т. 189. – С. 112082.
7. Пиччионелло А.П. и др. Синтез фторированных мезогенов с изогнутым ядром (БКМ), содержащих 1, 2, 4-оксадиазольное кольцо // Журнал гетероциклической химии. – 2016. – Т. 53. – № 6. – С. 1935-1940.
8. Loddo R. et al. Synthesis and antiviral activity of new phenylimidazopyridines and N-benzylidenequinolinamines derived by molecular simplification of phenylimidazo [4, 5-g] quinolines //European Journal of Medicinal Chemistry. – 2014. – Т. 84. – С. 8-16.