

“ILMIY TAFAKKUR VA ZAMONAVIY TADQIQOTLAR: MUAMMOLAR, YECHIMLAR VA ISTIQBOLLAR” MAVZUSIDAGI RESPUBLIKA ILMIY KONFERENSIYASI
Qabul qilindi: 4-sentabr 2026-yil • Ma’qullandi: 10-sentabr 2026-yil • Nashr qilindi: 12-sentabr 2026-yil

1,2,3-TRIAZOLLARNI SINTEZ QILISHNING ZAMONAVIY USULLARI VA ULARNING KIMYOVIY XOSSALARI

Zakirjonova Diyoraxon Zakirjonovna
Andijon davlat pedagogika instituti magistranti

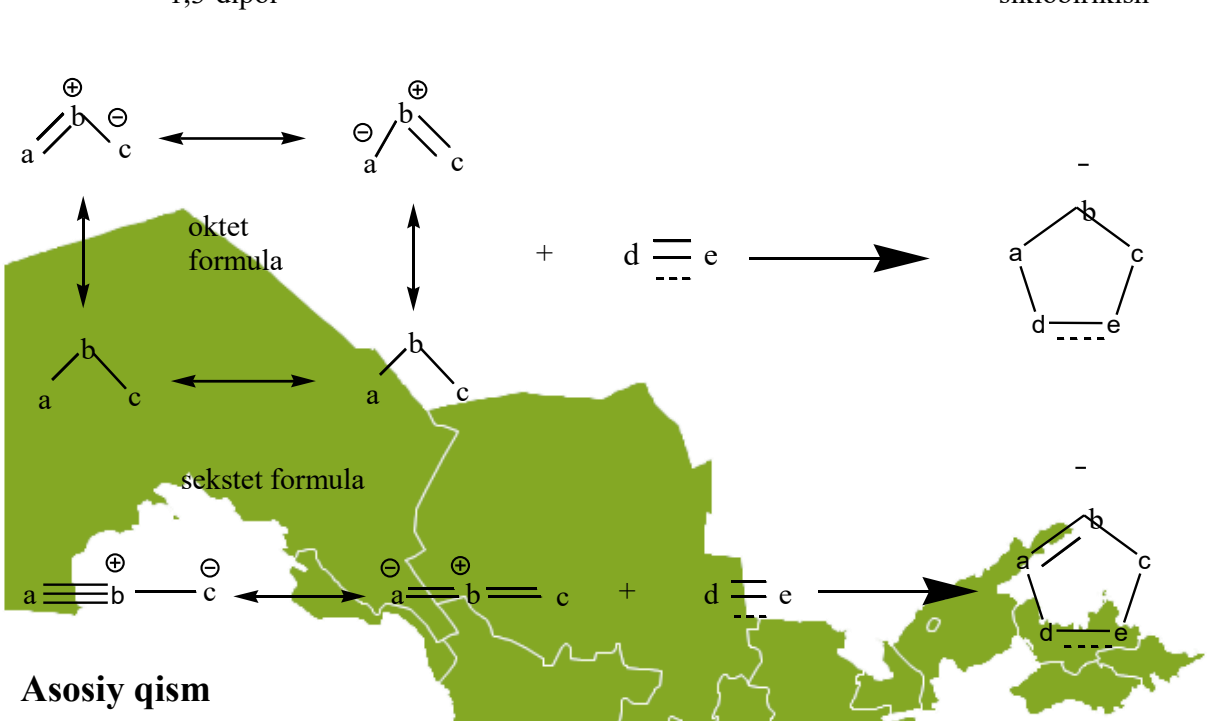
Annotatsiya. 1,2,3-Triazollar uchta azot atomini saqlovchi besh a’zoli aromatik geterotsiklik birikmalar bo‘lib, yuqori kimyoviy barqarorligi, strukturaviy xilma-xilligi va funksional guruhlar bilan modifikatsiyalanish imkoniyati bilan zamonaviy organik sintezda muhim o‘rin egallaydi. Mazkur tezisda 1,2,3-triazollarni olishning asosiy zamonaviy usullari, xususan, Huisgenning 1,3-dipolyar sikloqo‘shilish reaksiyasi, mis(I)-katalizli azid–alkin sikloqo‘shilishi (CuAAC), ruteniy-katalizli sikloqo‘shilish hamda metall-katalizatorsiz va ekologik xavfsiz sintez yondashuvlari tahlil qilinadi. CuAAC reaksiyasining yuqori regioselektivligi natijasida, odatda, 1,4-dissubstitutsiyalangan 1,2,3-triazollar hosil bo‘lishi, Ru-katalizli jarayonlarda esa 1,5-dissubstitutsiyalangan izomerlarning shakllanishi qayd etilgan. Shuningdek, triazol halqasining aromatikligi uning oksidlanish, qaytarilish hamda kislotali va ishqoriy muhitdagi yuqori barqarorligini ta’minlaydi

Kalit so‘zlar: 1,2,3-triazol, azid, alkin, CuAAC, Huisgen reaksiyasi, 1,3-dipolyar sikloqo‘shilish, regioselektivlik, geterotsiklik birikmalar, click-chemistry.

KIRISH

1,2,3-Triazollar uchta azot atomini saqlovchi besh a’zoli aromatik geterotsiklik birikmalar bo‘lib, yuqori kimyoviy barqarorligi va strukturaviy modifikatsiyaga moyilligi bilan ajralib turadi. Ularni sintez qilishda Huisgenning 1,3-dipolyar sikloqo‘shilish reaksiyasi muhim o‘rin tutadi. Keyinchalik Cu(I)-katalizli azid–alkin sikloqo‘shilish (CuAAC) usulining rivojlanishi 1,2,3-triazollarni yuqori regioselektivlik va samaradorlik

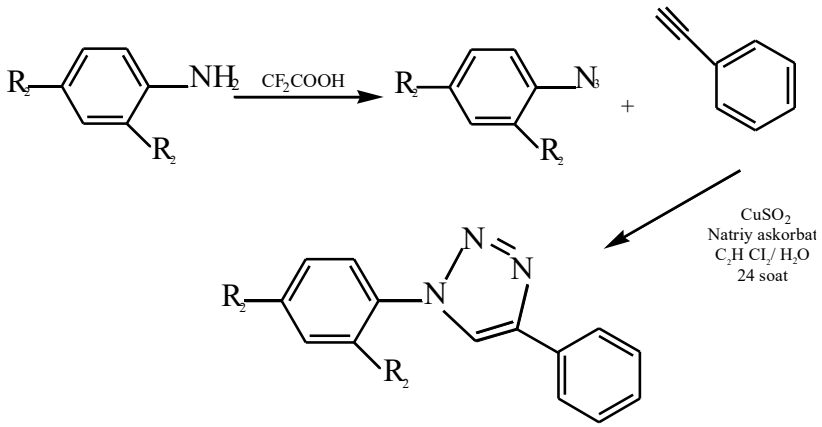
bilan olish imkonini berdi [1]. Hozirgi kunda ushbu birikmalar sintezida metall-katalizli, metall-katalizatorsiz hamda ekologik xavfsiz usullar qo‘llanilmoqda. Shu sababli 1,2,3-triazollarni sintez qilishning zamonaviy usullari va ularning kimyoviy xususiyatlarini o‘rganish geterotsiklik kimyoning dolzarb yo‘nalishlaridan biridir.



Asosiy qism

1,2,3-Triazollar tarkibida uchta azot va ikkita uglerod atomini saqlovchi besh a’zoli azotli geterotsikllar sinfiga mansub. Ularning o‘ziga xos elektron tuzilishi va aromatik tabiati molekulaga yuqori termodinamik barqarorlik beradi. Shu sababli 1,2,3-triazol halqasi organik sintez, dorivor kimyo, materialshunoslik va kimyoviy biologiyada muhim strukturaviy fragment sifatida qo‘llaniladi[2].

Yengil sharoitlari, yuqori hosildorligi va yuqori regioselektivligi tufayli CuAAC reaksiyasi eng ko'p qo'llaniladigan reaksiyaga aylandi. 1-mono‘rinbosar 1,2,3-triazollar ba'zi biologik faol molekulalarda muhim rol o‘ynaydi va bunday molekulalar odatda yuqori haroratli sikloqo‘shilish reaksiyasi orqali sintezlanadi. reaksiyasi muammosiz o‘tdi va kerakli triazolni 10 mol% CuI va 20 mol% Et3N ishtirokida 90% hosil bilan ta'minladi. Ushbu ijobiy natijadan ruhlanib, reaksiya sharoitlarini optimallashtirish turli aminlar yordamida amalga oshirildi. Et3N eng yaxshi katalizator ekanligi isbotlandi va Et_3N bo‘lmaganda hosil 29% gacha kamaydi. Keyinchalik, Et_3N 10 mol% gacha dozalanganda hosil 69% gacha oshadi[3].



1,2,3-triazollarni olishning klassik usullaridan biri Huisgenning 1,3-dipolyar sikloqo‘shilish reaksiyasi hisoblanadi. Ushbu jarayonda organik azidlar va alkinlar o‘zaro reaksiyaga kirishib, triazol halqasini hosil qiladi. Termik sharoitda olib boriladigan klassik jarayonning asosiy kamchiligi regioselektivlikning pastligi bo‘lib, 1,4- va 1,5-dissubstitutsiyalangan mahsulotlar aralashmasi hosil bo‘lishi mumkin. Bundan tashqari, yuqori harorat va nisbatan uzoq reaksiya vaqti talab qilinishi uning amaliy samaradorligini cheklaydi. Mazkur muammoni bartaraf etishda Cu(I)-katalizli azid–alkin sikloqo‘shilish reaksiyasi — CuAAC katta ahamiyat kasb etdi. Reaksiya 2002-yilda Sharpless va Fokin hamda Meldal guruhlari tomonidan mustaqil ravishda rivojlantirilgan. CuAAC jarayonida terminal alkin va organik azid Cu(I) ishtirokida reaksiyaga kirishib, yuqori regioselektivlik bilan 1,4-dissubstitutsiyalangan 1,2,3-triazol hosil qiladi. CuAAC reaksiyasining muhim afzalliklari — yuqori selektivlik, nisbatan yumshoq sharoit, keng substrat doirasi va yuqori mahsulot unumidir. Shu sababli ushbu jarayon “click chemistry”ning eng muhim reaksiyalaridan biri sifatida qaraladi. Umumiy reaksiya:

$$R–C\equiv CH \quad + \quad R'–N_3 \quad \rightarrow \quad \text{1,4-dissubstitutsiyalangan 1,2,3-triazol}$$

CuAAC bilan bir qatorda Ru-katalizli azid–alkin sikloqo‘shilishi ham muhim zamonaviy usullardan biridir. Cu(I)-katalizatorlar asosan 1,4-izomerlarning selektiv hosil bo‘lishini ta’minlasa, ruteniy katalizatorlari 1,5-dissubstitutsiyalangan triazollarni olish imkonini beradi[4]. Bu esa bir xil boshlang‘ich moddalardan turli regioizomerlarni maqsadli sintez qilish imkoniyatini kengaytiradi. So‘nggi yillarda 1,2,3-triazollar sintezida ekologik xavfsiz (“green chemistry”) yondashuvlar ham rivojlanmoqda. Suvli muhit, mikroto‘lqinli

nurlanish, ultratovush, qayta tiklanadigan katalizatorlar, nanozarrachalar hamda metall-katalizatorsiz jarayonlardan foydalanish reaksiya vaqtini qisqartirish, erituvchi va energiya sarfini kamaytirish hamda mahsulot unumini oshirish imkonini beradi. 1,2,3-triazollarning kimyoviy xossalari ularning aromatik geterotsiklik tizimi bilan chambarchas bog‘liq. Triazol halqasidagi uchta azot atomining mavjudligi molekulada elektron zichligining o‘ziga xos taqsimlanishini yuzaga keltiradi. Natijada triazol hosilalari turli elektrofil va nukleofil reagentlar bilan reaksiyaga kirishishi, shuningdek, metall ionlari bilan koordinatsion komplekslar hosil qilishi mumkin[5]. Ularning aromatik barqarorligi sababli 1,2,3-triazollar ko‘plab kislotali va ishqoriy sharoitlarda ham nisbatan barqaror hisoblanadi. Muhim jihatlardan biri shundaki, triazol halqasiga turli alkil, aril, karbonil, gidroksil va boshqa funksional guruhlarni kiritish orqali uning fizik-kimyoviy va biologik xususiyatlarini maqsadli ravishda o‘zgartirish mumkin. Shu sababli CuAAC usuli nafaqat oddiy triazollarni olish, balki murakkab triazol-gibrid molekulalar kutubxonalarini yaratishda ham samarali sintetik platforma hisoblanadi.

Xulosa

1,2,3-triazollarni sintez qilish texnologiyalarining rivojlanishi zamonaviy geterotsiklik kimyoning muhim yo‘nalishlaridan birini tashkil etadi. Klassik Huisgen sikloqo‘shilishining asosiy cheklovlari CuAAC usulining rivojlanishi orqali sezilarli darajada bartaraf etildi. Ayniqsa, Cu(I)-katalizli jarayonning yuqori regioselektivligi 1,4-dissubstitutsiyalangan triazollarni maqsadli olish imkonini berdi. Ru-katalizli usullar esa 1,5-regioizomerlarni sintez qilish uchun muhim alternativ yondashuv hisoblanadi. Umuman olganda, 1,2,3-triazol halqasining kimyoviy barqarorligi, strukturaviy modifikatsiyaga qulayligi va zamonaviy “click chemistry” texnologiyalariga mosligi uni organik sintez uchun istiqbolli funksional platformaga aylantiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Dai J., Tian S., Yang X., Liu Z. Synthesis methods of 1,2,3-/1,2,4-triazoles: A review. Frontiers in Chemistry. 2022;10:891484. DOI: 10.3389/fchem.2022.891484.

2. Vala D.P., Vala R.M., Patel H.M. Versatile Synthetic Platform for 1,2,3-Triazole Chemistry. ACS Omega. 2022;7(42):36945–36987. DOI: 10.1021/acsomega.2c04883.

3. De Souza M.V.N., et al. Advances in Triazole Synthesis from Copper-catalyzed Azide-alkyne Cycloadditions (CuAAC) Based on Eco-friendly Procedures. Current Organic Synthesis. 2019;16(2):244–257. DOI: 10.2174/1570179416666190104141454.

4. Rani A., Singh G., Singh A., Maqbool U., Kaur G., Singh J. CuAAC-ensembled 1,2,3-triazole-linked isosteres as pharmacophores in drug discovery: review. RSC Advances. 2020;10:5610–5635. DOI: 10.1039/C9RA09510A.

5. Zheng Z.-J., Wang D., Xu Z., et al. Synthesis of bi- and bis-1,2,3-triazoles by copper-catalyzed Huisgen cycloaddition. Beilstein Journal of Organic Chemistry. 2015;11:2557–2576. DOI: 10.3762/bjoc.11.276.

6. Zakirjonova D., Kirgizov F. Biological significance of 1,2,3-triazoles // The Multidisciplinary Journal of Science and Technology. – 2026. – Vol. 6. – Issue 6. – P. 44–48.

