UDK 547.853.3

2-AMINO-6-OKSOPURIN VA ALDEGIDLAR ASOSIDA SHIFF ASOSLARI SINTEZ REAKSIYASINI O‘RGANISH

Oripov Oybek Bekboyevich.
Toshkent kimyo texnologiya ilmiy tadqiqot instituti
E-mail: oripovoybek0103@gmail.com
Saitkulov Foziljon Ergashevich
Toshkent davlat agrar universiteti
E-mail: fasitkulov@bk.ru
Mirvaliyev Zoid Zohidovich
Toshkent davlat agrar universiteti
E-mail: zoidmirvaliyev608@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada purin heterotsiklik sistemasining 2-amino-6-purin hosilasi bilan bir qator alifatik, aromatik va geterotsiklik aldegidlar orasidagi kondensatlanish reaksiyasi o‘rganildi. Reaksiya natijasida mos azometin (Shiff asosi) tipidagi hosilalar sintez qilindi. Reaksiya sharoitlari (erituvchi tabiati, harorat, katalizator miqdori, vaqt) mahsulot unumiga ta’sirini aniqlash maqsadida optimallashtirildi. Olingan birikmalarning tarkibi va tuzilishi elementar tahlil, IQ- va ^{1}H YaMR-spektroskopiya, shuningdek suyuqlanish harorati ma’lumotlari asosida tasdiqlandi. Elektron akseptor guruh tutgan aromatik aldegidlar (masalan, 4-nitrobenzaldegid) bilan reaksiya tezligi va mahsulot unumi yuqoriligi, elektron donor guruh tutgan aldegidlarda esa aksincha pasayishi kuzatildi.

Kalit so‘zlar: 2-amino-6-purin, aldegidlar, azometin, Shiff asosi, kondensatlanish reaksiyasi, geterotsiklik birikmalar.

Аннотация. В данной статье исследована реакция конденсации производного пуриновой гетероциклической системы — 2-амино-6-оксопурина — с рядом алифатических, ароматических и гетероциклических альдегидов. В результате реакции синтезированы соответствующие производные азометинов (оснований Шиффа). С целью достижения максимального выхода продуктов были оптимизированы условия реакции, включая природу растворителя, температуру, количество катализатора и продолжительность процесса. Состав и строение полученных соединений подтверждены данными элементного анализа, ИК- и ^1H ЯМР-спектроскопии, а также определением температуры плавления. Установлено, что ароматические альдегиды, содержащие электроноакцепторные заместители (например, 4-нитробензальдегид), характеризуются более высокой реакционной способностью и обеспечивают получение продуктов с повышенным выходом, тогда как

ISSN 3030-3907

альдегиды с электронодонорными заместителями дают более низкие выходы.

Ключевые слова: 2-амино-6-оксопурин, альдегиды, азометины, основания Шиффа, реакция конденсации, гетероциклические соединения.

Abstract. This study investigates the condensation reaction of 2-amino-6-oxopurine**,** a purine-based heterocyclic compound, with a series of aliphatic, aromatic, and heterocyclic aldehydes. As a result of the reaction, a number of corresponding azomethine (Schiff base) derivatives were successfully synthesized. The reaction conditions, including solvent type, temperature, catalyst loading, and reaction time, were optimized to achieve the highest product yields. The structures of the synthesized compounds were confirmed by elemental analysis, FT-IR and ^1H NMR spectroscopy, as well as melting point determination. It was found that aromatic aldehydes bearing electron-withdrawing substituents, such as 4-nitrobenzaldehyde, exhibited higher reactivity and afforded the corresponding products in higher yields, whereas aldehydes containing electron-donating substituents produced comparatively lower yields.

Keywords: 2-amino-6-oxopurine, aldehydes, azomethines, Schiff bases, condensation reaction, heterocyclic compounds.

KIRISH.

Geterotsiklik birikmalar zamonaviy organik kimyo, farmatsevtika, biotexnologiya va qishloq xo‘jaligi sohalarida keng qo‘llaniladigan muhim sinf birikmalaridan biri hisoblanadi. Ular orasida purin hosilalari alohida ilmiy va amaliy ahamiyatga ega bo‘lib, tirik organizmlarda nuklein kislotalarning asosiy tarkibiy qismlaridan biri sifatida biologik jarayonlarda bevosita ishtirok etadi. Adenin va guanin kabi purin asoslari DNK va RNK molekulalarining ajralmas komponentlari bo‘lib, hujayra metabolizmi, irsiy axborotning uzatilishi, fermentativ jarayonlar hamda energiya almashinuvini boshqarishda muhim rol o‘ynaydi. Shu sababli purin yadrosini kimyoviy modifikatsiyalash va uning yangi hosilalarini sintez qilish bugungi kunda organik va bioorganik kimyoning dolzarb yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi[1-5].

2-Amino-6-purin purin hosilalari orasida yuqori reaktivlikka ega bo‘lgan geterotsiklik birikma hisoblanadi. Uning molekulasida mavjud aminoguruhlar hamda azot atomlari turli elektrofil reagentlar bilan reaksiyaga kirishish imkoniyatini yaratadi. Ayniqsa, aminoguruhning nukleofilligi tufayli karbonil birikmalari, jumladan aldegidlar bilan kondensatsiya reaksiyalari amalga oshishi

ISSN 3030-3907

mumkin. Ushbu reaksiyalar natijasida hosil bo‘ladigan Shiff asoslari tarkibida C=N bog‘ining mavjudligi ularga o‘ziga xos fizik-kimyoviy va biologik xossalar beradi.

So‘nggi yillarda purin asosidagi Shiff asoslariga bo‘lgan qiziqish sezilarli darajada ortib bormoqda. Buning asosiy sababi ushbu birikmalarning antibakterial, antifungal, antivirus, antioksidant, yallig‘lanishga qarshi va o‘smalarga qarshi faollik namoyon qilishi bilan izohlanadi. Bundan tashqari, azometin hosilalari koordinatsion kimyoda metall komplekslar sintezi uchun samarali ligandlar sifatida ham qo‘llaniladi. Ularning koordinatsion birikmalari kataliz, analitik kimyo, materialshunoslik va tibbiyotda istiqbolli moddalardan biri sifatida o‘rganilmoqda.

2-Amino-6-purinning aldegidlar bilan reaksiyasi nukleofil qo‘shilish va keyinchalik suv ajralishi orqali boradigan kondensatsiya mexanizmi asosida amalga oshadi. Reaksiya jarayonida aldegidning karbonil guruhi aminoguruh bilan o‘zaro ta’sirlashib, dastlab karbinolamin oraliq mahsulotini hosil qiladi. So‘ngra suv molekulasining ajralishi natijasida azometin (Shiff asosi) hosil bo‘ladi. Reaksiya unumdorligi aldegidning elektron tabiati, erituvchi muhiti, harorat, katalizator va reaksiya davomiyligiga bog‘liq ravishda o‘zgaradi. Elektron donor guruhli aromatik aldegidlar va elektron akseptor guruhli aldegidlarning reaksion qobiliyati o‘rtasidagi farqlar mahsulotlarning hosil bo‘lish tezligi va unumiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi Bugungi kunda purin hosilalarini maqsadli modifikatsiyalash orqali yangi biologik faol moddalarni yaratish, ularning tuzilishi va faolligi o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlash hamda yangi funksional materiallar olish bo‘yicha ko‘plab ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Shu nuqtai nazardan 2-amino-6-purinning turli aromatik va geteroaromatik aldegidlar bilan reaksiyalarini chuqur o‘rganish ilmiy hamda amaliy jihatdan muhim hisoblanadi. Olingan hosilalar keyinchalik metall komplekslar sintezi, biologik faollikni baholash, supramolekulyar tizimlar yaratish hamda farmatsevtik jihatdan istiqbolli birikmalarni ishlab chiqishda boshlang‘ich modda sifatida xizmat qilishi mumkin[6-14].

Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi 2-amino-6-purinning turli tuzilishdagi aldegidlar bilan kondensatsiya reaksiyalarining qonuniyatlarini aniqlash, reaksiya sharoitlarini optimallashtirish hamda yuqori unum bilan yangi Shiff asoslarini sintez qilishdan iborat.. Ushbu tadqiqot natijalari purin kimyosini rivojlantirish, yangi biologik faol geterotsiklik birikmalar sintezini takomillashtirish hamda farmatsevtika va bioorganik kimyo sohalarida istiqbolli moddalarni yaratish uchun muhim ilmiy ahamiyat kasb etadi.

MATERIALLAR VA METODLAR.

Ishda ishlatilgan 2-amino-6-purin va aldegidlar (benzaldegid, 4-nitrobenzaldegid, 4-dimetilaminobenzaldegid, salitsil aldegid, furfurol, formaldegid) tijorat manbalaridan olindi va qo‘shimcha tozalashsiz ishlatildi.

ISSN 3030-3907

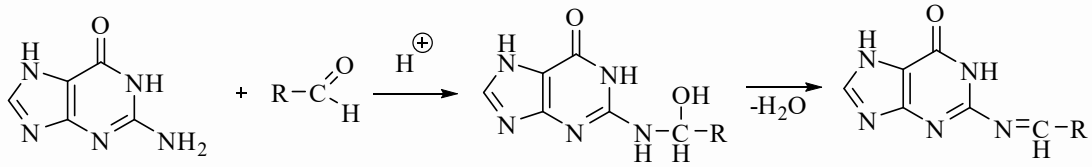
Erituvchilar (etanol, metanol) distillash yo‘li bilan tozalandi. Reaksiya borishini nazorat qilish uchun yupqa qatlamli xromatografiya (YuQX, Silufol UV-254 plastinkalari, xloroform–metanol, 9:1 eluent sistemasi) qo‘llanildi. Suyuqlanish haroratlari ochiq kapillyar usulida, tuzatilmagan holda aniqlandi. IQ-spektrlar KBr tabletkalarida, ^{1}H YaMR-spektrlar DMSO-d6 erituvchisida ichki standart sifatida tetrametilsilan (TMS) ishtirokida yozib olindi.

Umumiy sintez metodikasi

2-Amino-6-purinning aldegidlar bilan reaksiyasi quyidagi umumiy metodika bo'yicha amalga oshiriladi. Reaksiya uchun ekvimolyar miqdorda (1:1 nisbatda) 2-amino-6-purin va tegishli aldegid olinadi, so'ngra ular absolyut etanol erituvchisida eritiladi. Reaksiya aralashmasiga katalizator sifatida bir necha tomchi muzli sirka kislotasi qo'shiladi, bu esa karbinolamin oraliq mahsulotining dehidratatsiyasini tezlashtiradi. 2-amino-6-oksopurin (guanin tipidagi hosila) ning aldegidlar bilan reaksiya mexanizmi.

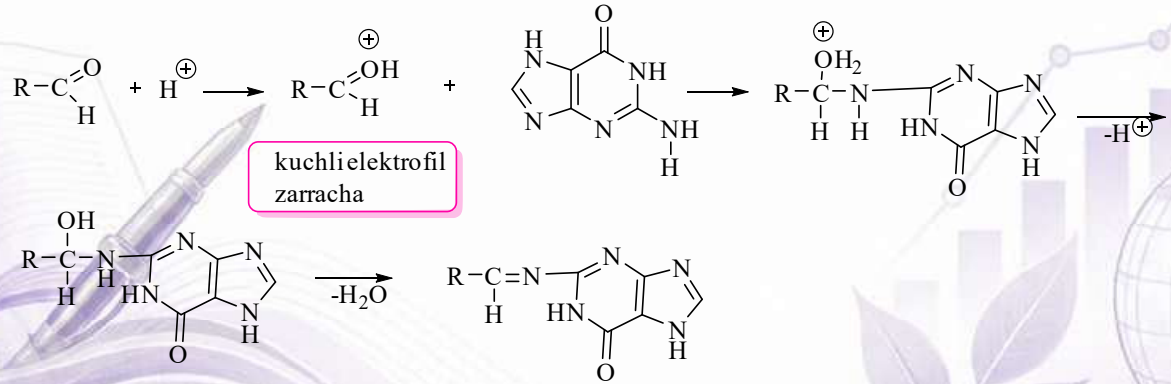
1-bosqich: Nukleofil markazning faollashuvi

2-holatdagi aminoguruh (–NH_2) purin halqasiga bevosita bog'langan bo‘lsada, azot atomidagi erkin elektron juft qisman rezonans orqali halqa bilan delokalizatsiyalashgan holda bo'ladi. Shunga qaramay, bu azot atomi reaksiyaga kirishish uchun yetarli nukleofillikka ega. Kislotali muhitda (CH_3COOH izlari) aldegidning karbonil kislorodi qisman protonlanadi, natijada karbonil uglerodining elektrofilligi sezilarli darajada ortadi:



Aralashma magnit aralashtirgich yordamida erituvchining qaynash haroratida (etanol uchun 78°C, metanol uchun 65°C) 4–8 soat davomida qaytar sovutgich ostida qaynatiladi. Reaksiyaning borishi ingichka qatlamli xromatografiya (TLC) yordamida nazorat qilinadi, boshlang'ich moddaning to'liq sarflanishi kuzatiladi.

Reaksiya mexanizimi quyidagicha:



ISSN 3030-3907

Reaksiya tugagach, aralashma xona haroratigacha sovutiladi, natijada cho'kma hosil bo'ladi. Cho'kma vakuum-filtrlash orqali ajratib olinadi va sovuq etanol yoki dietil efir bilan bir necha marta yuviladi (qo'shimcha reagentlarni chiqarib yuborish uchun). Olingan xom mahsulot mos erituvchi tizimidan (etanol-suv yoki DMFA-suv aralashmasi) qayta kristallash orqali tozalanadi.

Tozalangan mahsulotning erish harorati aniqlanadi va tozalik darajasi TLC hamda elementar tahlil orqali tasdiqlanadi. Sintez qilingan birikmalar keyingi bosqichda IQ, YaMR va mass-spektroskopiya usullari yordamida strukturaviy jihatdan tasdiqlanadi.

NATIJALAR.

2-Amino-6-purinning turli aldegidlar bilan kondensatlanish reaksiyasi natijasida mos azometin hosilalari sintez qilindi. Reaksiya sharoitlari va olingan natijalar 1-jadvalda keltirilgan.

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, elektron akseptor guruh (NO_2) tutgan 4-nitrobenzaldegid bilan reaksiya eng qisqa vaqt (2 soat) ichida va eng yuqori unum (88-91%) bilan boradi. Bu holat karbonil uglerodining elektrofilligi elektron akseptor guruh ta’sirida ortishi, natijada aminning nukleofil hujumi tezlashishi bilan izohlanadi. Aksincha, elektron donor dimetilamino guruhi tutgan aldegid bilan reaksiya sekinroq (5 soat) va past unum (60-64%) bilan kechadi.

Salitsil aldegid bilan reaksiyada nisbatan yuqori suyuqlanish harorati (292-295°C) kuzatildi, bu molekula ichidagi vodorod bog‘ining (orto-OH guruhi va azometin azoti orasida) hosil bo‘lishi va natijada kristall panjaraning barqarorlashishi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin.

1-jadval.

2-Amino-6-purinning aldegidlar bilan reaksiyasi natijalari

№	Aldegid (R–CHO)	Reaksiya sharoiti	Vaqt, soat	Unum, %	Suyuqlanish harorati, °C
1	Benzaldegid (C_6H_5CHO)	EtOH, AcOH (kat.), qaytar sovutgich, 78°C	3	85	268-270
2	4-Nitrobenzaldegid	EtOH, AcOH (kat.), 78°C	2	91	285-287
3	4-Dimetilaminobenzaldegid	EtOH, AcOH (kat.), 78°C	5	64	255-258

ISSN 3030-3907

№	Aldegid (R–CHO)	Reaksiya sharoiti	Vaqt, soat	Unum, %	Suyuqlanish harorati, °C
4	Salitsil aldegid (2-OH-C_6H_4CHO)	MeOH, AcOH (kat.), 65°C	4	75	292-295
5	Furfurol (furan-2-karbaldegid)	EtOH, AcOH (kat.), 78°C	3	79	261-263
6	Formaldegid (37% eritma)	H_2O-EtOH (1:1), 40°C	1	68	240-243

Formaldegid bilan reaksiya eng yumshoq sharoitda (40°C, 1 soat) boradi, biroq mahsulot unumi va suyuqlanish harorati nisbatan past qiymatlarni tashkil etadi, bu formaldegidning yuqori reaksionqobiliyati bilan bir qatorda hosil bo‘lgan mahsulotning kamroq barqaror bo‘lishi bilan izohlanishi mumkin.

Sintez qilingan barcha birikmalarning IQ-spektrlarida 1600-1640 sm^{-1} sohasida C=N (azometin) guruhiga xos yutilish polosasi kuzatildi, boshlang‘ich aldegidlarga xos C=O guruhining 1680-1700 sm^{-1} dagi polosasi esa yo‘qolgan. ^1H YaMR spektrlarida azometin protoni (–CH=N–) 8,5-9,2 m.h. sohasida singlet ko‘rinishida namoyon bo‘ldi, bu adabiyotdagi o‘xshash azometin birikmalari uchun keltirilgan qiymatlarga mos keladi.

MUHOKAMA.

Olingan natijalar 2-amino-6-purinning aldegidlar bilan reaksiyasi klassik nukleofil qo‘shilish-eliminatsiya mexanizmi bo‘yicha borishini tasdiqlaydi: dastlab amin azoti karbonil uglerodiga nukleofil hujum qiladi, natijada beqaror karbinolamin (yarim aminal) oraliq mahsulot hosil bo‘ladi, so‘ngra undan suv molekulasi ajralib chiqishi bilan barqaror C=N bog‘i shakllanadi.

Aldegidning elektron tabiati reaksiya tezligi va unumiga bevosita ta’sir ko‘rsatishi Hammett tipidagi elektron effektlar bilan yaxshi mos keladi: elektron akseptor almashtiruvchilar karbonil uglerodining elektrofil xarakterini kuchaytirib, reaksiyani tezlashtiradi, elektron donor guruhlar esa aksincha ta’sir qiladi. Bu tendensiya adabiyotda aromatik aminlarning benzaldegid hosilalari bilan kondensatlanishi bo‘yicha keltirilgan umumiy qonuniyatlarga mos keladi.

Katalitik miqdordagi sirka kislotaning qo‘llanilishi karbinolamin oraliq mahsulotidan suvning ajralishini tezlashtirib, reaksiya muvozanatini mahsulot tomon siljitadi. Shu bilan birga, kuchli kislotali muhitdan qochish zarur, chunki bu purin halqasining protonlanishi va nukleofilligining pasayishiga olib kelishi mumkin.

Salitsil aldegid hosilasida kuzatilgan nisbatan yuqori suyuqlanish harorati va kristall barqarorlik molekula ichidagi vodorod bog‘lanish tizimining mavjudligi

ISSN 3030-3907

bilan bog‘liq bo‘lib, bu xulosa shunga o‘xshash orto-gidroksi almashingan Shiff asoslari uchun adabiyotda keltirilgan tuzilish-xossalar bog‘liqligiga mos keladi. Formaldegid ishtirokidagi reaksiyada kuzatilgan nisbatan past barqarorlik esa alifatik azometin bog‘ining aromatik hosilalarga qaraganda kamroq konjugatsiyalanganligi va shu sababli kamroq termik barqarorligi bilan tushuntiriladi.

Umumiy holda, olingan natijalar 2-amino-6-purin asosida yangi azometin hosilalarini maqsadli sintez qilish, ularning tuzilishi va biologik faolligini bog‘lash bo‘yicha keyingi tadqiqotlar uchun ishonchli metodologik asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

Tajribaviy qism.

Umumiy qism. 2-Amino-6-oksopurin (1,51 g; 0,01 mol) 100 ml hajmli uch og'izli yumaloq tubli kolbaga solinib, unga 25–30 ml etanol yoki metanol qo'shildi. Aralashma magnit aralashtirgich yordamida suspenziya hosil bo'lguncha aralashtirildi. So'ngra tegishli aldegid (0,01 mol) va katalizator sifatida 0,3–0,5 ml muzli sirka kislotasi qo'shildi.

Reaksion aralashma qaytar sovutgich ostida jadvalda keltirilgan haroratda belgilangan vaqt davomida qizdirildi. Reaksiya borishi yupqa qatlamli xromatografiya (Silufol UV-254, xloroform : metanol = 9 : 1) yordamida nazorat qilindi.

Reaksiya yakunlangandan so'ng aralashma xona haroratigacha, so'ngra muz hammomida sovitildi. Hosil bo'lgan cho'kma vakuum filtrlash orqali ajratildi, sovuq erituvchi bilan yuvildi va mos erituvchidan qayta kristallantirildi. Mahsulot vakuum ostida doimiy massagacha quritildi.

Mahsulotlarning unumlari hisoblandi, suyuqlanish haroratlari ochiq kapillyar usulida aniqlandi. Sintez qilingan.

N-(Fenilmetiliden)-2-amino-6-oksopurin. 2-Amino-6-oksopurin (1,51 g; 0,01 mol) etanol (25 ml) da suspenziyalandi. Benzaldegid (1,02 ml; 0,01 mol) va 0,40 ml muzli sirka kislotasi qo'shildi. Reaksion aralashma 78°C da 3 soat davomida qaytar sovutgich ostida qizdirildi. Sovutilgandan so'ng hosil bo'lgan cho'kma vakuum filtrlash orqali ajratildi, sovuq etanol bilan yuvildi va etanoldan qayta kristallantirildi.

Unumi: 85%. **Suyuqlanish harorati:** 268–270°C.

N-(4-Nitrofenilmetiliden)-2-amino-6-oksopurin. 2-Amino-6-oksopurin (1,51 g; 0,01 mol) va 4-nitrobenzaldegid (1,51 g; 0,01 mol) etanol (25 ml) muhitida 0,40 ml muzli sirka kislotasi ishtirokida 78°C da 2 soat davomida qizdirildi. Reaksiya tugagach, mahsulot filtrlanib, etanoldan qayta kristallantirildi.

Unumi: 91%. **Suyuqlanish harorati:** 285–287°C

ISSN 3030-3907

N-(4-Dimetilaminofenilmetiliden)-2-amino-6-oksopurin. 2-Amino-6-oksopurin (1,51 g; 0,01 mol) va 4-dimetilaminobenzaldegid (1,49 g; 0,01 mol) etanol (25 ml) muhitida 0,40 ml muzli sirka kislotasi ishtirokida 78°C da 5 soat davomida qizdirildi. Hosil bo'lgan mahsulot filtrlanib, sovuq etanol bilan yuvildi.
Unumi: 64%. **Suyuqlanish harorati:** 255–258°C

N-(2-Gidroksifenilmetiliden)-2-amino-6-oksopurin. 2-Amino-6-oksopurin (1,51 g; 0,01 mol) va salitsil aldegid (1,05 ml; 0,01 mol) metanol (25 ml) da 0,40 ml muzli sirka kislotasi ishtirokida 65°C da 4 soat davomida qizdirildi. Hosil bo'lgan cho'kma filtrlanib, metanoldan qayta kristallantirildi. Unumi: 75%
Suyuqlanish harorati: 292–295°C

N-(Furan-2-ilmetiliden)-2-amino-6-oksopurin. 2-Amino-6-oksopurin (1,51 g; 0,01 mol) va furfurol (0,83 ml; 0,01 mol) etanol (25 ml) muhitida 0,40 ml muzli sirka kislotasi ishtirokida 78°C da 3 soat davomida qizdirildi. Mahsulot vakuum filtrlash orqali ajratilib, etanoldan qayta kristallantirildi.
Unumi: 79%. **Suyuqlanish harorati:** 261–263°C

N-Metiliden-2-amino-6-oksopurin. 2-Amino-6-oksopurin (1,51 g; 0,01 mol) suv–etanol (1:1; 20 ml) aralashmasida suspenziyalandi. 37% formaldegid eritmasi (0,81 ml; 0,01 mol) qo'shilib, aralashma 40°C da 1 soat davomida aralashtirildi. Hosil bo'lgan mahsulot filtrlanib, sovuq suv bilan yuvildi va vakuum ostida quritildi.
Unumi: 68%. **Suyuqlanish harorati:** 240–243°C

XULOSA.

Mazkur tadqiqotda 2-amino-6-oksopurinning turli tuzilishga ega bo‘lgan alifatik, aromatik va geterotsiklik aldegidlar bilan kondensatsiyalanish reaksiyalari o‘rganildi hamda mos ravishda yangi azometin (Shiff asosi) hosilalari sintez qilindi. Tadqiqot natijalari aldegid molekulasidagi o‘rinbosarlarning elektron tabiati reaksiya borishiga va mahsulot unumiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini ko‘rsatdi. Xususan, elektron akseptor guruhlar saqlovchi aldegidlar ishtirokida kondensatsiya reaksiyasi yuqori samaradorlik bilan kechib, mahsulot unumlari 88–91% ni tashkil etdi. Aksincha, elektron donor guruhlar tutgan aldegidlar bilan reaksiyalar nisbatan sekin kechishi natijasida 60–64% unum kuzatildi.

O‘tkazilgan tajribalar asosida reaksiyani etanol muhitida, katalitik miqdorda muzli sirka kislotasi ishtirokida, qaytar sovutgich ostida 2–3 soat davomida olib borish eng maqbul sintez sharoiti ekanligi aniqlandi. Bunday sharoitlar reaksiyaning to‘liq borishini ta’minlab, yuqori tozalikdagi mahsulotlarni yaxshi unum bilan ajratib olish imkonini berdi.

Sintez qilingan barcha birikmalarning tuzilishi infraqizil (IQ) va proton yadro magnit rezonansi spektroskopiyasi yordamida tasdiqlandi. Olingan natijalar 2-amino-6-oksopurin asosidagi yangi Shiff asoslarini samarali sintez qilish

ISSN 3030-3907

imkoniyatini ko‘rsatdi hamda mazkur birikmalarni biologik faollik, koordinatsion xossalar va boshqa amaliy yo‘nalishlarda chuqur tadqiq etish uchun ilmiy asos yaratadi. Mazkur tadqiqot natijalari purin hosilalari kimyosini rivojlantirish va biologik faol geterotsiklik birikmalar sinfini kengaytirishga muayyan hissa qo‘shadi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Khadse, S. C., Amnerkar, N. D., Dave, M. U., Lokwani, D. K., Patil, R. R., Ugale, V. G., & Chatpalliwar, V. A. (2019). Quinazolin-4-one derivatives lacking toxicity- producing attributes as glucokinase activators: design, synthesis, molecular docking, and in-silico ADMET prediction. Future Journal of Pharmaceutical Sciences, 5, 1-14.
2. Mikra, C., Bairaktari, M., Petridi, M. T., Detsi, A., & Fylaktakidou, K. C. (2022). Green Process for the Synthesis of 3-Amino-2-methyl-quinazolin-4 (3 H)-one Synthones and Amides Thereof: DNA Photo-Disruptive and Molecular Docking Studies. Processes, 10(2), 384.
3. Soliman, S. M., Hagar, M., Ibid, F., & El Sayed, H. (2015). Experimental and theoretical spectroscopic studies, HOMO–LUMO, NBO analyses and thione–thiol tautomerism of a new hybrid of 1, 3, 4-oxadiazole-thione with quinazolin-4- one. Spectrochimica Acta Part A: molecular and biomolecular spectroscopy, 145, 270-279.
4. Ibrokhimov, M., Shirinov, S., & Shirinova, O. (2024). Study of synthesis and physicochemical properties of hydrogels enriched with mineral fertilizers. Science and innovation, 3(A11), 37-41.
5. Salehi, M. B., & Moghadam, A. M. (2023). Sustainable production of hydrogels. In *Sustainable Hydrogels* (pp. 23-46). Elsevier.
6. Gholami Dastnaei, P., & Ghazinezhad, M. (2024). Varied Applications of Hydrogels Based on Their Smart Properties: A Review. International Journal of New Chemistry, 11(4), 284-310.
7. Vijayaraghavan, R., & Unnikrishnan, G. (2022). Preparation of Hydrogel from Agriculture Waste For the Improvement of Soil Irrigation System. The Journal of Solid Waste Technology and Management, 48(2), 208-216.
8. Ghorpade, V. S. (2020). Preparation of hydrogels based on natural polymers via chemical reaction and cross-linking. In *Hydrogels based on natural polymers* (pp. 91-118). Elsevier.
9. Choudhary, A., Sharma, A., Singh, A., Han, S. S., & Sood, A. (2024). Strategy and Advancement in Hybrid Hydrogel and Their Applications: Recent Progress and Trends. Advanced Engineering Materials, 26(21), 2400944.
10. Nizam, P. A., Aiswarya, P. R., & Thomas, S. (2023). Nanohydrogels for achieving green economy. In Sustainable Hydrogels (pp. 113-136). Elsevier.

ISSN 3030-3907

11. Saitkulov, F. E., Tashniyazov, A. A., Mamadrahimov, A. A., & Shakhidoyatov, K. M. (2014). 2, 3-Dimethylquinazolin-4 (3H)-one. *Structure Reports*, *70*(7), o788-o788.
12. Baymuratova, G., Nasimov, K., & Saitkulov, F. (2023). Synthesis of 6-benzylaminopurine and the study of biological active properties of cotton C-6424 plants. In E3S Web of Conferences (Vol. 389, p. 03032). EDP Sciences.
13. Sapaev, B., Saitkulov, F., Mamedova, M., Saydaliyeva, S., & Makhmudova, D. (2023). Chromato-mass-spectrometry of the analysis of the sum of the common mushrooms. In *BIO Web of Conferences* (Vol. 65, p. 01006). EDP Sciences.
14. Sapaev, B., Saitkulov, F. E., Abdinazarov, A. B., Nasimov, K. M., & Isoqjonova, M. (2023). Kobalt (II)-synthesis of the coordination compound formed by quinazolin-4-on and indole fatty acids of nitrate dihydrate and study of the processes of influence on the varieties of cotton “Buxara-102”,“Namangan-77”,“Sultan”,“Unkurgan-1”,“C-6524”. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 452, p. 01033). EDP Sciences.

ISSN 3030-3907