

N₂,N₃-GEKSAMETILEN BIS [(N-NITROANILINIL)- N₂,N₃-FENIL-TIOMOCHEVINA)-MOCHEVINA]NI HOSIL BO‘LISH UNUMIGA TURLI OMILLARNI TA’SIRI

Toshtemirov Furqat Alisher o‘g‘li

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, tayanch doktorant

toshtemirovfurqat@gmail.com

Muxiddinov Bahodir Faxriddinovich

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, kimyo fanlari doktori

muhiddinov.b@mail.ru

Maxsumov Abdulhamid Gafurovich

Toshkent kimyo texnologiya instituti, kimyo fanlari doktori

toshtemirovfurqat@gmail.com

MAQOLA MALUMOTI

ANNOTATSIYA:

MAQOLA TARIXI:

Received: 15.12.2025

Revised: 16.12.2025

Accepted: 17.12.2025

KALIT SO‘ZLAR:

N₂,N₃-geksametilen bis[(n-nitroanilinil)- N₂,N₃-(fenil-tiomochevina)-mochevina], DMFA, Trietilamin, fenilizotiosionat, Geksametilen diizosiyanat, N-nitroanilin, IQ-spektr, ¹H-YaMR va ¹³C-YaMR spektr. Etilasetat, 80 ml 10% li NaOH eritmasi, unum, harorat.

N₂,N₃-geksametilen bis[(n-nitroanilinil)- N₂,N₃-(fenil-tiomochevina)-mochevina] hosilasi sintez qilingan va sintez jarayoniga katalizator tabiati va konsentrasiyasi, vaqt davomiyligi va harorat ta'sirlari o'rganilgan. Katalizator sifatida (Pirimidin (C₄H₄N₂), Piridin (C₅H₅N), TEDA(C₂H₄)₃N₂, TEA (C₂H₅)₃N) turli xil konsentrsiyalari (5,0-40,0 mass.%) dan foydalanilgan. Katalizator TEA (C₂H₅)₃N ning konsentrsiyasi 25 % bo'lganda N₂,N₃-geksametilen bis[(n-nitroanilinil)- N₂,N₃-(fenil-tiomochevina)-mochevina] ning hosil bo'lish unumi yuqori chiqqanligi aniqlangan. Mahsulot unumiga vaqt davomiyligi (1-12 soat) ning ta'siri ham o'rganilgan. Mahsulot unumi 6 soat davomida yuqori bo'lishi aniqlangan. Bundan tashqari mahsulot unumiga haroratning ta'siri (10-600C) oraliqlarida ham o'rganilgan. N₂,N₃-geksametilen bis[(n-nitroanilinil)- N₂,N₃-(fenil-tiomochevina)-mochevina] ning unumi 6 soatda 300C da yuqori unum bilan chiqishi aniqlangan.

*Sintez qilingan moddaning tuzilishi IQ- va
YaMR-spektroskopik tahlil usullari bilan
o'rganilgan va tasdiqlangan.*

Kirish

Organik sintezning zamonaviy yo'nalishlaridan biri biologik faol va funksional xossalari yuqori bo'lgan murakkab molekulalarni olishdir. Ular orasida tiomochevina, mochevina va nitroanilin hosilalari alohida ahamiyat kasb etadi. Chunki bunday birikmalar o'zida bir nechta faol markazlarni mujassamlashtirgan bo'lib, farmakologiya, qishloq xo'jaligi kimyosi, shuningdek, yangi kompozitsion materiallar ishlab chiqishda keng qo'llanilishi mumkin. Ayniqsa, geksametilen diizosiyonat asosidagi polifunksional moddalarning sintezi ilmiy tadqiqotlarda dolzarb yo'nalishlardan hisoblanadi. Olib borilgan tadqiqotlarda bis-mochevina hosilalarining sintezi, ularning texnologiyasi va amaliy qo'llanilishiga oid fundamental ma'lumotlar keltirilgan. Tadqiqotlar natijasida turli xil di- va polifunksional reagentlar asosida olingan bis-mochevina birikmalarining hosil bo'lish mexanizmlari hamda strukturaviy o'zgarishlari chuqur tahlil qilingan[1]. Shuningdek, bis(alkil)-karbamat hosilalarining sintezi va ularning fizik-kimyoviy xossalari bo'yicha zamonaviy yutuqlarni tahlil qilib, bu sinfdagi moddalarning reaktivlik darajasi va molekulyar tuzilishiga bog'liq ravishda hosil bo'lish unumlari o'zgarishini aniqlangan[2]. Keyingi yillarda olib borilgan izlanishlarda N,N¹-geksametilen-bis-mochevina hosilalarining sintezi va ularning bog'lanishlari aniqlangan bo'lib, bu tadqiqotlar geksametilen asosli bis-tiomochevina moddalari sintezining nazariy asoslarini mustahkamladi [3]. Bundan tashqari, mochevina va tiomochevina asosidagi sulfoalkillangan hosilalarni sintez qilish usullarini ishlab chiqib, ularning fizik-kimyoviy va amaliy xossalarini yoritib bergan. Ushbu ishlar geksametilen asosli bis-tiomochevina hosilalarini olishda qo'llaniladigan asosiy kimyoviy jarayonlar — proton ko'chishi, kondensatsiya va oksidlanish bosqichlarini chuqur tushunishga yordam beradi [4].

Mazkur tadqiqotlar natijasida N₂,N₃-geksametilen bis [(N-nitroanilinil)-N₂,N₃-fenil-tiomochevina)-mochevina] kabi murakkab birikmalar sintezining mexanizmini chuqur o'rganish, ularning hosil bo'lish unumiga turli omillarning (temperatura, erituvchi turi, vaqt va katalizatorlar ishtiroki) ta'sirini aniqlash ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb masalalardan biridir. Shu bois ushbu ishda yuqorida keltirilgan ilmiy izlanishlarga tayangan holda, geksametilen asosli bis-tiomochevina hosilalarining sintezi, reaksiya mexanizmi va unumiga ta'sir etuvchi omillar tahlil qilindi.

Ushbu tadqiqotda N²,N³-geksametilen bis [(n-nitroanilinil)-N²,N³-(fenil-tiomochevina)-mochevina] birikmasi birinchi marta sintez qilindi va uning tuzilishi turli spektroskopik usullar yordamida aniqlab berildi. Mazkur molekula o'zida bir vaqtning o'zida aromatik nitro, tio-karbamoil va mochevina fragmentlarini birlashtiradi. Bunday murakkab tuzilishga

ega bo'lgan moddalar koordinatsion xelat hosil qiluvchi xossalari, biologik aktivligi hamda turli katalitik jarayonlarda ishtirok etish qobiliyati bilan qiziqish uyg'otadi [5-8].

Mochevina va tiomochevina hosilalari bu borada alohida e'tiborga ega, chunki ular metall ionlari bilan mustahkam komplekslar hosil qiladi, vodorod bog'lanish tizimi orqali molekulalararo o'zaro ta'sirni kuchaytiradi hamda polifunksional ligand sifatida o'zini namoyon etadi.

Yuqoridagi omillarni hisobga olib, N^2, N^3 -geksametilen bis [(n-nitroanilinil)- N^2, N^3 -(fenil-tiomochevina)-mochevina] kabi birikmalarni sintezlash va tadqiq etish bugungi kunda dolzarb hisoblanadi.

Tadqiqot ob'ekti va usullari.

N^2, N^3 -geksametilen bis [(n-nitroanilinil)- N^2, N^3 -(fenil-tiomochevina)-mochevina] sintez jarayoni bir necha bosqichda boradi.

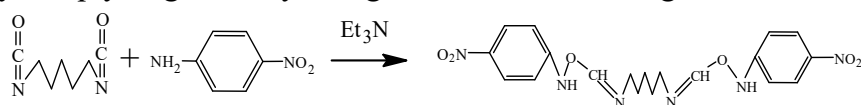
1-bosqichda jarayon quyidagicha boradi; Geksametilen diizosiyanat va N-nitroanilin organik erituvchida (DMFA) reaksiyaga kiritiladi. Harorat $50-60^\circ\text{C}$ da 4 soat davomida ushlab turiladi. 4 soatdan keyin N^2, N^3 -geksametilen bis [(n-nitroanilinil)-mochevina] hosil bo'ladi. Quyidagi reaksiya tenglama asosida jarayon boradi.

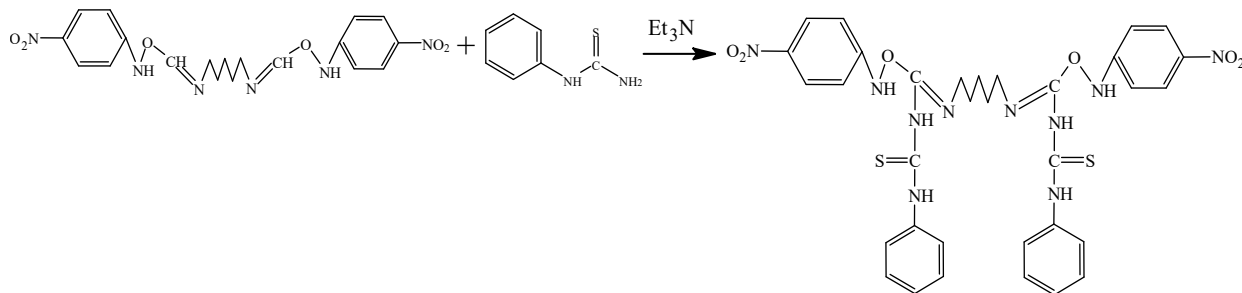
2-bosqichda hosil bo'lgan N^2, N^3 -geksametilen bis [(n-nitroanilinil)-mochevina] ga tubi yumaloq kolbada xona haroratida ($25-30^\circ\text{C}$) magnitli aralashtirgich yordamida aralashtirib turilgan holda, fenilizotiosianatdan eritmaga tomchilatib, sekin-asta 15 min davomida qo'shiladi. Undan so'ng muzli hammomda reaksiya harorati $0-5^\circ\text{C}$ tushirilib 6 soat davomida aralashtirilib turildi. Reaksiya yakunida hosil bo'lgan mahsulotni 80 ml 10% li NaOH eritmasi bilan ishlov berilib, ortiqcha reaktivlardan neytrallandi hamda yon mahsulotlar yuvildi. Keyin distillangan suv bilan bir necha marta yuvilib, pH neytral muhitga keltiriladi. Ajratgich varonka orqali eritma va cho'kmani ajratib olib, hosil bo'lgan organik qatlamni suvli hammom orqali $70-80^\circ\text{C}$ da bug'latiladi. So'ngra hosil bo'lgan aralashmadan 30 ml etilasetat bilan ekstraksiya qilinadi. Organik qatlam ajratilib, quritiladi va erituvchi bug'latib olib tashlanadi. Quritish shkafida 60 min davomida 90°C da quritiladi. Hosil bo'lgan mahsulot etanol yoki etilasetat aralashmasidan qayta kristallantiriladi. Olingan kristallar vakuum sharoitida quritiladi [4].

Olingan natijalar va ularning tahlili.

Tadqiqotda N^2, N^3 -geksametilen bis [(n-nitroanilinil)- N^2, N^3 -(fenil-tiomochevina)-mochevina] turli reaksiya sharoitlarida sintez qilingan va mahsulot unumiga turli faktorlar: katalizator tabiati va konsentratsiyasi, harorat va vaqtning ta'sirlari o'rganildi.

Tadqiqot jarayoni quyidagi reaksiya tenglamasi asosida amalga oshadi:





Hosil bo‘lish unumiga haroratning ta’siri 10-60⁰C haroratlarda o‘rganildi va olingan natijalar 1-jadvalda keltirilgan. Tadqiqot natijalarining tahlili shuni ko‘rsatadiki (1-jadval), asosiy maxsulotning chiqish unumi uchun optimal harorat 30⁰C ni tashkil etdi. Haroratning yanada ko‘tarilib borishi asosiy mahsulot unumining pasayishiga olib keldi. Buni esa yuqori haroratda qo‘sh bog‘ tutgan mahsulotning oligomer va polimer mahsulotlarga aylanganligi bilan izohlash mumkin.

1-jadval

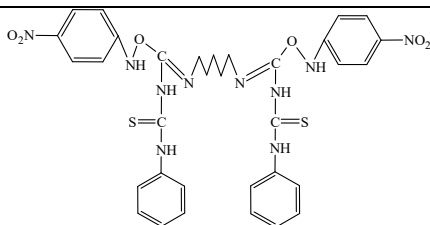
N²,N³-geksametilen bis [(n-nitroanilinil)- N²,N³-(fenil-tiomochevina)-mochevina] ning hosil bo‘lish unumiga harorat ta’siri

Moddaning struktura formulasi va nomi	Harorat, ⁰ C					
	Unum, %					
	10	20	30	40	50	60
N²,N³-geksametilen bis [(n-nitroanilinil)- N²,N³-(fenil-tiomochevina)-mochevina]	60,48	85,40	92,4	77,62	62,07	46,33

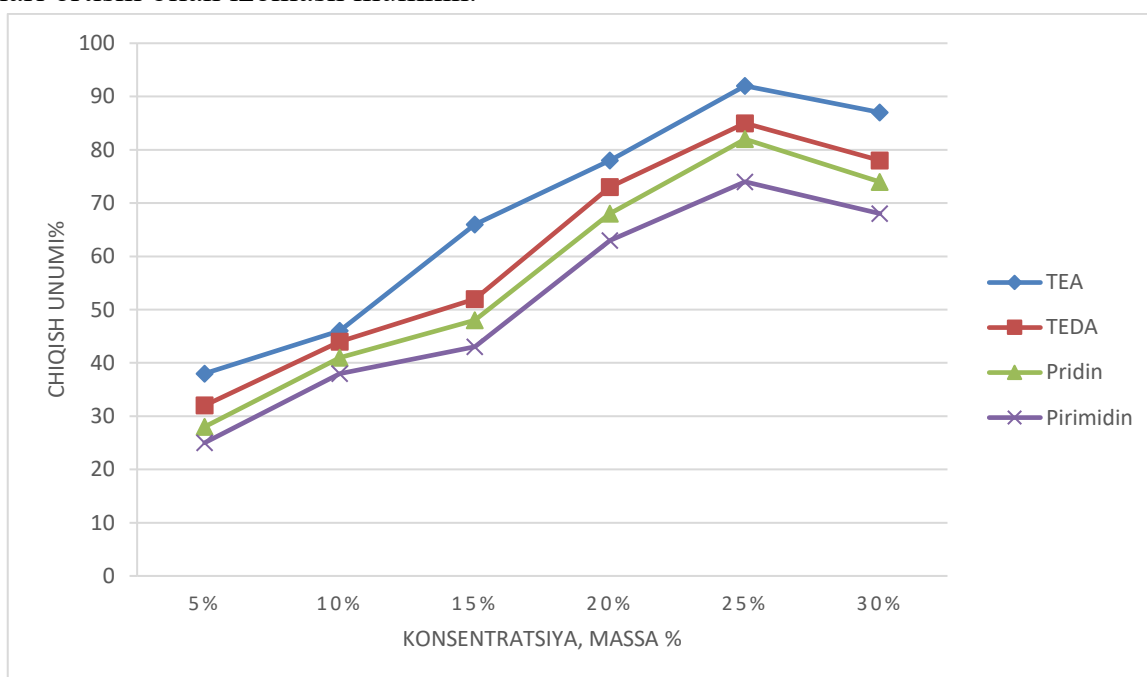
Tadqiqot jarayonida katalizator tabiatining mahsulot unumiga ta’siri ham o‘rganildi va uning natijalari 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

Katalizatorlar tabiatining N²,N³-geksametilen bis [(n-nitroanilinil)- N²,N³-(fenil-tiomochevina)-mochevina] hosil bo‘lish unumiga ta’siri

Moddanning struktura formulasi va nomi	Katalizator			
	Unum, %			
	Pirimidin (C ₄ H ₄ N ₂)	Piridin (C ₅ H ₅ N)	TEDA (C ₂ H ₄) ₃ N ₂	TEA (C ₂ H ₅) ₃ N
 N ² ,N ³ -geksametilen bis [(n-nitroanilinil)- N ² ,N ³ -(fenil-tiomochevina)-mochevina]	45,13	70,28	85,61	92,40

Olib borilgan tadqiqotlar natijasida sinab ko‘rilgan katalizatorlar orasida Trietilamin mahsulot unumiga samarali ta’sir etganligi aniqlandi. Buni katalizatorlarning asoslik hossalari ortishi bilan izohlash mumkin.



1-rasm. Katalizator konsentratsiyasining N²,N³-geksametilen bis [(n-nitroanilinil)- N²,N³-(fenil-tiomochevina)-mochevina] hosil bo‘lish unumiga ta’siri: 1) TEA; 2) TEDA; 3) Piridin; 4) Pirimidin

Reaksilarda katalizator konsentratsiyasi ham mahsulot hosil bo‘lish unumiga sezilarli ta’sir qiladi. Shu sababli mahsulotlar unumiga katalizatorlarning konsentratsiyalarining ta’siri ham o‘rganildi. Bunda katalizatorlar orasida mahsulotlar unumiga samarali ta’sir etgan

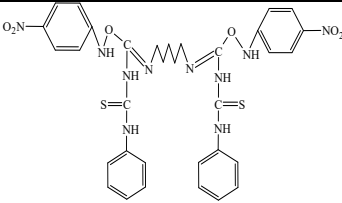
TEA(trietilamin) katalizatori konsentratsiyasining ta'siri atroflicha tadqiq qilindi, ularing natijalari esa quyidagi 1-rasmda keltirilgan.

Tadqiqot natijalarining tahlili (1-rasm) shuni ko'rsatdiki, olib borilgan tadqiqot jarayonlarida ishlatilgan katalizator konsentratsiyasi 5-25 mass.% ga tomon ortib borganda hosil bo'layotgan mahsulotlar unumi ham ortib bordi. Katalizatorning konsentratsiyasi 30 mass.% ga etganda mahsulotlar unumi sezilarli darajada kamayganligi aniqlandi. Bunga sabab katalizatorning 25 mass.% dan ortiqcha qismi dastlabki ta'sirlashayotgan fenilzotiosionat bilan reaksiya kirishadi, ya'ni fenilzotiosionatning ekvivalent miqdoriga ta'sir qiladi, bu o'z-o'zidan hosil bo'layotgan mahsulotlar unumiga ham ta'sir qiladi. Hosil bo'lgan mahsulotning eng yuqori unumi TEA katalizatorining 25 mass.% konsentratsiyali eritmasi ishlatilganda kuzatildi va bunda N²,N³-geksametilen bis [(n-nitroanilinil)- N²,N³-(fenil-tiomochevina)-mochevina] ning hosil bo'lish unumi 92,4 % ni tashkil qildi. N²,N³-geksametilen bis [(n-nitroanilinil)- N²,N³-(fenil-tiomochevina)-mochevina] hosil bo'lish reaksiyasi unumiga ta'sir etuvchi faktorlardan yana biri bu reaksiya davomiyligidir. N²,N³-geksametilen bis [(n-nitroanilinil)- N²,N³-(fenil-tiomochevina)-mochevina] hosil bo'lish unumining vaqt bilan bog'liqligi 3-jadvalda keltirilgan.

Qisqa, umumiy vaqtlar (kinetik nazorat) ostida tez hosil bo'ladigan mahsulotlar selektiv bo'ladi; uzoq vaqt davom ettirilsa termodinamik mahsulotlar yoki yon kondensatlar (oligomerlar) ko'payadi. Masalan, izotsianat + amin reaksiyalari ko'p hollarda xona harorati yoki 0–25 °C oralig'ida qisqa vaqt (soatlar) ichida tugaydi; uzoq vaqt (>6–12 s) davom ettirish polimerizatsiyaga olib keladi [9].

3-jadval

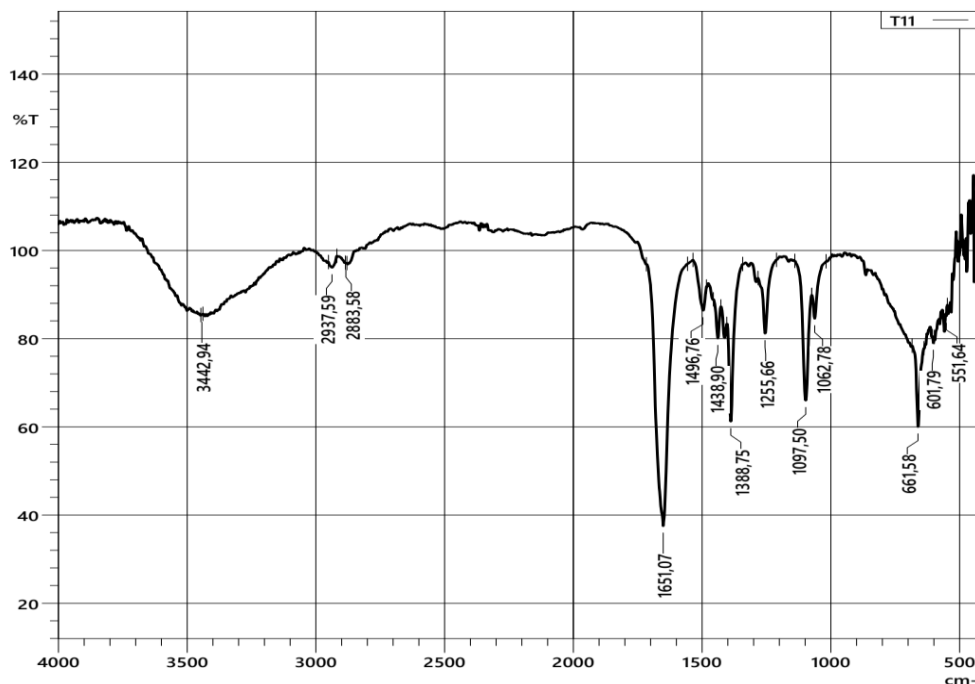
N²,N³-geksametilen bis [(n-nitroanilinil)- N²,N³-(fenil-tiomochevina)-mochevina] ning hosil bo'lish unumiga reaksiya davomiyligining ta'siri

Moddaning struktura formulasi va nomi	Reaksiya davomiyligi, soat							
	Unum, %							
	1	2	4	6	8	10	12	14
 N²,N³-geksametilen bis [(n-nitroanilinil)- N²,N³-(fenil-tiomochevina)-mochevina]	25,65	42,18	82,21	92,4 0	78,62	74,25	65,40	53,67

Natijalar tahlilidan (3-jadval) ko'rish mumkinki, reaksiya davomiyligi 6 soatgacha oshganda unum bosqichma-bosqich oshib bordi va eng yuqori ko'rsatkich 92,4 % ga etadi,

vaqtning davomiyligi yanada oshirilganda esa unumning pasayganligi kuzatildi. Agar reaksiya davom etsa, mahsulot asta-sekin yana reagentlar bilan qayta reaksiyaga kirishib, oligomer yoki polimer shakllar hosil qiladi buni qo'sh bog' tutgan mahsulotning oligomer va polimer mahsulotlarga aylanganligi bilan izohlash mumkin.

Olingan birikmaning tuzilishini tasdiqlash uchun infraqizil (IQ) spektroskopiya usuli qo'llanildi, va uning IQ spektri 1-rasmda keltirilgan [10].



1-Rasm. N^2, N^3 -geksametilen bis [(n-nitroanilinil)- N^2, N^3 -(fenil-tiomochevina)-mochevina] ning IQ-spektri

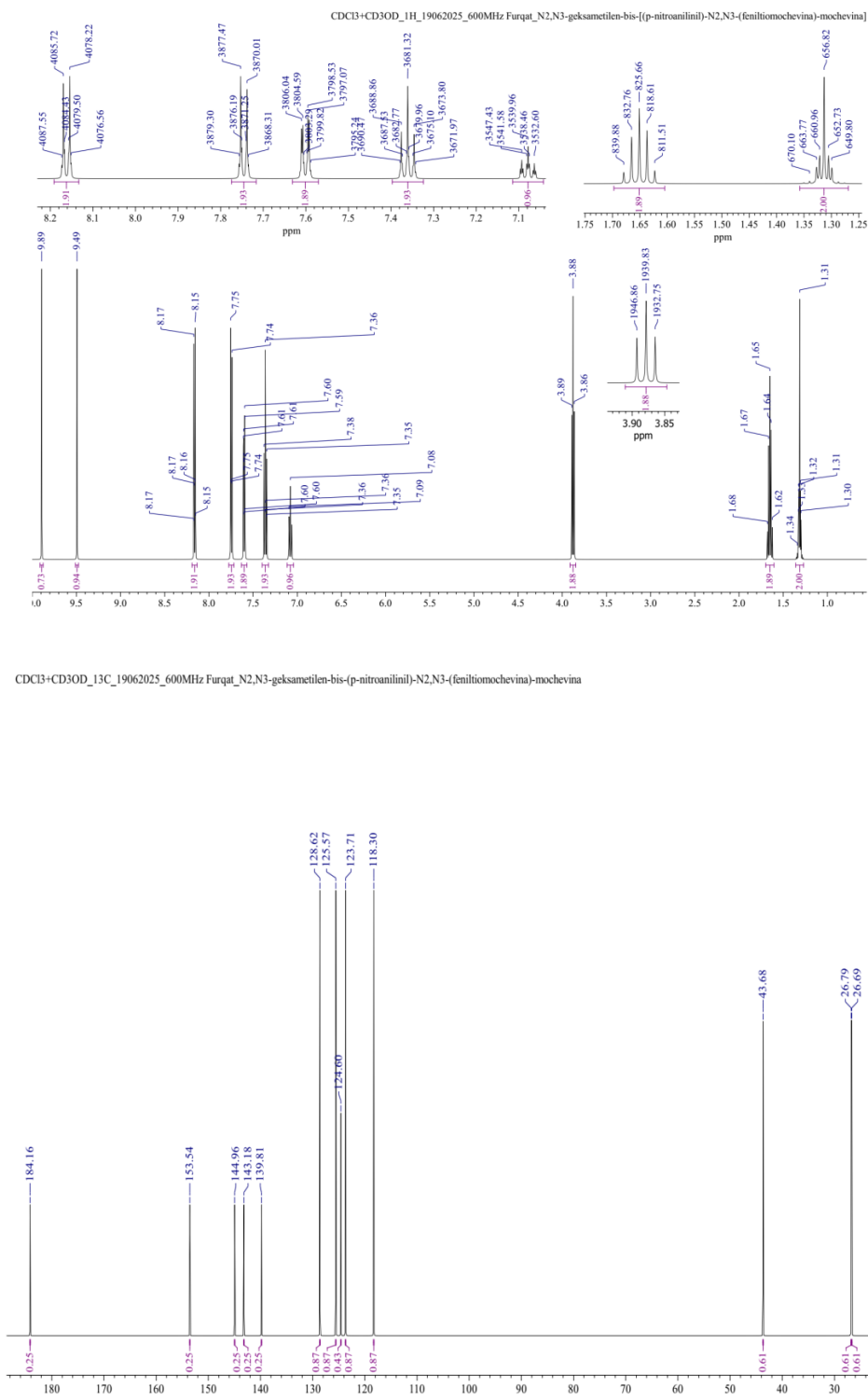
Olingan (IQ) spektrning tahlili (1-rasm) shuni ko'rsatadiki spektrda bir nechta muhim funksional guruhlar aniqlangan. Spektrda $3442,94 \text{ cm}^{-1}$ oralig'ida kuzatilgan keng va intensiv cho'qqilar N-H guruhning valent tebranishlariga mos keladi. Bu holat molekulalararo vodorod bog'lanishlarining mavjudligidan dalolat beradi. Bunday kengayish ayniqsa mochevina va tiomochevina hosilalari spektrida ko'p uchraydi va ularning kristall tuzilishida molekulalararo ta'sirlarning muhim o'rin tutishini ko'rsatadi. $2937,59 \text{ cm}^{-1}$ va $2883,58 \text{ cm}^{-1}$ atrofidagi cho'qqilar C-H bog'iga tegishli bo'lib, uglevodorod zanjirlarida, ayniqsa, metil ($-\text{CH}_3$) va metilen ($-\text{CH}_2-$) guruhlarida uchraydi. Bu moddaning organik tabiatga ega ekanligini ko'rsatadi. $1651,07 \text{ cm}^{-1}$ diapazonida aniqlangan intensiv cho'qqi esa C=O guruhining valent tebranishlariga xos bo'lib, mochevina molekulasida tarkibidagi karbonil guruhining mavjudligini tasdiqlaydi. Ushbu signalning intensivligi va joylashuvi molekuladagi boshqa guruhlar bilan vodorod bog'lanishlarning kuchiga bog'liq holda o'zgarishi mumkin. $1496,76 \text{ cm}^{-1}$ va $1388,75 \text{ cm}^{-1}$ atrofidagi cho'qqilar uglevodorodlarning deformatsion tebranishlariga tegishli bo'lib, CH_2 va CH_3 guruhlarining mavjudligini bildiradi. Bu yana alifatik zanjirlarning borligiga ishora qiladi. $1255,66 \text{ cm}^{-1}$ da kuzatilgan

cho‘qqi ko‘pincha C–O yoki C–N valent tebranishlariga mos keladi, bu esa efirlar, aminlar yoki nitro birikmalar mavjudligini taxmin qilishga asos beradi. Bundan tashqari, 1097,50 sm^{-1} atrofida qayd etilgan cho‘qqi C=S valent tebranishlariga tegishlidir. Bu signal mochevina molekulasi o‘ziga xos belgisidir va tiofunktional guruhning mavjudligini ko‘rsatadi. Shu tarzda, spektrda bir vaqtda C=O va C=S guruhlarining aks etishi mochevina va tiomochevina hosilalarining aralash xususiyatlarini namoyon qiladi. Past chastotalarda, ya‘ni 665,58 sm^{-1} va 551,64 sm^{-1} oralig‘idagi cho‘qqilar odatda aromatik halqalarning deformatsion tebranishlariga mos keladi.

Olingan birikmaning yanada chuqurroq molekulasi tuzilishini, funktsional guruhlarini, izomeriya shakllarini va atrofda elektron muhitni aniqlash uchun YaMR–spektr usuli qo‘llanildi. Bu atom yadrolarining magnit rezonans xossalarini o‘rganuvchi usul bo‘lib, u molekularning elektron muhitini, atomlarning joylashishini, funktsional guruhlarini va stereokimyoviy xususiyatlarini aniqlash imkonini beradi. Shuningdek sintez qilingan birikmaning strukturaviy va fazoviy xususiyatlarini hamda moddani tozaligini aniqlashga imkon berdi.

Sintez qilingan moddaning YaMR spektri olindi va u 2-rasmda keltirilgan.

Sintez qilib olingan N^2, N^3 -geksametilen-bis-[(n-nitroanilinil)- N^2, N^3 -(fenil tiomochevina)-mochevina]ning (600 MHz, Chloroform-d: CDCl_3 , Deuterated methanol: CD_3OD , δ , m.y., J/Gs) YaMR–spektr tahlili shuni ko‘rsatadiki, birikma tarkibidagi n–nitroanilinil guruhining azot bilan bog‘langan protonlarni singlet signallari 9,89 m.u.da va feniltiomochevina halqasidagi azot bilan bog‘langan vodorodlarning singlet yutilish sohalari 9,49 m.u.larda namoyon bo‘ldi. Birikma tarkibidagi n–nitroanilinil guruhining aromatik halqasidagi 2– va 6–uglerodlariga tegishli vodorod atomlarining dublet signallari 7,74–7,75 m.u. oraliqlarida va aromatik halqaning 3– va 5–uglerodlariga tegishli vodorod atomlarining dublet signallari esa 8,15–8,17 m.u. oraliqlarida yutilish signallarini berdi. Feniltiomochevina aromatik halqasidagi 2– va 6–uglerodlariga tegishli vodorod atomlarining dublet signallari 7,59–7,61 m.u., aromatik halqaning 3– va 5–uglerodlariga tegishli vodorod atomlarining dublet signallari esa 7,35–7,38 m.u., aromatik halqaning 4–uglerodlariga tegishli vodorodlarga tegishli yutilish signallari 7,08–7,09 m.u.lar oraliqlarida namoyon bo‘ldi.



2-Rasm. N²,N³-geksametilen-bis-[(n-nitroanilinil)-N²,N³-(fenil tiomochevina)-mochevina]ning ¹H va ¹³C YaMR–spektri

Namunadagi amid guruxi bilan bog‘langan –CH₂ guruxiga tegishli vodorodlarning triplet signallari 3,86–3,89 m.u.larga mos keladi. 1,62–1,68 m.u. va 1,30–1,34 m.u.lardagi

multiplet signallari xam tegishli ketma-ketlikdagi $-CH_2$ guruhlaridagi proton signallariga mos kelishligi aniqlandi.

Bundan tashqari birikma tarkibidagi $-S=S$ guruhlariga tegishli uglerodlar 184,16 m.u.da, $-S=O$ guruxlariga tegishli uglerodlar esa 153,54 m.u.da mos yutilish signallarni berdi. Birikma tarkibidagi nitroanilinil guruhining aromatik halqasidagi 1-uglerod atomlari 144,96 m.u.da, nitro gurux bilan bog'langan 4-uglerod atomlari 143,18 m.u.da, 2- va 6-uglerod atomlari 118,30 m.u.da xamda 3- va 5-uglerod atomlari esa 125,57 m.u.larda tegishli yutilish signallarini namoyon etdi. Feniltiomochevina aromatik halqasidagi 1-uglerodlar 139,81 m.u.da, 2- va 6-uglerod atomlari 123,71 m.u.da, 3- va 5-uglerod atomlari esa 128,62 m.u.da xamda 4-uglerod atomlari esa 124,60 m.u.da mos yutilish signallarini namoyon qildi. Namuna tarkibidagi $-CH_2$ guruxiga tegishli uglerodlarning tegishli signallari 43,68; 26,79 va 26,69 m.u.larga mos kelishi aniqlandi. Xulosa qilib aytish mumkinki olingan YaMR spektiri tahlil natijalari sintez qilingan birikma: N^2,N^3 -geksametilen-bis-[(n-nitroanilinil)- N^2,N^3 -(fenil tiomochevina)-mochevina]ning tarkibiy tuzilishini tasdiqlaydi.

Xulosa.

Tadqiqot natijasida N^2,N^3 -geksametilen bis[(n-nitroanilinil)- N^2,N^3 -(fenil-tiomochevina)-mochevina] birikmasi muvaffaqiyatli sintez qilindi. IQ va YaMR spektroskopik tahlillari orqali uning funksional guruhlari va molekulyar tuzilishi tasdiqlandi. Olib borilgan tadqiqot natijalariga ko'ra, N^2,N^3 -geksametilen bis [(n-nitroanilinil)- N^2,N^3 -fenil-tiomochevina)-mochevina] birikmasi muvaffaqiyatli sintez qilindi va uning tuzilishi zamonaviy spektral usullar yordamida ishonchli tarzda tasdiqlandi. IQ-spektroskopik ma'lumotlar mahsulot tarkibida $N-H$, $C=O$, $C=S$ va $-NO_2$ kabi funksional guruhlarning mavjudligini ko'rsatadi. YaMR spektroskopiyasi esa proton va uglerodlarning joylashuvini, aromatik va alifatik fragmentlarning taqsimlanishini, shuningdek tio-karbamoil va mochevina bo'g'inlarining mavjudligini ochib berdi. Olingan natijalar ushbu sinfdagi birikmalarni chuqurroq o'rganish, ularning biologik faol xossalarini tahlil qilish va farmatsevtika hamda materialshunoslik sohalarida amaliy qo'llash uchun ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Махсумов А.Г., Холбоев Ю.Х., Валеева Н.Г. “Синтез, технология, свойства производных бис-мочевин и их применение”, Монография, Латвия, Рига, 2019. - С.1-118.
2. Khatamova M.S., Makhsumov A.G. “Modern achievements in the synthesis of bis(alkyl)-carbamate derivatives and their properties”// J. Chemical.Kazakhstan. Special issue- Almaty, 2007.- P.120-124.
3. Xayitov J., Makhsumov A., Ismailov B. “Synthesis and properties of $N,N1$ -hexamethylene-bis-urea derivatives” Universum Chemistry & Biology, 2023.

4. Kodirov H.E. "Synthesis of sulfomethylated urea/thiourea derivatives and their applications" Chemical Journal of Uzbekistan, 2016.
5. Мухиддинов Б.Ф., Махсумов А.Г., Тоштемиров Ф.А., Оликулов Ф. Ж. Синтез и ик спектроскопическое исследование производных тиомочевина Universum: химия и биология. М. 4-9 ст.
6. Toshtemirov F.A., Muxiddinov B.F., Maxsumov A.G., Nosimmetrik N-(difenilamidometil)-N'-(dietilaminometil) tiomochevina hosilasining yangi sintetik yondashuvi. "Kimyo sanoati va kimyoviy texnologiyaning muammolari va innovatsion yechimlari" Respublika ilmiy-amaliy anjumani, 23-24-may, 2025-yil Navoiy; b. 258-260.
7. Toshtemirov F.A., Muxiddinov B.F., Maxsumov A.G., N-(difenilamidometil)-N'-(dietilaminometil) tiomochevinaning IQ spektroskopik tahlili. "Kimyo sanoati va kimyoviy texnologiyaning muammolari va innovatsion yechimlari" Respublika ilmiy-amaliy anjumani, 23-24-may, 2025-yil Navoiy; b. 260-263.
8. Toshtemirov F.A., Muxiddinov B.F., Maxsumov A.G., Xudoyberdiyeva K.F., N²,N³-Geksameten bis [(n-nitroanilin), N²,N³-(fenil tiomochevina) mochevina] sintezini o'rganilganlik darajasi: adabiyotlar tahlili. "Kimyo sanoati va kimyoviy texnologiyaning muammolari va innovatsion yechimlari" Respublika ilmiy-amaliy anjumani, 23-24-may, 2025-yil Navoiy; b. 255-258.
9. Matea Vlatković, [Ben L. Feringa](#), Unclicking of thioureas: Base catalyzed elimination of anilines and isothiocyanates from thioureas <https://doi.org/10.1016/j.tet.2019.02.035>, [Tetrahedron Volume 75, Issue 14](#), 5 April 2019, Pages 2188-2192
10. A.G. Maxsumov, F.A.Toshtemirov, B.F. Muxiddinov, "N²,N³-geksameten bis [(n-nitroanilinil)-N²,N³-(fenil-tiomochevina)-mochevina]ni sintezi va IQ-spektroskopik tahlili", Tovarlar kimyosi hamda xalq tabobati muammolari va istiqbollari mavzusidagi xii "Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari" Andijon, 2025, 11 sentabr; b.350-353.