QO‘QON DAVLAT PEDAGOGIKA INSTITUTI ILMIY XABARLARI
(2026-yil 6-son)

TABIIY FANLAR

NATURAL SCIENCES

https://doi.org/10.70728/a.series.tab.v08.i06.046

(2E)-3-(4-METOKSIFENIL)PROP-2-ENALNING AYRIM ATSILGIDRAZON HOSILALARI SINTEZI

M.Q.Saidova[1], N.M.Yo‘ldosheva[2], A.J.Djurayev[3], Sh.Ya.Mirzaaxmedov[4], M.B.Gafurov[3,4], R.S.Esanov[2,4]

[1]Qarshi davlat universiteti, Qarshi shahri, Qashqadaryo viloyati
E-mail: saidovamaftuna2400@gmail.com
[2]O‘zbekiston milliy universiteti, Toshkent shahri, Olmazor tumani, Universitet ko‘chasi,4.
E-mail: yoldoshevanilufar72@gmail.com
[3]Guliston davlat universiteti.120100, Guliston shahri, 4-kichik tuman.
E-mail: alex26111972@gmail.com
[4]O‘zR FA akademik A.S. Sodiqov nomidagi Bioorganik kimyo instituti. 100125, Toshkent shahri, Mirzo Ulug‘bek shoh ko‘chasi, 83.
E-mail: esanovrahmat2836@gmail.com
UO‘K:547.9+547.84+543.42

Annotatsiya. Mazkur maqolada (2E)-3-(4-metoksifenil)prop-2-enalning(MDA) ayrim gidrazidlar (benzoy kislota gidrazidi, 2-xlorbenzoy kislota gidrazidi, 2,4-dixlorbenzoy kislota gidrazidi) bilan kondensatsiya reaksiyasi orqali yangi atsilgidrazonlar sintez qilindi. Reaksiyalar etanol muhitida amalga oshirilib, maqsadli mahsulotlar yuqori unum bilan olindi. Sintez qilingan birikmalarning ayrim fizik-kimyoviy kattaliklari aniqlanib, ularning tuzilishi IQ-, UB-spektroskopiya hamda mass-spektrometriya usullari yordamida tavsiflandi. IQ-spektr ma’lumotlarida C=N bog‘iga tegishli xarakterli tebranish chastotalarining paydo bo‘lishi Shiff asoslari hosil bo‘lganligini tasdiqlaydi. UB-spektrlarda kuzatilgan π→π* va n→π* elektron o‘tishlari molekulalarda kon’yugirlangan tizim mavjudligini ko‘rsatdi. Mass-spektrometrik tahlil natijasida aniqlangan $[M+H]^+$ ionlari nazariy molekulyar massalar bilan mos kelib, sintez qilingan birikmalarning tuzilishini tasdiqlaydi. Tadqiqot natijalari ushbu sintez qilingan yangi Shiff asoslarining keyingi biologik faollikni o‘rganish uchun istiqbolli obyektlar ekanligini ko‘rsatdi.

Kalit so’zlar: dolchin aldegidi, Shiff asoslari, kondensatsiya, aminobirikmalar, cinnamomum oilasi, ultrabinafsha(UB), infraqizil(IQ), mass spektrometriya, atsilgidrazon.

Kirish. Metoksidolchin aldegidi ((2E)-3-(4-metoksifenil)prop-2-enal, MDA) fenilpropanoidlar sinfiga mansub aromatik birikma bo‘lib, tabiiy efir moyli o‘simliklar tarkibida uchraydi hamda o‘zining kimyoviy va biologik xususiyatlari tufayli tadqiqotchilar e’tiborini jalb etib kelmoqda. Molekula tarkibidagi metoksi guruhi va kon’yugirlangan to‘yinmagan aldegid fragmentining mavjudligi uning reaksion qobiliyatini oshiradi hamda turli nukleofil reagentlar, xususan aminobirikmalar bilan kondensatsiya reaksiyalariga oson kirishishini ta’minlaydi. Natijada tarkibida azometin (C=N) bog‘ini saqlovchi Shiff asoslari hosil bo‘ladi. Shiff asoslari molekulasidagi imino (C=N) guruhi elektron zichligining qayta taqsimlanishiga sabab bo‘lib, birikmalarning fizik-kimyoviy va biologik xossalariga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Shu bois bunday birikmalar koordinatsion kimyo, farmatsevtik kimyo, bioorganik sintez va tibbiyot sohalarida istiqbolli biofaol moddalar sifatida keng o‘rganilmoqda. Adabiyotlarda MDA hosilalari antimikrob, antioksidant, yallig‘lanishga qarshi, zamburug‘larga qarshi hamda sitotoksik faollikka ega bo‘lishi mumkinligi qayd etilgan. Bundan tashqari, aromatik halqadagi metoksi guruhi elektron donor substituent sifatida molekulaning elektron taqsimotini o‘zgartirib, hosil bo‘ladigan Shiff asoslarining barqarorligi, reaksion qobiliyati va biologik faolligiga ta’sir ko‘rsatishi mumkin.

Shu munosabat bilan MDA asosida yangi Shiff asoslarini sintez qilish, ularning tuzilishini IQ-, UB-spektroskopiya va mass-spektrometriya kabi tadqiqotning fizik usullari yordamida tavsiflash hamda keyinchalik biologik faolligini baholash dolzarb ilmiy masalalardan hisoblanadi. Mazkur tadqiqot natijalari MDA hosilalari qatorini kengaytirish, ularning tuzilish-faollik bog‘liqligini aniqlash hamda farmakologik jihatdan istiqbolli yangi biofaol birikmalarni yaratish uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili.

Ma’lumki, (2E)-3-(4-metoksifenil)prop-2-enal (metoksidolchin aldegidi, MDA) kimyoviy tuzilishi jihatidan trans-dolchinaldegid (TDA) ning metoksi hosilasi hisoblanadi. Har ikkala birikma molekulasida biologik faollik va kimyoviy reaksion qobiliyatni belgilovchi ikkita muhim funksional fragment – aldegid guruhi hamda kon’yugirlangan uglerod–uglerod qo‘sh bog‘i mavjud bo‘lib, aynan ushbu α,β-to‘yinmagan aldegid tizimi ularning asosiy reaksion markazi hisoblanadi [1,2].

Shu sababli molekulada ikkita elektrofil markaz, ya’ni karbonil uglerod atomi va α,β-to‘yinmagan tizimning β-uglerod atomi shakllanadi [3]. Adabiyot ma’lumotlariga ko‘ra, TDA ning biologik faolligi asosan uning Maykl akseptori sifatidagi xususiyatlari bilan bog‘liq. Molekuladagi elektron tanqis markazlar biologik nukleofillar bilan oson reaksiyaga kirishib, turli signal uzatish yo‘llarini modulyatsiya qiladi. Xususan, TDA melanoma hujayralari proliferatsiyasini susaytirishi, ularning invazivligini kamaytirishi hamda NF-κB transkripsion omilining faollashuvini ingibirlashi aniqlangan. Mazkur signal yo‘li hujayra proliferatsiyasi, yallig‘lanish va apoptozni boshqarishda muhim rol o‘ynaganligi sababli, uning bostirilishi TDA

ning saratonga qarshi faolligini izohlovchi asosiy mexanizmlardan biri sifatida qaraladi [4]. MDA ham TDA bilan o‘xshash elektron tuzilishga ega bo‘lib, molekuladagi elektrofil markazlar va α,β-to‘yinmagan karbonil tizimi uning reaksion qobiliyatini belgilaydi. Shu bois MDA ham biologik faollik mexanizmi jihatidan TDA ga yaqin bo‘lib, antibakterial, antivirus, antioksidant, yallig‘lanishga qarshi hamda antitumor xossalarga ega ekanligi haqida ma’lumotlar mavjud [26–29]. Bundan tashqari, aromatik halqadagi metoksi guruhi elektron donor substituent sifatida molekulaning elektron zichligini o‘zgartirib, uning reaksion qobiliyati va biologik faolligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. MDA ning aminobirikmalar bilan kondensatsiyalanishi natijasida hosil bo‘ladigan Shiff asoslari (azometinlar) organik va bioorganik kimyoning muhim sinfiga kiradi. Ular pigmentlar va bo‘yoqlar, katalizatorlar, polimer stabilizatorlari, luminessent sensorlar, korroziyaga qarshi ingibitorlar hamda farmatsevtik preparatlar yaratishda keng qo‘llaniladi [5–7]. Shiff asoslari tarkibidagi azometin (>C=N–) guruhi elektron donor xususiyatga ega bo‘lib, ularni turli metall ionlari bilan barqaror koordinatsion komplekslar hosil qiluvchi samarali ligandlarga aylantiradi [8,9]. Shiff asoslarining muhim afzalliklaridan biri ularning oddiy va yuqori unumli usullar bilan sintez qilinishidir. So‘nggi yillarda mikroto‘lqinli sintez, erituvchisiz sintez hamda Lewis yoki Bronsted–Lowry kislotalari ishtirokidagi katalitik usullar yordamida ushbu birikmalarni olishning samarali metodlari ishlab chiqilgan [10]. Olingan hosilalar keng biologik faollikka ega bo‘lib, antileyshmanioz [12], analgetik [13], yallig‘lanishga qarshi [14], antioksidant [15], antivirus [16], zamburug‘larga qarshi [17] va antibakterial faolliklarni namoyon qilishi aniqlangan [11]. Ushbu biologik xossalarning shakllanishida molekuladagi azometin (>C=N–) guruhi muhim rol o‘ynaydi. Hozirgi kunda antibiotiklarga chidamli mikroorganizmlarning keng tarqalishi global sog‘liqni saqlash tizimining eng dolzarb muammolaridan biridir. Jahon statistik ma’lumotlariga ko‘ra, 2019-yilda antimikrob rezistentlik bilan bog‘liq kasalliklar oqibatida taxminan 4,95 million kishi vafot etgan [18,19]. Antibiotiklarning nazoratsiz va keng qo‘llanilishi esa ko‘p dori vositalariga chidamli bakteriyalar sonining ortishiga sabab bo‘lmoqda [20–23]. Shu bois yangi ta’sir mexanizmiga ega biologik faol birikmalarni izlash zamonaviy farmatsevtik kimyoning ustuvor yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

So‘nggi yillarda Shiff asoslari turli saraton hujayra liniyalariga nisbatan yuqori sitotoksik faollik namoyon qilishi, ayrim hollarda esa sisplatin va doksorubitsin kabi standart kimyoterapevtik preparatlar bilan taqqoslanadigan yoki ulardan ustun natijalar berishi qayd etilgan [24]. Ularning ta’sir mexanizmi DNK bilan o‘zaro ta’sirlashish, apoptozni induksiyalash hamda hujayra ichidagi redoks muvozanatini boshqarish bilan bog‘liq bo‘lib, sog‘lom hujayralarga nisbatan kamroq toksiklik ko‘rsatishi mumkin [25]. Shu sababli MDA asosida yangi Shiff asoslarini sintez qilish, ularning fizik-kimyoviy xossalarini tavsiflash va biologik faolligini o‘rganish farmatsevtik kimyo va dori vositalari yaratish sohasida muhim ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi.

Shu munosabat bilan ushbu tadqiqotning maqsadi (2E)-3-(4-metoksifenil)prop-2-enal asosida yangi Shiff asoslarini sintez qilish, ularning tuzilishini IQ-, UB-spektroskopiya va mass-spektrometriya usullari yordamida tasdiqlash hamda istiqboldagi biologik faolligini baholash uchun ilmiy asos yaratishdan iborat.

Tadqiqot metodologiyasi

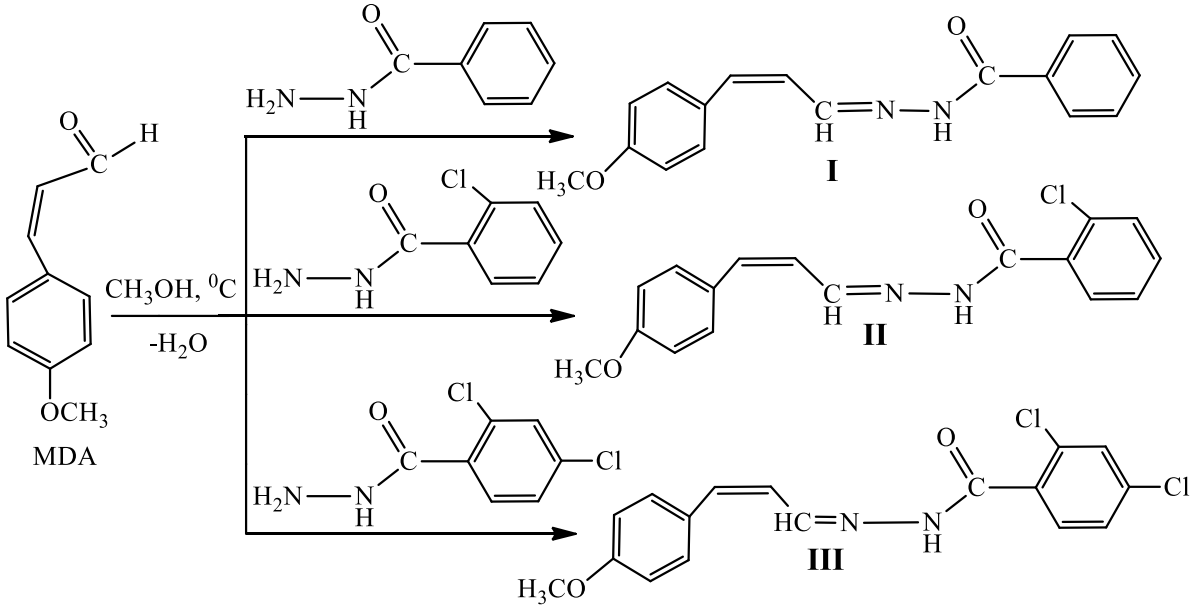
Namunalarning IQ-spektrlari IR-WQF-530A FTIR spektrometrida 4000-400 cm^{-1} oraliqda yozib olindi. UB-spektrlari Shimadzu UV-1280 UV-VIS spektrofotometer qurilmasida 200-500 nm oraliqda qalingligi 1 sm bo‘lgan kvarts kyuvetalari yordamida yozib olindi (erituvchi: suv:etanol, namunalar konsentratsiyasi: 10^{-5}-10^{-6} M). Moddalarning suyuqlanish harorati Melting-Point apparatus with microscope MP-M4A qurilmasida aniqlandi. Mass spektrometrik tahlillari teskari fazali nano-LC-MS/MS tahlili Agilent 1200 nano-oqim LC tizimi yordamida amalga oshirildi va u Agilent Technologies 6520B seriyali CHIP-Q-TOF mass-spektrometri bilan ulangan holda ishlatildi. Mobil faza sifatida A eritma — 0,1% chumoli kislotasi eritmasi va 5% asetonitril aralashmasi, B eritma esa — asetonitril, 0,1% chumoli kislotasi va 10% deionizatsiyalangan suv aralashmasidan iborat bo‘ldi. Namunani tizimga kiritish Agilent Technologies 1260 Cap Pump qurilmasida 4 µl/min oqim tezligida amalga oshirildi. Elutsiya esa Agilent Technologies 1260 Nano Pump yordamida 0,6 µl/min oqim tezligida olib borildi. Gradient rejimi quyidagicha belgilandi: B eritma ulushi 0 daqiqa — 0%, 12–18 daqiqalarda — 60%, 20 daqiqada esa yana 0% ga qaytarildi. Eritmalar Agilent Technologies 1260 µ-degasser qurilmasida gazsizlantirildi. Namunalar qurilmaga Agilent Technologies Micro WPS avtomatik injektori orqali 2 µl hajmda yuborildi. Ajratilgan fraksiyalar mass-spektrometrik tahlil qilindi. Ionlash manbai sifatida ESI (+) usuli qo‘llanildi. Qurituvchi gaz oqimi 4 L/min, qurituvchi gaz harorati 350°C ni tashkil etdi. Skaner konusidagi kuchlanish 65 V, fragmentorda esa 175 V ga teng.

Tahlil va natijalar

Adabiyotlar tahlili MDA hosilalarining istiqbolli biologik faol birikmalar ekanligini ko‘rsatadi. Xususan, ular antibakterial, antioksidant, zamburug’ga qarshi, antivirus va sitotoksik faolliklarni namoyon qilishi qayd etilgan. Shu sababli ushbu tadqiqotda MDA asosida ayrim aromatik aminlar bilan kondensatsiya reaksiyasi orqali yangi Shiff asoslarini sintez qilish hamda ularning tuzilishini IQ-, UB-spektroskopiya va mass-spektrometriya usullari yordamida tasdiqlash maqsad qilib olindi.

Shiff asoslarini sintez qilish uchun 1 mmol MDA va 1 mmol tegishli gidrazid (benzoy kislota gidrazidi, 2-xlorbenzoy kislota gidrazidi yoki 2,4-dixlorbenzoy kislota gidrazidi) 20 ml etanolda eritildi. Reaksiyon aralashma erituvchining qaynash haroratida 3 soat davomida qaynatildi. Reaksiyaning borishi yupqa qatlamli xromatografiya (YuQX) usuli yordamida nazorat qilindi. Eluent sifatida geksan:atseton = 2:1 (A) va 1:1 (B) aralashmalari qo‘llanildi. Sintez qilingan birikmalar uchun Rf qiymatlari mos ravishda 0,47 (I, B), 0,53 (II, B) va 0,44

(III, A) ni tashkil etdi. Reaksiya yakunlangach, aralashma xona haroratigacha sovitildi. Hosil bo‘lgan cho‘kma vakuum ostida filtrlab olinib, sovuq etanol bilan yuvildi va quritildi. Natijada MDAning benzoy kislota gidrazidi, 2-xlorbenzoy kislota gidrazidi va 2,4-dixlorbenzoy kislota gidrazidi bilan kondensatsiya reaksiyasi natijasida tegishli atsilgidrazon (Shiff asoslari) hosilalari olindi. Sintez reaksiyasining umumiy sxemasi quyida keltirilgan.



1-sxema. MDAning gidrazonlari sintezi uchun umumiy sxema

MDA ning aromatik kislota gidrazidlari bilan kondensatsiya reaksiyasi nukleofil qo‘shilish–ajralish (A_N→E) mexanizmi asosida amalga oshadi [26, 27]. Reaksiyaning dastlabki bosqichida gidrazid molekulasining terminal amin guruhi (-NH_2) tarkibidagi azot atomining erkin elektron jufti MDA molekulasidagi karbonil guruhining elektrofil uglerod atomiga nukleofil hujum qiladi. Natijada beqaror tetraedrik tuzilishga ega karbinolamin (gem-amino spirt) oraliq mahsuloti hosil bo‘ladi [26, 27]. Keyingi bosqichda proton almashinuvi sodir bo‘lib, karbinolamin molekulasidan bir molekula suv ajralishi (degidratatsiya) natijasida uglerod va azot atomlari o‘rtasida azometin (-CH=N-) bog‘i hosil bo‘ladi [26, 27]. Shu tariqa mos ravishda MDA ning benzoy kislota gidrazidi, 2-xlorbenzoy kislota gidrazidi va 2,4-dixlorbenzoy kislota gidrazidi bilan reaksiyasi natijasida tegishli atsilgidrazon (Shiff asosi) hosilalari hosil bo‘ladi. Aromatik halqaga xlor atomlarining kiritilishi gidrazid molekulasining elektron xossalariga ma'lum darajada ta'sir ko‘rsatadi. Xlor atomlari induktiv elektron-aktseptor (-I) ta'sirga ega bo‘lgani sababli gidrazidning terminal amin guruhi nukleofilligi biroz pasayadi. Ayniqsa, 2,4-dixlorbenzoy gidrazid tarkibida ikkita xlor atomining mavjudligi ushbu ta'sirni kuchaytiradi, natijada karbonil guruhiga nukleofil hujum nisbatan sekinlashishi mumkin. Shu sababli reaksiya unumlari benzoy kislota gidrazidi > 2-xlorbenzoy kislota gidrazidi > 2,4-dixlorbenzoy kislota gidrazidi (I > II > III) ketma-ketligida kamayishi kutildi. Biroq reaksiyaning etanol muhitida erituvchining qaynash haroratida 3 soat davomida olib borilishi kondensatsiya jarayonining barcha hollarda yetarlicha yakunlanishini ta'minladi va

atsilgidrazon hosilalarini yuqori unumlarda olish imkonini beradi. Mazkur natijalar shuni ko‘rsatadiki, reaksiyaning borishiga asosiy ta'sir etuvchi omillar gidrazid molekulasining nukleofilligi, aromatik halqadagi o‘rinbosarlarning elektron tabiati hamda reaksiya sharoitlaridir. Tanlangan maqbul sharoitlar elektron-aktseptor o‘rinbosarlar mavjud bo‘lgan holatlarda ham kondensatsiya reaksiyasining samarali kechishini ta'minlab, yuqori tozalikdagi Shiff asoslarini sintez qilish imkonini berdi.

Sintez qilingan moddalarning ayrim fizik-kimyoviy kattaliklari aniqlandi hamda ularning kimyoviy tuzilishlari IQ-, UB- va mass spektrlari asosida tahlil qilindi.

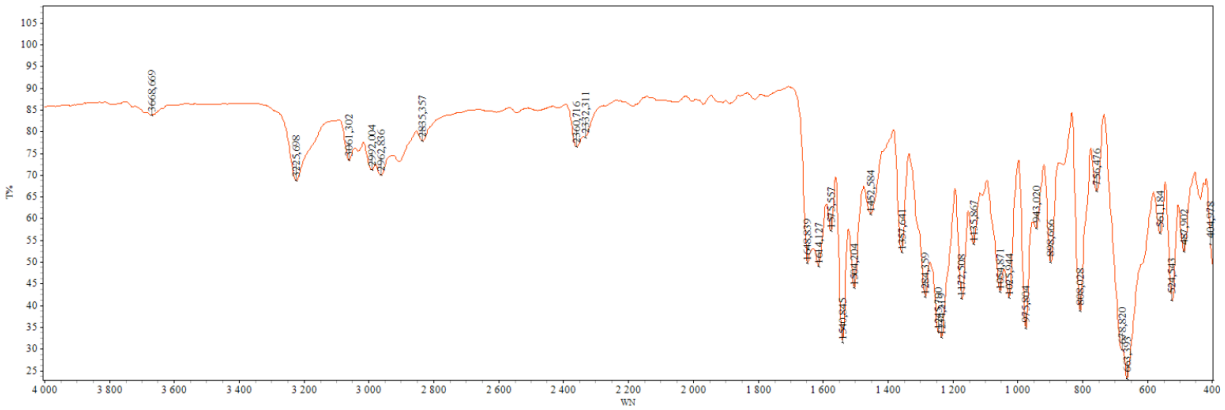
1-jadval

Sintez qilingan Shiff asoslarining ayrim fizik-kimyoviy kattaliklari

№	Shifr	Unum, %	T.s. 0C	UB spektr, λmax, nm	IQ spektr ma’lumotlari, sm-1(ν, δ)
1	I (RS11)	85	209±1	231, 339	3668, 3225, 2992, 2962, 2835(OH, CH, Ar), 1648, 1641(C=N), 1504(C=C), 1452, 1357(C=C), 1284, 1234(CH), 1172, 1135(C-N), 1054, 1052(C-H, Ar), 975, 943, 898(=C-H), 808, 754, 663(Ar), 561, 524, 487, 404(Ar).
2	II (RS9)	83	186±1	237, 331	3732, 3669, 3211, 3047, 2980, 2915, 2838 (OH, CH, Ar), 1652 (C=N), 1592, (C=C), 1533, 1468(C=C yoki C-N), 1168, 1113(C-N), 1049, 1029 (C-H, Ar), 983(=C-H), 815, 754, 721 (Ar), 680, 647, 526(ArCl)
3	III (RS14)	82	211±1	238, 334	3183, 3049(CH, Ar), 1658(C=N), 1542, 1464(C=C), 1362(SO2), 1229, 1251(CH), 1174, 1062(C-H,Ar), 820(Ar), 676(ArCl)

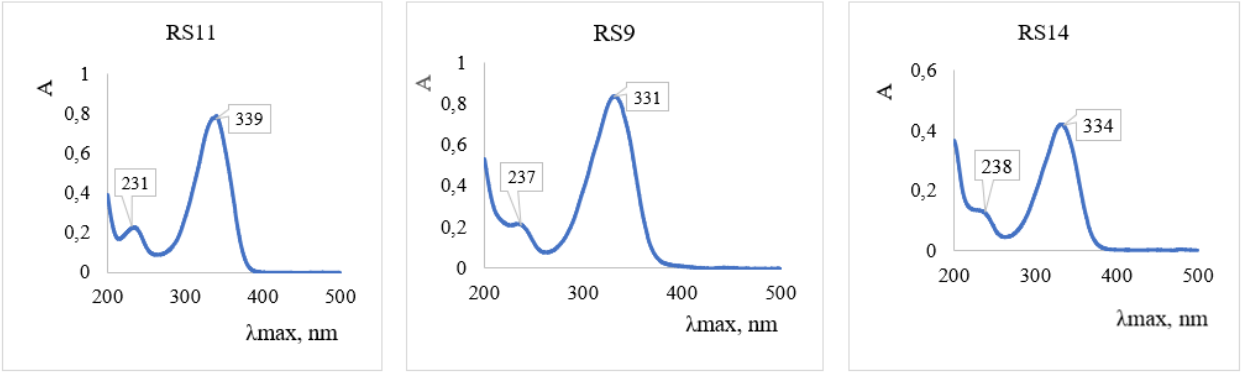
MDAning benzoy kislota gidrazidi bilan sintez qilingan gidrazonining IQ-spektri tahlili natijasida birikma tuzilishini tasdiqlovchi tebranish chastotalari aniqlandi. Spektrda boshlang‘ich MDAga xos aldegid karbonil guruhining (–CHO) tebranish chastotasi kuzatilmadi, bu esa kondensatsiya reaksiyasi muvaffaqiyatli amalga oshganligini va maqsadli atsilgidrazon hosil bo‘lganligini tasdiqlaydi. Spektrning yuqori chastotali qismida 3668 sm^{-1} da kuzatilgan kuchsiz tebranish erkin gidroksil guruhi (namlik ta'siri) bilan bog‘liq bo‘lsa, 3225 sm^{-1} dagi intensiv tebranish chastotasi gidrazid fragmentidagi N–H bog‘ining valent tebranishlariga mos keladi. 3106 sm^{-1} da aromatik va olefin protonlariga tegishli =C–H valent tebranishlari, 2992, 2962, 2934 hamda 2835 sm^{-1} sohalarida esa aromatik va metoksi guruhi tarkibidagi C–H bog‘larining valent tebranishlari kuzatildi. Spektrda 1648 va 1641 sm^{-1} sohalarda qayd etilgan intensiv tebranish chastotalari mos ravishda amid karbonil guruhi (νC=O) va azometin bog‘ining (νC=N) valent tebranishlariga tegishli bo‘lib, molekulada –CO–NH–N=CH– fragmenti hosil bo‘lganligini tasdiqlaydi. 1544 va 1504 sm^{-1} dagi tebranishlar aromatik halqalardagi C=C bog‘larining valent tebranishlari hamda amid II tebranishlari bilan

izohlanadi. 1452 va 1357 sm^{-1} dagi polosalar aromatik tizim hamda C–N bog‘lari tebranishlariga mos keladi. Metoksi (–OCH_3) guruhiga xos C–O–C valent tebranishlari 1284 va 1234 sm^{-1} sohalarda kuzatildi. 1172 va 1135 sm^{-1} dagi tebranihlar C–N hamda C–O bog‘larining valent tebranishlari bilan izohlanadi. 1054 va 1052 sm^{-1} dagi polosalar aromatik efir fragmentidagi C–O bog‘larining tebranishlariga xosdir. Dolchin qatori birikmalariga xos bo‘lgan trans-konfiguratsiyali etilen fragmentining (=C–H) tekislikdan tashqaridagi deformatsion tebranishlari 975, 943 va 898 sm^{-1} sohalarda namoyon bo‘ldi. 808, 754 va 663 sm^{-1} dagi polosalari aromatik halqa protonlarining tekislikdan tashqaridagi deformatsion tebranishlariga tegishlidir. Spektrning past chastotali qismida kuzatilgan 561, 524, 487 va 404 sm^{-1} dagi polosalari aromatik skeletning deformatsion tebranishlarini ifodalaydi. Xulosa qilib aytganda, IQ-spektr natijalari sintez qilingan birikma tarkibida atsilgidrazon fragmenti (–CO–NH–N=CH–), amid karbonil guruhi, azometin bog‘i, metoksi guruhi, aromatik halqalar hamda kon'yugirlangan etilen zanjiri mavjudligini tasdiqlaydi. Aldegid karbonil guruhiga xos polosasi yo‘qolishi va ν(C=N) hamda ν(C=O) ga xos yangi polosalarning paydo bo‘lishi kondensatsiya reaksiyasi muvaffaqiyatli amalga oshganligidan dalolat beradi.



1-rasm. I moddaning IQ-spektri

Sintez qilingan Shiff asoslarning UB-spektrlarida 2 tadan yutilish maksimumlari kuzatildi.



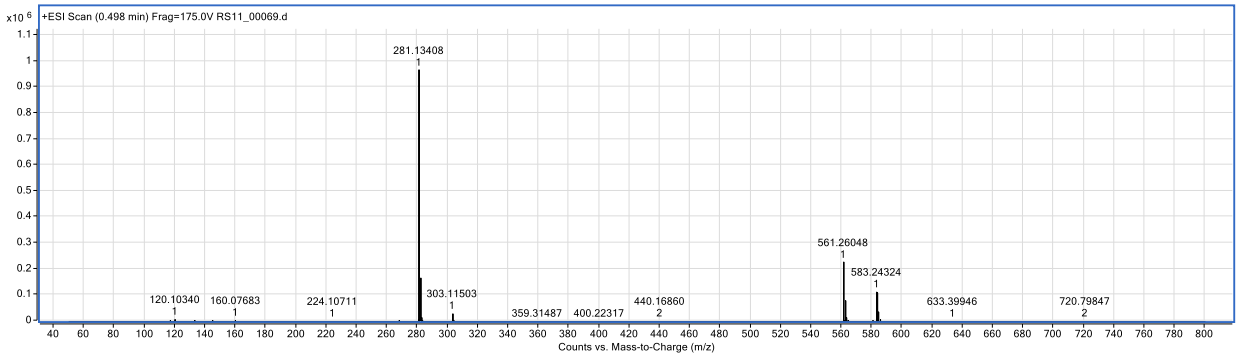
2-rasm. Sintez qilib olingan moddalarning (I, II, III) UB-spektrlari

Sintez qilingan MDA hosilalarining UB-spektrlari tahlili natijasida barcha birikmalarda kon’yugirlangan π-elektron tizim mavjudligini tasdiqlovchi xarakterli yutilish maksimumlari

kuzatildi (2-rasm). Jumladan, RS11 birikmasining UB-spektrida 231 nm da aromatik halqa hamda kon’yugirlangan qo‘sh bog‘ tizimiga xos π→π* elektron o‘tishlari kuzatildi. Spektrdagi asosiy yutilish maksimumi 339 nm da qayd etilib, bu azometin (–CH=N–) guruhi va aromatik tizimning kon’yugatsiyasi natijasida yuzaga keluvchi n→π* elektron o‘tishlariga mos keladi. RS9 birikmasining UB-spektrida 237 nm da π→π* elektron o‘tishlariga tegishli yutilish maksimumi, 331 nm da esa molekuladagi azometin bog‘i hamda aromatik tizimning kon’yugatsiyasi hisobiga yuzaga keluvchi n→π* elektron o‘tishlari kuzatildi. RS14 birikmasining UB-spektrida 238 nm da aromatik halqa va etilen fragmentining kon’yugirlangan tizimiga xos π→π* elektron o‘tishlari qayd etildi. Shuningdek, 334 nm da kuzatilgan yutilish maksimumi molekuladagi azometin guruhi elektron juftining kon’yugirlangan tizimga jalb qilinishi natijasida yuzaga keluvchi n→π* elektron o‘tishlariga tegishlidir. Barcha sintez qilingan birikmalarda 230–240 nm oralig‘ida kuzatilgan yutilish maksimumlari aromatik halqa va kon’yugirlangan C=C bog‘larining π→π* elektron o‘tishlari bilan, 330–340 nm oralig‘idagi maksimumlar esa azometin (>C=N–) guruhi hamda molekuladagi kengaygan kon’yugirlangan tizimga xos n→π* elektron o‘tishlari bilan izohlanadi. Boshlang‘ich metoksidolchin aldegid bilan taqqoslanganda uzun to‘lqinli sohada (331–339 nm) kuzatilgan intensiv yutilish maksimumlari molekulada Shiff asosi (gidrazon) fragmenti hosil bo‘lganligi va π-elektron tizimning kengayganligini tasdiqlaydi.

Shunday qilib, UB-spektr natijalari IQ-spektr ma’lumotlari bilan uyg‘un holda sintez qilingan birikmalarda aromatik-kon’yugirlangan tizim, azometin (C=N) fragmenti hamda molekula bo‘ylab elektron delokalizatsiyasining kuchayganligini tasdiqlaydi.

Sintez qilingan birikmaning molekulyar massasini tasdiqlash maqsadida mass-spektrometriya usulidan foydalanildi.



3-rasm. I moddaning mass spektri

Olingan mass-spektr tahlili (3-rasm) natijasida spektrda asosiy va eng intensiv cho‘qqi m/z 281.13 qiymatda kuzatildi. Mazkur cho‘qqi birikmaning protonlangan molekulyar ioni $[M+H]^+$ ga mos keladi. Sintez qilingan Shiff asosining nazariy hisoblangan molekulyar massasi 280.32 g/mol ni tashkil etadi. Tajribada aniqlangan m/z 281.13 qiymatining nazariy natijaga juda yaqinligi kondensatsiya reaksiyasi muvaffaqiyatli kechganligini hamda kutilgan modda hosil bo‘lganligini tasdiqlaydi. Nazariy va eksperimental qiymatlar o‘rtasidagi tafovutning juda

kichik bo‘lishi (0.1 % dan kam) sintez qilingan birikmaning yuqori darajadagi tozaligidan dalolat beradi. Shuningdek, mass-spektrda yot aralashmalar yoki parchalanish mahsulotlariga xos yuqori intensivlikdagi qo‘shimcha cho‘qqilarning kuzatilmasligi moddaning yetarli darajada sof holda olinganligini ko‘rsatadi. Ushbu natijalar dolchin aldegidi va benzoy kislotaning gidrazidi o‘rtasidagi kondensatsiya reaksiyasi natijasida tegishli Shiff asosi muvaffaqiyatli sintez qilinganligini to‘liq tasdiqlaydi. Shuningdek, sintez qilingan boshqa Shiff asoslarining ham mass-spektrometrik ko‘rsatkichlari o‘rganildi va ular uchun xarakterli protonlangan molekulyar ionlar $[M+H]^+$ aniqlandi. Jumladan, II birikma uchun m/z 316.63 hamda III birikma uchun m/z 352.13 qiymatlar kuzatildi. Olingan natijalar ushbu birikmalarning nazariy hisoblangan molekulyar massalariga mos kelib, sintez jarayonining muvaffaqiyatli amalga oshganligini hamda maqsadli moddalar hosil bo‘lganligini tasdiqlaydi.

Xulosa. Xulosa qilib aytganda, MDAning ayrim aromatik gidrazidlar, xususan benzoy kislota gidrazidi, 2-xlorbenzoy kislota gidrazidi va 2,4-dixlorbenzoy kislota gidrazidi bilan kondensatsiya reaksiyalari natijasida yangi atsilgidrazonlar (Shiff asoslari) muvaffaqiyatli sintez qilindi. Reaksiyalar etanol muhitida erituvchining qaynash haroratida olib borildi va maqsadli mahsulotlar yuqori unum bilan ajratib olindi. Sintez qilingan birikmalarning tuzilishi IQ-, UB-spektroskopiya hamda mass-spektrometriya usullari yordamida tasdiqlandi. IQ-spektr tahlili natijasida boshlang‘ich aldegid guruhiga xos karbonil tebranish chastotasi yo‘qolib, 1641–1648 sm^{-1} sohalarda atsilgidrazon fragmentiga xos ν(C=N) va ν(C=O) tebranishlari kuzatildi. Shuningdek, metoksi guruhi, aromatik halqalar va kon’yugirlangan etilen fragmentiga tegishli xarakterli polosalari aniqlandi. UB-spektrlarda $\pi\rightarrow\pi^*$ va $n\rightarrow\pi^*$ elektron o‘tishlariga mos yutilish maksimumlarining kuzatilishi molekulalarda kon’yugirlangan elektron tizimi mavjudligidan dalolat beradi. Mass-spektrometrik tahlillar natijasida barcha sintez qilingan birikmalar uchun protonlangan molekulyar ionlar $[M+H]^+$ qayd etilib, ularning eksperimental qiymatlari nazariy molekulyar massalarga mos kelishi sintez muvaffaqiyatli amalga oshganligini tasdiqladi. Mazkur birikmalarning antibakterial, antioksidant, antivirus va sitotoksik faolligini o‘rganish hamda "tuzilish–faollik" bog‘liqligini aniqlash kelgusidagi ilmiy tadqiqotlar uchun muhim nazariy va amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Han R., Li X., Gao X., Lv G. Cinnamaldehyde: Pharmacokinetics, anticancer properties and therapeutic potential (Review) // Molecular Medicine Reports. – 2024. – Vol. 30, No. 3. – Article 163. – Published online: 8 July 2024. – DOI: 10.3892/mmr.2024.13287.

2. Guo J., Yan S., Jiang X., Su Z., Zhang F., Xie J., Hao E., Yao C. Advances in pharmacological effects and mechanism of action of cinnamaldehyde // Frontiers in Pharmacology. – 2024. – Vol. 15. – Article 1365949. – Published: 6 June 2024. – DOI: 10.3389/fphar.2024.1365949.

3. Friedman, M. Chemistry, antimicrobial mechanisms, and antibiotic activities of cinnamaldehyde against pathogenic bacteria in animal feeds and human foods. Journal of Agricultural and Food Chemistry. — 2017. — Vol. 65. — P. 10406–10423.

4. Cabello, C. M.; Bair, W. B., III; Lamore, S. D.; Ley, S.; Bause, A. S.; Azimian, S.; Wondrak, G. T. The cinnamon-derived Michael acceptor cinnamic aldehyde impairs melanoma cell proliferation, invasiveness, and tumor growth. Free Radical Biology and Medicine. — 2009. — Vol. 46. — P. 220–231.

5. Okey, N.C.; Obasi, N.L.; Ejikeme, P.M.; Ndinteh, D.T.; Ramasami, P.; Sherif, E.-S.M.; Akpan, E.D.; Ebenso, E.E. Evaluation of some amino benzoic acid and 4-aminoantipyrine derived Schiff bases as corrosion inhibitors for mild steel in acidic medium: Synthesis, experimental and computational studies. J. Mol. Liq. 2020, 315, 113773.

6. Raczuk, E.; Dmochowska, B.; Samaszko-Fiertek, J.; Madaj, J. Different Schiff Bases—Structure, Importance and Classification. Molecules 2022, 27, 787.

7. Ceramella, J.; Iacopetta, D.; Catalano, A.; Cirillo, F.; Lappano, R.; Sinicropi, M.S. A Review on the Antimicrobial Activity of Schiff Bases: Data Collection and Recent Studies. Antibiotics 2022, 11, 191.

8. Catalano, A.; Sinicropi, M.S.; Iacopetta, D.; Ceramella, J.; Mariconda, A.; Rosano, C.; Scali, E.; Saturnino, C.; Longo, P. A Review on the Advancements in the Field of Metal Complexes with Schiff Bases as Antiproliferative Agents. Appl. Sci. 2021, 11, 6027.

9. Matela, G. Schiff Bases and Complexes: A Review on Anti-Cancer Activity. Anticancer Agents Med. Chem. 2020, 20, 1908–1917.

10. Murtaza, G.; Mumtaz, A.; Khan, F.A.; Ahmad, S.; Azhar, S.; Najam-Ul-Haq, M.; Atif, M.; Khan, S.A.; Maalik, A.; Alam, F.; et al.Recent pharmacological advancements in Schiff bases: A Review. Acta Pol. Pharm.-Drug Res. 2014, 71, 531–535.

11. Kajal, A.; Bala, S.; Kamboj, S.; Sharma, N.; Saini, V. Schiff Bases: A Versatile Pharmacophore. J. Catal. 2013, 2013, 893512.

12. Teran, R.; Guevara, R.; Mora, J.; Dobronski, L.; Barreiro-Costa, O.; Beske, T.; Pérez-Barrera, J.; Araya-Maturana, R.; Rojas-Silva, P.; Poveda, A.; et al. Characterization of Antimicrobial, Antioxidant, and Leishmanicidal Activities of Schiff Base Derivatives of 4-Aminoantipyrine. Molecules 2019, 24, 2696.

13. Afridi, H.H.; Shoaib, M.; Al-Joufi, F.A.; Shah, S.W.A.; Hussain, H.; Ullah, A.; Zahoor, M.; Mughal, E.U. Synthesis and Investigation of the Analgesic Potential of Enantiomerically Pure Schiff Bases: A Mechanistic Approach. Molecules 2022, 27, 5206.

14. Shawky, A.M.; Abourehab, M.A.S.; Abdalla, A.N.; Gouda, A.M. Optimization of pyrrolizine-based Schiff bases with 4-thiazolidinone motif: Design, synthesis and investigation of cytotoxicity and anti-inflammatory potency. Eur. J. Med. Chem. 2020, 185, 111780.

15. Mermer, A.; Demirbas, N.; Uslu, H.; Demirbas, A.; Ceylan, S.; Sirin, Y. Synthesis of novel Schiff bases using green chemistry techniques; antimicrobial, antioxidant, antiurease activity screening and molecular docking studies. J. Mol. Struct. 2019, 1181, 412–422.

16. Wang, Y.-Y.; Xu, F.-Z.; Zhu, Y.-Y.; Song, B.; Luo, D.; Yu, G.; Chen, S.; Xue, W.; Wu, J. Pyrazolo [3,4-d] pyrimidine derivatives containing a Schiff base moiety as potential antiviral agents. Bioorg. Med. Chem. Lett. 2018, 28, 2979–2984.

17. Wang, C.; Fan, L.; Pan, Z.; Fan, S.; Shi, L.; Li, X.; Zhao, J.;Wu, L.; Yang, G.; Xu, C. Synthesis of Novel Indole Schiff Base Compounds and Their Antifungal Activities. Molecules 2022, 27, 6858.

18. Laxminarayan, R. The overlooked pandemic of antimicrobial resistance. Lancet 2022, 399, 606–607.

19. Nadimpalli, M.L.; Chan, C.W.; Doron, S. Antibiotic resistance: A call to action to prevent the next epidemic of inequality. Nat. Med. 2021, 27, 187–188.

20. World Health Organization. Global Antimicrobial Resistance and Use Surveillance System (GLASS) Report: Early Implementation 2020; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2020; p. 180.

21. Cohen, T.L. The Next Pandemic: A pragmatic and ethical discussion about the looming threat of antibiotic resistance. Voices Bioeth. 2022, 8.

22. Vaughn, V.M.; Gandhi, T.N.; Petty, L.A.; Patel, P.K.; Prescott, H.C.; Malani, A.N.; Ratz, D.; McLaughlin, E.; Chopra, V.; Flanders, S.A.Empiric Antibacterial Therapy and Community-onset Bacterial Coinfection in Patients Hospitalized with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): A Multi-hospital Cohort Study. Clin. Infect. Dis. 2021, 72, 533–541.

23. Ghimpeteanu, O.M.; Pogurschi, E.N.; Popa, D.C.; Dragomir, N.; Dragotoiu, T.; Mihai, O.D.; Petcu, C.D. Antibiotic Use in Livestock and Residues in Food—A Public Health Threat: A Review. Foods 2022, 11, 1430.

24. Iacopetta, D.; Ceramella, J.; Catalano, A.; Saturnino, C.; Bonomo, M.G.; Franchini, C.; Sinicropi, M.S. Schiff Bases: Interesting Scaffolds with Promising Antitumoral Properties. Appl. Sci. 2021, 11, 1877.

25. Zhang, Z.; Zhou, L.; Xie, N.; Nice, E.C.; Zhang, T.; Cui, Y.; Huang, C. Overcoming cancer therapeutic bottleneck by drug repurposing. Signal Transduct. Target. Ther. 2020, 5, 113.

26. Smith M.B., March J. March's Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms, and Structure. – 8th ed. – Hoboken (NJ): John Wiley & Sons, 2020. – 2080 p.

27. Carey F.A., Sundberg R.J. Advanced Organic Chemistry. Part A: Structure and Mechanisms. – 5th ed. – New York: Springer, 2007. – 1199 p.