



MALEIN ANGIDRIDNING BENZIDIN VA 1,2-ETANDIOL BIS (4-AMINOBENZOAT) BILAN REAKSIYALARI

Turayeva Xurshida Kamalbayevna

Toshkent farmasevtika instituti assistenti (PhD), e-mail: torayevah@mail.ru

<https://doi.org/10.5281/zenodo.6023509>

MAQOLA TARIXI

Qabul qilindi: 15-dekabr 2021

Ma'qullandi: 15-yanvar 2022

Chop etildi: 5-fevral 2022

KALIT SO'ZLAR

Malein angidrid, benzidin, 1,2-etandiol bis (4-aminobenzoat), 2-xlor-4,6-dimetoksi-1,3,5-triazin, aseton, dixlormetan, yupqa qatlam xromatografiya, IQ-spektroskopiya, xromato-mass-spektrometriya.

Muammoning kelib chiqishi. Malein kislotaning amidli va imidli hosilalari qimmat reaktivlardan biri bo'lishining sababi, maleinimidlar sintez qilishda mavjud bo'lgan usullarning kamchiliklari ya'ni, ulardan foydalanish zarurati, ba'zi hollarda esa olinishi qiyin bo'lganligi yoki juda ko'p ishlatilish sohaslarining mavjudligi. Shu munosabat bilan maleinimid olinishida arzon reagentlardan foydalangan holda sintez usullarini rivojlantirish masalalari dolzarbligicha qolmoqda. Bu yo'nalishda ayniqsa izo-menimidlarning sintezi va kimyoviy xossalari to'g'risida kamroq ma'lumotlar mavjud, ammo mavjud nashrlarda ushbu birikmalarning yuqori amaliy ahamiyatga ega ekanligi ko'rsatilgan. Shuning uchun ushbu yo'nalishdagi ishlarni rivojlantirish dolzarb vazifadir.

ANNOTATSIYA

Malein angidridni diaminlardan benzidin va 1,2-etandiol bis (4-aminobenzoat) bilan olib borilgan reaksiyalari asosida malein kislotaning monoamidli, bis-amidli va bis-maleinimidli, izo-maleinimidli birikmalarini olishning qulay usullarini topish ustida ilmiy izlanishlar olib borildi, reaksiya sharoitlarini tahlillari o'rganildi. Aniqlangan va taklif qilingan usullar orqali reaksiyaning borishida erituvchi va haroratning ta'siri ma'lum misollari va qonuniyatlar asosida tahlil qilindi. Olingan birikmalarning tozaligi yupqa qatlam (YuQX) va gaz suyuqlik xromatografiyalari (GSX), shuningdek, tuzilishi IQ-spektroskopiya, xromato-mass-spektrometriya usullar yordamida isbotlangan, shuningdek, spektr tahlillari muhokamasi orqali tasdiqlangan.

Ishning maqsadi. Malein angidridning benzidin va 1,2-etandiol bis (4-aminobenzoat) bilan reaksiyalarini o'rganish va reaksiya sharoitlarini tahlil qilish, sintez qilingan yangi turdagi malein kislotaning monoamid, bis-amid, imid va izo-imidli birikmalarning tuzilishini zamonaviy fizik-kimyoviy usullar orqali o'rganish.

Ilmiy yangiligi. Birinchi marta malein angidridning benzidin va 1,2-etandiol bis (4-aminobenzoat) bilan reaksiyalari olib borildi va yangi turdagi mono, bis-amidli, izo-maleinimidli hosilalari sintez qilishning yangi usullari ishlab chiqildi. Olingan moddalarning IQ-spektri, xromato-mass-spektrometriya usullari tahlil qilindi va strukturalar tasdiqlandi.

Kupuu. Maleinimid guruhi tutgan birikmalari tibbiyotda semizlik,



gipertrigliceridemiya, turli yallig'lanishlarga qarshi [1], chekishga qarshi [2] vositalar sifatida qo'llaniladi va hozirgi kunda ko'krak saratoni kasaligiga, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Candida albicans* patogen mikroorganizmlarga qarshi faolligi [3], shuningdek, antivirus va OITSga qarshi hossalari ham aniqlangan [4]. Undan tashqari sanoatda sintetik elimlar ishlab chiqarishda [5], yuqori texnologiyali muhandislik sanoati sohalari: aerokosmik, avtomobil va samolyot ishlab chiqarish, elektronika, elektrotexnikada termoplastik materiallarni tayyorlashda asosiy xom ashyo sifatida qo'llanilishi juda yaxshi samara beradi [6-10]. Parfyumeriyada shampun, muss, balzamlar tarkibiga maleinimidning izobutilen maleinimid, malein kislotasining dimetilefiri sopolimerlar ko'rinishida soch ildizini mustahamlab, o'stirish va jilo berish vositalari sifatida qo'shiladi [11]. Qishloq ho'jaligida malein kislotaning ko'plab hosilalari pestisidlar sifatida ishlatiladi, chunki ular yuqori insektisid, fungisid va gerbisid faolligini namoyish etadi [12-14].

Adabiyot ma'lumotlariga ko'ra, malein kislotaning azot tutgan hosilalarining ko'plab sintez usullari o'rganilgan. Malein kislota monoamidlarni imid sikliga aylantirish eritmada qizdirilganda yoki eritma holda oson kechadi. Maleinimidlarning bir bosqichli sintezi bir muncha murakkabroq jarayondir. Malein kislota monoaminlarni yuqori haroratda qizdirilganda faol qo'sh bog' hisobiga polimerlanish reaksiyalar borib, smolalanish sobir bo'lishi hisobiga hosil bo'ladigan imidlarining unumi keskin pasayib ketadi. Zamonaviy organik kimyoda maleinimidlarni sintez qilish uchun turli hil usullar qo'llanilgan. Eng

qulay va keng tarqalgan laboratoriya usuli, ikki bosqichli usul bo'lib, bu malein kislota monoamidining dastlabki sintezi va keyingi halqalanish reaksiyalaridir. Birinchi bosqichda hosil bo'ladigan mahsulot asosan eritmada cho'ktirib olingan. Ushbu reaksiyalar odatda dietil efir, benzol, toluol, aseton, TGF, DMFA, sirka kislota va boshqa erituvchilarda olib borilgan. Agar, malein angidridning diaminlar bilan reaksiyalar olib borilsa, unda komponentlarning nisbatiga qarab, mono va bis-maleinamid kislotalar hosil bo'ladi [15]. Ikkinchi bosqichda esa malein kislotaning monoamidini degidratlash uchun turli xil suvsizlantiruvchi moddalar bilan tegishli maleinimidga halqalanish olib borilgan. Ushbu reaksiyalarni amalga oshirish uchun kerak bo'lgan yumshoq sharoitni ta'minlaydigan mahsus usullarda qo'shimcha suvsizlantiruvchi reagentlar talab etilgan, buning uchun ko'pincha kislotalar va ularning hosilalaridan foydalanilgan. Bunday reagentlar ro'yhati keng bo'lib, eng ko'p qo'llaniladigan usullardan biri bu sirka angidridning suvsizlantirilgan natriy asetat yoki ruh asetatlar bilan olib borilgan an'anaviy usullardir [16]. Ushbu reaksiyalar ishlab chiqarish jarayonida amaliy ahamiyatga ega bo'lib, kamchiligi sirka angidrididan ko'p miqdorda foydalanish zarurati bu iqtisodiy jihatdan samarasizdir [17-21]. Shuningdek halqalanishni p-toluol sulfokislota ishtirokida va DMFA erituvchisida olib borish mumkin, lekin reaksiyon aralashma tarkibidan p-toluol sulfokislota ajratib olish birmuncha qiyinchilik tug'diradi [22, 23]. Maleinimid hosilalarini toza holda ajratib olishning muqobil usuli bu, Dil's-Al'der reaksiyasidir. Bu usul orqali faol qo'sh bog'ni himoyalab reaksiya bosqichli olib borilgan [24-29] Bu



usulning afzalligi shundaki, qo'shimcha suvsizlantiruvchi katalizatorlar talab etilmasligi ta'kidlangan. Lekin ushbu usulning ham ma'lum darajada kamchiligi mavjud, ya'ni ortiqcha bosqichlar soni ortishi asosiy mahsulot unumining kamayishiga sabab bo'lishi mumkin. Fazalararo kataliz usuli asosida N-arilmaleinimidlarni sintez qilishning sodda va samarali usulini tavsiflashgan va 70-98% unumlar bilan turli aromatik tipdagi maleinimid birikmalari olingan [30]. Aromatik va alifatik maleinimidlar sintezida organik aproton erituvchilarda DMFA, DMSO, DMAA va boshqalar orqali ajralib chiqqan suvni azeotrop haydash uchun noorganik kislotalardan foydalanib sof holda mahsulotlar olish mumkin [31, 32]. Maleinimidlar olinishining bir bosqichli usulida ham, ikki bosqichli usulda qo'llaniladigan erituvchilar va katalizatorlardan foydalanish mumkin [33, 34]. N-Alkilmaleimidlarni sintez qilishda maleinimidga turli radikal tutgan spirtlar ta'sir ettirish usulidan biri bu Misunobu reaksiyasidir [35, 36]. Malein kislota monoamidlarining halqalanishi izo-maleinimidlarni hosil qilishi mumkinligi aniqlangan. 5-Iminofuran-2(5H)-onlar maleimidlarning tarkibiy izomerlari hisoblanadi va shu sababli ular adabiyotda ko'pincha izo-maleimidlar deb nomlanadi. Izo-maleinimidlar sintezidagi yutuqlarni sarhisob qiladigan dastlabki ishlardan biri N,N'-disiklogeksilkarbodiimid, shuningdek, etilxlorformiat yoki triforsirka kislota angidridning trietilamin bilan birgalikda past yoki xona haroratida sintezlar amalga oshirilgan [37]. Mualliflar tomonidan malein kislota monoamidlarini izomaleinimidlarga halqalantirishda 2-xlor-1,3-dimetilimidazoliniy xlorid trietilamin bilan birgalikda ishlatish mumkinligi

aniqlangan [38]. Izo-maleinimidlarni sintez qilish uchun suvsizlantiruvchi vosita sifatida 1,3,5-trixlortriazinni qo'llash usuli aytilgan. [39]. Propanfosfor angidrididan foydalangan holda malein kislota monoamidlaridan N-o'rnini bosuvchi izo-maleinimidlarni sintez qilish uchun ekologik toza va tejamkor, havfsizroq usulni tavsiflaydi [40]. Izo-maleinimidlarni sintez qilish organik sintezda muhim ahamiyatga ega bo'lgan birikma hisoblanadi. Chunki aynan izo-maleinimiddagi karbonil guruhidagi uglerod atomi faollashgan bo'lib, aynan shu uglerodga ikkinchi almashingan amin guruhini kiritish orqali malein kislotaning diamidli hosilalarini sintez qilish mumkinligi aytilgan [41].

Adabiyotlar tahlili asosida xulosa qilib shuni aytish mumkinki maleinamidlar sintez qilish uchun reaksiyasining yo'nalishi boshlanqich aminning asosiligi va tuzilishiga, erituvchi tabiati va haroratga bog'liq bo'lsa, maleinimidlarni sintez qilishda esa degitratlovchi reagentlar va reaksiyani olib borish haroratiga bog'liq bo'ladi.

Tahlil usullari. GC-MS-spektr: «Agilent Technologies 7890 N Network GC system» nomli firma xromato-mass spektrometriyasida mass selektiv detektorli «5977 A MSD» DRUGS SKAN.A1 M metod orqali ichki yuzasi 5% li fenilmetilsiloksan bilan qoplangan uzunligi 30 m kapilyar kolonka ishlatilib, injektorning 280°C haroratida, termostatning harorati 150°C dan 289°C gacha ko'tarilishi 1 min. oralig'ida 10°C ni, analiz vaqti 26,67 daqiqani tashkil etadi.

Moddalarning tozaligi yupqa qatlam xromatografiya (YuQX) (Pre-coated TLC sheets ALUGAM® Xtra SIL G/UV₂₅₄), ochiltirgich-UB lampa (kamera).



Metodlar va materiallar. Malein angidridning aromatik diaminlar bilan reaksiyalari natijasida mono- va bis-maleinamidli hosilalar hosil bo'ladi. Mono-almashingan maleinamid sintezida reagentlarning nisbatlari muhim ahamiyatga ega. Dastlabki tajribalarni aromatik diaminlardan benzidin bilan olib borildi. Olingan mono- va bis-maleinamidli hosilalarning tuzilishi fizik va kimyoviy tadqiqot usullari yordamida tahlil qilindi. Malein angidridning bu yo'nalishdagi reaksiyalarini turli erituvchilar yordamida amalga oshirildi. Benzidinning malein angidrid bilan ekvimolyar miqdordagi reaksiyasi asetonda olib borilganda tegishli malein kislotaning monoamidi 65% unumlar bilan hosil bo'lishi aniqlandi. Malein angidridning benzidin bilan nukleofil birikishi ekzotermik, issiqlik ajralishi bilan borganligi uchun reaksiyalar 20°C dan past haroratda olib boriladi. Benzidinning malein angidrid bilan 1:2 nisbatlarda reaksiyalari ham asetonda olib borildi va tegishli bis-amidi sintez qilib olindi. Reaksiya natijasida olingan monoamid **A** 64%, bis-amidi **B** esa 92% unum bilan sintez qilindi [42]. Benzidinning 2MA bilan reaksiyasini CH₂Cl₂ erituvchida olib borilganda bis-amid **B** hosil bo'lishi 97% unumga oshganligi ma'lum bo'ldi.

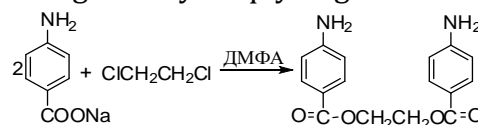
N-4-(4'-Aminobifenilil)maleinamid (**A**) yashil-sarqish kukunsimon modda, T_{suyuq}=212-214°C. Rf=0,31 (silufol, sistema benzol:metanol 1:1). IQ-spektri (ν, sm⁻¹): 1499.90 (ν, δ-N-CO-), 1558.34 (νC=C, ArH), 3053.32 (ν=C-H, ArH), 812, 709 (δ=C-H, ArH), 1627.86 (νC=C), 1666.99 (νC=O).

(2Z, 2'Z)-4,4'-(bifenil-4,4'-diilbis(azandiil))bis(4-oksobuten-2 kislota) (**B**) sariq kukunsimon modda, T_{suyuq}=238-240°C, Rf=0,28 (silufol, sistema

benzol:metanol 1:1). IQ-spektri (ν, sm⁻¹): 1518 (ν, δ -N-CO-), 1558.34 (νC=C, ArH), 3053.32 (ν=C-H, ArH), 850, 762 (δ=C-H, ArH), 1627.67 (νC=C), 1693.94 (νC=O).

Keyingi tajribalarda diaminlardan 1,2-etandiol bis (4-aminobenzoat) bilan malein angidridni reaksiyasi amalga oshirildi. Dastlab 1,2-etandiol bis (4-aminobenzoat)ni sintez qilish asosida olindi. Buning uchun, p-aminobenzoy kislotaning natriyli tuzini dixloretan bilan erituvchi DMFda 6 soat davomida qizdirish orqali olib borildi va 1,2-etandiol bis (4-aminobenzoat) 71% unum bilan sintez qilindi.

1,2-Etandiol bis (4-aminobenzoat) sintezining reaksiyasi quyidagicha:



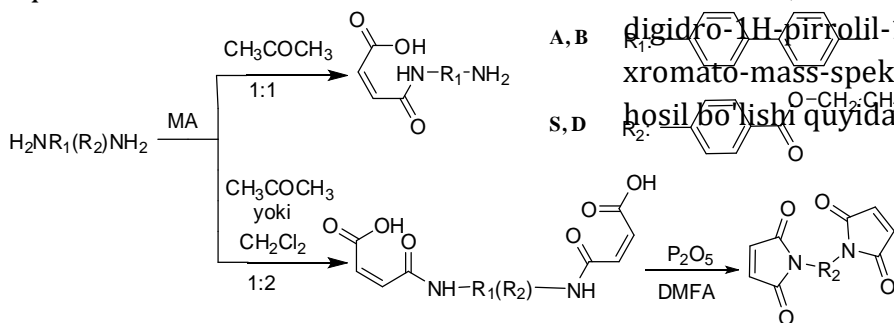
Reaksiya natijasida 177-179°C da suyuqlanuvchi oq kukunsimon modda 1,2-etandiol bis (4-aminobenzoat) olindi, moddaning tuzilishi IQ-spektiri va xromato-mass-spektrometriya orqali tasdiqlandi. IQ-spektri (ν sm⁻¹); 3427, 3346 (νNH₂), 1597 (δNH₂), 1687 (νC=O), 1269 (δC(O)O-C), 2960, 2868 (ν^sCH₂), 1587, 1519 (νArC=C), 840-767 (δArC=C), 2987-2912 (νAr=C-H), 756 (δAr=C-H), 1440 (1,4 dialmashingan Ar). Mass-spektri: min (22.569-22.662), m/z [M]⁺ 300, 180, 164, 151, 136, 120, 107, 92, 77, 65, 51, 41.

Sintez asosida olingan 1,2-etandiol bis (4-aminobenzoat) efirining malein angidrid (2MA) bilan reaksiyasi olib borildi va modda **S** bis-amidli hosilasi olindi. 1,2-Etandiol bis (4-aminobenzoat)ning bis-maleinamid unumi 63% oqish sarg'ish kukunsimon modda, T_{suyuq}=214-215°C,



$R_f=0,64$ (silufol, sistema benzol:metanol 1:1). IQ-spektiri (ν , δ , cm^{-1}): 1539 (HN-C=O), 1708 (C=O), 1627 (CH=CH), 2983, 858 (Ar)=C-H), 1452, 1423 (Ar)-C=C-), 1267 (-C-O-C-).

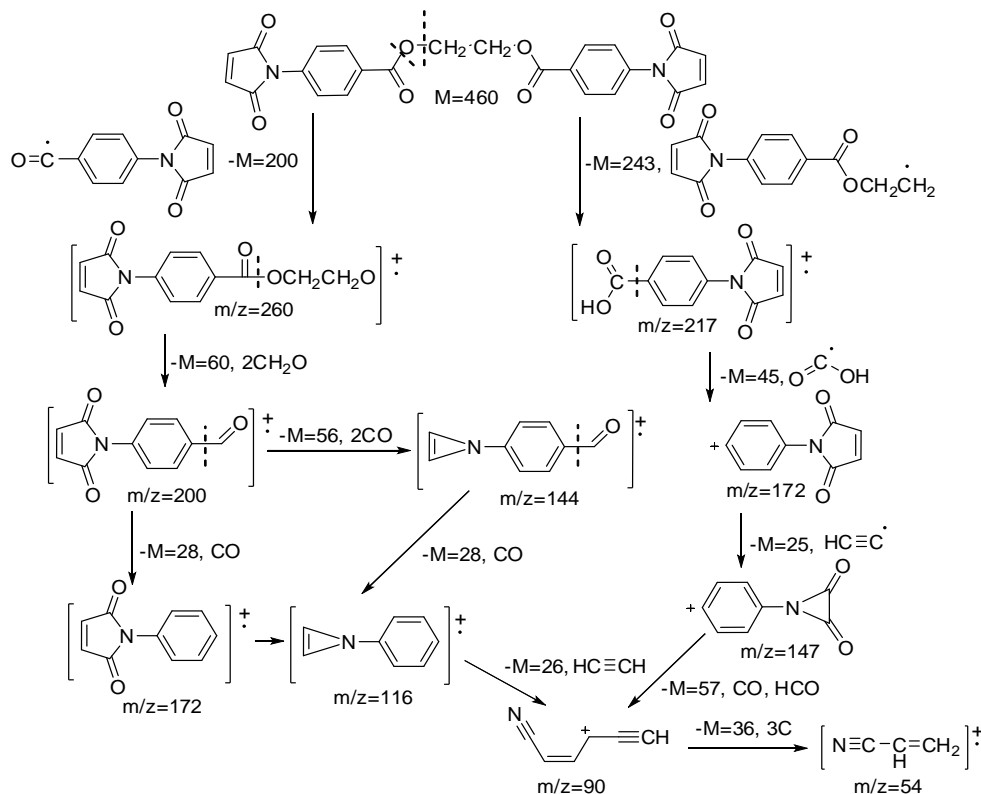
Keyingi reaksiyalarda degidratlash jarayoni olib borildi. Degidratlash uchun fosfor (V) oksid P_2O_5 va erituvchi DMFAdan foydalanildi. 75-80°C haroratda 4-5 soat davomida olib borildi va tegishli **D** modda 1,2-etandiol-bis (4-(2,5-diokso-2,5-digidro-1H-pirrolil-1-)benzoat) 44% unum bilan sintez qilindi:



1-sxema: Malein anhidridning benzidin va 1,2-etandiol bis (4-aminobenzoat) bilan reaksiyalari

Etan-1,2-diil-bis (4-(2,5-diokso-2,5-digidro-1H-pirrolil-1-) benzoat) (**D**) Sariq kukunsimon modda $T_{\text{suyuq}}=188-190^\circ\text{C}$, $R_f=0,8$ (silufol, sistema benzol:metanol 1:1). Mass-spektri (min: 13.697-13.743): m/z $[M]^+$ 460, 260, 243, 217, 200, 172, 147, 116, 90, 54. Olingan birikmaning mass-spektrida m/z 217, 200, 172 bo'lakli ionlari eng yuqori intensivlikka ega.

Etan-1,2-diil-bis(4-(2,5-diokso-2,5-digidro-1H-pirrolil-1-)benzoat) **D**ning xromato-mass-spektrometri bo'lakli ionlar hosil bo'lishi quyidagicha keltirildi:

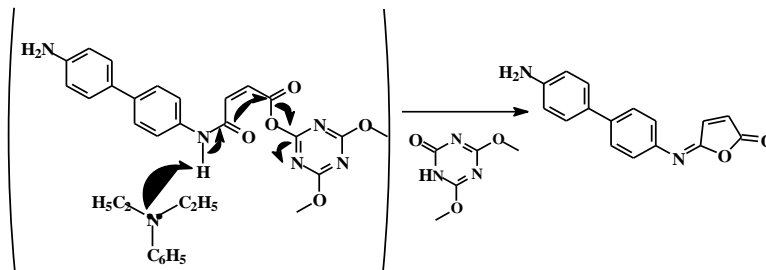
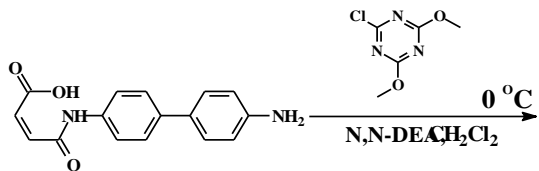


Keyingi tajribalar sintez qilingan monoamidli (**A**) birikmaga 2-xlor-4,6-dimetoksi-1,3,5-triazinning 0°C dan hona

haroratigacha 9-10 soat davomida uch barobar ko'p miqdordagi N,N'-dietilanilin solingan dixlormetan erituvchida amalga



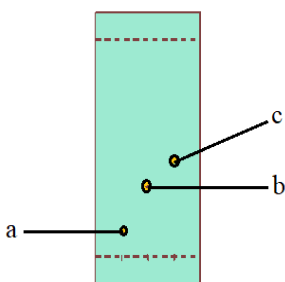
oshirildi, reaksiya natijasida quyidagi 2-sxema reaksiyasi orqali oraliq bosqichlarning amalga oshishi bilan borgan reaksiya natijasida izo-maleinimid **E** ya'ni



2-sxema: N-4-(4'-aminobifenilil)maleinamidning 2-xlor-4,6-dimetoksi-1,3,5-triazin bilan reaksiyasi
Reaksiya mahsuloti yupqa qatlam xromatografiyasi bilan tekshirib ko'rildi.

(Z)-5-(4'-aminobifenil-4-ylimino) furan-2 (5H)-on 61% unum bilan olinishga erishildi.

Yupqa qatlam xromatografiyasi uchun erituvchi sifatida benzol:metanolning 3:1 mollar nisbatidan foydalanildi (1-rasm).

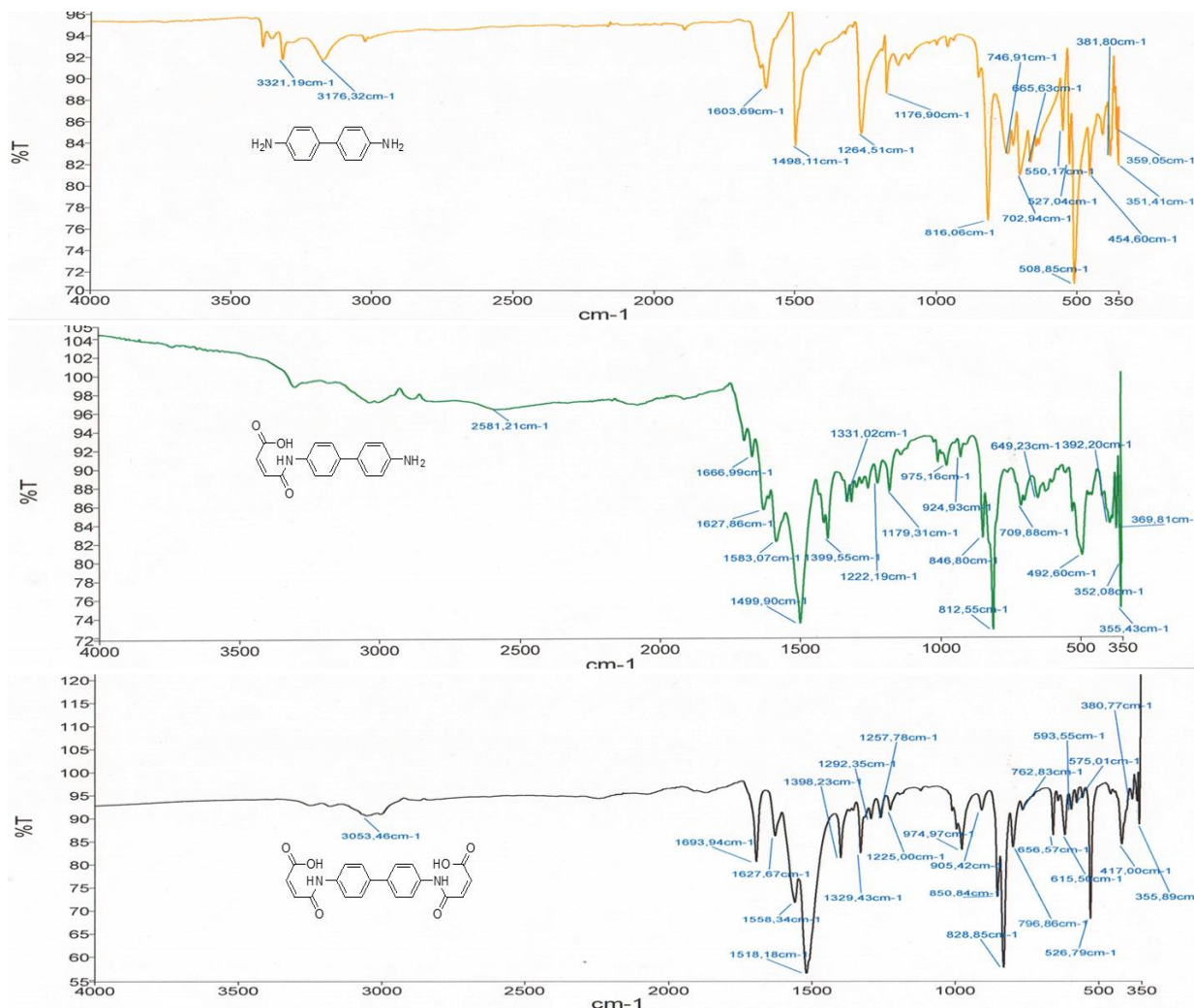


- a) **B** (2Z, 2'Z)-4,4'-(bifenil-4,4'-diilbis (azandiil)) bis (4-oksobuten-2 kislota) $R_f=0.28$
- b) **A** (Z)-4-(4'-aminobifenilil-4-amino)-4-oksobuten-2 kislota $R_f=0.31$
- c) **E** (Z)-5-(4'-aminobifenil-4-ylimino)furan-2 (5H)-on $R_f=0.43$
(silufol, sistema benzol:metanol 3:1), ochiltirgich-UB lampa (kamera)

1-rasm. Yupqa qatlam xromatografiyasi (YuQX).

Moddalarning IQ-spektri: (Perkin Elmer spertrum IR, version10.06.1)





2-rasm. Benzidinning IQ-spektri, (1) N-4-(4'-aminobifenilil)-maleinamidning IQ-spektri va (2) (2Z, 2'Z)-4,4'-(bifenil-4,4'-diilbis (azandiil)) bis (4-oksobuten-2 kislota)ning IQ-spektri.

(2Z,2'Z)-4,4'-(bifenil-4,4'-diilbis (azandiil)) bis (4-oksobuten-2 kislota) (**B**)ning IQ-spektrini o'rganganilganda quyidagi yutilish sohalari borligi aniqlandi: sis holatdagi malein kislota qoldig'idagi uglerod-uglerod C=C qo'sh bog'ining valent tebranishlari 1627.67 sm^{-1} kuchsiz yutilish sohada berganligi ko'rildi, =C-H guruhning deformatsion tebranishlari 828 sm^{-1} yutilish sohalarda, aromatik halqadagi o'rtacha kuchsiz valent va deformatsion tebranishlari =C-H 3053.32 sm^{-1} $850, 762 \text{ sm}^{-1}$ yutilish sohalarda kuzatildi. Aromatik halqadagi C=C 1558.3 sm^{-1} o'rtacha kuchsiz intensiv yutilish sohalarda valent tebranishlari ko'rildi. Azotga bog'langan

karbonil guruhining C=O valent tebranish kuchli sohada qiymati 1693.94 sm^{-1} , kislotadagi OH guruhi uchun deformatsion tebranish chastotasi 1398.23 sm^{-1} yutilish sohalarda namoyon bo'ldi. Kislota amidlari O=C-NH sis bog'langan deformatsion tebranishlari 1518.18 sm^{-1} sohada namoyon qilinganligi ko'rildi. Olingan spektr natijalari sintez qilingan modda molekulasida -HC=CH-, aromatik halqa, karbonil, amid guruhlari borligini tasdiqlaydi (2-rasm).

Xulosa. Benzidin va 1,2-etandiol bis (4-aminobenzoat)ning malein anhidrid bilan ekvimolyar miqdordagi va 2:1 nisbatlardagi reaksiyalari asosida malein



kislotaning mono va bis-amidli birikmalarini olishning qulay usullarini topish ustida ilmiy izlanishlar olib borildi va reaksiya sharoitlarini tahlil qilindi, ishda taklif qilingan usullar orqali reaksiyaning borishida erituvchi tabiati va haroratning ta'siri o'rganilindi. Olingan birikmalarning tozaligi yuqqa qatlam xromatografiyasi, tuzilishi IQ-spektroskopiya va boshqa usullar yordamida isbotlandi.

Spektr natijalaridan xulosa sifatida shuni aytish mumkinki, almashingan monoarilmaleinamidlarning IQ-spektrining harakterli signallaridan biri bo'lgan malein

kislota qo'sh bog'ining kam intensivga ega valent tebranishlari 1660-1600 cm^{-1} yutilish sohalarda va kuchli intensiv karbonil guruhiga hos bo'lgan valent tebranishlari 1680-1700 cm^{-1} yutilish sohalarda, amid guruhiga hos valent va deformatsion 3300, 1545-1560 cm^{-1} yutilish sohalarda kuzatiladi. Almashingan maleinimidlarda esa karboksil guruhi valent tebranishlari 1700-1725 cm^{-1} yutilish sohalarda, imid guruhiga hos valent tebranishlar 1330-1350 cm^{-1} yutilish sohalarda namoyon bo'ladi [43].

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. F. Yongxian, Lu. Yuele et al. "Anti-Leishmanial and Cytotoxic Activities of a Series of Maleimides", (Molecules, MDPI, 2018), p.2878
2. Курапова М. Ю. Жакина А.Х. и др. Синтез новых сукцинимидных производных на основе этилового эфира п-аминобензойной кислоты. // Серия химическая. 2008. – № 6. –С.43-44
3. M. A. Ahlam and S. A. Rhahman Mahdi, "Synthesis and Evaluation of Antimicrobial activity of several new Maleimides to Benzothiazole moiety", (Baghdad Science Journal, Baghdad, 2013), p.658
4. A. Yu. Simonov, S. A. Lakatosh et al. "Nucleophilic substitution and cyclization reactions involving quaternized 3-dimethylaminomethyl derivatives of 3,4-bis (indol-1-yl) maleimide and 3- (indol-1-yl) -4- (indolin-1yl) maleimide", (Izvestiya AN. Ser. chem., Russian, 2010), pp.1409-1417
5. Ahn Hyung Kaok, C.Gasmon Robert et al. "Dentistry adhesive", U.S. Patent No. 6166102 (2002).
6. D. Jain, J. Maheshwari et al. "Synthesis and free radical polymerization of n[4-fluoro phenyl] maleimide and study of properties of polymers", (Rasayan J.Chem, India, 2012), pp.445-449
7. O. A. Kolyamshin, V. A. Danilov et al. "Synthesis of new bis-maleimides based on alkylaromatic diamines", (Bulletin of Kazan Technological University, Kazan, 2011), pp.46-48.
8. J. Chaudhary, S. Purohit et al. "Synthesis and characterization of maleimide-epoxy resins and composites formation", (Der Pharma Chemica, United States, 2017), pp.1-4
9. Тураева Х. К., Юлдашева М. Р. Малейн ангидридни бензидин билан реакцияси // "Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари" VI Респ. илмий-амалий анжумани. Термиз. 2020. 206 б.
10. Kh. K. Turaeva, M. K. Yuldasheva et al. "Synthesis of meta-altered arylmaleinamide and preparation of esters in their presence", (Chemistry and chemical engineering, Tashkent, 2020), pp. 30-38.