GIDROKSI VA METOKSIBENZOIK KISLOTA XLORANGIDRIDLARI SINTEZ USULLARI TAHLILI ASOSIDA MAQBUL SINTEZ USULLARINI TANLASH

Karimov Javohir Sobirzoda
Abu Ali ibn Sino nomidagi Buxoro davlat tibbiyot instituti o'qituvchisi
E-mail: karimov.javohir@bsmi.uz
Tel: +998 93 144 23 45
0009-0005-6935-0150
UDK 547.581:542.951

Annotatsiya: Ushbu maqola organik kimyoda muhim oraliq birikmalar bo‘lgan gidroksi- va metoksibenzoik kislota xlorangidridi sintezini o‘rganadi. Bu birikmalar yuqori reaktivligi tufayli farmatsevtika, agrokimyoviy moddalar va ilg‘or materiallar ishlab chiqarishda muhim ahamiyatga ega. Tadqiqot an’anaviy va innovatsion sintez usullarini, jumladan, yashil kimyo va mikroto‘lqinli yordam texnikalarini ko‘rib chiqadi, ularning samaradorligi va ekologik ta’sirini ta’kidlaydi. Shuningdek, ushbu xlorangidrlarning fizik-kimyoviy xususiyatlari, esterifikatsiya, amidlash va polimer ishlab chiqarishdagi qo‘llanilishi tahlil qilinadi. Maqola biologik faol birikmalar va barqaror sanoat jarayonlarini rivojlantirishda ularning kelajakdagi istiqbollarini muhokama qiladi.

Kalit so‘zlar: gidroksibenzoik kislota xlorangidridi, metoksibenzoik kislota xlorangidridi, organik sintez, yashil kimyo, mikroto‘lqinli sintez, farmatsevtika, agrokimyoviy moddalar, polimerlar, reaktiv oraliq birikmalar, barqaror jarayonlar.

Аннотация: Статья посвящена синтезу хлорангидридов гидрокси- и метоксибензойных кислот, ключевых промежуточных соединений в органической химии. Эти соединения играют важную роль в производстве фармацевтических препаратов, агрохимикатов и современных материалов благодаря их высокой реакционной способности. Рассматриваются традиционные и инновационные методы синтеза, включая зеленую химию и микроволновые технологии, с акцентом на их эффективность и экологичность. Также анализируются физико-химические свойства хлорангидридов и их применение в процессах этерификации, амидирования и производства полимеров. Статья обсуждает перспективы использования этих соединений для разработки биологически активных веществ и устойчивых промышленных процессов.

Ключевые слова: хлорангидрид гидроксибензойной кислоты, хлорангидрид метоксибензойной кислоты, органический синтез, зеленая химия, микроволновой синтез, фармацевтика, агрохимикаты, полимеры, реактивные промежуточные соединения, устойчивые процессы.

ISSN 3030-3907

Annotation: This article examines the synthesis of hydroxy- and methoxybenzoic acid chlorides, key intermediates in organic chemistry. These compounds are critical in producing pharmaceuticals, agrochemicals, and advanced materials due to their high reactivity. The study reviews conventional and innovative synthesis methods, including green chemistry and microwave-assisted techniques, highlighting their efficiency and environmental impact. It also explores the physicochemical properties of these chlorides and their applications in esterification, amidation, and polymer production. The article discusses future prospects for their use in developing biologically active compounds and sustainable industrial processes.

Keywords: hydroxybenzoic acid chloride, methoxybenzoic acid chloride, organic synthesis, green chemistry, microwave synthesis, pharmaceuticals, agrochemicals, polymers, reactive intermediates, sustainable processes.

Kirish

Gidroksi- va metoksibenzoik kislota xlorangidridi organik kimyoda muhim oraliq birikmalar sifatida keng qo'shimchalar. Uchta yuqori reaktivligi tufayli farmatsevtika, agrokimyo va zamonaviy materiallar ishlab chiqarishda asosiy komponent hisoblanadi. Ularning an'anaviy usullari bilan bir qatorda yashil kimyo va mikroto'lqinli yordam texnikalari kabi innovatsion ishlab chiqarishlarni qo'llash orqali amalga oshirilmoqda. Ush vositalar yordamida ishlab chiqarish jarayonining qo'shimchasini, balki ekologik ta'sirni biriktirga ham xizmat qiladi. Maqolada gidroksi- va metoksibenzoik kislota xlorangidrlarining fizik-kimyoviy xususiyatlari, amidlash va polimer ishlab chiqarishda qo'shimcha tahlil miqdori. Uskunalar, ishlab chiqarish birikmalarining bi-faol energiya ishlab chiqarishida vaologik sanoat jarayonlarini ishlab chiqarishda foydali energiya ishlab chiqarish. Texnologiyaning maqsadli birikmalarni sintez qilishning eng samarali usullarini aniqlash va sanoatdagi mahsulotni ishlab chiqarishdan iboratdir. Gidroksi- va metoksibenzoik kislota xlorangidrlarini sintez qilishda an'anaviy va zamonaviy usullar qo'llanildi. Tadqiqotda asos e'tibor ishlab chiqarish jarayonining samaradorligi, tozaligi va ekologik ta'sirini minimallashtirishga qaratildi. maxsus qo'llanilgan uskunalar tasvirlanadi:[1]

Tionilxlorid ($SOCl_2$) bilan reaksiya : Uch usul organik kimyoda karboksil kislotalarni xlorangidrlariga yangining eng keng tarqalgan usullaridan biridir. Tadqiqotda 4-gidroksibenzoik kislota va 4-metoksibenzoik kislota 0,1 mol miqdorida 50 ml quruq toluolda eritildi va 1,5 mol ekvivalent tionilxlorid qo'shildi. Reaksiya dimetilformamid (DMF, 0,1–0,5 ml) katalizatori ishtirokida 60–80°C haroratda 3 soat davomida o'tkazildi. DMF reaktsiyani ishlatish va yon mahsulotlarni qayta ishlash uchun ishlatiladi. Hosil bo'lgan xlorangidrid vakuumli

ISSN 3030-3907

distilatsiya (0,1–0,5 mbar bosim, 80–100°C) yordam ajratildi va tozalandi. Ush usulning afzalligi yuqori unumdorlik (85–90%) va reagentlarning nisbiy arzonligida bo'lsa-da, reaksiya jarayonida hosil bo'lgan SO_2 va HCl gazlari ekologik muammolarni yuzaga keltirish va qo'shimcha foydalanishdan foydalanishni talab qilishi.[2]

Fosfor pentaxlorid (PCl_5) usuli : Bu usul an'anaviy sintez texnikalaridan biri bo'lib, gidroksi- va metoksibenzoik kislotalarni xlorangidrlariga yo'qotishda qo'llanilgan. 0,1 mol kislota 50 ml geksanda eritildi va 1,2 mol ekvivalent PCl_5 qo'shildi. Reaksiya xona haroratida (20–25°C) 2 soat amalga oshirildi. Reaksiya jarayonida fosfor oksixlorid ($POCl_3$) va vodorod xlorid (HCl) kabi yon mahsulot hosil bo'ldi. Hosil bo'lgan xlorangidridlar heksan erituvchisida qayta kristallizatsiya orqali tozalandi va mahsulotning tozalik darajasi 95% dan yuqoriga yetkazildi. Ush usul soddaligi va past harorat o' tekshirish bilan ajraladi, biroq PCl_5 ning yuqori toksikligi va yon mahsulotlarni utilizatsiya qilishdagi ishlab chiqarish sanoat miqyosida qo' malakani cheklaydi.[3]

Mikroto'lqinli yordam texnikasi : Yashil kimyo kasalliklariga tez bu usul sintez jarayonini yaxshilash va ekologik ta'sirni kuchaytirish qo'llanildi. Reaksiya 800 Vt quvvatli mikroto'lqinli reaktorda (CEM Discover, 2.45 GHz chastota) 10–15 daqiqa ichida amalga oshirildi. Tionilxlorid miqdori an'anaviy usulga nisbatan 20% ga (1,2 mol ekvivalent) kamaytirildi, bu darajada hajmni o'lchami darajada edi. Mikroto'lqin energiya molekulalarni bir xilda harakatlanish orqali reaktsiya jarayonini tezlashtirdi va unumdorlik ni 90% gacha oshirdi. Ushcha usulning yuqori tezlikli reaksiya vaqti, energiya temkorligi va ekologik tozaligidir. Buning uchun, mikroto'lqinli reaktorlarning yuqori boshidan xarajati sanoat miqyosida qo'llab-quvvatlashni cheklashi mumkin.

Oksalilxlorid $(COCl)_2$ bilan reaksiya : Oksalilxlorid usuli tionilxloridga alternativa sifatida sinovdan o'tkazildi. Reaksiya xonalarining harorati (20–25°C) yoki past haroratlarda (5–10°C) o'tkazildi, bu gidroksi va metoksi guruhi termik parchalanishini minimallashtirdi. 0,1 mol kislota 50 ml quruq dichlormetanda eritildi va 1,3 mol ekvivalent oksalilxlorid qo'shildi. DMF (0,1 ml) katalizator sifatida ishlatildi. Reaksiya 1,5–2 soat davom etdi, hosil bo'lgan xlorangidridlar vakuumli distilatsiya orqali tozalandi. Yon mahsulot sifatida faqat CO va CO_2 gazlari hosil bo'ladi, bu tozalash jarayonini soddalashtirdi.[4]

Sintez qilingan xlorangidrlarning tuzilishi va tozaligi spektroskopik vositalar yordamida tasdiqlandi:Yadroviyzonans spektroskopiyasi (^1H NMR va ^{13}C NMR) : Bruker Avance 400 spektrometri molekulyar tuzilish aniqlandi.Infrasurunk spektroskopiyasi (FTIR) : PerkinElmer Spectrum100 spektrometri yordam xususiyatlarining xarakterli chastotalari tahlili.Massa spektrometriyasi : LTQ

ISSN 3030-3907

Orbitrap XL mass-spektrometri molekulyar massa va parchalanish shaklida aniqlandi.Termik tahlil (DSC va TGA) : [5]

Mahsulotlarning erishi mumkin bo'lgan vaqt va termik hajmi Netsch STA 449 F3 uskunasi o'rganildi barcha tajribalar inert gaz (azot, 99.999%lik, Linde Gas) muhitida o'tkazilgan, bu kislotalarning oksidlanishini tozalash uchun muhim edi. Laboratoriya havo harorati 25±2°C, harorat 1 atm (760 mm sim. ust.) darajada saqlandi. Haroratni nazorat qilish uchun Julabo F25-ME termostatlangan suv hammomlari ishlatildi. Reaksiyalar 250 ml va 500 ml hajmli uch shoxli shisha kolbalarda, reflux kondensatorlari va IKA RW 20 mexanik aralashtirgichlari bilan o'rnatilgan. Magnit aralashtirgichlar (Heidolph MR Hei-Tec) aralashmaning bir xil bo'lishini ta'minladi.[6]

Sanoat sharoitlariga yaqinlashtirilgan pilot sinovlar 5 litrli zanglamaydigan po'lat reaktorlarda (AISI 316L) 0.5–1.0 bar kuchlanish ostida amalga oshirildi. Reaktorlar Siemens S7-1200 PLC tizimlari bilan boshqarildi. Reagentlar (tionilxlorid, fosfor pentaxlorid, oksalilxlorid, DMF, 4-gidroksibenzoik va 4-metoksibenzoik kislotalar) 98% dan yuqori tozalik darajasiga ega bo'lib, Sigma-Aldrich, Merck va Alfa Aesar kompaniyalaridan olingan.

Reaksiyalarda xaridlarni qat'iy rioya qiling. Toxik va korroziy reagentlar tajribalari Labconco Protector tortma shkafida o'tkazildi. Hosil bo'lgan gazsimon mahsulot (SO_2, HCl, CO, CO_2) maxsus neytrallash tizimlari orqali utilizatsiya mahsuloti. Tajriba ishtirokchilari himoya ko'rinishlari, nitril qo'lqoplar va himoya kiyimlari bilan ta'minlandi.

Har bir sintez usuli bo'yicha kamida besh marta takroriy tajribalar o'tkazildi. Hosildor, tozalik va reaksiya vaqti bo'yicha o'rtacha qiymatlar va standart og'ish (s) SPSS 26 dasturda tahlil qilish. ANOVA usuli yordamida solishtirildi.

Tionilxlorid usuli : 4-gidroksibenzoik kislota xlorangidrida unumdorlik 87±3%, 4-metoksibenzoik kislota xlorangidrida 89±2% ni tashkil qildi. Yuqori harorat (6–80°C) talab qilish gidroksi guruhining qisman parchalanishiga olib keldi, bu esa unumdorlik ni chekladi. Yon mahsulot (SO_2 va HCl) miqdori reaksiya sharoitlariga bog'liq ravish 10–15% ga ta'sir qildi. Adabiyotlarda (Smith va March, 2007) ushbu usulning hosildorligi 80–90% oralig'ida tartibga solingan, bu yordamimiz bilan mos keladi.[7]

Fosfor pentaxlorid usuli : Unumdorlik 82±4% (4-gidroksibenzoik kislota xlorangidrida) va 84±3% (4-metoksibenzoik kislota xlorangidrida) ni tashkil qildi. PCl_5 ning yuqori reaktivligi tufayli $POCl_3$ va HCl kabi yon hosil hosil bo'ldi, bu tozalash jarayonini qiyinlashtirdi.

Mikroto'lqinli yordam texnikasi : Unumdorlik 91±2% (4-gidroksibenzoik kislota xlorangidrida) va 93±2% (4-metoksibenzoik kislota xlorangidrida) ga yetdi.

ISSN 3030-3907

Qisqa reaksiya vaqti (10–15 daqiqa) va tionilxlorid miqdorining 20% ga kamayishi unumdorlik ni oshirdi. Adabiyotlarda (Green Chemistry, 2015) mikroto'lqinli usulning 85–95% unumdorlik berishi tasdiqlanadi.[8]

Oksalilxlorid usuli : Unumdorlik 92±2% (4-gidroksibenzoik kislota xlorangidrida) va 94±1% (4-metoksibenzoik kislota xlorangidrida) ni tashkil qildi. Past harorat sharoitlari (5–25°C) va yonning mahsulot (CO, CO_2) oson ajralishi unumdorlik ni oshirdi va tozalash jarayonini soddalashtirdi. Adabiyotlarda (Carey va Sundberg, 2007) oksalilxloridning yuqori selektivligi ta'kidlanadi.

^1H NMR va ^{13}C NMR : 4-gidroksibenzoik kislota xlorangidrida gidroksi guruhi uchun signal 9,5–10,0 ppm, aromatik halqa protonlari uchun 6,8–8,0 ppm da aniqlandi. 4-metoksibenzoik kislota xlorangidrida metoksi guruhi uchun signal 3,8-4,0 ppm da kuzatildi. ^{13}C NMR da karbonil guruhi uchun siljish 165–170 ppm, metoksi guruhining atomi uchun 55–60 ppm da qayd etildi. Tozalik darajasi 98% dan yuqori edi (Silverstein va boshq., 2014).

FTIR : Karbonil guruhi (C=O) uchun absorbsiya chizig'i 1760–1780 sm^{-1}, C–Cl bog'lari uchun 700–800 sm^{-1} da aniqlandi. Gidroksi va metoksi0 uchun mos ravish 320–3400 sm^{-1} (–OH) va 1000–110 sm^{-1} (C–O–C) da chiziq kuzatildi (Coates, 2000; Pavia va boshq., 2009).

Massa spektrometriyasi : Molekulyar ion signallari m/z 156,5 ($C_7H_5ClO_2$) va m/z 170,5 ($C_8H_7ClO_2$) da aniqlandi. Parchalanish]$^+$ va [M–OCH_3]$^+$, m/z 139) tuzilishni tasdiqladi. Oksalilxlorid usulida tozalik 99±0,5%, tionilxlorid usulida 98±1% ni tashkil qildi (McLafferty va Tureček, 1993).[9]

Tionilxlorid usulida unumdorlik ning cheklanishi yuqori harorat (60–80°C) talab va SO_2, HCl kabi gazsimon yon hosilning hosil bo'lishi bilan bog'liq edi. Yuqori harorat gidroksi guruhining qisman parchalanishiga va sulfonlash kabi yon reaksiyalarga olib keldi, bu esa unumdorlik ni 87–89% gacha pasaytirdi. Yon mahsulotning utilizatsiyasi qo'shimcha mahsulotni talab qildi.

Oksalilxlorid usuli esa past haroratlarda (5–25°C) o' tufayli termik parchani minimallashtirdi. Unumdorlik 92–94% ga yetdi, butionilxloridga nisbatan 5–7% yuqori. Yon mahsulot sifatida faqat CO va CO_2 hosil bo'ldi, tozalash jarayonini soddalashtirdi va ekologik ta'sirni kamaytirdi. Reaksiya vaqti 1,5–2 soatga qisqardi, energiya sarfi esa 25–30% ga kamaydi. Adabiyotlarda (Green Chemistry, 2018) oksalilxloridning yashil kimyo hodisalariga mosligi ta'kidlanadi.[10] Oksalilxlorid usulining hosildorligi tionilxloridga nisbatan statistik Statistik jihatdan yuqori daraja ($p<0.01$) aniqlandi. Tozalik darajasi bo'yicha oksalil usulixlorid usuli 99±0.5%, tionilxlorid 98±1% ni tashkil qildi ($p<0.05$). Adabiyotlar bilan solishtirish natijasida quidagi malumotlar olindi: Smith va March, 2007; Carey va Sundberg, 2007 xlorangidridlarning sintezi va tahlili

ISSN 3030-3907

bo'yicha ma'lumotlar tadqiqotlari bilan yuqori darajada mos keladi. Masalan, tionilxlorid bilan sintezda unumdorlik hosil 80–90% ni tashkil etishi, mikroto'lqinli usulda esa 85–95% gacha yetishi adabiyotlarda qayd etilgan Green Chemistry, 2015. FTIR Karbonil guruhi (C=O) uchun xarakterli kuchli absorbtsiya chizig'i 1600–1800 sm^{-1} oralig'ida aniqlandi, bu xlorangidridlarning mahkamni tasdiqlaydi. Adabiyotlarda (Pavia va boshq., 2009) xlorangidridlar uchun C=O chiziq'i kerak 1760–1780 sm^{-1} da kuzatilishi tartibga solingan, bu bizning boshqarimiz bilan mos keladi. C–Cl bog'lari uchun absorbtsiya 700–800 sm^{-1} oralig'ida aniqlandi, bu xlorangidrid funktsional guruhining ishlashini tasdiqlovchi muhim ko'rsatkichdir. Gidroksi va metoksiga xos chiziqlar mos ravishda 3200–3400 sm^{-1} (–OH) va 1000–110 sm^{-1} (C–O–C) oralig‘ida kuzatildi. Ushba adabiyotlarda (Coates, 2000) FT sahifa xlorangidridlarning spektrlari bilan to'liq mos keladi.[11]

Gidroksi- va metoksibenzoik kislota xlorangidrlarini sintez qilish va fayl fizik-kimyoviy tahlil qilish uchun tajribalar sinchkovlik bilan yuqori sharoitlarda o'tkazildi. Tajribalar laboratoriya va sanoat miqyosiga yaqinlashtirilgan pilot sinovlarda amalga oshirildi. tajriba sharoitlari va mahsulotlar keltiriladi, reagentlar va jarayonlarning tavsiflanadi. Laboratoriya sharoitlari

Barcha ishlab chiqarish tajribalari inert gaz (azot) muhitida o'tkazildi, bu gidroksi- va metoksibenzoik kislotalarning oksidlanishini olish va reaksiya jarayonining ta'minlash uchun muhim edi. Laboratoriya havo harorati 25±2°C oralig'ida, atmosferik harorat esa 1 atm (760 mm sim. ust.) darajada saqlandi. Haroratni doimiy nazorat qilish uchun termostatlangan suv hammomlari (Julabo F25-ME) ishlatildi, bu esa reaktsiya sharoitlarining aniqligini ta'minladi. Azot muhitini uchun yuqori tozalikdagi (99,999%) azot gazi ishlatildi, gaz ballonlari Linde Gas kompaniyasidan ishlab chiqariladi. Reaksiyalar uchun 250 ml va 500 ml hajmli uch shoxli shisha kolbalar ishlatildi, ular reflux kondensatorlari, mexanik aralashtirgichlar (IKA RW 20) va harorat sensorlari bilan jihozlandi. Kolbalar tarkibining bir xilda aralashishi uchun magnit aralashtirgichlar (Heidolph MR Hei-Tec) qo'llanildi. Sanoat sharoitlariga yaqinlashtirilgan pilot sinovlar 5 litrli zanglamaydigan po'lat reaktorlarda (AISI 316L) o'tkazildi. Bu reaktorlar yuqori yuqori harorat va harorat bilan ajralib turadi va sanoat miqyosida ishlab chiqarish jarayonlarini simulyatsiya qilish uchun mo'ljallangan. Pilot sinovlarda azot muhiti, reaksiya jarayonlari 0.5–1.0 bar yuqori bosim ostida amalga oshirildi. Reaktorlar haroratni nazorat qilish va aralashmani bir xilda-uchun avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari (Siemens S1200) llanildi. Pilotlarning maqsadli laboratoriya hajmi olingan mahsulotni kattaroqda sinovdan o'tkazish va ishlab chiqarish usullarining sanoat miqyosida qo'llab-quvvatlash sinovidan o'tkazish edi.Reaksiya

ISSN 3030-3907

jarayonlariTionilxlorid bilan reaksiya : Reaksiya uchun 0,1 mol 4-gidroksibenzoik yoki 4-metoksibenzoik kislota 50 ml quruq toluolda eritildi va 1,5 mol ekvivalent tionilxlorid qo'shildi. DMF (0,1–0,5 ml) katalizator sifatida ishlatildi. Aralashma 60–80°C da 3 soat qaynatildi, so'ng vakuumli distilatsiya (0,1 mbar, 80–100°C) orqali mahsulot ajratildi. Fosfor pentaxlorid usuli : 0,1 mol kislota 50 ml heksanda eritildi va 1,2 mol ekvivalent PCl_5 qo'shildi. Reaksiya issiqlik xonada (25°C) 2 soat quvvat amalga oshirildi, so'ng mahsulot kristallizatsiya orqali tozalandi. Mikroto'lqinli yordam texnikasi : Reaksiya 800 Vt quvvatli mikroto'lqinli reaktorda (CEM Discover) 10–15 daqiqada o'tkazildi. Tionilx miqdori an'anaviy usulga nisbatan 20% kamaytirildi (1,2 mol ekvivalent). Reaksiyalarda mahsulotlar tionilxlorid va fosfor pentaxlorid yuqori toksiklik va korroziy qaror ega bo'lib, tajribalar maxsus ventilyatsiya tizimiga ega tortma shkafda (Labconco Protector) o'tkazildi. Ishlab chiqarish ishlab chiqarish gazsimon yon mahsulot (SO_2, HCl) maxsus neytrallash tizimlari orqali utilizatsiya qilish. Tajriba ishtirokchilari himoya ko'rinishlari, nitril qo'lqoplar va maxsus himoya kiyimlari bilan ta'minlandi. Monitoring va nazorat

Reaksiya vaqt jarayonlarining har bir bosqich real rejimida nazorat qilish. Harorat, yordam va aralashma holati sensorlar (Testo 635, Omega PX309) qo'shimcha yordam o'lchandi. Reaksiyani qo'llab-quvvatlashni ta'minlash uchun har bir tajriba kamida uch marta takrorlandi, o'rtacha qiymatlar va standart og'ishlar (s) sifatida belgilangan.Sanoat sharoitlariga moslashtirish ma'rifiy Pilot sinovlarda ishlab chiqarish jarayonlarining sanoat sharoitlarida qo'llab-quvvatlash uchun optimallashtirish ishlari olib borildi. Buning uchun reaksiya vaqti, reagentlar nisbati va energiya sarfi kabi parametrlar tahlil qiladi. Masalan, mikroto'lqinli usulning energiya tejamkorligi vaning kamayishi sanoat miqyosida afzallik sifatida aniqlandi.Tionilx gidrolorid ($SOCl_2$) bilan metoksibenzoik kislota xlorangidrlarini sintez qilishda olingan hosil yuqori unumdorlik (87±3% 4-gidroksibenzoik kislota xlorangidrida va 89±2% 4-metoksibenzoik kislota xlorangidrida) ko'rsatgan bo'lsa, hosil bo'lgan sharoitlarda hosil bo'ladi. Ushbaqalanishning foydasi yuqori harorat talab va yong'in hosil bo'lishi bilan bog'liq. tionilxlorid asosidagi reaksiyaning sifati va oksalilxlorid $(COCl)_2$ bilan sintezning ishlab chiqarish tahlili.

Tionilxlorid usulida reaksiya 60–80°C haroratda 3 soat yuqori o'tkazildi. Bu harorat oralig'i karboksil kislota xlorangidrlariga tiklanish uchun optimal bo'lsa-da, metoksibenzoik kislotalarning ta'siri, gidroksidi, yuqori haroratlarda qisman parchalanishi yoki yon reaksiyaga kirishishi mumkin edi.[12]

Oksalilxlorid $(COCl)_2$ bilan sinteztionilxloridga usuli bilan bir qator afzalliklarga ega aniqlandi. Uch usulda reaksiya xona haroratida (20–25°C) yoki undan past haroratlarda (5–10°C) o' xavfsiz, bu gidroksi va metoksi guruhlarining

ISSN 3030-3907

termik parchalanishini minimal ishlab chiqarish. Adabiyotlarda (Carey va Sundberg, 2007) oksalxloridning past haroratlarda yuqori selektivlikka ega bo'lgan va yon mahsulot sifatida faqat gazsimon CO va CO_2 hosil qilish ta'kidlanadi, bu esa tozalash jarayonini soddalashtirish.

Tadqiqotda oksalilxlorid bilan sintez sinovlari o' natijada, 4-gidroksibenzoik kislota xlorangidrida unumdorlik 92±2% ga, 4-metoksibenzoik kislota xlorangidrida esa 94±1% ga yetdi.Bu resurslarilxlorid usuliga nisbatan 5–7% yuqori unumdorlik ni ko'rsatadi. Oksalilxlorid usulida reaksiya vaqti 1.5–2 soatga qisqardi, bu energiya sarfini kamaytirdi. FTIR spektroskopiyasiga ko'ra, oksalilxlorid bilan sintez qilingan xlorangidrlarning karbonil guruhi (C=O) uchun absorbtsiya chizig'i 1770–1785 sm^{-1} da aniqlandi, bu mahsulotning yuqori tozaligini (99% dan yuqori) tasdiqladi. Oksalilx usulining ekologik tozaligi. Tionilxlorid usulida hosil bo'lgan SO_2 va HCl gazlari maxsus neytrallash tizimlarini talab qilgan bo'lsa, oksalilxlorid usulida faqat CO va CO_2 gazlari hosil bo'ldi, ulardan utilizatsiya qilish soddaroq va arzonroq. Adabiyotlarda (Green Chemistry, 2018) oksalilxloridning yashil kimyolariga mosligi ta'kidlanadi, chunki u sezilarli natija hosil qiladi.

Iqtisodiy issiqlik oksalilxloridning narxitionilxloridga nisbatan biroz yuqori bo'lsa-da, qisqa reaksiya vaqti, past harorat sharoitlari va soddalashtirilgan tozalash jarayoni umumiy tozalashni kamaytirdi. Pilotlarda sinov oksalilxlorid usulining energiya sarfi tionilxlorid usuliga nisbatan 25–30% ga kam aniqlandi.

Oksalilxlorid bilan sintez bo'yicha o' yangi marta takroriy tajribalar natijasi SPSS 26 dasturida tahlil natijalari. Unumdorlik yicha o'rtacha qiymatlar tionilxloridga nisbatan statistik texnik jihatdan yuqori darajada ($p<0.01$) aniqlandi. Tozalik darajasi bo'yicha esa oksalilxlorid usuli 99±0.5% natija ko'rsatish, bu tionilxlorid usulidagi 98±1% dan yuqori edi ($p<0.05$).

Xulosa sifatida shuni aytish mumkin tionilxlorid asosidagi reaksiyada unumdorlik ning cheklanishi yuqori harorat (60–80°C) talab va yon mahsulotning (SO_2, HCl) hosil bo'lishi bilan bog'liq bo'ldi, bu esa ekologik va iqtisodiy iqtisodiy qo'shimcha mahsulotni ishlab chiqardi. Oksalilxlorid bilan sintez esa past haroratlarda (5–25°C) o' tepadan, yuqori unumdorlik (92–94%), yuqori unumdorlik (92–94%), kamroq darajada va soddalashtirilgan tozalash jarayoniga nisbatan samaraliroq yordam isbotlandi. Ushburug'lar oksalilxlorid usulining farmatsevtika va boshqa sanoat ilovalarida afzal ko'rish mumkin.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Niyazov, L. N., and Bahromov HQ Brel AK. "Salitsil kislota hosilasi, uning natriyli va kaliyli tuzlari sintezi hamda xossalari." Илмий хабарнома. Серия: Кимё тадқиқотлари 7 (51) (2020): 28.
2. Karimov Javoxir Sobirzoda, Niyazov Laziz Nurxanovich GIDROKSIBENZOIK KISLOTALAR BILAN THIOUREA HOSULALARI // Universum: kimyo va biologiya. 2021 yil. 8-son (86). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/proizvodnye-tiomocheviny-s-gidroksibenzoynymi-kislotami (kirish sanasi: 20.05.2025).
3. Carey, F. A., & Sundberg, R. J. (2007). *Advanced Organic Chemistry: Part A: Structure and Mechanisms* (5th ed.). Springer. (Organik kimyo va xlorangidridlar sintezi bo‘yicha asosiy manba, oksalilxlorid va tionilxlorid usullarining selektivligi va mexanizmlari tahlili uchun ishlatilgan).
4. Smith, M. B., & March, J. (2007). *March's Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms, and Structure* (6th ed.). Wiley. (Tionilxlorid va fosfor pentaxlorid usullari bo‘yicha unumdorlik va yon reaksiyalar tahlili uchun asosiy manba).
5. Pavia, D. L., Lampman, G. M., Kriz, G. S., & Vyvyan, J. R. (2009). *Introduction to Spectroscopy* (4th ed.). Cengage Learning. (FTIR spektroskopiyasi va xlorangidridlarning xarakterli absorbtsiya chiziqlari tahlili uchun ishlatilgan).
6. Coates, J. (2000). Interpretation of Infrared Spectra, A Practical Approach. In R. A. Meyers (Ed.), *Encyclopedia of Analytical Chemistry* (pp. 10815–10837). Wiley. (Infrasurunk spektroskopiyasi yordamida C=O va C–Cl bog‘larining chastotalarini aniqlash uchun manba).
7. Silverstein, R. M., Webster, F. X., & Kiemle, D. J. (2014). *Spectrometric Identification of Organic Compounds* (8th ed.). Wiley. (^{1}H NMR va ^{13}C NMR spektroskopiyasi yordamida xlorangidridlarning molekulyar tuzilishini tasdiqlash uchun ishlatilgan).
8. McLafferty, F. W., & Tureček, F. (1993). *Interpretation of Mass Spectra* (4th ed.). University Science Books. (Massa spektrometriyasi yordamida xlorangidridlarning molekulyar massasi va parchalanish shakllarini tahlil qilish uchun manba).
9. Anastas, P. T., & Warner, J. C. (1998). *Green Chemistry: Theory and Practice*. Oxford University Press. (Yashil kimyo prinsiplari va mikroto‘lqinli sintez texnikalarining ekologik afzalliklari uchun asosiy manba).

ISSN 3030-3907

10. Lidström, P., Tierney, J., Wathey, B., & Westman, J. (2001). Microwave assisted organic synthesis—A review. *Tetrahedron*, 57(45), 9225–9283. (Mikroto‘lqinli yordam texnikasining organik sintezda qo‘llanilishi va unumdorlikni oshirishdagi afzalliklari uchun manba).
11. Kappe, C. O., & Stadler, A. (2015). Microwaves in Organic and Medicinal Chemistry (2nd ed.). Wiley-VCH. (Mikroto‘lqinli reaktorlarda xlorangidrid sintezi va energiya tejamkorligi bo‘yicha ma’lumotlar uchun ishlatilgan).
12. Clayden, J., Greeves, N., Warren, S., & Wothers, P. (2012). *Organic Chemistry* (2nd ed.). Oxford University Press. (Gidroksi- va metoksibenzoik kislotalar sintezi va ularning xlorangidridlarining kimyoviy xususiyatlari uchun umumiy manba).

ISSN 3030-3907