

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

DOYMAMIŞ TSİKLİK (BİS)İMİDLƏRİN SİNTEZİ VƏ ONLAR ƏSASINDA BİOLOJİ AKTİV POLİMER MATERİALLARININ ALINMASI VƏ XASSƏLƏRİNİN TƏDQIQI

İxtisas: 2306.01 – Üzvi kimya
2304.01 – Makromolekullar kimyası

Elm sahəsi: Kimya

İddiaçı: **Aygün İlham qızı Əlixanova**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı – 2021

Dissertasiya işi Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Polimer Materialları İnstitutunun “Makromonomer əsaslı polimer materiallar” laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbərlər: AMEA-nın müxbir üzvü,
kimya elmləri doktoru, professor
Mustafa Səttar oğlu Salahov

kimya elmləri doktoru, professor
Niyazi Şahid oğlu Rəsulzadə

Rəsmi opponentlər: kimya elmləri doktoru, professor
Eldar Hüseynqulu oğlu Məmmədbəyli
kimya elmləri doktoru, professor
Abdulsəyid Əbdülhəmid oğlu Əzizov
kimya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Musa Musa oğlu Mustafayev

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.16 Dissertasiya şurasının bazasında qeydiyyat nömrəsi BED 1.16/1 olan Birdəfəlik Dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının sədri: kimya elmləri doktoru, akademik
_____ **Vaqif Məcid oğlu Fərzəliyev**

Dissertasiya şurasının elmi katibi: kimya elmləri doktoru, dosent
_____ **Lalə Məhəmməd qızı Əfəndiyeva**

Elmi seminarın sədri: kimya elmləri doktoru, professor
_____ **Elmira Teymur qızı Süleymanova**

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Yüksək termiki davamlılıq¹, fətohəssaslıq, optiki fəallıq, adgeziya, geniş temperatur intervalında (-80÷500) dayanıqlılıq² kimi xassələr toplusuna malik poliimidlərin sintezi makromolekullar kimyasının mühüm istiqamətlərindən biridir. Bu xassələr poliimidlərin elektronika, maşın-, gəmiqayırma və kosmik texnika kimi sahələrdə geniş tətbiqinə imkan verir. Tsiklik di- və tetrakarbon turşularının xlorlu N-əvəzli bisimidləri xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Bu tip imidlər doymamış rabitə hesabına pilləli polimerləşmə, radikal birgəpolimerləşmə və müxtəlif fotokimyəvi reaksiyalara daxil ola bilər və çox çeşidli polimer materiallarının alınmasına imkan yaradır.

Ədəbiyyatda doymamış tsiklik imidlər və doymamış dikarbon turşularının halogenli törəmələrinin³ alınması və tətbiq sahələri haqqında geniş məlumat olmasına baxmayaraq, tsiklik dikarbon turşuları əsasında qarışıq dien-dienofil fraqmentli N,N'-bisimidlər və onların polixlorlu törəmələrinin sintezi və onların əsasında antibakterial polimer materiallarının alınmasına dair sistemətik məlumatlar yoxdur.

Bütün bunları nəzərə alaraq qeyd etmək olar ki, yeni doymamış tsiklik xlorlu N-əvəzli bisimidlərin sintez üsullarının və bisimidlər əsasında polikondensləşmə və birgəpolimerləşmə reaksiyalarının öyrənilməsi, onların bioloji fəallığının⁴ təyin edilməsi üzvi və makromolekullar kimyasının aktual məsələlərindəndir.

¹ Meador, M.B., Polyimides and process for preparing polyimides having thermal-oxidative stability, Pat 6274699, USA / Meador M.B. – 2001.

² Жубанов, Б.А., Полиимид в качестве термостойкого, огнестойкого материала. Пат. № 1066199, СССР / Жубанов Б.А., Алмабеков О.А., Кравцова В.Д. [и др.] – 1982. № 25.

³ Виноградова, С.В. Поликонденсационные процессы и полимеры. / С.В.Виноградова, В.А. Васнев – М.: Мир, – 2000, – 250 с.

⁴ Banilla, A.M., Polymeric materials with antimicrobial activity / Banilla, A.M., Garcia M.F. // Progress Polymerr. Sci. – 2012, V.37. – p. 281-339.

Tədqiqatın obyektı və predmeti. Tədqiqatın əsas obyektı polixlorlu bisimidodienlərin sintezi və onlar əsasında Dils-Alder polikondensləşmə reaksiyası ilə məlum fəza quruluşlu hərəkəti gövdəli poliimidlərin və N,N'-(alkilen) və N,N'-(arilen) doymamış tsiklik bisimidlərin allil (allilsalisilat) və vinil (stiro) tipli monomerlərlə birgəoligomerləşmə reaksiyaları ilə birgəpolimerlərin alınması mümkünlüyünün müəyyən olunmasıdır. Tədqiqatın predmeti isə bu qeyd olunanlarla yanaşı, sintez olunmuş müxtəlif bisimidlərin, bisimidodienlərin, oligomerlərin, birgəpolimerlərin bakterisid və funqisid fəallığının öyrənilməsidir.

Tədqiqatın məqsədi və vəzifələri. Tədqiqat isinin məqsədi polixlorlu tsiklik dikarbon turşularının N, N'-R-bisimidodienlərinin və müvafiq dien-dienofil fraqmentli bisimidlərin effektiv sintez üsullarının işlənilib hazırlanması, onların əsasında imid qrupları saxlayan polimer materiallarının alınması, əldə olunmuş birləşmələrin bioloji aktivlik xassələrinin müqayisəli şəkildə öyrənilməsi və tətbiq sahələrinin müəyyən edilməsindən ibarətdir.

Qarşıya qoyulan məqsədə nail olmaq üçün aşağıda göstərilən məsələlər həll edilmişdir:

- 1,2,3,4-tetraxlorcikloheksa-1,3-dien-5,6- və 2,3,4,5-tetraxlorbitsiklo[4.4.0]deka-2,4-dien-8,9-dikarbon turşularının dianhidrido-, mono- və bisimidodienlərinin və polixlorlu tsiklik dikarbon turşularının dien-dienofil fraqmentli bisimidlərinin sintezinin optimal şəraitinin müəyyənəndirilməsi;

- Bisimidodien və bisdien-dienofillər əsasında Dils-Alder polikondensləşmə reaksiyası üzrə poliimidlərin alınması imkanlarının tədqiqi;

- N,N'-(alkilen) və N,N'-(arilen) bisimidlərin allil (allilsalisilat) və vinil (stiro) tipli monomerlərlə radikal birgəpolimerləşməsi ilə poliimidlərin sintezinin optimal şəraitinin müəyyənəndirilməsi;

- Sintez olunmuş polixlorlu birləşmələr və oligomerlərdən bioloji aktiv əlavələr kimi istifadə olunmaqla antibakterial polipropilen, polietilen, akrilonitril-butadien-stiro və (polifenilen oksid tərkibli) "Noril" markalı polikarbonat əsaslı kompozisiya materiallarının alınması;

- Sintez olunmuş bisimidlər, o cümlədən oliqomerlər əsasında alınan kompozisiya materiallarının bioloji aktivlik xassələrinin praktiki istifadə imkanlarının araşdırılması.

Tədqiqat metodları. Eksperimental tədqiqatlar qəbul olunmuş müasir analiz üsullarından istifadə olunmaqla həyata keçirilmiş, alınmış birləşmələrin quruluşu və tərkibi İQ, ^1H NMR və ^{13}C NMR spektroskopiyaya, RQA üsulları ilə öyrənilmişdir.

Sintez edilən birləşmələrin kimyəvi quruluşunun təyin edilməsi “ALPHA” İR-Fourier spektrometr cihazında (BRUKER Almaniya) $600\text{-}4200\text{cm}^{-1}$ dalğa uzunluğu diapazonunda aparılmışdır; ^1H və ^{13}C NMR spektrləri 300 MHz (həlleddici – dimetil sulfoksid (DMSO-d6)) işləmə tezliyi olan “Bruker Fourier” cihazında qeydə alınmışdır. Reaksiya məhsullarının ərimə temperaturu «Электротермик – 9100» rəqəmsal cihazı ilə açıq kapilyar üsulla ölçülmüşdür. Reaksiyanın gedişatına və sintez olunmuş birləşmələrin təmizliyinə NTX Silufol UB-254 lovhəsində aparılmış, əmələ gəlmiş ləkələrə UB lampa şualarında baxılmışdır.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar:

- Yeni doymamış tsiklik bisimidlərin, qarışıq bisimidodienlərin işlənilib hazırlanmış əlverişli sintez üsulları işlənməsi və həyata keçirilən reaksiyaların tədqiqinin nəticələri.
- Sintez olunmuş yeni birləşmələrdən – 2,3,4,5,7,7-heksaxlor-bitsiklo[2.2.1]hept-5-en-2,3-dikarbon turşusunun N,N'-(1,6-heksil) bisimidinin monokristalının quruluş xüsusiyyətlərinin rentgen-quruluş tədqiqindən alınan nəticələrin müzakirəsi.
- Bisimidodien və qarışıq bisdien-dienofillər əsasında Dils-Alder pokondensləşmə reaksiyası üzrə poliimidlərin alınması.
- N,N'-(alkilen) və N,N'-(arilen) doymamış tsiklik bisimidlərin allil (allilsalisilat) və vinil (stiro) tipli monomerlərlə birgəoliqomerləşmə reaksiyalarının tədqiqindən alınan nəticələr və onların müzakirəsi
- Sintez olunmuş birləşmələrin bakteriya və göbüləklərə qarşı fəallıqlarının tədqiqinin nəticələri

Tədqiqatın elmi yeniliyi. İlk dəfə olaraq polixlorlu tsiklik dikarbon turşularının dien-dienofil fraqmentli bisimidlərinin səmərəli

üsulla və yüksək çıxımla sintezi həyata keçirilmiş, alınmış bu bisimidodienlər və malein anhidridinin dien sintezi reaksiyasının dien aktivliyi öyrənilmiş və anhidrid həlqələrinin polixlorlu bitsiklookten və ya tsikloheksan fraqmenti ilə birləşmiş bisimidodianhidridlərin regiosəciyyəvi sintezi yolları təklif edilmişdir.

Ədəbiyyatda məlum olmayan dien-dienofil fraqmentli bisimidlərdən Dils-Alder polikondensləşmə reaksiyası üzrə poliimidlər sintez edilmiş və reaksiyaların optimal şəraiti müəyyən edilmişdir. N, N'-(alkilen) və N, N'-(arilen) doymamış tsiklik bisimidlərin allil (allilsalisilat) və vinil (stiro)l tipli monomerlərlə birgəoliqomerləşmə reaksiyalarının qanunauyğunluqları tədqiq edilmiş və göstərilmişdir ki, bu reaksiyalar monomer cütləri arasında yükün ötürülməsi ilə donor-akseptor komplekslərinin yaranması hesabına baş verir, növbəli quruluşa malik makromolekullar formalaşır.

Sintez olunmuş polixlorlu birləşmələr və imid qrupu saxlayan oliqomerlərin bioloji aktivlik xassələrinin tədqiqi göstərmişdir ki, bu birləşmələrin əksəriyyəti antibakterial və antifunqal xassələrə malikdirlər. Göstərilmişdir ki, onlardan bəziləri antibakterial polietilen, polipropilen, akrilonitril-butadien-stiro)l və “Noril” markalı polioksifenilen əsaslı kompozisiya materiallarının alınmasında əlavələr kimi istifadə edilə bilər. Müəyyən edilmişdir ki, adı keçən kompozisiya materiallarının tərkibinə ekstruziya (qəlibləmə) mərhələsində 0.1-1.0 kütlə% bu tip antibakterial əlavələrin daxil edilməsi həmin polimer materiallarında fiziki-mexaniki xassələri saxlamaqla yüksək bakterisid və funqisiq xassələrin yaranmasına səbəb olur.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. Bisimidodienlər, tsiklik di- və tetrakarbon turşuları və onların halogenli törəmələri əsasında dien-dienofil fraqmentli bisimidlərin daha əlverişli və sadə üsulla sintezi, onların birgəpolimerləşmə və polikondensləşmə reaksiyalarının tədqiqindən əldə olunmuş nəticələr üzvi və polimer kimyası sahəsində nəzəri bilikləri zənginləşdirilmiş, polixlorlu tsiklik dikarbon turşularının dien-dienofil fraqmentli bisimidləri və doymamış tsiklik bisimidlər əsasında alınan oliqomerlərdən bioloji

aktiv əlavələr kimi istifadə olunaraq PE, PP, ABS və “Noril” markalı polikarbonat əsaslı kompozisiya materialları alınmışdır.

Sintez edilmiş birləşmələr kənd təsərrüfatında, tibbdə antibakterial polimer materiallar-; optik cihazlar üçün yapışqan kompozisiyanın alınması zamanı modifikator-; yarımvulkanlaşmanın ləngidicisi-; fotoqəbuledicilər üçün yapışqan kompozisiyasına adgeziya qatqıları-; Orta təzyiqli polietiləndən və ED-20 epoksid qatranından odadavamlı materiallar alınması üçün antipiren kimi istifadə oluna bilər.

İşin aprobeasiyası və tədqiqi. Dissertasiya işinin materialları üzrə 39 elmi əsər, o cümlədən 15 məqalə, 23 məruzə tezisi çap olunmuş və 1 ixtiranın patenti alınmışdır. Əldə olunmuş nəticələr aşağıdakı konfranslarda məruzə edilmiş və müzakirə olunmuşdur:

AMEA-nın aspirantlarının elmi konfranslarında (Bakı, 2005, 2006 və 2007), VI Bakı Beynəlxalq Y.Məmmədəliyev neftkimya konfransı, (Bakı, 2005), ADNA-nın 85 illik yubileyinə həsr olunmuş “Zərif üzvi sintez və kataliz” mövzusunda III Beynəlxalq elmi konfrans (Bakı, 2005), “Gənc kimyaçı” II Respublika elmi konfransı (Bakı, 2006), Akademik H.Əfəndiyevin 100 illik yubileyinə həsr olunmuş elmi konfrans (Bakı, 2007), Akademik M.F.Nağıyevin 100 illik yubileyinə həsr olunmuş elmi konfrans (Bakı, 2008), Prof. A.Y.Verdizadənin 95 illik yubileyinə həsr olunmuş “Üzvi reagentlər analitik kimyada” Respublika konfransı (Bakı, 2009), Prof. Ə.M.Quliyevin 100 illik yubileyinə həsr olunmuş “Materialların keyfiyyətini yaxşılaşdıran və onları mühafizə edən aşqar və reagentlər” mövzusunda Respublika Elmi Konfransı (Bakı, 2012), SDU-nun 50 illik yubileyinə həsr olunmuş “Monomerlər və polimerlər kimyasının müasir problemləri” mövzusunda II respublika elmi konfransı (Sumqayıt, 2012), Akademik A.A.Əfəndiyevin 75 illik yubileyinə həsr olunmuş “Makromolekullar kimyasının fundamental və tətbiqi problemləri” mövzusunda Respublika Elmi konfransı (Sumqayıt, 2013), PMİ-nun yaradılmasının 50 illik yubileyinə həsr olunmuş “Makromolekullar kimyası, üzvi sintez və kompozit materiallar” mövzusunda Respublika Elmi konfransı (Sumqayıt, 2016), Integration processes of the world science in the 21st century (Gəncə, 2016), B.Q.Zeynalovun 100 illik yubileyinə həsr

olunmuş “Neftkimya sintezi və mürəkkəb kondensləşmiş sistemlərdə kataliz” mövzusunda beynəlxalq elmi-texniki konfrans (Bakı, 2017), Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 96-cı ildönümünə həsr olunmuş Tələbələrin I respublika elmi konfransı, (Bakı, 2019), The International Scientific Conference “Actual of Modern Chemistry” dedicated to the 90th anniversary of the Academician Y.H.Mammadaliyev Institute of Petrochemical Processes, (Bakı, 2019), Kimya texnologiyası və mühəndisliyinin innovativ inkişaf perspektivləri beynəlxalq elmi konfransı, (Bakı, 2019), Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 97-ci ildönümünə həsr olunmuş “Kimya və kimya mühəndisliyində dayanıqlı inkişaf” Mövzulu tələbə və gənc tədqiqatçıların I beynəlxalq elmi konfransı, (Bakı, 2020), IV Всероссийская конференция «Химия и химическая технология: достижения и перспективы», (Кемерово, 2020), “Analitik kimya” kafedrasının 85 illik yubileyinə həsr olunmuş «Koordinasion birləşmələr kimyası» VIII Beynəlxalq Elmi Konfransı, (Bakı, 2020).

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı. Dissertasiya işi AMEA-nın Polimer Materialları İnstitutunda fəaliyyət göstərən “Makromonomer əsaslı polimer materiallar” laboratoriyasının elmi-tədqiqat işlərinin planına uyğun yerinə yetirilmişdir (Dövlət qeydiyyat № 0106Az0114).

İddiaçının şəxsi payı. İddiaçı tərəfindən tədqiqat işinin əsas məqsədləri və onlara nail olmaq üçün qarşıya qoyulan məsələlərin həlli göstərilmiş, aparılan tədqiqatların istiqamətləri müəyyən olunmuş, alınan nəticələrin müzakirəsi aparılmışdır. İddiaçı eyni zamanda laboratoriya tədqiqatlarının aparılmasında, məqalələrin və dissertasiyanın yazılması ilə bağlı hər bir mərhələdə birbaşa iştirak etmişdir.

Dissertasiyanın quruluşu və həcmi. Dissertasiya işi 204 səhifəlik kompüter mətnində öz əksini tapmışdır: giriş – 7 səh. (13.000 işarə), dörd fəsil; ədəbiyyat icmal (birinci fəsil) – 40 səh. (42.087 işarə), aparılmış tədqiqatların müzakirəsi (ikinci fəsil) – 40 səh. (37.203 işarə), Polimerlərin sintezi və tətbiq sahələri (üçüncü fəsil) – 46 səh. (48.166 işarə), təcrübələrin aparılma üsulları (dördüncü fəsil) – 36 səh. (48.205 işarə), nəticələr – 3 səh. (3.765 işarə), 225 adda mənbədən ibarət ədəbiyyat siyahısından – 26 səh.,

53 şəkil və 25 cədvəldən, həcmi isə – 192426 işarədən (şəkillər, cədvəllər, ədəbiyyat siyahısı və əlavələr istisna edilməklə) ibarətdir.

Girişdə mövzunun aktuallığı, dissertasiya işinin məqsədi, elmi yeniliyi, praktiki əhəmiyyəti əsaslandırılmış, aprobeasiyası, quruluşu və həcmi, nəşrlər barədə məlumat verilmiş, fəsillərin mahiyyəti qısa şəkildə xarakterizə edilmişdir.

Birinci fəsildə polixlorlu politsiklik dikarbon turşuları bisimidlərinin sintezi, çevrilmələri və bioloji fəallıqlarının müəyyən olunması, həmçinin bisidienlərin bismaleinimidlərlə və dien-dienofil fraqmentli bisimidlərin Dils-Alder reaksiyası üzrə pokondensləşməsi istiqamətində aparılmış elmi tədqiqatlarla bağlı son ədəbiyyat materialları analiz olunmuş və müzakirə edilmişdir.

İkinci fəsildə polixlorlu politsiklik doymamış dikarbon turşularının N, N'-R-bisimidlərinin və dien-dienofil fraqmentli bisimidodienlərin effektiv sintez üsulları, sintez olunmuş birləşmələrin tərkiblərinin, quruluşlarının öyrənilməsindən alınan nəticələrin müzakirəsi verilmişdir. Həmçinin, ilk dəfə olaraq bu turşuların bisimidləri və malein anhidridi əsasında molekulunda eyni zamanda həm dien, həm də dienofil fraqmenti olan bisimidodienlərin sintezi təsvir edilmişdir.

Üçüncü fəsildə doymamış dikarbon turşularının N, N'-R-bisimidlərinin və dien-dienofil fraqmentli bisimidodienlərin Dils-Alder pokondensləşmə reaksiyası üzrə, həmçinin vinil monomerlərlə radikal birgəpolimerləşməsi ilə antibakterial oliqomerlərin alınması və tədqiqindən alınan nəticələr şərh olunur. Həmçinin, bu antibakterial bisimidlər və oliqomerlərlə PE, PP, ABS və “Noril” markalı polikarbonat əsasında kompozisiya materiallarının alınması üsulları, sintez olunmuş bəzi bisimidlərin tətbiq sahələrinin araşdırılması, onların bakteriya və göbələklərə qarşı fəallığına dair nəticələr təqdim edilmişdir.

Dördüncü fəsildə tədqiqatın təcrübi hissəsi, həmçinin ilkin maddələrin və sintez olunmuş birləşmələrin fiziki-kimyəvi göstəriciləri qeyd olunmuşdur.

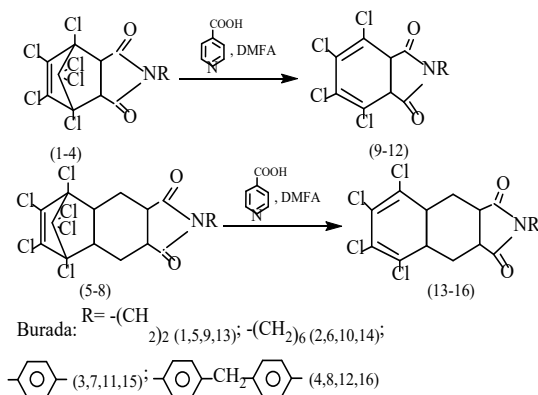
İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

1. 1,2,3,4-tetraxloritsikloheksa-1,3-dien 5,6- və 2,3,4,5-tetraxlorbitsiklo[4.4.0]deka-2,4-dien 8,9-dikarbon turşularının N, N'-bisimidlərinin sintezi

Bi- və tritsiklik ikiəsaslı turşuların xlorlu bisimidodienləri xlor tərkibli oda- və termodayanıqlı poliimidlərin alınması üçün perspektivli monomerlər sayılırlar.

N, N'-bisimidodienləri sintez etməmişdən əvvəl məlum fəza quruluşlu 2,3,4,5,7,7-heksaxlorbitsiklo[2.2.1]hept-5-en-2,3-(HXBTHDT) (1-4) və 1,2,3,4,11,11-heksaxlortritsiklo[6.2.1.0^{5,10}]-undes-2-en-7,8-dikarbon turşularının (HXTTUDT) (5-8) imidləri əsasında 1,2,3,4-tetraxloritsikloheksa-1,3-dien 5,6- (9-12) və 2,3,4,5-tetraxlorbitsiklo[4.4.0]deka-2,4-dien 8,9-dikarbon turşularının imidodienləri (13-16) alınmışdır.

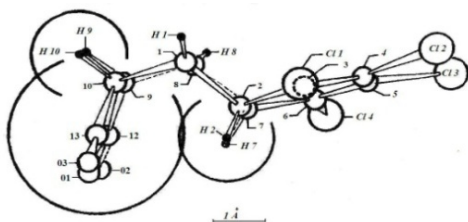
HXBTHDT (1-4) və ya HXTTUDT (5-8) imidlərinin məhlullarına dimetilformamid (DMFA) mühitində otaq temperaturunda müntəzəm qarışdırmaqla katalizator-akseptor – izonikotin turşusu əlavə edilir. Reaksiya ekzotermikidir və temperatur 50°C-yə qədər qalxır. Reaksiya qarışığı daha 2 saat müddətində 120÷140°C temperaturda yenidən qızdırılır.



Temperaturun, reaksiya müddətinin, komponentlərin mol nisbətlərinin adduktların (9, 13) çıxımına təsiri araşdırılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, imidodienin (9) sintezinin optimal şəraiti –

temperatur 140°C, 6 saat müddətində və dien-dienofil mol nisbəti – 2:1, imidodienin (13) sintezinin optimal şəraiti – temperatur 150°C, 8 saat müddətində və dien-dienofil mol nisbəti– 3:1. Bu zaman imidodienlərin (9, 13) çıxımı 90-95 %-ə çatır.

Imidodienlərin (9-16) quruluşları İQ və UB spektrlərlə, həmçinin RQA-lə sübut olunmuşdur. İQ spektrdə C=C rabitəsi üçün səciyyəvi olan udulma zolaqları 1603-1610 sm^{-1} tezlik sahəsində, C=O qrupu üçün 1710 və 1780 sm^{-1} və C-Cl rabitəsi üçün 630-750 sm^{-1} , NH₂ qrupu üçün 3280 və 3420 sm^{-1} tezlik sahəsində qeyd alınır.

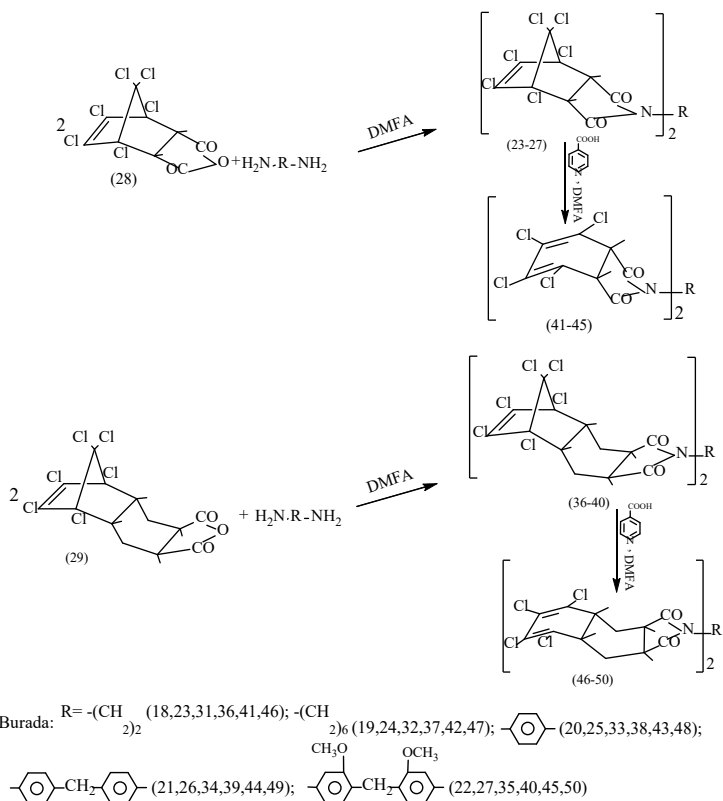


Şəkil 1. Endo-,ekzo-2,3,4,5-tetraxlorbitsiklo[4.4.0]deka-2,4-dien-8,9-dikarbon turşusunun N-(1,2-etan) imidodieninin RQA üsulu üzrə molekulyar quruluşu

Imidodienlərin UB spektrində sisoid homoanulyar dien sistemləri üçün xarakterik olan dien xromoforunun mövcudluğunu sübut edən və $\pi-\pi^*$ keçidinə uyğun maksimum 285-287 nm-də müşahidə olunur.

Hərəkə-gövdəli poliimidlər almaq üçün, 2,3,4,5,7,7-heksaxlorbitsiklo[2.2.1]hept-5-en-2,3-dikarbon turşusu (HXBTHDT) və ya 1,2,3,4,11,11-heksaxlortritsiklo[6.2.1.0^{5,10}]undes-2-en-7,8-dikarbon turşusu (HXTTUDT) anhidridlərinin diaminlər ilə asilləşməsindən HXBTHDT (23-27) və HXTTUDT (36-40) bisimidləri sintez edilmişdir.

Bisimidlərin (34-43) DMFA mühitində reaksiyasından müstəvi quruluşlu bisimidodienlər (41-45 və 46-50) alınır. Bisimidlərin (41-45 və 46-50) quruluşunu təsdiq etmək üçün anhidridodienlərin diaminlərlə diasilləşməsi ilə aşağıdakı sxem üzrə qarşılıqlı sintezi aparılmışdır.



Temperaturun, reaksiya müddətinin, komponentlərin mol nisbətlərinin bisimidlərin ((23-27) və (36-40)) çıxımına və reaksiyaların stereospesifikliyinə təsiri araşdırılmış və müəyyən olunmuşdur ki, bisimidlərin (23, 25) maksimal çıxımı – 120°C-də, 8 saat müddətində və dien-dienofil mol nisbəti – 2:1 olduqda, analogi şəraitdə (36, 40) bisimidlər üçün isə – 140°C-də, 10-12 saat müddətində və dien-dienofil mol nisbəti– 3:1 olduqda qeydə alınır.

Beləliklə, HXTTUDT bisimidlərində (36-40) ilkin endo, ekzo, endo, ekzo-konformasiyalı imid qalığı saxlanılır.

Bisimidlərin (23-27) və (36-40) quruluşları İQ, həmçinin RQA üsulu ilə sübut olunmuşdur. İQ spektrdə 3280, 3350 və 3420 sm^{-1} tezlik sahəsində müşahidə olunan $-\text{NH}-$ və NH_2 fraqmentinin udulma zolağı itir və 1720-1780 sm^{-1} tezlik sahəsində udulma zolağı

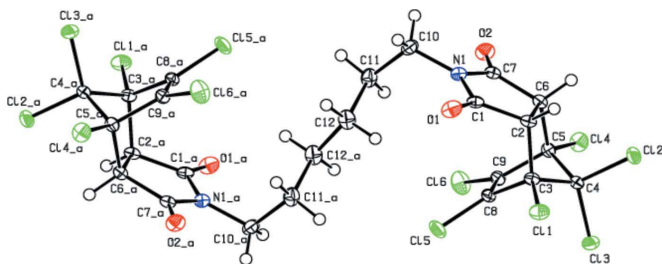
əmələ gəlir ki, bu da karbonil qrupunun (C=O) varlığını sübut edir. C–Cl rabitəsi üçün 630-750 sm^{-1} tezlik sahəsində udulma zolaqları qeydə alınır.

Imidodienlərin (42-50) İQ spektrində C=C rabitəsi üçün səciyyəvi olan udulma zolaqları 1602-1610 sm^{-1} tezlik sahəsində, C=O qrupu üçün 1710 və 1780 sm^{-1} və C-Cl rabitəsi üçün 630-750 sm^{-1} tezlik sahəsində müşahidə olunur.

**2. 2,3,4,5,7,7-heksaxlorbitsiklo[2.2.1]hept-5-en-2,3-,
1,2,3,4,11,11-heksaxlortritsiklo[6.2.1.0^{5,10}]undes-2-en-7,8-,
1,2,3,4-tetraxloritsikloheksa-1,3-dien-5,6- və 2,3,4,5-
tetraxlorbitsiklo[4.4.0]deka-2,4-dien-8,9-dikarbon
turşusu N,N'-R-bisimidlərinin stereokimyası**

Molekulararası halogen rabitələri və digər növ halogenli N-heterosiklik birləşmələrdə qeyri-kovalent qarşılıqlı təsirlər onların həlloluma qabiliyyətini və digər funksiyalı xassələrini yaxşılaşdırma bilər. Bu istiqamətdə çox sayda qeyri-kovalent molekulararası qarşılıqlı təsirə malik olan yeni halogenli N-heterosiklik birləşmələr sintez edilmişdir.

Sintez edilmiş birləşmələrdən 2,3,4,5,7,7-heksaxlorbitsiklo[2.2.1]hept-5-en-2,3-dikarbon turşusunun N,N'-(1,6-heksil) bisimidinin (24) monokristalları alınmış və RQA metodu ilə molekulyar quruluşu təsdiqlənmişdir.

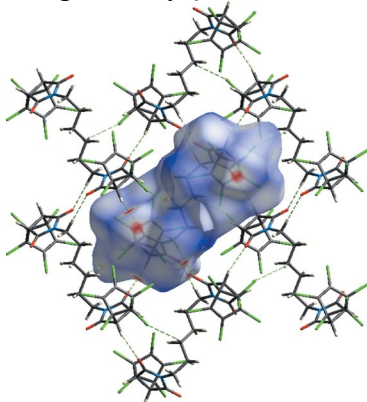


Şəkil 2. 2,3,4,5,7,7-heksaxlorbitsiklo[2.2.1]hept-5-en-2,3-dikarbon turşusunun N,N'-(1,6-heksil) bisimidinin (24) molekulyar quruluşu

(24) birləşməsinin molekulu, mərkəzi C–C rabitəsinin orta nöqtəsində bir kristalloqrafik inversiya mərkəzi tərəfindən əmələ gəlir. Molekuldakı bükülmə, alkil körpüsünün bu mərkəzi rabitəsi ətrafında 169.86 (15)° C10-C11-C12-C12_ torsion bucağı ilə təyin

olunur (Şəkil 2). Pirrolidin halqası (N1/C1/C2/ C6/C7) ümumiyyətlə düzdür [N1 üçün maksimum əyilmə=0.014 (1) Å]. Tsikloheksan halqası (C2/C3/C5/C6/C8/C9) qayıq konformasiyasına malikdir [qırıxıqlıq parametrləri (Cremer and Pople, 1975) $Q_T = 0.9300$ (14) Å, $\theta = 89.99$ (9)°, $\varphi = 59.37$ (9)°], hər iki tsiklopentan halqası (C2-C6 və C3-C5/C8/C9) dixlormetan qrupu saxlayan C4 atomu ilə zərf quruluşuna malik olur [$Q(2) = 0.6308$ (14) Å, $\varphi(2) = 252.44$ (13)° və $Q(2) = 0.5835$ (14) Å, $\varphi(2) = 215.53$ (14)°].

2,3,4,5,7,7-heksaxlorbitsiklo[2.2.1]hept-5-en-2,3-dikarbon turşusunun N,N'-(1,6-heksil)bisimidinin Hirşfeld səth analizi. Hirşfeld səthi və barmaq izi aldığımız birləşmənin kristalloqrafik informasiya faylına (CIF) əsaslanaraq *Crystal Explorer* proqramında cəkilib. Aldığımız birləşmənin d_{norm} -u $-0,1922$ ilə $1,7149$ Å aralığında, forma indeksi $-1,0000$ ilə $1,0000$ Å aralığında və əyriliyi- $4,0000$ ilə $-4,0000$ Å aralığında dəyişir.



Şəkil 3. Birləşmə (24)-də Hirşfeld səthinin üçölşümlü görüntüsü.

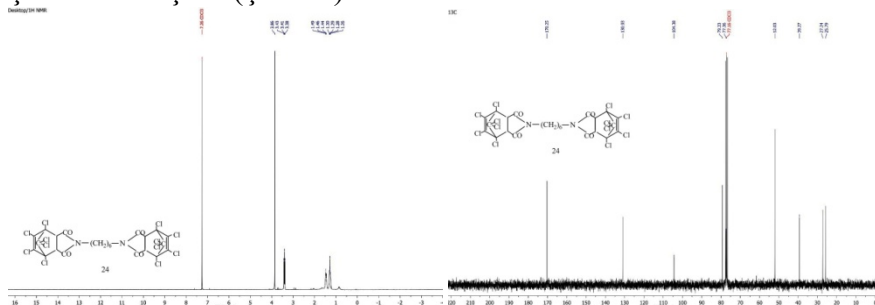
Pirrolidin halqası bir-biri ilə uzadılmış N-CH₂-CH₂-C_{ar} körpüsü ilə bağlanmış 3,4-dimetoksifenil həlqəsi ilə 14.83 (12) dihedral bucaq yaradır. Molekullar π - π qarşılıqlı təsiri ilə pirrolidin və benzol halqaları üçün 3,564 (1) Å mərkəz-mərkəz məsafə ilə bir araya gətirilən qatlarda yığılmışdır. Molekullararası C-Cl \cdots π qarşılıqlı təsiri mövcuddur.

Kristaldakı molekullar arasında Cl \cdots O və Cl \cdots Cl və C-H \cdots O, C-H \cdots Cl və C-Cl \cdots π qarşılıqlı təsirlərin olduğu təsdiqlənmişdir.

Cədvəl 1. Birləşmə (24)-də müşahidə olunan hidrogen rabitəsinin həndəsi parametrləri (Å).

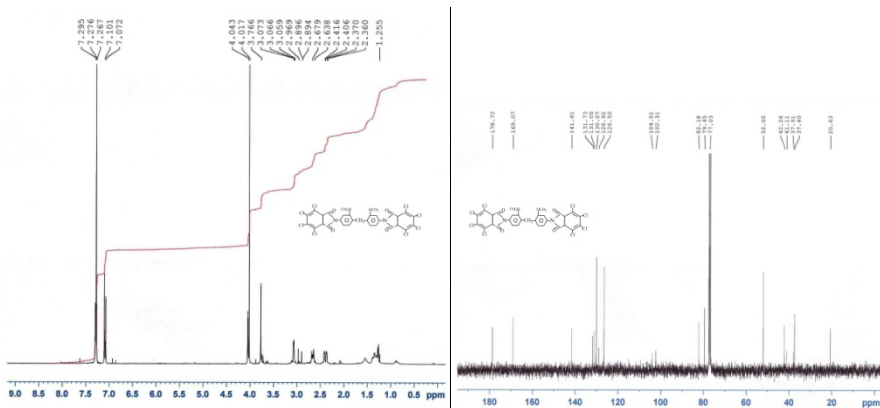
D—H···A	D—H	H···A	D···A	DH···A
C6—H6···O1 ⁱ	1.00	2.43	3.3867 (16)	161
C10—H10A···O2 ⁱⁱ	0.99	2.45	3.4402 (17)	178
C12—H12B···Cl2 ⁱⁱⁱ	0.99	2.80	3.5299 (15)	131
C3—Cl1···Cg1 ⁱⁱⁱ	1.75 (1)	3.89 (1)	4.9389 (14)	117 (1)

Yeni sintez olunmuş bisimidin (24) quruluşu həmçinin, ¹H və ¹³C NMR spektrləri ilə də təsdiq olunmuşdur. ¹H NMR (300.130 MHz) aseton-*d*₆, internal TMS, δ (m.h.): 1.29–3.43 m.h. multiplet, triplet (12H, 6CH₂), 3.86 m.h. sinqlet (4H, CH). ¹³C {¹H} NMR (75.468 MHz, aseton-*d*₆). δ: 25.8 m.h. (2CH₂), 27.2 (2CH₂), 39.3 (4C–H), 52.0 (2CH₂), 79.3 m.h. (4CCl), 104.4 m.h. (2CCl₂), 130.9 m.h. (2CIC=CCl) və 170.2 m.h. (4C=O) şəklində protonların siqnailləri aşkar olunmuşdur (Şəkil 4).



Şəkil 4. 2,3,4,5,7,7-heksaxlorbitsiklo[2.2.1]hept-5-en-2,3-dikarbon turşusunun N,N'-(1,6-heksil) bisimidinin (24) ¹H və ¹³C NMR spektrləri

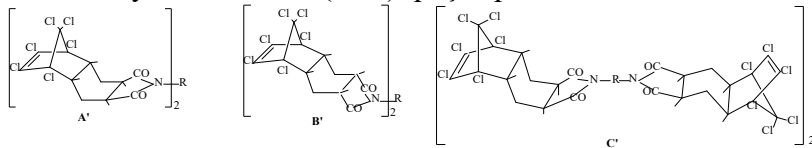
Həmçinin, 1,2,3,4,11,11-heksaxlortritsiklo[6.2.1.0^{5,10}]undes-2-en-7,8-dikarbon turşusunun N,N'-(4,4'-difenilmetan) bisimidinin (39) ¹H NMR m.h.: 1.43 (triplet, CH), 2.73 (CH₂), 3.91 (CH₂), 4.07 (CH), 7.00–7.33 (CH, Ar.), ¹³C NMR m.h.: 21.25 (CH₂), 37.62 (CH), 53.47 (CH₂), 81.92 (Cl–C–C), 102.41 (Cl–C–Cl), 126.15, 126.39, 128.35, 129.72 (C, Ar.), 131.59 (C–Cl), 177.73 (C=O) siqnaillər aşkar olunmuşdur.



Şəkil 5. 1,2,3,4-tetraxlorcikloheksa-1,3-dien-5,6-dikarbon turşusunun N,N'-(3,3'-dimetoksi-4,4'-difenilmetan) bisimidinin (45) ^1H və ^{13}C NMR spektrləri

1,2,3,4-tetraxlorcikloheksa-1,3-dien-5,6-dikarbon turşusunun N,N'-(3,3'-dimetoksi-4,4'-difenilmetan) bisimidinin (45) quruluşu da ^1H və ^{13}C NMR spektrləri ilə təsdiq olunmuşdur. ^1H NMR m.h.: 3.76 (sinqlet, 4H, CH), 4.01 (sinqlet, 6H, CH₃), 4.04 (sinqlet, 2H, CH₂), 7.07, 7.10, 7.29 (6H, CH, Ar.), ^{13}C NMR m.h.: 20.63 (CH), 37.40 (CH₂), 52.05 (OCH₃), 79.45 (Cl-C-C), 104.01 (Cl-C-Cl), 126.50, 128.92, 131.05, 131.73, 141.61 (C, Ar.), 130.07 (C-Cl), 169.07 (C-O), 178.72 (C=O) siqnallar qeydə alınmışdır.

Məlumdur ki, *sis*-4-THDT-nun anhidrid və N-fenilimidi yüksək temperaturda – *sin*- və *anti*-qayıq konformasiya formalarında mövcud olur. Hər 2 forma *endo*-istiqaqətlənmiş kompleks əmələ gətirmək üçün sterik olaraq eyni dərəcədə ehtimallıdır və *endo*, *ekzo-endo*, *ekzo*- (A), *endo*, *endo-endo*, *endo*- (B) və *endo*, *ekzo-endo*, *endo*- (C) imid qalıqlı konfigurasiyalı uyğun addukt alınə bilər. Kondensləşmə reaksiyası yüksək temperaturda (150°C) həyata keçirildiyindən *sis*-4-THDT-nun N,N'-bisimidləri (36-40) üç konformasiya formasında (A-C) qarşılıqlı təsirdə ola bilər:

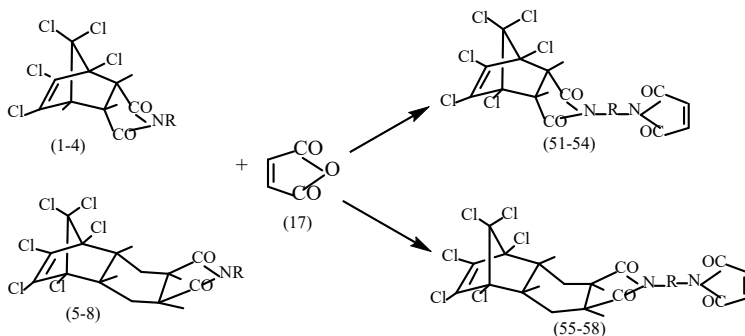


Alınmış bisimidlərin (36-40) NMR-spektrində 3.42-3.50 m.h.-də metilen protonlarına xas siqnallar müşahidə olunur. Tsikloheksan həlqəsində ikiqat tsiklik əvəzlənmə nəticəsində 5, 10 və 7, 8-ci karbon atomlarında rabitələrin koplanarlığını təmin edən qayıq konformasiya mümkün olur.

3. Polixlorlu di- və tritsiklik dikarbon turşularının dien-dienofil fraqmentli bisimidlərinin sintezi

Polixlorlu tsiklik dienlərin çeşidlərini artırmaq və bisimidodienlərin alınma texnologiyasını daha da təkmilləşdirmək üçün bir molekulda həm dien, həm də dienofil fraqmentləri olan qarışıq bisimidodien-dienofillər sintez edilmişdir.

HXBTHDT (1-4) və HXTTUDT (5-8) N-imidlərinin malein anhidridi ilə 140°C temperaturda DMFA mühitində komponentlərin 1:1 nisbətində asilləşməsi ilə, HXBTHDT (51-54) və HXTTUDT N,N'-maleinimidoalkil (aril) əvəzli imidləri (55-58) alınmışdır.

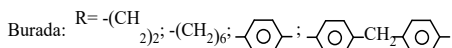
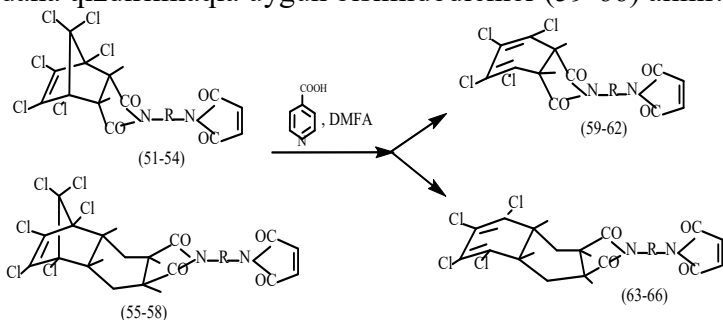


Burada: R = $-(CH_2)_2-$; $-(CH_2)_6-$; $-\text{C}_6\text{H}_4-$; $-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-$

Bisimidlərin (51-58) İQ-spektrində C=C rabitəsi üçün səciyyəvi olan 1590-1600 sm^{-1} , C=O qrupunun 1780 sm^{-1} və C-Cl rabitəsinin 650-780 sm^{-1} tezlik sahələrində udulma zolaqları müşahidə olunmuşdur.

N, N'-maleinimidoalkil(aril) bisimidlərin (51-58) DMFA mühitində akseptor – izonikatin turşusu iştirakı ilə qarşılıqlı təsirdən dien-dienofil fraqmentli bisimidlər alınır. Reaksiya

ekzotermikdir və temperatur 50°C -yə qədər qalxır və $120\div 140^{\circ}\text{C}$ -də 2 saat daha qızdırılmaqla uyğun bisimidodienlər (59-66) alınır.

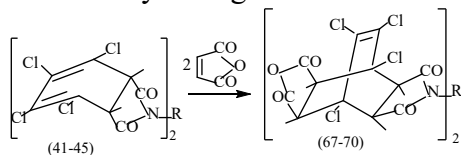


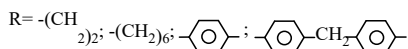
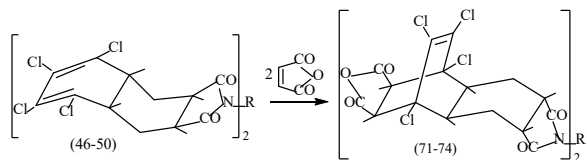
Bisimidlərin quruluşu dien sisteminə xarakter olan 280 və 287 nm dalğa uzunluqlarında pikləri olan UB-, həmçinin NMR- və İQ-spektroskopiya üsulları ilə təsdiq edilmişdir. İQ spektrdə $\text{C}=\text{C}$ rabitəsi üçün səciyyəvi olan $1600\text{-}1610\text{ cm}^{-1}$, imid tsikllərinin $1710\text{-}1780\text{ cm}^{-1}$ və $\text{C}-\text{Cl}$ rabitəsinin $680\text{-}750\text{ cm}^{-1}$ tezlik nahiyələrində udma zolaqları müşahidə olunmuşdur.

(63) sayılı birləşmənin İQ spektrində $\text{C}=\text{O}$ qrupu üçün 1720 və 1780 cm^{-1} , $\text{C}=\text{C}$ rabitəsi üçün $1603\text{-}1610\text{ cm}^{-1}$ tezlik sahəsində və $\text{C}-\text{Cl}$ rabitəsi üçün səciyyəvi olan udulma zolaqları $660\text{-}780\text{ cm}^{-1}$ tezlik sahəsində qeydə alınmışdır.

4. Bi- və tritsiklik tetrakarbon turşularının xlorlu N,N' -bisimidodianhidridlərinin sintezi

Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, N, N' -bisimidodienləri (41-45) və (46-50) malein anhidridi ilə asanlıqla dien kondensləşməsi reaksiyasına girir:

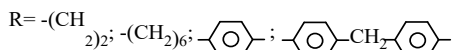
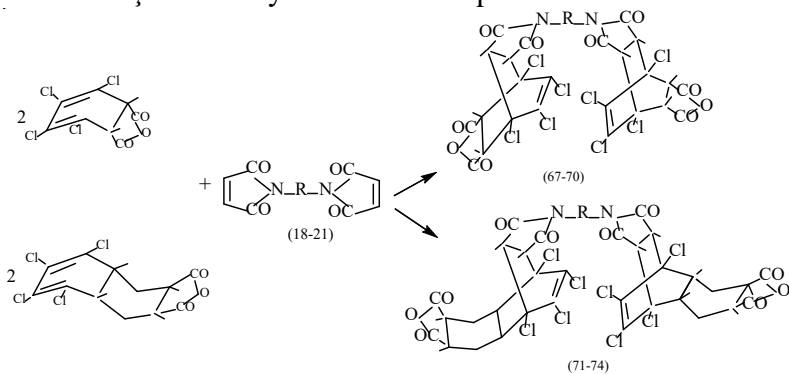




Bisimidodianhidridlərin (67-74) İQ spektrində C=C rabitəsi üçün səciyyəvi olan udulma zolaqları $1600\text{-}1610\text{ cm}^{-1}$ tezlik sahələrində müşahidə olunmuşdur. C=O qrupu üçün $1840\text{-}1865\text{ cm}^{-1}$ udulma zolaqları aşkar olunmuşdur hansı ki, bu zolaqlar bisimidodienlərdə (41-50) mövcud deyildir.

Bisimidodianhidridlərin (67-74) UB-spektrlərdə dien sisteminin mövcudluğunu göstərən $285\text{-}287\text{ nm}$ dalğa uzunluqları nahiyəsində maksimumlar qeydə alınır.

Bisimidodianhidridləri (67-74) həmçinin, qarşılıqlı sintezlə – anhidridodienlərin bismaleinimidlərlə birmərhələli Dils-Alder polikondensləşmə reaksiyası ilə də almaq olar.



Stüard-Briqleb modeli və dipol momentlərinin ($\mu_{\text{hes}}\text{-}3.87\text{ D}$, $\mu_{\text{təc}}\text{-}3.80\text{ D}$) müəyyən olunmasına əsasən demək olar ki, bisimidodianhidridlər (71-74) *endo*, *ekzo-endo*, *ekzo-*, anhidridodien sərt quruluşu olduğu üçün bisimidodianhidridlər (67-70) isə *endo*, *endo-endo*, *endo*-konfigurasiyaya malik olurlar.

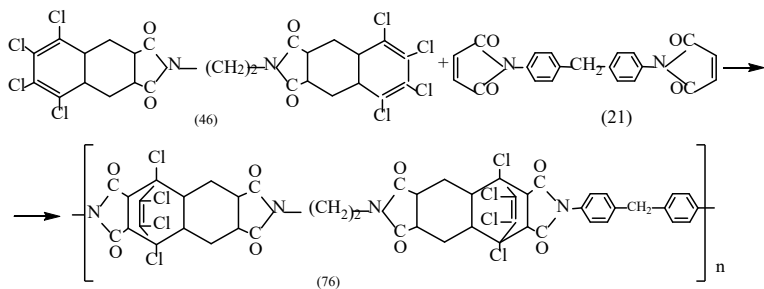
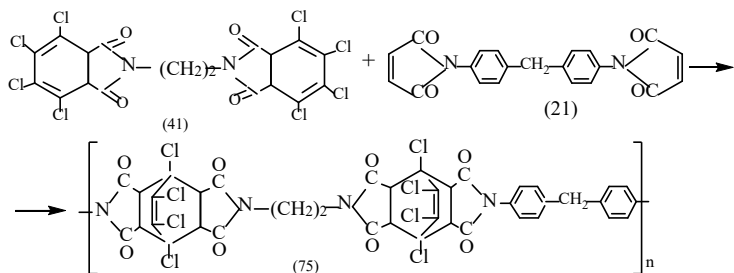
Temperaturun, reaksiya müddətinin və komponentlərin mol nisbətlərinin bisimidodianhidridlərin (67-74) çıxımına və reaksiyaların stereospesifikliyinə təsiri öyrənilmiş və müəyyən olunmuşdur ki, bisimidodianhidridlərin (67, 69) maksimal çıxımı – 140°C-də, 6 saat müddətində, analoji şəraitdə bisimidodianhidridlər (71, 73) üçün isə – 150°C-də, 8 saat müddətində və komponentlərin mol nisbəti– 2:1 olur və reaksiya mühitinin homogenliyini təmin etmək üçün malein anhidridi artıq miqdarda götürülmüşdür. Temperaturun artırılması və reaksiya müddətinin sonrakı artımı qatranabənzər yan məhsulların alınması ilə nəticələnir.

5. Sintez olunmuş tsiklik bisimidlərinin antibakterial xassələrinin tədqiqi

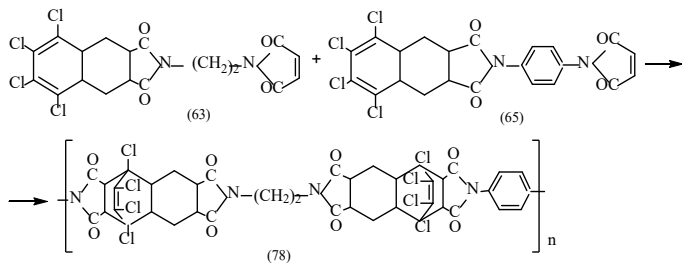
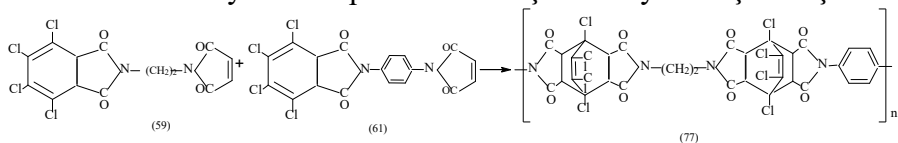
Sintez olunmuş bəzi tsiklik bisimidlərin tərkib və quruluşunun antibakterial xassələrinə təsiri öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, antibakterial aktivliyinə görə tədqiq edilən maddələrdən endo, ekzo-1,2,3,4,11,11-heksaxlortritsiklo[6.2.1.0^{5,10}]undes-2-en-7,8-dikarbon turşusunun N-[2-maleinimido]etil bisimidi (8) və 1,4,5,6,7,7-heksaxlorbitsiklo[2.2.1]hept-5-en-2,3-dikarbon turşusunun N-[4-maleinimidobenzil]fenil bisimidi (58) daha aktiv antimikrob və funqisid xassələrinə malikdirlər.

6. 1,2,3,4-tetraxloritsikloheksa-1,3-dien-5,6- və 2,3,4,5-tetraxlorbitsiklo[4.4.0]deka-2,4-dien-8,9-dikarbon turşusu N,N'-(alkilen)bisimidlərinin bismaleinimidlərlə və dien-dienofil fraqmentli bisimidlərin Dils-Alder reaksiyası üzrə polimerləşməsi

Məlum fəza quruluşu, hərəkə-gövdəli poliimidlərin sintezinin mümkünlüyünü göstərmək üçün TXTHDDT (41) və TXBTDDDT N,N'-(1,2-etan) bisimidodienləri (46) ilə N,N'-(4,4'-difenilmetan)bismaleinimidin (21) Dils-Alder reaksiyası üzrə polikondensləşməsi aparılmışdır:



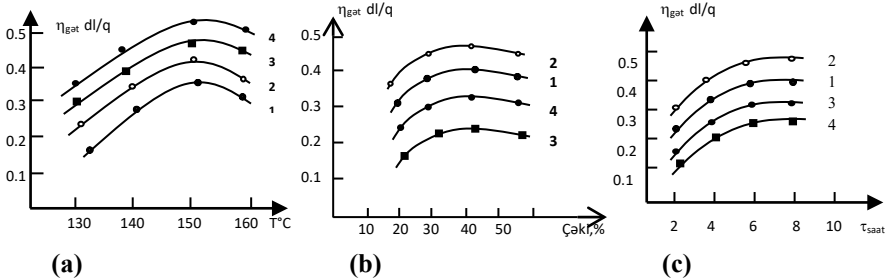
Göstərilmişdir ki, dien-dienofil fraqmentli bisimidlərdən polixlorlu, yanmayan, hərəki-nərdivan gövdəli poliimidlər almaq mümkündür. Bu məqsədlə TXTHDDT- (59, 61) və *endo*, *ekzo*-TXBTDDDT-nun bisimidləri (63, 65) seçilmiş və DMAA mühitində Dils-Alder reaksiyası üzrə polikondensləşməsi həyata keçirilmişdir:



Bəzi aproton həlledicilərin (DMAA, DMFA və DMCO) poliimidlərin (75, 76, 77, 78) çıxımına təsiri öyrənilmiş və müəyyən edilmişdir ki, həlledicinin polyarlığının artması ilə özlülük və

polimerin çıxımı artır. Polimerlərin daha yüksək çıxımı (90-95%) həlledici kimi DMAA-dən istifadə edildikdə əldə olunur.

Poliimidlərin (75, 76, 77, 78) sintezinin optimal şəraitini aydınlaşdırmaq üçün ilkin monomerlərin qatılığının, reaksiyanın temperaturunun və aparılma müddətinin polikondensləşmənin gedişinə təsiri öyrənilmişdir (Şəkil 6 a-c).



(a) **(b)** **(c)**
Şəkil 6. Poliimidlərin 0.5 %-li məhlulunun gətirilmiş özlülüyünün ($\eta_{gət}$) temperaturdan (a), kütlədən (b) və zamandan (c) asılılığı

Şəkil 6 a-c-dən görüldüyü kimi, poliimidlərin (75, 76, 77, 78) gətirilmiş özlülüyünün ($\eta_{gət}$) daha yüksək qiyməti monomerlərin 20-25 kütlə % qatılığında 150°C temperaturda, 6-8 saat müddətində baş verir. Bu şəraitdə poliimidlərin (75, 76, 77, 78) çıxımı 90-95%, $\eta_{gət}=0.4-0.5dl/q$ təşkil edir.

Sintez edilmiş poliimidlərin (75, 78) tərkib və quruluşları element analizi və İQ-spektroskopiya üsulu ilə təsdiq edilmişdir. Bu maddələrin İQ spektrdə imid tsikli üçün səciyyəvi olan 1710 və 1780 sm^{-1} (1720 sm^{-1} dubletdə), C=C rabitəsinin 1590-1610 sm^{-1} və C-Cl rabitəsinin 680-760 sm^{-1} tezlik nahiyələrində udulma zolaqları müşahidə olunmuşdur.

Alınmış poliimidlər (75, 76, 77, 78) DMAA, DMFA, MP, DMCO və piridində yaxşı həll olur. Differensial termiki analiz üsulunun nəticələrinə əsasən, poliimidlər (81, 82) 300-360°C-dək davamlıdırlar. Bu temperaturlarda kütlə itkisi 5-6 % təşkil edir.

7. Doymamış bisimidlərin (birgə)polimerləşmə reaksiyalarının tədqiqi

Tədqiqatlar göstərir ki, dien-dienofil qrupları saxlayan tsiklik bisimidlər asanlıqla Dils-Alder mexanizmi üzrə polikondensləşmə reaksiyalarına daxil olaraq oliqomerlərə çevrilirlər.

Doymamış tsiklik bisimid törəmələrinin donor tipli vinil monomerləri ilə birgəpolimerləşmə reaksiyaları haqqında da ədəbiyyatda kifayət qədər məlumat vardır. Bu reaksiyalar nəticəsində növbəli quruluşa malik oliqomerlər əldə edilir. Adı keçən tsiklik bisimidlər və onlardan alınan oliqomerlərin bir çox nümayəndələri bioloji aktiv birləşmələrdir. Suda çətin həllolması və yüksək temperatura davamlılığı bu birləşmələrdən antibakterial kompozisiya materialları alınmasında bioloji aktiv əlavələr kimi istifadə olunmasına imkan verir.

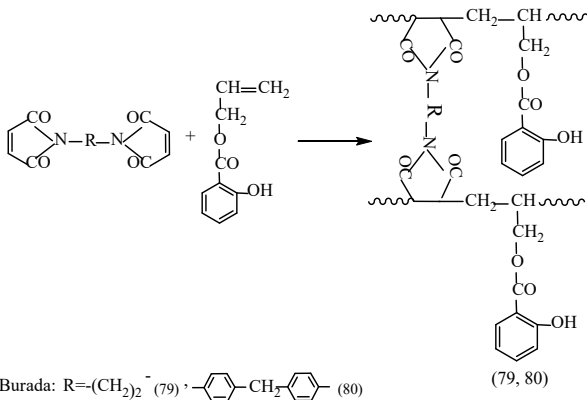
7.1. Malein bisimidlərin salisil turşusunun allil efiri ilə birgəpolimerlərinin alınması və tədqiqi

Dissertasiya işinin bu bölməsində qarşıya qoyulan məqsəd tərkibində tsiklik bisimid qrupu saxlayan polimerlərin alınması üçün malein turşusunun tsiklik (bis)imidlərinin salisil turşusunun allil efiri ilə birgəpolimerləşmə reaksiyalarının tədqiqidir.

Somonomer olaraq Allsat-ın seçilməsində isə məqsəd tərkibində həm fenol, həm də imid qrupları olan polifunksional birgəpolimerlərin alınması, onların antibakterial və antifungal xassələrinin öyrənilməsidir. Allsat və bismaleinimid molekulları arasında donor (D) – akseptor (A) tipli kompleksin əmələ gəlməsi (yükün ötürülməsi ilə yaranan kompleks) ədəbiyyatda məlumdur.

Bunu nəzərə alaraq monomerlərin ayrılıqda və müxtəlif nisbətlərdəki qarışıqda NMR spektrləri çəkilmişdir. Fenil bismaleinimid və Allsat monomerlərinin müxtəlif tərkibli qarışığının (A>>D) NMR spektrində BMİ molekuluna aid protonların kimyəvi sürüşməsinin qiymətinin dəyişməsi [D...A] tipli kompleksin yaranmasını göstərir.

Bu sürüşmənin qiymətindəki dəyişiklik monomer qarışığında donorun mol nisbətinin artması ilə artır. Ketelaar tənliyinin köməyi ilə kompleks əmələgəlmə prosesinin tarazlıq sabiti (K_c) qrafiki olaraq hesablanmışdır. Hesablamalara görə Allsat – Fenil bismaleinimid monomer cütü üçün $K_c=0.097$ və Allsat – Etil bismaleinimid monomer cütü üçün $K_c=0.082$.



Təbiidir ki, monomerlər arasında yaranan zəif kompleks onların nisbi reaksiya qabiliyyətlərinə ciddi təsir göstərir. Allsat – Etil bismaleinimid monomer cütü üçün $r_1=0.05$ və $r_2=0.04$ və Allsat – Fenil bismaleinimid monomer cütü üçün $r_1=0.02$ və $r_2=0.05$ təşkil edir.

Monomerlərin birgəpolimerləşmə reaksiyalarında nisbi aktivliklərinin qiymətlərinin və onların hasilinin sifra yaxın olması birgəpomerlərin alternativ (növbəli) quruluşa malik olmasını göstərir.

Cədvəl 2.

Allsat və EBMI; Allsat və FBMI; St və EBMI; St və FBMI monomer cütlərinin radikal birgəpolimerləşmə reaksiyalarında monomerlərin nisbi aktivlikləri: ($t=65^\circ\text{C}$, həlledici dioksan, inisiyator-benzoil peroksidi (0.2%), reaksiya müddəti -8 saat).

Monomer cütləri		Birgəpolimerləşmə sabitləri	
M_1	M_2	r_1	r_2
Al _{st}	EBMI	0.5	0.04
Al _{st}	FBMI	0.2	0.05
St	EBMI	18.2	0.02
St	FBMI	12.5	0.01

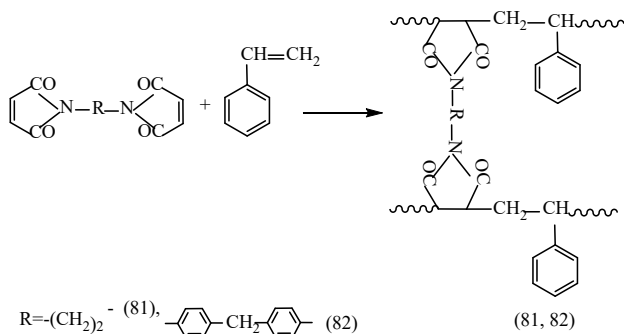
Allsat – EBMI və Allsat – FBMI birgəpolimerlərinin antibakterial xassələri tədqiq edilmiş və müəyyən edilmişdir ki, alınan polimer materiallar bakterisid və eyni zamanda funqsid xassələrə malikdir.

7.2. Malein bisimidlərin stiroil ilə birgəpolimerlərinin alınması və tədqiqi

Məlum olduğu kimi PS-un geniş tətbiq sahələrindən biri qablaşdırma məmulatlarının hazırlanmasıdır. Ondan termoformlaşma üsulu ilə meyvə, yumurta, ət-balıq məhsullarını saxlamaq üçün müxtəlif qablaşdırma məmulatları hazırlanır ki, bunların da bir çox bakteriya və mikrogöbələklərin təsirinə qarşı davamlı olması mühüm şərtlərdən biridir.

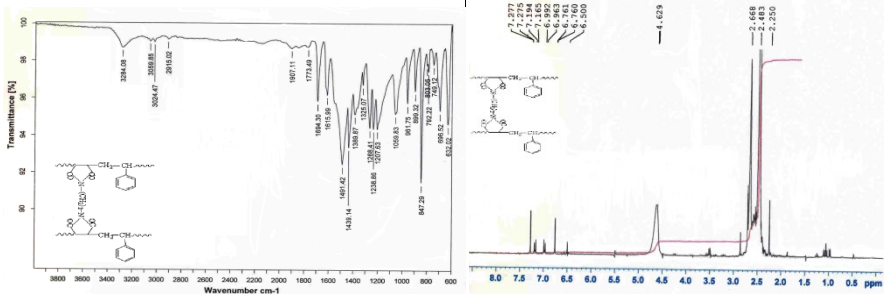
Dissertasiya işinin bu bölməsi antibakterial polistiroil (PS) alınması məqsədilə stiroilun doymamış malein bisimidlərlə birgəpolimerlərinin sintez texnologiyasının hazırlanması və onların fiziki-mexaniki və antibakterial xassələrinin tədqiqinə həsr edilmişdir.

Stiroilun tərkibində müxtəlif miqdarda BMI elementar quruluş vahidi saxlayan birgəpolimerlər sintez olunmuş və bu zaman birgəpolimerləşmə reaksiyalarında monomerlərin nisbi aktivlikləri (r_1 və r_2) təyin edilmiş, tərkib-tərkib və tərkib-xassə kimi asılılıqlar müəyyənəşdirilmişdir.



Polistiroilun və stiroilun BMI-lərlə birgə polimerlərinin İQ-spektrlərinin müqayisəsi göstərir ki, polistiroilun İQ-spektrlərindən fərqli olaraq birgəpolimerlərin İQ-spektrlərində mürəkkəb efir qrupuna aid 1694 cm^{-1} tezliyində udulma zolaqları müşahidə olunur. CH_2 və CH_3 qruplarındakı C-H rabitələri üçün səciyyəvi olan deformasiya (1389 cm^{-1} , 1439 cm^{-1}) və valent titrəyişləri (2915 cm^{-1}), benzol halqasında C-H rabitələri üçün səciyyəvi olan deformasiya titrəyişləri (632 , 696 , 847 , 899 cm^{-1}), benzol halqasında C-C

rabitələri üçün səciyyəvi olan valent titrəyişləri (1615 sm^{-1}), benzol halqasında =CH qrupları üçün səciyyəvi olan valent titrəyişləri ($3024, 3059 \text{ sm}^{-1}$), C=O rabitələri üçün səciyyəvi olan valent titrəyişləri (1694 sm^{-1}) sahəsində udulma zolaqları müşahidə olunur.



Şəkil 7. N,N'-(1,2-etan)bismaleinimid–Stirol birgəpolimerinin İQ spektri və ^1H NMR spektri

Birgəpolimerləşmə sabitlərinin qiymətləri əsasında birgəpolimerlərin mikroquruluş parametrləri hesablanmışdır (cədvəl 2). Etilen-bismaleimid – stirol cütü üçün monomerlərin nisbi aktivliklərinin qiymətləri $r_1=0.02$; $r_2=18.2$ və fenilen bismaleimid – stirol cütü üçün isə $r_1=0.01$; $r_2=12.5$ təşkil edir. Cədvəl 2-dən görüldüyü kimi adı keçən monomerlərin birgəpolimerləşməsi zamanı St monomerinin (M_2) nisbi aktivliyi daha yüksəkdir. Ona görə də birgəpolimerlərin tərkibi St manqası ilə zəngin olur.

Monomerlər qarışığının tərkibində BMİ monomerlərinin miqdarının artması ilə reaksiya sürətinin və polimerləşmə dərəcəsinin aşağı düşməsi müşahidə olunur. Buna səbəb St-un yüksək aktivliyə, digər tərəfdən yüksək polimerləşmə sürətinə malik olması, BMİ-nin isə radikal polimerləşmədə passiv olması və zəncirin monomer vasitəsilə ötürülməsi reaksiyasında aktiv iştirak etməsidir.

Aparılan tədqiqatlar nəticəsində məlum olmuşdur ki, polistirol makrozəncirinə Mİ manqalarının daxil edilməsi konsentrat halda seçilmiş mikroorqanizm kulturalarına aktiv, steril distillə suda həll olunmuş formada isə zəif antimikrob təsir göstərmişdir. Müqayisə etdikdə tədqiq olunan maddələrin hamısının göbələk hüceyrələrinə (*C.albi-cans*) təsiri daha effektiv olmuşdur.

Stirol–EBMİ və Stirol–FBMİ tərkibli birgəpolimerlərin antibakterial xassələri tədqiq edilmiş və müəyyən edilmişdir ki,

alınan polimer materiallarının hamısı bakterisid və eyni zamanda funqisid xassələrə malikdirlər.

8. Sintez olunmuş birləşmələrin tətbiq sahələrinin araşdırılması

Tsiklik dikarbon turşularının mono- və bisimidlərinin ED-20 qatranı üçün modifikator, modifikator-plastifikator, antipiren kimi istifadə imkanları aşkar edilmişdir. Alınmış yapışqan xüsusiyyətli kompozisiya müdafiə sənayesində fotoqəbuledicilər, optiki və yarımqeçirici cihazların detallarının hazırlanmasında istifadə edilə bilər. Termo- və odadavamlı polimer yapışqan kompozisiyası almaq üçün HXDTUDT bisimidi (43), orta təzyiqli polietilen kompozisiyası almaq üçün 1,4,5,6,7,7-heksaxlorbitsiklo[2.2.1]hept-5-en-2,3-dikarbon turşusunun- (27) və 1,2,3,4,11,11-heksaxlortritsiklo-[6.2.1.0^{5,10}]undes-2-en-7,8-dikarbon turşusunun N,N'-(3,3'-dimetoksi-4,4'-difenilmetan) bisimidləri (40) antipiren və *endo*, *endo*, *endo*-1,2,3,4-tetraxlortritsiklo[6.2.2.0^{5,10}]dodes-2-en-7,8-dikarboksi-bisimid-11,11',12,12'-tetrakarbon turşusunun N, N'-(1,6-heksan)dianhidridi (72) modifikator kimi istifadə edilə bilər.

NƏTİCƏLƏR

1. 1,2,3,4,7,7-heksaxlorbitsiklo[2.2.1]hept-2-en-5,6-dikarbon turşusu (HXBTHDT) və 1,2,3,4,11,11-heksaxlortritsiklo-[6.2.1.0^{5,10}]undes-2-en-7,8-dikarbon turşusunun (HXTTUDT) bisimidlərinin dien adduktları əsasında izonikotin turşusu iştirakı ilə polixlorlu tsiklik dikarbon turşularının mono- və bisimidodienlərinin birmərhələli effektiv sintez üsulları işlənilib hazırlanmışdır. Alınmış mono- və bisimidodienlərdə dien sisteminin mövcudluğu UB, NMR, İQ spektr və RQA üsulları ilə sübut olunmuşdur [3, 5, 7, 14, 16, 18, 19, 21, 28, 39].
2. Malein, sis-4-THDT-nun anhidrid və bisimidlərinin TXTHDDT və TXBTDDDT anhidridodienləri və N,N'-alkil-(aril)bisimidləri ilə dien kondensləşməsi öyrənilmiş və müəyyən olunmuşdur ki, reaksiya Alder qaydası üzrə stereospesifik olaraq halqaların *endo*, *endo*, *endo*-birləşməsi ilə xlorlu tritsiklik turşuların dianhidridləri və bisimidodianhidridlərinin alınması ilə baş verir.

- Bisimidodienlər və qarışıq dien-dienofillər əsasında polixlorlu tsiklik poliimidlər alınmışdır [1, 2, 6, 9, 10, 12, 13, 15, 17, 28].
3. HXBTHDT və HXTTUDDT aminoimidlərindən ilk dəfə olaraq bir molekulda həm dien, həm də dienofil fraqmentləri olan qarışıq bisimidlər alınmış və bisimidlərin quruluşu İQ- və NMR-spektroskopiya analiz üsulları ilə təsdiq olunmuşdur [20, 22-25].
 4. Dils-Alder reaksiyası əsasında alınan tsiklik bisimidlərin tərkib və quruluşunun antibakterial xassələrinə təsiri öyrənilmiş və göstərilmişdir ki, sintez edilmiş endo, ekzo-1,2,3,4,11,11-heksaxlor-tritsiklo[6.2.1.0^{5,10}]-undes-2-en-7,8-dikarbon turşusunun N-[2-maleinimido]etilbisimid və 1,4,5,6,7,7-heksaxlorbitsiklo-[2.2.1]hept-5-en-2,3-dikarbon turşusunun N-[4-maleinimido-benzil]fenilbisimid daha aktiv antimikrob və funqisid xassələrinə malikdir [29].
 5. Bisimidodienlər və qarışıq dien-dienofillər əsasında polixlorlu tsiklik poliimidlər sintez edilmişdir. TXTHDDT və TXBTDDDT N,N'-(1,2-etan) bisimidodienlər, N,N'-(difenilmetan)bismaleinimidlər və qarışıq dien-dienofillər əsasında Dils-Alder reaksiyası üzrə polikondensləşmə aparılmış, məlum fəza quruluşlu, hərəki-nərdivan gövdəli poliimidlər alınmış və DTA, TQA üsulunun nəticələrinə əsasən, göstərilmişdir ki, onlar 390-400°C-dək davamlıdırlar [9, 15, 21, 26, 27].
 6. Monomerlərin qatılığının, reaksiyanın aparılma müddəti və reaksiya temperaturunun alınmış poliimidlərin özlülüyünə təsiri tədqiq edilmiş və poliimidlərin sintezinin optimal şəraiti müəyyən edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, reaksiya 6 saat müddətində 150°C-də aparıldıqda və monomerlərin qatılığı bisimidodienlər və bismaleinimidlər üçün – 20 kütlə %, dien-dienofillər üçün isə – 25 kütlə % olduqda poliimidlər daha yüksək özlülüyüə malik olurlar [15, 21, 27].
 7. Tərkibində tsiklik bisimid qrupu saxlayan polimerlərin alınması üçün (bis)maleimidlərin salisil turşusunun allil efiri və stirol ilə bigəpolimerləşmə reaksiyaları aparılmış və alınan birgəpolimerlərin bioloji aktivlik xassələri tədqiq olunmuşdur. Tədqiqatların nəticələri göstərir ki, (bis)maleimidlərin St ilə

birgəpolimerləşmə reaksiyası nəticəsində blokbirgəpolimerlər, salisil turşusunun allil efiri ilə birgəpolimerləşmə reaksiyası nəticəsində isə növbəli quruluşa malik birgəpolimerlər alınır [36, 37].

8. Hazırlanmış kompozisiya qarışıqlarının tərkibinə ekstruziya mərhələsində yeni sintez olunmuş bisimidləri daxil etməklə PE, PP, ABS və Noril matrisli yeni kompozisiya materialları alınmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, PE, PP, ABS və Noril əsaslı KM-nin tərkibinə ekstruziya mərhələsində 0.1-1.0 kütlə % bisimidlərin daxil edilməsi onların fiziki-mexaniki xassələrinə təsir etmir və ya az təsir edir. Alınan KM antibakterial xassələr göstərir və modifikasiya olunmuş KM-da funqisid xassələri yaranır [29-35].
9. Sintez edilmiş birləşmələr və yaradılmış kompozisiya materialları kənd təsərrüfatında və tibbdə istifadə olunan, uzun müddətli təsirə malik antibakterial polimer materiallarının alınmasında; optik cihazlar üçün yapışqan kompozisiyaların alınmasında modifikator-; yarımvulkanlaşmanın ləngidicisi-; fotoqəbuledicilər üçün yapışqan kompozisiyasına adgeziya qatqıları; odadavamlı orta təzyiqli polietilen kompozisiyası və ED-20 qatranından odadavamlı materiallar alınması üçün antipiren kimi istifadə edilə bilər [8, 11, 29-35].

Dissertasiya işinin əsas məzmunu aşağıdakı elmi məqalə və tezislərdə dərc edilmişdir:

1. Əlixanova, A.I., Salahov, M.S., Umayeva, V.S., Allahverdiyev, M.A. Tsiklik dikarbon turşuları və sidik cövhərinin törəmələri əsasında imidlərin sintezi və stereokimyası // AMEA-nın müx. üzvü Z.Ş.Zülfüqarovun 90 illik yubileyinə həsr olunmuş elmi konfrans, – Bakı, – 2004, – s. 184.
2. Алиханова, А.И. Стереоспецифический синтез ангидридо-имидов, имидо-ангидридов и диимидов трициклических тетракарбоновых кислот // Матер. науч. конференция аспирантов НАНА, – Баку, – 2005, – с. 82.

3. Салахов, М.С., Умаева, В.С., Алиханова, А.И. Хлорированные N,N'-бис-имидо-диены циклических дикарбоновых кислот – как мономеры для негорючих полиимидов // Тез. VI Бакинский международная Мамедалиевская конференция по нефтехимии, посвящ. 100-летию акад. Мамедалиева Ю.Г., – Баку, – 2005, – с. 141.
4. Салахов, М.С., Умаева, В.С., Алиханова, А.И. Синтез полихлорированных имидо- и бис-имидо-диенов двухосновных кислот // Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyasının 85 illik yubileyinə həsr olunmuş III Beynəlxalq elmi konfrans, – Bakı, – 2005, – s. 62-63.
5. Əlixanova, A.İ. 1,2,3,4-tetraclortritisiklo[6.2.2.0^{5,10}]додес-2-ен-7,8,11,12-tetrakarbon turşusunun diimidlərinin sintezi // AMEA-nın aspirantlarının elmi konfransı, – Bakı, – 2006, – II hissə, – s. 219.
6. Салахов, М.С. Синтез N-замещенных имидов 1,2,3,4-тетрахлорбицикло [4.4.0]дека-2,4-диен-8,9-дикарбоновой кислоты / М.С.Салахов, В.С.Умаева, А.И.Алиханова, М.М.Ибрагимова // Azərbaycan Kimya Jurnalı, – Bakı, – 2006, – № 4, – s. 86-88.
7. Əlixanova, A.İ., Salahov, M.S., Umayeva, V.S. Tritsiklik tetrakarbon turşularının polixlorlu bis-imidodienlərin sintezi və stereokimyası // “Gənc kimyaçı” II Respublika elmi konfransı, – Bakı, – 2006, – s. 38.
8. Salakhov, M.S. New cryogenic epoxy adhesive composites for photodetectors / M.S.Salakhov, V.S.Umaeva, A.İ.Alikhanova // International Polymer Science and Technology, – 2007. – Vol. 34, – №5, – p. 1-3.
9. Əlixanova, A.İ. Stereomüntəzəm quruluşlu hərəki-gövdəli poliimidlərin sintezi // AMEA-nın aspirantlarının elmi konfransı, – Bakı, – 2007, – s. 135-138.
10. Salahov, M.S., Umayeva, V.S., Əlixanova, A.İ. Tetraclor tsikloheksadien fraqmentli dikarbon turşuları imidlərinin sintezi yolları // AMEA-nın müx. üzvü H.Əfəndiyevin 100 illik yubileyinə həsr olunmuş elmi konfrans, – Bakı, – 2007, – s. 268-269.

11. Салахов, М.С. Огнестойкие эпоксидные композиции / М.С.Салахов, В.С.Умаева, А.И.Алиханова // Пласт. Массы, – 2008, – №7, – с. 12-13.
12. Салахов, М.С., Умаева, В.С., Алиханова, А.И. Синтез полихлорированных бисимидов 1,2,3,4,11,11-гексахлор-трицикло[6.2.1.0^{5,10}]-ундец-2-ен-7,8-дикарбоновой кислоты // Akademik M.F.Nağıyevin 100 illik yubileyinə həsr olunmuş elmi konfransı, – Bakı, – 2008, – s. 143.
13. Салахов, М.С. Синтез полихлорированных имидо-диенов циклических дикарбоновых кислот / М.С.Салахов, В.С.Умаева, А.И.Алиханова // Журнал Органической Химии, Санкт-Петербург, – 2008, Т. 44, вып. 10, – с. 1462-1467.
14. Салахов, М.С. Синтез N,N'-бисимидов эндо, экзо-2,3,4,5-тетрахлорбицикло[4.4.0]-дека-2,4-диен-8,9-дикарбоновой кислоты / М.С.Салахов, В.С.Умаева, А.И.Алиханова // Журнал Органической Химии, Санкт-Петербург, – 2008, Т. 44, вып. 11, – с. 1635-1637.
15. Салахов, М.С. Синтез стереорегулярных шарнирно-лестничных полиимидов по реакции Дильса-Альдера / М.С.Салахов, В.С.Умаева, А.И.Алиханова // Журнал Прикладной Химии, Санкт-Петербург, – 2009, т. 82, Вып. 2, – с. 329-333.
16. Salahov, M.S., Umayeva, V.S., Əlixanova, A.I. Polixlorlu tsiklik dikarbon turşularının bisimidodienlərinin sintezi // Prof. A.Y.Verdizadənin 95 illik yubileyinə həsr olunmuş Respublika konfransı, – Bakı, – 2009, – s. 97-98.
17. Salakhov, M.S., Umayeva, V.S., Alikhanova, A.I. Synthesis and stereochemistry of N,N'-Oxy(methylene)-diphenylene-bridged polychlorinated cage-like tetracarboxylic acid imides // Russian J. Org. Chemistry, Sankt-Peterburg, – 2010. – Vol. 46, – № 10, – p. 1501-1505.
18. Salahov, M.S., Əlixanova, A.I. Polixlorlu tsiklik dikarbon turşularının monoaminoimidlərinin sintezi və stereokimyası // Prof. Ə.M.Quliyevin 100 illik yubileyinə həsr olunmuş respublika elmi konfransı, – Bakı, – 2012, – s. 47.

19. Салахов, М.С. Синтез полихлорированных N-(алкил)- и N-(арил)-моноаминоимидов циклических дикарбоновых кислот / М.С.Салахов, В.С.Умаева, А.И.Алиханова [и др.]// *Azərbaycan Kimya Jurnalı*, – Bakı: – 2012, – №1, – s. 17-20.
20. Salahov, M.S., Bağmanov, B.T., Əlixanova, A.I., Mürşüдова, L.Ş. Fəza quruluşu məlum dien-dienofil fraqmentli tsiklik dikarbon turşuları bisimidlərinin sintezi // *SDU-nun 50 illik yubileyinə həsr olunmuş II respublika elmi konfransı*, – Sumqayıt, – 2012, – s. 46.
21. Salahov, M.S. Polixlorlu tsiklik dikarbon turşularının bisimidlərinin sintezi, stereokimyası və Dils-Alder reaksiyası üzrə polikondensləşməsi / M.S.Salahov, B.T.Bağmanov, A.I.Əlixanova [və b.] // «Funksional monomerlər və polimerlər» mövzusunda hazırlanan toplu, – Sumqayıt, – 2012, – s. 115-125.
22. Salahov, M.S., Əlixanova, A.İ. Dien-dienofil fraqmentli polixlorlu tsiklik dikarbon turşularının bisimidlərinin sintezi və stereokimyası // *A.A.Əfəndiyevin 75 illik yubileyinə həsr olunmuş Respublika Elmi konfransı*, – Bakı, – 2013, – s. 21.
23. Salakhov, M.S. Synthesis of polychlorinated mono- and bisimides of cyclic dicarboxylic acids containing diene-dienophile fragments / M.S.Salakhov, V.S.Umaeva, A.I.Alikhanova // *Russian J. Org. Chemistry*, – Sankt-Peterburg, – 2014. –Vol. 50, – N 2. – p. 211-218.
24. Əlixanova, A.I. Polixlorlu dien-dienofil fraqmentli mono- və bitsiklik bisimidlər – yanmayan polimerlərin sintezi üçün monomerlər // *PMİ-nun yaradılmasının 50 illik yubileyinə həsr olunmuş Respublika Elmi konfransı*, – Sumqayıt, – 2016, – s. 72.
25. Alikhanova, A.I. Synthesis of polychlorinated mono- and bisimides of cyclic dicarboxylic acids containing diene-dienophile fragments // *Integration processes of the world science in the 21st century*, – Ganja,–2016, – p. 41-42.
26. Алиханова, А.И. Синтез циклических полиимидов по реакции Дильса-Альдера // *В.Q.Zeynalovun 100 illik yubileyinə həsr olunmuş beynəlxalq elmi-texniki konfrans*, – Bakı, – 2017, – s. 225.

27. Alikhanova, A.I. Synthesis of polyimides of polychlorinated cyclic dicarboxylic acids on the basis of diene-dienophilic bisimides on the Diels-Alder reaction // Azərbaycan Kimya Jurnalı, – Bakı, – 2018, № 1, – s. 45-52.
28. Əlixanova, A.İ. Antibakterial tsiklik bisimidlərin bioloji aktiv polimer əlavələr kimi istifadə olunması yollarının tədqiqi // Journal of Baku Engineering University, – Chemistry and Biology, – Bakı, – 2018. – Volume 2, – Number 2, – p. 114-119.
29. Əlixanova, A.İ. Polixlorlu tsiklik dikarbon turşu bisimidodienlərinin sintezi // Akad. M.Nağıyevin 110 illiyinə həsr olunmuş “Nağıyev qıraətləri” Elmi Konfransı, – Bakı, – 2018, – s. 29.
30. Alikhanova, A.İ. Investigation of the antibacterial properties of polychlorinated cyclic bisimides / A.İ.Alikhanova, N.Sh.Rasulzadeh, S.Q. Zeynalova, N.Sh. Rasulov // SSRG International Journal of Chemical Engineering Research, – 2019, – Volume 6, – Issue 1, – p. 4-6.
31. Alikhanova, A.I. Preparation and research of antibacterial polypropylene composition materials based on the cyclic bisimides / A.İ.Alikhanova, N.Sh.Rasulzadeh, K.F. Bakhshaliyeva, P.Z.Muradov // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, – İndia, – 2019, – Vol. 6, – Issue 10 , – October , – p. 10995 – 10999.
32. Alikhanova, A.I. Study of the synthesis and properties of antibacterial polypropylene composite materials based on biologically active polychlorinated cyclic bisimides // Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 96-cı ildönümünə həsr olunmuş Tələbələrin I respublika elmi konfransının materialları, – Bakı, – 2019, – 15-19 aprel, – s. 44.
33. Əlixanova, A.İ., Rəsulzadə N.Ş. Antibakterial tsiklik bisimidlərin bioloji aktiv polimer əlavələr kimi istifadə olunması yollarının tədqiqi // The International Scientific Conference “Actual of Modern Chemistry” dedicated to the 90th anniversary of the Academician Y.H.Mammadaliyev Institute of

