

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

PIROLİZİN MAYE MƏHSULLARININ C₅ FRAKSİYASI ƏSASINDA AMİNOMETİLLƏŞMİŞ BİRLƏŞMƏLƏRİN SİNTEZİ VƏ BİOLOJİ FƏALLIĞININ TƏDQIQI

İxtisas: 2314.01 – Neft kimyası

Elm sahəsi: Kimya

İddiaçı: **Gülsüm Ənvər qızı Hacıyeva**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim olunan dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı – 2021

Dissertasiya işi Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının akademik Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda "Antimikrob təsirli reagentlər və biozədələnmələrin tədqiqi" laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: kimya elmləri doktoru, professor
Eldar Hüseynqulu oğlu Məmmədbəyli

Rəsmi oponentlər: AMEA-nın müxbir üzvü, kimya elmləri doktoru, professor
Eldar Bahadur oğlu Zeynalov
kimya elmləri doktoru, professor
Musa Rza oğlu Bayramov
kimya elmləri doktoru, professor
Pərvin Şamxal qızı Məmmədova

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 şurası

Dissertasiya şurasının sədri:



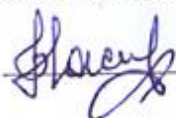
kimya elmləri doktoru, akademik
Vaqif Məcid oğlu Fərzəliyev

Dissertasiya şurasının elmi katibi:



kimya elmləri doktoru, dosent
Lalə Məhəmməd qızı Əfəndiyeva

Elmi seminarın sədri:



kimya elmləri doktoru, dosent
Füzuli Əkbər oğlu Nəsirov

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİ

İşin aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Məlumdur ki, kimya və neft-kimya sənayesi Respublika iqtisadiyyatının əsas sahələrindən biridir. Xalq təsərrüfatının digər sahələri bu sənaye komplekslərindən ciddi asılı olduğundan ölkədə milli rəqabət qabiliyyəti, iqtisadiyyatın güclü inkişafı, əhalinin sosial vəziyyətinin yüksəlməsi qeyd olunan sahələrin inkişafı ilə köklü şəkildə əlaqədardır. Bu baxımdan asan əldə edilən yerli xammal əsasında, iqtisadi və ekoloji cəhətdən əlverişli üsullarla neft-kimya və üzvi sintezin qiymətli substratlarının alınması, onların xassələrinin öyrənilməsi həm nəzəri, həm də praktiki cəhətdən böyük əhəmiyyət daşıyır. Sumqayıt şəhərində “EP-300” qurğusunda sənaye miqyasında çoxtonnalı yan məhsul kimi alınan, kimyəvi cəhətdən yüksək reaksiya qabiliyyətinə malik olan maye piroliz məhsullarının C₅ fraksiyasının tərkibində qiymətli qoşulmuş dienlər (ditsiklopentadien, izopren, piperilen) alınır. Bu tərkibdən ayrılmış həmin dienlərin əsasında çoxfunksiyalı doymamış tsikloheksen və norbornen törəmələrinin alınması, bu törəmələrin əsasında sonradan bir çox qiymətli, ekoloji cəhətdən az zərərli universal xassələrə malik birləşmələrin sintezi təqdim olunan dissertasiya işinin aktuallığını müəyyənləşdirir.

Norbornen sırası birləşmələr hələ keçən əsrdən dünyanın aparıcı ölkələrinin tədqiqatçılarının diqqət mərkəzindədir. Tərkibində kifayət dərəcədə möhkəm konfigurasiyaya və yüksək reaksiya qabiliyyətinə malik olan bitsiklik fraqment saxlayan bu birləşmələr əsasında çoxfunksiyalı substratlar almaq mümkündür. Bu isə norbornen törəmələrinin quruluşu ilə bioloji və digər istismar xassələri arasında əlaqənin olması, bitsiklo[2.2.1]-hept-5-en sırası karbohidrogenlərinin sintezi, xassələrinin öyrənilməsi və yeni tətbiq sahələrinin təyin edilməsi sahəsində geniş tədqiqatların aparılması üçün ilkin şərtlər yaradır.

Norbornen sırası aminometoksi törəmələrinin yeni nəsil nümayəndələrinin sintezi və tətbiq sahələrinin öyrənilməsi, həmin sinif maddələrin məlum faydalı xassələrinin gücləndirilməsi və yeni yüksək effektiv maddələrin alınmasına geniş imkan yaratması təqdim olunan işin aktuallığının əyani sübutudur.

Tədqiqatın obyektı və predmeti. Təqdim olunan dissertasiya işində tədqiqat obyektı norbornenilmetanol, alifatik və aromatik aldehidlər, həmçinin ikili alifatik, heterotsiklik aminlərin iştirakı ilə üçkomponentli termiki və katalitik aminometilləşmə reaksiyası ilə sintez olunmuş norbornen tərkibli Mannix əsaslarıdır (MƏ). İşdə bu birləşmələrin xassələri öyrənilmiş və praktiki tətbiq sahələri müəyyənləşdirilmişdir. Tədqiqat üçün əsas xammal olaraq Sumqayıt şəhərində yerləşən “EP-300” qurğusunun çoxtonnalı yan məhsulu olan piroliz maye məhsullarının C₅ fraksiyasından ayrılan ditsiklopentadiendən istifadə edilmişdir.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. Təqdim olunan dissertasiya işinin məqsədi norbornenin yeni aminometoksi törəmələrinin alınması, onların sintezi üçün optimal şəraitin müəyyənləşdirilməsi, fiziki-kimyəvi xassələrinin öyrənilməsi, tərkib və quruluşlarının təsdiq edilməsi, həmçinin tətbiq sahələrinin araşdırılmasıdır.

Bu məqsədə çatmaq üçün aşağıdakı müəyyən vəzifələr həll edilmişdir:

✓ tsiklopentadienin (TPD) piroliz maye məhsullarından ayrılması;

✓ yüksək temperatur və təzyiqdə avtoklavda TPD və allil spirti əsasında Dils-Alder (D-A) reaksiyası ilə sonrakı sintezlərin əsas ilkin maddəsi olan rasemik norbornenilmetanolun alınması;

✓ xiral katalizatorun iştirakı ilə metal ampulada TPD və allil spirti əsasında optiki aktiv norbornenilmetanol almaq üçün asimmetrik D-A reaksiyasının aparılması;

✓ rasemik norbornenilmetanol, formaldehid və ikili aminlər (alifatik və tsiklik) əsasında yeni MƏ sintez edilməsi; məqsədli məhsulların çıxımını artırmaq üçün reaksiyaların katalizatorların iştirakı ilə təkrar aparılması, optimal şəraitin tapılması;

✓ rasemik norbornenilmetanol, benzaldehid və ikili aminlər (alifatik və tsiklik) əsasında yeni MƏ alınması, reaksiya məhsullarının çıxımını artırmaq üçün həmin reaksiyaların katalizatorların iştirakı ilə aparılması;

✓ optiki fəal norbornenilmetanol, formaldehid və ikili aminlər (alifatik və tsiklik) əsasında norbornenin aminometoksi törəmələrinin optiki aktiv formalarının sintez edilməsi, onların optiki

aktivliyinin təyin edilməsi;

✓ alınan birləşmələrin əsas fiziki-kimyəvi xassələrinin öyrənilməsi, onların tərkib və quruluşlarının müasir fiziki tədqiqat üsulları ilə təsdiq edilməsi;

✓ bəzi sintez olunmuş birləşmələrin antimikrob aktivliyinin tibbi praktikada geniş istifadə olunan məlum bakterisid preparatları ilə müqayisəli öyrənilməsi;

✓ tədqiq olunan birləşmələrin minimal inhibisiya konsentrasiyası (MİK) və minimal mikrobosid konsentrasiyalarının (MMK) müəyyən edilməsi;

✓ alınan bəzi MƏ sulfat reduksiyaedici bakteriyalara (SRB) qarşı inhibitor-bakterisid kimi araşdırılması, bakterisid xassələrini müqayisə etmək üçün 5-morfolinometoksimetilbitsiklo[2.2.1]-hept-2-enin heksilbromid ilə kompleksinin alınması;

✓ sintez olunmuş bəzi bitsiklo[2.2.1]-hept-2-enin aminometoksi törəmələrinin yağ və yanacaqlarda antimikrob aşqar kimi tədqiq edilməsi.

Tədqiqat metodları. Başlanğıc rasemik və optiki aktiv norbornenilmetanol müvafiq olaraq termiki və asimmetrik D-A reaksiyaları ilə sintez edilmişdir. Norbornenilmetanolun aminometoksi törəmələri termiki Mannix reaksiyası (MR), katalitik MR, bəzilərinin isə optiki aktiv formaları asimmetrik MR ilə sintez edilmişdir.

Antimikrob aktivliyi Azərbaycan Tibb Universitetində “Tibbi mikrobiologiya və immunologiya” kafedrasında ardıcıl durulaşdırma üsulu ilə araşdırılmışdır.

Inhibitor-bakterisid xassələri AMEA Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda OCT 39-151-83-ə uyğun olaraq yoxlanılmışdır.

Bəzi birləşmələr AMEA Aşqarlar Kimyası İnstitutunda (AKİ) zonal diffuziya üsulu ilə yağ və yanacaqlarda antimikrob aşqar kimi sınaqdan keçirilmişdir.

Nəticələrin dürüstlüyü. Yeni MƏ-nin fiziki-kimyəvi xassələri, tərkib və quruluşları İQ, ^1H və ^{13}C NMR spektroskopiya, həmçinin kütlə spektrometriya üsulları ilə öyrənilmişdir.

Bitsiklo[2.2.1]-hept-2-enin xiral aminometoksi törəmələrinin optiki aktivliyi Azərbaycan Tibb Universitetinin “Əczaçılıq kimyası”

kafedrasında polyarimetr cihazında təyin edilmişdir.

Bəzi maddələrin kütlə-spektrometrik analiz və NMR spektrləri REA-nın akademik A.N. Nesmeyanov adına Element-Üzvi Birləşmələr İnstitutunda (EÜBİ) çəkilmişdir.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar:

✓ norbornenilmetanol, aldehidlər (formaldehid, benzaldehid) və ikili aminlər əsasında yeni MƏ-nin sintezi, katalizatorlardan istifadə edərək təkrar reaksiyalar aparılmışdır;

✓ xiral norbornenilmetanol, formaldehid və ikili aminlərin reaksiyası ilə yeni optiki aktiv norbornenilmetanolun aminometoksi törəmələri alınmışdır;

✓ sintez olunmuş birləşmələrin əsas fiziki-kimyəvi xassələri müəyyənləşdirilmişdir, eləcə də onların tərkib və quruluşları təsdiq edilmişdir;

✓ alınan birləşmələrin antibakterial, antifungal və bakterisid xassələri öyrənilmiş, onların antimikrob maddələr kimi istifadəsinin mümkünlüyü göstərilmişdir.

Tədqiqatın elmi yeniliyi:

✓ norbornenilmetanol, formaldehid (benzaldehid) və ikili aminlər əsasında yeni norbornenilmetanolun aminometoksi törəmələri sintez edilmişdir;

✓ izopropil spirtinin iştirakı ilə 5-morfolinometoksi-metilbitsiklo[2.2.1]-hept-2-enin heksilbromid kompleksi alınmışdır;

✓ norbornenilmetanol, formaldehid (benzaldehid) və ikili aminlər əsasında yeni katalitik MR tətbiq edilmişdir;

✓ xiral norbornenilmetanol, formaldehid və ikili aminlər əsasında yeni norbornenilmetanolun aminometoksi törəmələrinin optiki aktiv formaları alınmışdır;

✓ 26 yeni birləşmə sintez edilmişdir;

✓ məqsədli maddələrin antimikrob xassələri sınaqdan keçirilmişdir;

✓ tədqiq olunan birləşmələrin MİK və MMK-sı müəyyən edilmişdir;

✓ sintez olunmuş birləşmələr və alınan kompleks SRB-yə qarşı inhibitor-bakterisid kimi tədqiq edilmişdir;

✓ alınan norbornenilmetanolun aminometoksi törəmələrinin

bəziləri yağ və yanacaqlarda antimikrob aşqar kimi sınaqdan keçirilmişdir.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. Məqsədli məhsulların sintezinin xammalı olan norbornenilmetanolu almaq üçün piroliz məhsullarının C₅ fraksiyasından ayrılan TPD istifadə edilir. Sumqayıt şəhərindəki “EP-300” qurğusunda çox miqdarda yan məhsul kimi əldə edilən bu maddələrin məqsədyönlü istifadəsi “yaşıl kimya” tələblərinə cavab verir.

MR ilə son məhsulların sintezində reaksiyada iştirak etməyən reaktivlər, eləcə də istifadə olunan həlledicilər və katalizatorlar təmizlənmə bilər və sonrakı reaksiyalarda təkrar istifadə edilə bilər ki, bu da minimal tullantılarla ekoloji təmiz istehsalə imkan yaradır.

Tədqiq olunan birləşmələr çox aşağı qatılıqlarda SRB-nin inkişafını tamamilə dayandırır və ya zəiflədir, qısa müddətdə və çox aşağı qatılıqlarda güclü antimikrob xassələri nümayiş etdirmək qabiliyyətinə malikdir, eyni zamanda yağlara və yanacaqlara antibakterial və antifungal aşqarlar kimi yaxşı nəticələr göstərmişdir. Sintez olunmuş birləşmələr SRB-yə qarşı inhibitor-bakterisid, tıbdə istifadə üçün antimikrob maddələr kimi və yağlara, yanacaqlara antimikrob aşqarlar kimi təklif edilə bilər.

İşin aprobasiyası və tətbiqi. Dissertasiya işinin əsasında 37 əsər çap olunmuşdur ki, bunlardan 19-u məqalə, 18-i isə Beynəlxalq və Respublika elmi konfranslarında məruzələrin tezisləridir.

Dissertasiya işinin nəticələri Gənc alimlərin III Respublika innovativ ideya yarmarkasında (Bakı, 16–20 sentyabr 2013); ümummillə lider H.Əliyevin anadan olmasının 91-ci ildönümünə həsr olunmuş konfransda (GDU, Gəncə, 12–13 may 2014); ümummillə lider H.Əliyevin anadan olmasının 92-ci ildönümünə həsr olunmuş “Müasir kimya və biologiyanın aktual problemləri” elmi-praktiki konfransında (GDU, Gəncə, 5–6 may 2015); ümummillə lider H.Əliyevin anadan olmasının 92-ci ildönümünə həsr olunmuş “Kimyanın aktual problemləri” adlı doktorant, magistr və gənc tədqiqatçıların IX Respublika elmi konfransında (BDU, Bakı, 6–7 may 2015); AKİ-nin yaradılmasının 50 illiyinə həsr olunmuş “Sürtkü materialları, yanacaqlar, xüsusi mayelər, aşqar və reagentlər” Respublika elmi konfransında (AKİ, Bakı, 13–14 oktyabr 2015);

akademik T.Şahtaxtinskiyinin 90 illiyinə həsr olunmuş Respublika elmi konfransında (KQ-ÜKİ, Bakı, 22 oktyabr 2015); ümummilli lider H.Əliyevin anadan olmasının 93-cü ildönümünə həsr olunmuş “Müasir kimya və biologiyanın aktual problemləri” Beynəlxalq elmi konfransında (GDU, Gəncə, 12–13 may 2016); Кластер конференций по органической химии, «Орг Хим-2016» (Санкт-Петербург, 27 июня – 1 июля 2016); Neft-kimyası üzrə IX Bakı beynəlxalq Məmmədəliyev konfransında (NKPI, Bakı, 3–5 oktyabr 2016); XII Международной конференции молодых ученых по нефтехимии (Звенигород, 17–21 сентября 2018); Azərbaycan xalqının ümummilli lideri H.Əliyevin anadan olmasının 95-ci ildönümünə həsr olunmuş “Gənclər və elmi innovasiyalar” mövzusunda tələbələrin və gənc alimlərin respublika elmi-texniki konfransında (AzTU, Bakı, 3–5 may 2018); “Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri” Beynəlxalq elmi konfransında (GDU, Gəncə, 2–3 may 2019); ümummilli lider H.Əliyevin anadan olmasının 96-cı ildönümünə həsr olunmuş “Kimyanın aktual problemləri” adlı doktorant, magistr və gənc tədqiqatçıların XIII Respublika elmi konfransında (BDU, Bakı, 15–16 may 2019); AMEA-nın akademik Y.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun 90 illiyinə həsr olunmuş “Müasir kimyanın aktual problemləri” Beynəlxalq elmi konfransında (NKPI, Bakı, 2–4 oktyabr 2019); “Kimyaya müasir baxış” respublika elmi konfransında (NDU, Naxçıvan, 8 oktyabr 2019); “Kimya texnologiyası və mühəndisliyinin innovativ inkişaf perspektivləri” Beynəlxalq elmi konfransında (SDU, Sumqayıt, 28–29 noyabr 2019); “Müasir kimyanın problemləri və inkişaf tendensiyaları” Respublika elmi-praktik konfransında (Bakı, 12 dekabr 2020) məruzə və müzakirə edilmişdir.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilat. Bu dissertasiyada təqdim olunan tədqiqat AMEA NKPI-nin 12/2007, 2012–2014 illərin (Dövlət qeydiyyatı №0107Az00259), 14/2015, 2015–2017 illərin (Dövlət qeydiyyatı №0115Az2126), 14/2018, 2018–2021 illərin elmi-tədqiqat iş planına uyğun olaraq həyata keçirilmişdir. İş REA-nın EÜBİ ilə AMEA-nın NKPI arasında elmi və texniki əməkdaşlıq haqqında 12 aprel 2018-ci il tarixli 1/18 sayılı

müqaviləsi əsasında həyata keçirilmişdir. Birləşmələrin optiki və antimikrob aktivlikləri, MİK və MMK Azərbaycan Tibb Universitetində müəyyən edilmişdir. MƏ-nin yağlara və yanacaqlara antimikrob aşqar kimi tədqiqi AMEA Aşqarlar Kimyası İnstitutunda aparılmışdır.

İşin həcmi və quruluşu. Dissertasiya işi 200 səhifə kompüter mətnində təqdim olunur və girişdən – 8 səhifə (13246 işarə); dörd fəsil: ədəbiyyat icmalı – 37 səhifə (37997 işarə), təcrübi hissə – 25 səhifə (38440 işarə), nəticələrin təhlili (3 və 4 fəsilər) – 81 səhifə (38440 işarə); nəticələr – 2 səhifə (3470 işarə); 164 istinad edilmiş elmi ədəbiyyat siyahısından – 20 səhifə (32259 işarə) ibarətdir. Dissertasiyaya 32 cədvəl və 25 şəkil, habelə 21 səhifədə yerləşən əlavələr daxildir. Dissertasiyanın ümumi həcmi 174417 işarədən ibarətdir (cədvəl, şəkil, ədəbiyyat siyahısı və əlavələr istisna edilməklə).

Girişdə dissertasiya işinin aktuallığı, məqsədləri, vəzifələri, elmi yeniliyi, praktik dəyəri barədə məlumat verilir.

Birinci fəsil MƏ-nin bioloji aktiv maddələr kimi sintezi və tətbiq sahəsindəki tədqiqatların müasir vəziyyətini müzakirə edən ədəbiyyat icmalına həsr olunmuşdur.

İkinci fəsildə ilkin maddələr haqqında məlumatlar, ilkin maddələrin, məqsədli məhsulların və bəzi katalizatorların alınması üsulları, aralıq və son birləşmələrin analizində istifadə olunan cihaz və üsullar, reaksiyalar və fiziki analiz metodları haqqında məlumatlar verilmişdir.

Üçüncü fəsildə görülən işlərin gedişində əldə olunan nəticələrin müzakirə olunması, reaksiyaların optimal şəraitinin tapılması, sintez olunmuş birləşmələrin quruluşlarının İQ, ^1H , ^{13}C NMR spektroskopik və kütlə-spektrometriya üsullarının köməyi ilə öyrənilməsi təqdim olunur.

Dördüncü fəsil sintez olunmuş birləşmələrin tətbiq sahələrinin araşdırılmasına, onların antimikrob və inhibitor-bakterisid xassələrinin öyrənilməsinə həsr olunmuşdur.

Nəticələr, istifadə olunan ədəbiyyat siyahısı və əlavələr dissertasiyanın sonunda təqdim olunur.

Müəllifin şəxsi iştirakı. Məsələlərin qoyulması, ədəbiyyat

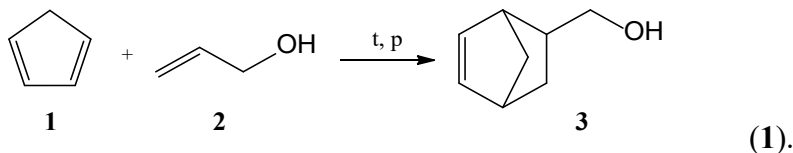
məlumatlarının toplanması və ümumiləşdirilməsi, təcrübələrin hazırlanması və aparılması, tədqiqat üçün nümunələrin hazırlanması, nəticələrin sistemləşdirilməsi, məqalə və tezislərin hazırlanması, həmçinin fiziki-kimyəvi analizlərdən alınan məlumatların açıqlanması və ümumiləşdirilməsi müəllifin birbaşa iştirakı ilə olmuşdur.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

Müasir neft-kimyası və üzvi sintezin inkişaf tendensiyaları mövcud xammal əsasında qiymətli üzvi birləşmələr əldə etmək üçün yeni iqtisadi və ekoloji cəhətdən səmərəli metodların inkişaf etdirilməsini irəli sürür. Bu baxımdan, Sumqayıt şəhərində “EP-300” qurğusunda etilen-propilen istehsalında çoxtonnajlı yan məhsul olan pirolizin maye məhsullarının C₅ fraksiyası xüsusilə qeyd edilməlidir. Bu fraksiya qiymətli reaktiv dien karbohidrogenləri (izopren, piperilen, ditsiklopentadien) saxlayaraq, sənayedə vacib olan neft-kimyə məhsullarının istehsalı üçün xammal kimi istifadə edilə bilər. Təqdim olunan dissertasiyada pirolizin maye məhsullarının C₅ fraksiyasından ayrılan ditsiklopentadien norbornen tərkibli MƏ alınmasında istifadə olunmuş, onların tətbiq sahələri müəyyənləşdirilmişdir [5, 6].

Rasemik və xiral bitsiklo[2.2.1]-hept-2-en-5-metanolun sintezi

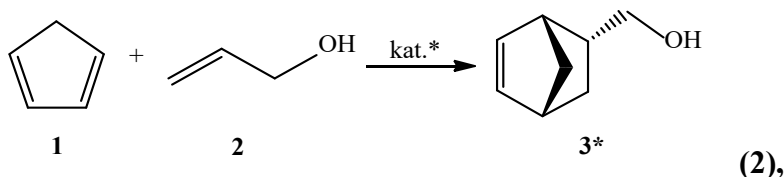
Başlanğıc rasemik bitsiklo[2.2.1]-hept-2-en-5-metanol (3) avtoklavda DTPD və allil spirti (2) əsasında sintez edilmişdir. Manometr və termometrlə təchiz olunmuş 1000 ml həcmli avtoklava DTPD və allil spirti (2) 1:2.4 nisbətində yüklənmişdir. Reaksiya 170–180°C temperaturda 4–5 atm. təzyiqdə 9 saat davam edir. Yüksək temperatur və təzyiqdə DTPD monomerləşərək TPD-ə keçir və nəticədə reaksiya sxem 1 əsasında davam edir:



Qarışıq vakuumda qovulur. Alınan maddənin çıxımı – 74%, T qay. –

82–83°C (10 mm c.st.), n_D^{20} – 1.4970, ρ – 1027.0 kq/m³.

D-A reaksiyası¹ ilə xiral katalizatorun – BBr₃·MentOEt [20] iştirakı ilə TPD (1) və allil spirti (2) əsasında (+)-norbornenilmetanol (3*) sintez edilmişdir. Reaksiya metal ampulada, benzolda, 78–80°C temperaturda, 3 saat ərzində sxem 2 üzrə aparılmışdır.

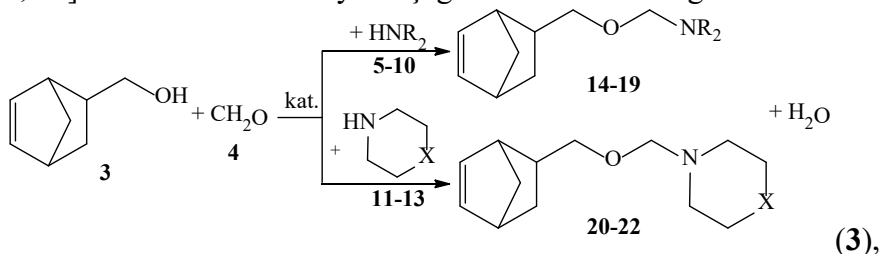


burada kat.* = BBr₃·MentOEt.

Reaksiya qarışığı vakuumda qovulur, çıxım 79% təşkil edir. Alınan optik aktiv norbornenilmetanolun (3*) fiziki-kimyəvi xassələri rasemik norbornenilmetanolun (3) fiziki-kimyəvi xassələri ilə üst-üstə düşür [1]. Fırılanma bucağının göstəricisi $[\alpha]_D^{20}$ (+)-38.51° (EtOH, *c* 2.5) təşkil edir.

Norbornenilmetanolun formaldehid və ikili aminlərlə termiki və katalitik aminometilləşmə reaksiyaları

Norbornenilmetanol (3), formaldehid (4) və ikili aminlər [dietilamin (5), dipropilamin (6), dibutilamin (7), dipentilamin (8), diheksilamin (9), diizobutilamin (10), piperidin (11), morfolin (12), azepan (13)] əsasında termiki [7–9, 12, 14, 16, 19] və katalitik [25, 29, 35] Mannix kondensasiyası aşağıdakı sxem 3 üzrə gedir:



¹Клабуновский, Е.И. Асимметрическая реакция Дильса-Альдера на основе цикlopentадиена в синтезе хиральных норборненов / Е.И.Клабуновский, Э.Г.Мамедов // Журнал органической химии, – Москва: – 2008. т. 44, № 8, – с. 1113-1135.

burada R = C₂H₅ (**5**, **14**); C₃H₇ (**6**, **15**); C₄H₉ (**7**, **16**); C₅H₁₁ (**8**, **17**); C₆H₁₃ (**9**, **18**); *i*-C₄H₉ (**10**, **19**); X = CH₂ (**11**, **20**); O (**12**, **21**); CH₂-CH₂ (**13**, **22**); kat. = katalizatorsuz; CuCl; Sm(NO₃)₃·6H₂O; *N*-metilpirrolidondihidrosulfat (**23**); 1,4-dimetilpiperazin dihidrosulfat (**24**).

Katalizatorun qatılığı – 1 mol.%-dir. Reaksiyalar benzol məhlulunda 78–80°C-də 4–5 saat (katalizatorsuz) və 0.5–1.0 saat (katalizatorla) müddətində reagentlərin bərabər molyar nisbətində, müvafiq olaraq: norbornenilmetanol (**3**), formaldehid (**4**) və aminlər (**5**–**13**) – 1:2:1 götürülməklə aparılmışdır. Sintez olunmuş birləşmələrin fiziki-kimyəvi xassələri təyin olunmuşdur (Cədvəl 1).

Cədvəl 1. Alınmış maddələrin (14–22) fiziki-kimyəvi xassələri

№	$T_{\text{qay.}}, ^\circ\text{C}$ (p , mm c.st.)	n_D^{20}	ρ , kq/m ³	Brutto- formul	Tapılmışdır, Hesablanmışdır, %		
					C	H	N
14	102–104 (4)	1.4672	939.5	C ₁₃ H ₂₃ NO	$\frac{74.56}{74.59}$	$\frac{10.86}{11.07}$	$\frac{6.61}{6.69}$
15	119–122 (4)	1.4670	922.8	C ₁₅ H ₂₇ NO	$\frac{75.82}{75.90}$	$\frac{11.56}{11.46}$	$\frac{5.77}{5.90}$
16	135 (2)	1.4660	910.0	C ₁₇ H ₃₁ NO	$\frac{75.60}{76.92}$	$\frac{10.84}{11.77}$	$\frac{5.36}{5.28}$
17	114–117 (5)	1.4596	873.1	C ₁₇ H ₃₁ NO	$\frac{76.71}{76.92}$	$\frac{11.80}{11.77}$	$\frac{5.15}{5.28}$
18	185 (13)	1.4680	905.7	C ₁₉ H ₃₅ NO	$\frac{77.66}{77.76}$	$\frac{12.07}{12.02}$	$\frac{4.63}{4.77}$
19	192–194 (6)	1.4645	885.4	C ₂₁ H ₃₉ NO	$\frac{77.68}{78.44}$	$\frac{12.31}{12.23}$	$\frac{4.24}{4.36}$
20	138–141 (8)	1.4958	984.5	C ₁₄ H ₂₃ NO	$\frac{75.98}{75.97}$	$\frac{10.81}{10.47}$	$\frac{6.13}{6.33}$
21	155–158 (4)	1.4942	1038.9	C ₁₃ H ₂₁ NO ₂	$\frac{70.65}{69.92}$	$\frac{9.92}{9.48}$	$\frac{5.28}{6.27}$
22	148 (10)	1.5010	987.5	C ₁₅ H ₂₅ NO	$\frac{75.61}{76.55}$	$\frac{10.80}{10.71}$	$\frac{5.39}{5.95}$

Birləşmələrin (14–22) çıxımları cədvəl 2-də verilmişdir. Alınan birləşmələr (14–22) xarakterik qoxusu olan, suda həll olmayan, üzvi həlledicilərdə (etanol, aseton, benzol, CCl₄, CHCl₃ və s.) asanlıqla həll olan mayelərdir. Alınan birləşmələrin (14–22) tərkib və quruluşları element analizi (Cədvəl 1), İQ (Cədvəl 3), ¹H (Cədvəl 4), ¹³C NMR spektroskopiyaya və kütlə-spektrometriya üsulları ilə təsdiq edilmişdir.

Cədvəl 2. Qatılığı 1 mol.% olan müxtəlif katalizatorların iştirakı ilə alınan birləşmələrin (14–22) çıxımları

Katalizatorlar	Maddələrin çıxımı, %								
	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Katalizatorsuz	51	43	49	71	64	46	45	50	49
CuCl	83	72	79	90	89	–	71	77	76
Sm(NO ₃) ₃ ·6H ₂ O	79	70	76	89	87	–	69	76	74
23	87	80	87	94	90	–	78	87	86
24	86	77	84	93	91	–	75	82	82

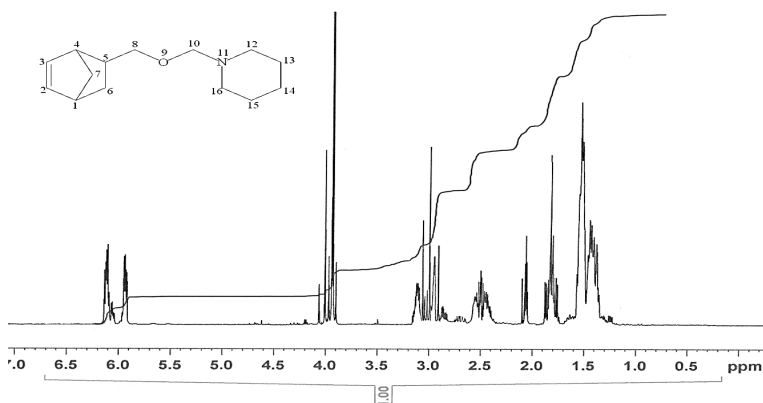
Cədvəl 3. Alınan maddələrin (14–22) İQ spektrlərinin göstəriciləri (sm⁻¹)

№	=C–H	C–H	C=C	C–N	C–O–C	CH ₂
14	3057, 978–816	2961, 2858, 1460, 1359	1629	1215	1057	715
15	3059, 983–903	2957–2868, 1463–1343	1685	1202	1091–1048	717
16	3059, 984–904	2955–2803, 1459–1343	1685	1272–1190	1070, 1048	717
17	3057, 986–820	2951–2787, 1467–1312	1687	1277, 1206	1172–1112	718
18	3059, 984–903	2956–2862, 1462–1343	1686	1252–1192	1069, 1050	718
19	3058, 987, 839	2927, 2857, 1459, 1361	1635	1221, 1172	1063	717
20	3058, 987–781	2931–2780, 1446–1313	1629	1228, 1048	1184, 1127	715
21	3056, 911–791	2952, 2853, 1452, 1356	1629	1257, 1067	1109	716
22	3058, 968–829	2923, 2856, 1449–1340	1643	1234, 1069	1188, 1141	715

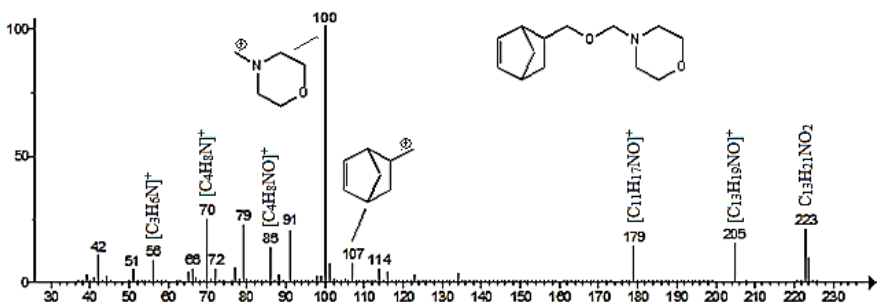
Cədvəl 4. Sintez olunan maddələrin (14–22) ^1H NMR spektrlərinin göstəriciləri (δ , m.h.)

Nö	C ¹ H	C ² H	C ³ H	C ⁴ H	C ⁵ H	C ⁶ H ₂	C ⁷ H ₂	C ⁸ H ₂	C ¹⁰ H ₂	NCH ₂
14	2.80 m	5.94 m	6.10 m	2.80 m	2.80 m	1.35 m	1.78 d.d.d	3.42 d	4.17 s	3.36 m
15	2.57 d.d	5.94–6.11 m		2.77 d.d	1.26–1.46 m		1.81 m	3.02 m	4.07 s	3.02 m
16	2.47 d.d	5.935 m	6.105 m	2.63 d.d	1.34–1.50 m		1.79 d.d.d	3.055 m	4.07 s, 4.09 s	3.055 m
17	2.202 d	5.93–6.08 m		2.20 d	1.635–1.771 m			2.93 d	3.274 s	2.06 m
18	1.425 m	5.94–6.12 m		1.33–1.52 m			1.79 d.d.d	3.17 m	4.08 s, 4.09 s	3.17 m
19	2.47 d.d	5.94–6.11 m		2.63 d.d	1.40–1.53 m		1.79 d.d.d	3.06 m	4.08 s, 4.09 s	3.06 m
20	2.465 m	5.94 d.d	6.10 d.d	2.35–2.58 m		1.26–1.54 m		3.005 m	3.94 d.d, 4.00 d.d	2.99–3.02 m
21	2.19–2.32 m	5.88 d.d	6.00 d.d	2.34–2.51 m		1.33–1.47 m	1.57–1.72 m	3.01–3.12 m	3.78 d.d, 3.80 d.d	2.80–3.00 m
22	2.57–2.70 m	5.94 d.d	6.01 d.d	2.72–2.88 m		1.20–1.29 m	1.34–1.42 m	2.88–3.02 m	4.04 d.d, 4.08 d.d	3.04–3.16 m

5-Piperidinometoksimetilbitsiklo[2.2.1]-hept-2-enin (**20**) ^1H NMR və 5-morfolinometoksimetilbitsiklo[2.2.1]-hept-2-enin (**21**) kütlə spektrləri şəkil 1 və 2-də müvafiq olaraq göstərilmişdir.



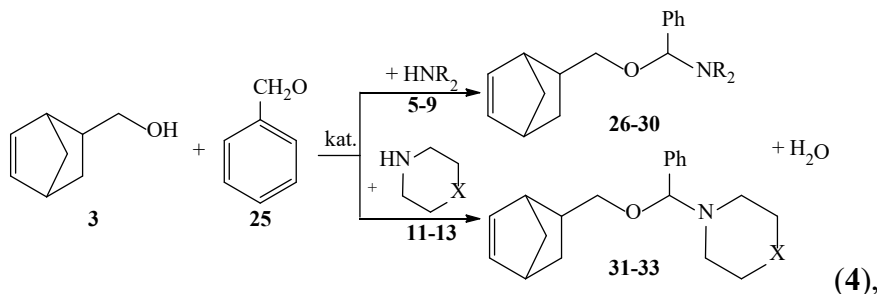
Şəkil 1. 5-Piperidinometoksimetilbitsiklo[2.2.1]-hept-2-enin (20**) ^1H NMR spektri**



Şəkil 2. 5-Morfolinometoksimetilbitsiklo[2.2.1]-hept-2-enin (21) kütlə spektri

Norbornenilmetanolun benzaldehyd və ikili aminlərlə termiki və katalitik aminometilləşmə reaksiyaları

Norbornenilmetanol (**3**), benzaldehyd (**25**) və ikili aminlər (**14-16**, **18-22**) əsasında üçkomponentli termiki [24, 28, 34] və katalitik [35] aminometilləşmə reaksiyası ilə aşağıdakı sxem 4 üzrə norbornenin yeni aminometoksi törəmələri sintez edilmişdir:



burada R = C₂H₅ (**5**, **26**); C₃H₇ (**6**, **27**); C₄H₉ (**7**, **28**); C₅H₁₁ (**8**, **29**); C₆H₁₃ (**9**, **30**); X = CH₂ (**11**, **31**); O (**12**, **32**); CH₂-CH₂ (**13**, **33**); kat. = katalizatorsuz; CuCl; Sm(NO₃)₃·6H₂O; kat. (**23**); kat. (**24**).

Katalizatorun qatılığı – 1 mol.%-dır. Reaksiyalar benzol məhlulunda 78–80°C-də 6–7 saat (katalizatorsuz) və 1.0 saat (katalizatorla) müddətində reagentlərin: norbornenilmetanol (**3**), benzaldehyd (**25**) və aminlərin (**5–9**, **11–13**) – 1:1:1 molyar nisbətində aparılmışdır. Sintez olunmuş birləşmələrin fiziki-kimyəvi xassələri təyin olunmuşdur (Cədvəl 5).

Cədvəl 5. Alınmış maddələrin (26–33) fiziki-kimyəvi xassələri

№	$T_{\text{qay.}}, ^\circ\text{C}$ (p , mm c.st.)	n_D' (t , $^\circ\text{C}$)	ρ , kq/m ³	Brutto- formul	Tapılmışdır Hesablanmışdır, %		
					C	H	N
26	60 (9)	1.5160 (24)	944.1	C ₁₉ H ₂₇ NO	79.67	9.76	4.68
					79.95	9.53	4.91
27	177–179 (5)	1.4854 (28)	974.9	C ₂₁ H ₃₁ NO	79.34	10.62	4.83
					80.46	9.97	4.47
28	190–192 (8)	1.4862 (26)	988.5	C ₂₃ H ₃₅ NO	79.74	11.01	5.26
					80.88	10.33	4.10
29	196–198 (8)	1.4860 (26)	979.7	C ₂₅ H ₃₉ NO	80.65	10.98	4.38
					81.24	10.64	3.79
30	232–235 (5)	1.4857 (26)	948.1	C ₂₇ H ₄₃ NO	80.49	11.76	4.36
					81.55	10.90	3.52
31	179–181 (4)	1.5629 (24)	1060.5	C ₂₀ H ₂₇ NO	80.37	9.44	4.76
					80.76	9.15	4.71
32	181–184 (4)	1.5235 (20)	1045.3	C ₁₉ H ₂₅ NO ₂	76.72	8.69	4.53
					76.22	8.42	4.68
33	142–145 (6)	1.5819 (24)	1035.5	C ₂₁ H ₂₉ NO	80.48	9.76	4.54
					80.98	9.38	4.50

Birləşmələrin (26–33) çıxımları cədvəl 6-da verilmişdir. Alınan maddələr (26–33) xarakterik qoxusu olan, suda həll olmayan, üzvi həlledicilərdə (etanol, aseton, benzol, CCl₄, CHCl₃ və s.) asanlıqla həll olan mayelərdir. Alınan birləşmələrin (26–33) tərkib və quruluşları element analizi (Cədvəl 5), İQ (Cədvəl 7), ¹H (Cədvəl 8), ¹³C NMR spektroskopiyası üsulları ilə təsdiq edilmişdir.

Cədvəl 6. Qatılığı 1 mol.% olan müxtəlif katalizatorların iştirakı ilə alınan birləşmələrin (26–33) çıxımları

Katalizatorlar	Maddələrin çıxımı, %							
	26	27	28	29	30	31	32	33
Katalizatorsuz	42	69	65	70	75	41	48	38
CuCl	73	79	85	89	88	75	77	74
Sm(NO ₃) ₃ ·6H ₂ O	71	83	82	87	88	71	75	69
23	81	88	90	92	94	83	86	82
24	78	85	88	92	93	79	82	79

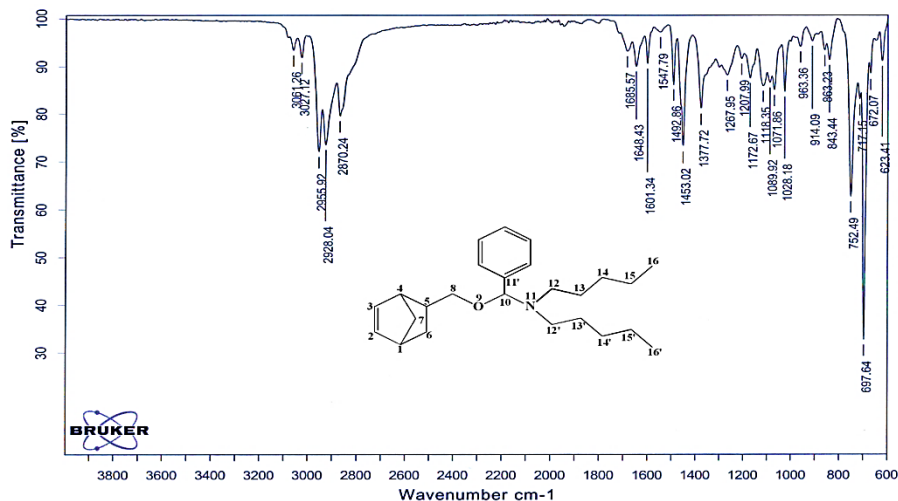
Cədvəl 7. Alunan maddələrin (26–33) İQ spektrlərinin göstəriciləri (sm⁻¹)

№	=C–H _{tsik.}	C–H _{ar.}	C–H	C=C _{tsik.}	C=C _{ar.}	C–N	C–O–C	–C ₆ H ₅
26	3058, 925–828	3023	2937, 2866, 1451, 1338	1650	1604, 1573	1252, 1209, 1026	1147	717, 698
27	3060, 929, 841	3027	2956–2870, 1493–1376	1650	1599	1263, 1206, 1077	1137	751– 672
28	3059, 903, 832	3027	2957–2870, 1494–1376	1627	1598, 1552	1273, 1067, 1028	1172, 1112	753– 671
29	3061, 963–843	3027	2955–2870, 1492–1377	1685, 1648	1601	1267, 1207, 1028	1172– 1089	752– 672
30	3061, 912, 849	3027	2954–2856, 1493–1301	1648	1601	1201, 1073, 1028	1165, 1116	751– 671
31	3058, 968–788	3026	2932–2806, 1493–1317	1657	1612– 1578	1274, 1210, 1063, 1030	1175, 1111	745– 695
32	3057, 969–788	3026	2957, 2863, 1494–1317	1643	1609, 1568	1273–1179, 1061, 1031	1139, 1111	752– 695
33	3060, 963–831	3026	2926, 2858, 1494–1376	1643	1599– 1554	1271, 1218, 1070, 1026	1170– 1110	751– 693

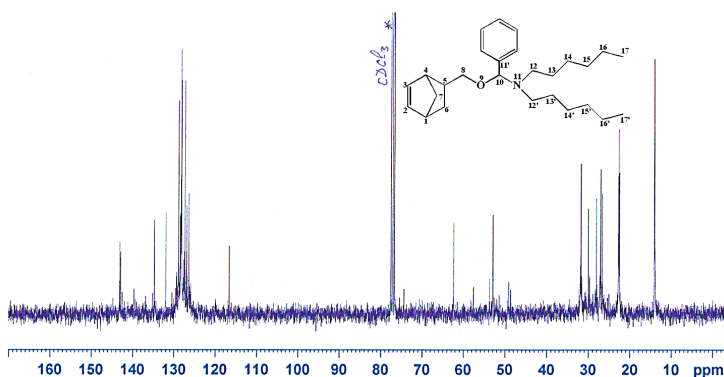
Cədvəl 8. Sintez olunan maddələrin (26–33) ¹H NMR spektrlərinin göstəriciləri (δ, m.h.)

№	C ¹ H	C ² H	C ³ H	C ⁴ H	C ⁵ H	C ⁶ H ₂	C ⁷ H ₂	C ⁸ H ₂	C ¹⁰ H ₂	5CH _{ar.}
26	2.12– 2.31 m	5.88– 6.00 m	6.04– 6.17 m	2.12– 2.31 m	1.74– 1.82 m	1.39–1.63 m		3.18 d.d, 3.30 d.d	4.62 s	7.19– 7.45 m
27	2.51– 2.70 m	5.89– 6.03 m	6.06– 6.19 m	2.51– 2.70 m	1.76–1.97 m		3.22 d.d, 3.31 d.d	5.17 s	6.99– 7.46 m	
28	2.57– 2.75 m	5.96– 6.08 m	6.12– 6.20 m	2.57– 2.75 m	1.77–1.91 m		3.26 d.d, 3.38 d.d	5.18 s	6.98– 7.44 m	
29	2.57– 2.75 m	6.08 d	6.20 d	2.57– 2.75 m	1.77–2.04 m		3.75 d.d, 3.96 d.d	5.22 s	6.88– 7.59 m	
30	2.23– 2.51 m	6.05 d		2.23– 2.51 m	1.77– 1.89 m	1.90–1.21 m		3.76 d.d, 3.91 d.d	5.19 s	6.88– 7.59 m
31	2.18– 2.50 m	5.96– 5.99 m	6.12– 6.15 m	2.18– 2.50 m	1.75– 1.88 m	1.51–1.74 m		3.27 d.d	4.90 s	6.91– 7.67 m
32	2.28– 2.39 m	5.87– 5.94 m	6.02– 6.11 m	2.28– 2.39 m	1.70– 1.81 m	1.13– 1.31 m	1.38– 1.42 m	3.15 d.d	4.78 s	7.12– 7.41 m
33	2.20– 2.48 m	5.80–6.25 m		2.20– 2.48 m	2.179 s	1.45–1.90 m		3.20 d.d	4.88 s	6.92– 7.69 m

5-(10-Fenil-11-pentil-9-oksa-11-azanonil)-bitsiklo[2.2.1]-hept-2-enin (**29**) İQ spektri və 5-(10-fenil-11-heksil-9-oksa-11-azadesil)-bitsiklo[2.2.1]-hept-2-enin (**30**) ^{13}C NMR spektri şəkil 3 və 4-də uyğun olaraq verilmişdir.



Şəkil 3. 5-(10-Fenil-11-pentil-9-oksa-11-azanonil)-bitsiklo[2.2.1]-hept-2-enin (**29**) İQ spektri



Şəkil 4. 5-(10-Fenil-11-heksil-9-oksa-11-azadesil)bitsiklo[2.2.1]-hept-2-enin (**30**) ^{13}C NMR spektri

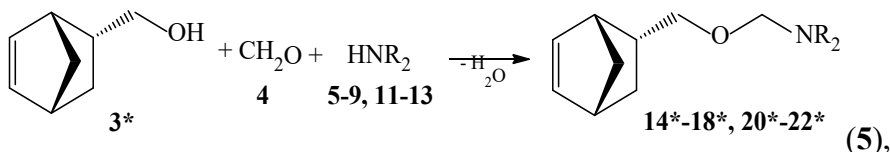
Cədvəl 2 və 4-dən görüldüyü kimi, katalitik sintezdə təqdim

olunan katalizatorların istifadəsi zamanı çıxımın katalizator olmadan aparılan reaksiya zamanı çıxımın göstəricisindən daha yüksək olduğu və birləşmələrin ən yüksək çıxımı kat. (23)-dən istifadə edilərkən müşahidə olunur. Katalitik sintez zamanı reaksiya müddəti də azalmışdır.

Bitsiklo[2.2.1]-hept-2-en-5-metanolun xiral aminometoksi törəmələrinin sintezi²

Hazırda iqtisadiyyatın müxtəlif sahələrində istifadə olunan yeni yüksək keyfiyyətli birləşmələrin optiki aktiv formalarını əldə etmək son dərəcə aktualdır [2]. Tibdə [4] və kənd təsərrüfatında daha yüksək təsir göstərən bioloji aktiv üzvi birləşmələrin sintezinə böyük tələbat var [3]. Bu maddələrin yerli və asan tapılan xammal əsasında, daha sərfəli və ekoloji cəhətdən təmiz üsullarla sintezi böyük elmi və praktik əhəmiyyətə malikdir [13].

Alınan xiral spirt (3*), paraform və ikili aminlər (5–9, 11–13) əsasında asimetrik Mannix reaksiyası sxem 5 üzrə aparılmışdır [21, 37]:



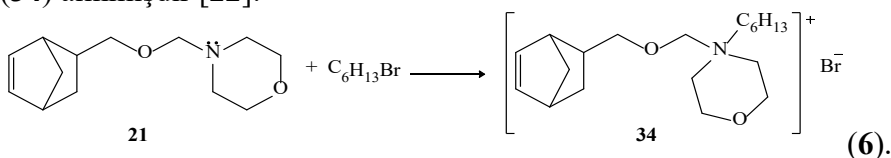
burada R = C₂H₅ (5, 14*), $[\alpha]_D^{20}$ (+)-31.94° (EtOH, *c* 1.6); C₃H₇ (6, 15*), $[\alpha]_D^{20}$ (+)-32.03° (EtOH, *c* 2.1); C₄H₉ (7, 16*), $[\alpha]_D^{20}$ (+)-30.62° (EtOH, *c* 2.1); C₅H₁₁ (8, 17*), $[\alpha]_D^{20}$ (+)-30.11° (EtOH, *c* 1.3); C₆H₁₃ (9, 18*), $[\alpha]_D^{20}$ (+)-30.02° (EtOH, *c* 1.8); NR₂ = piperidino (11, 20*), $[\alpha]_D^{20}$ (+)-32.15° (EtOH, *c* 1.3); morfolino (12, 21*), $[\alpha]_D^{20}$ (+)-30.05° (EtOH, *c* 1.2); azepano (13, 22*), $[\alpha]_D^{20}$ (+)-30.82° (EtOH, *c* 1.5).

²Мамедбейли, Э.Г. Синтез и антимикробные свойства хиральных норборненсодержащих оснований Манниха / Э.Г.Мамедбейли, Г.Э.Гаджиева, С.В.Исмайылова [и др.] // Журнал органической химии, – Москва: – 2021. т. 57, № 6, – с. 860-867.

Xiral norbornen sırası aminometoksi törəmələrinin (14*–18*, 20*–22*) alınma üsulları, rasemik formaların (14–18, 20–22) sintezi üsulları ilə eynidir. Bundan əlavə, optiki aktiv norbornen sırası aminometoksi törəmələrinin fiziki-kimyəvi xassələri, fırlatma bucağının göstəriciləri istisna olmaqla, rasemik formaların fiziki-kimyəvi xassələri ilə üst-üstə düşür.

5-Morfolinometoksimetilbitsiklo[2.2.1]-hept-2-enin heksilbromid kompleksinin alınması

İzopropil spirti mühitində, 60–70°C temperaturda maddə (21) və heksilbromidin (C₆H₁₃Br) 1:1 nisbətində sxem 6 üzrə kompleks (34) alınmışdır [22].



Kompleksin bir sıra fiziki-kimyəvi xassələri öyrənilmişdir: n_D^{26} – 1.4123, ρ – 906.2 kq/m³. Sintez olunan kompleks (34) spesifik qoxusu olan şəffaf mayedir, maddə (21)-dən fərqli olaraq üzvi həlledicilərlə bərabər suda da yaxşı həll olur. Bu xassə kompleksin ekoloji cəhətdən təmiz həlledici olan suda antimikrob və digər xassələri tədqiq etməyə imkan verir.

5-Morfolinometoksimetilbitsiklo[2.2.1]-hept-2-enin alınması reaksiyasının riyazi təsviri

Təcrübə məlumatlarına əsaslanaraq, tərkibində norbornen saxlayan MƏ çıxımına əsas texnoloji amillərin (temperatur, katalizatorun miqdarı) təsirini əks etdirən 5-morfolinometoksimetilbitsiklo[2.2.1]-hept-2-enin (21) katalitik sintez prosesinin reqressiya riyazi modeli işlənib hazırlanmışdır. [32]. Alınan modelin statistik təhlili aparılmış, hazırlanmış modelin eksperimental məlumatlara uyğunluğu sübut edilmişdir. Məqsədli məhsulun maksimum çıxımının əldə edildiyi optimal giriş parametrləri tapılmışdır.

Riyazi hesablamalar nəticəsində məlum olmuşdur ki, reaksiyanı 85°C temperaturda apararkən və katalizator (23)-ü 1 mol.% qatılıqda götürərkən maddə (21)-in çıxımı maksimal – 88.2%

göstəriciyə çatır. Giriş parametrlərinin tapılmış optimal göstəricilərinə əsasən nəzarət təcrübəsi aparılmışdır, hədəf məhsulun çıxımı 88% təşkil etmişdir, bu isə hazırlanmış reqressiya modelinin məqbul olduğunu göstərir. Hazırlanmış model, hər bir giriş amilinin çıxış parametrinə təsirini giriş göstəricilərinin geniş çərçivədə dəyişkənliyinə əsasən öyrənməyə imkan verir.

Norbornilmetanolun aminometoksi törəmələrinin antimikrob xassələrinin tədqiqi

Alınan maddələrin (14–18, 20–22, 14*–18*, 20*–22*, 28, 30–33) antimikrob xassələri Azərbaycan Tibb Universitetinin “Tibbi mikrobiologiya və immunologiya” kafedrasında öyrənilmişdir [10, 15, 17, 18, 26, 27, 36].

Antimikrob aktivliyi ardıcıl durulaşma üsulu ilə yoxlanılmışdır. Analiz üçün tədqiq olunan maddələrin etil spirtində 1%-li məhlulları hazırlanmışdır. Test-kultur kimi: qrammüsbət – *Staphylococcus aureus* (qızılı stafilocokk), *Bacillus anthracoides* (qarayarabənzər çöplər), qrammənfi – *Pseudomonas aeruginosa* (göy-yaşıl irin çöpləri), *Escherichia coli* (bağırsağ çöpləri), *Klebsiella pneumoniae* (Fridlender çöpləri), eləcə də opportunistik mikoz törədicilərindən biri hesab edilən *Candida albicans*-ın laborator ştamları götürülmüşdür. Müqayisə üçün kontrol preparat (etanol) və etalonlar (karbol turşusu, xloramin, rivanol və furasilin) eyni qatılıqda tədqiq edilmişlər.

Analiz olunan birləşmələr yüksək antimikrob xassələrə malikdir, onlardan bəziləri 0.125% qatılıqda və 5–10 dəqiqə ekspozisiya müddətində tədqiq olunan bakteriya və göbələklərin inkişafını tam dayandıra bilir. Alınan birləşmələrin antimikrob xassələrini müqayisə edərək qeyd etmək olar ki, formaldehidin iştirakı ilə sintez olunmuş birləşmələrin (14–18, 20–22, 14*–18*, 20*–22*) antimikrob xassələri benzaldehidin iştirakı ilə sintez edilmiş birləşmələrə (28, 30–33) nisbətən daha yüksəkdir. Bundan əlavə, birləşmələrin optiki aktiv formaları (14*–18*, 20*–22*) rasemik formalarına (14–18, 20–22) nisbətən daha güclü antimikrob xassələrə malikdir. Müqayisəli tədqiqatlar nəticəsində sintez olunmuş birləşmələrin nəzarətdən fərqli olaraq daha yüksək antimikrob aktivliyə malik olduqları və onların mikroorqanizmlərə qarşı

məhvədicə təsirlərinin tibbi praktikada geniş istifadə olunan antimikrob dərmanlara (rivanol, furasilin, karbol turşusu, xloraminə) nisbətən daha sürətli təsir göstərdiyi aydın olur.

Tibdə müalicə zamanı dərmanların vacib göstəricilərindən biri kimi xəstəliyin törədicisinin bu dərmana həssaslığı nəzərə alınır. Bunu müəyyənləşdirmək üçün dərmanın MİK və MMK dəyərlərini bilmək lazımdır. Bəzi alınan maddələrin (14–18, 20–22, 14*–16*, 22*, 28, 32) MİK və MMK nəticələrinə görə sübut edilmişdir ki, tədqiq olunan mikroorqanizmlər birləşmələrin çox aşağı qatılıqlarında belə onlara qarşı həssaslıq göstərilir. Üstəlik, optiki aktiv birləşmələrə qarşı həssaslıq daha yüksək olmuşdur.

Sintez edilmiş birləşmələri antiseptik maddələr kimi tövsiyə etmək olar.

Alınan birləşmələrin sulfatreduksiyaedici bakteriyalara qarşı inhibitor-bakterisid kimi tədqiqi

Alınan norbornen sırası MƏ SRB-yə qarşı inhibitor-bakterisid kimi sınaqdan keçirilmişdir [22, 30, 33]. Bu məqsədlə tədqiq olunan birləşmələrin izopropil spirtində məhlulları hazırlanmışdır. Test kultur kimi 1143 ştamlı *Desulfovibrio desulfuricans* götürülmüşdür.

Ən yaxşı nəticələr cədvəl 9-da təqdim olunmuşdur.

Cədvəl 9. Norbornen sırası aminometoksi törəmələrinin məhlullarının bakterisid xassələri

Məhlul	Qatılıq, c, mq/l	Bakteriyaların sayı (hüceyrələrin sayı/ml)	H ₂ S miqdarı, mq/l	Bakterisid effektivliyi, Z, %
1	2	3	4	5
5% – 21	5	–	–	100
	50	–	–	100
	100	–	–	100
1% – 21	5	10 ⁴	102	60
	50	–	–	100
	100	–	–	100
1% – 34	5	10 ³	93.5	63.3
	50	–	–	100
	100	–	–	100
Qidalı mühit		–	24–32	–
Qidalı mühit+SRB		10 ⁸	275	–

1	2	3	4	5
1% – 15	5	10 ²	38.4	82.7
	50	10 ¹	25.2	88.6
	100	10 ¹	18.4	91.7
1% – 20	5	10 ¹	9.8	95.6
	50	10 ¹	7.0	96.8
	100	10 ¹	6.7	97.0
1% – 22	5	10 ¹	10.3	95.4
	50	10 ¹	9.2	95.9
	100	10 ¹	7.3	96.7
Qidalı mühit		–	14.0	–
Qidalı mühit+SRB		10 ⁸	222.0	–
10% – 30	5	10 ¹	24.8	94.8
	50	10 ¹	18.1	96.2
	100	10 ¹	11.4	97.6
10% – 32	5	10 ³	131.9	72.3
	50	10 ¹	9.5	98.0
	100	–	–	100
10% – 33	5	10 ²	87.6	81.6
	50	10 ¹	46.6	90.2
	100	10 ¹	34.7	92.7
Qidalı mühit		–	30–32	–
Qidalı mühit+SRB		10 ⁸	476	–

Cədvəl 9-dan göründüyü kimi, analiz olunmuş birləşmələr hər üç qatılıqda (5, 50, 100 mq/l) bakterisid xassə göstərmişdir. Yuxarıda qeyd olunan birləşmələrin bakterisid xassələri АМДОР ИК-7 və АМДОР ИК-10 etalonlarının xassələri ilə müqayisə edildikdə, tədqiq olunan birləşmələrin etalonlardan fərqli olaraq çox aşağı qatılıqlarda yüksək bakterisid effektivliyi göstərdiyi qeyd edilə bilər. Üstəlik, formaldehidlə alınan birləşmələr (15, 20-22, 34) benzaldehydlə alınan birləşmələrə (30, 32, 33) nisbətən daha yüksək bakterisid xassələrinə malikdirlər. Bunu, birincilərin 1%-li məhlullarının belə bakterisid təsir göstərməsi, ikincilərin isə 10% məhlullarından başlayaraq bakterisid təsir göstərməsi ilə görmək olur. Ancaq buna baxmayaraq, onların etalonlardan daha təsirli olduğu müəyyənənmişdir.

Yuxarıda göstərilənləri nəzərə alaraq, norbornen sırası MƏ-ni SRB-yə qarşı inhibitor-bakterisid kimi təklif etmək olar.

Norborenin aminometoksi törəmələrinin yağ və yanacaqlara antimikrob aşqarlar kimi tədqiqi

Sintez olunmuş yeni norboren tərkibli MƏ sintetik yağda – alkeniləhrəba turşusunun diefiri, T-22 baza yağı və Aİ-95 markalı yanacaqda antimikrob aşqarlar [23, 31] kimi tədqiq edilmişdir. Tədqiqat Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının akademik Ə.M. Quliyev adına Aşqarlar Kimyası İnstitutunda aparılmışdır. Antimikrob xassələri ΓOCT 9.052-88 və ΓOCT 9.082-77-nin əsasında zonal diffuziya üsulu ilə təyin edilmişdir. Test kultur kimi bakteriyalar – *Pseudomonas aeruginosa*, *Mycobacterium phlei*, göbələklər (yağlarda) – *Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum*, göbələklər (yanacaqda) – *Cladosporium resinae*. Tədqiqatın nəticələri etalonun (natrium pentaxlorfenolyatın) göstəriciləri ilə müqayisə edilmişdir.

Tədqiqatın nəticələri cədvəl 10-da təqdim edilmişdir.

Cədvəl 10. Norboren sırası MƏ-nin biosid aktivliyi

№	Qatılıq, %	Mikroorqanizmlərin məhv olma zonası, sm				
		Sintetik yağ	T-22 yağı		Yanacaq (Aİ-95)	
		Bakteriya	Bakteriya	Göbələk	Bakteriya	Göbələk
1	2	3	4	5	6	7
16	1.0	1.5–1.5	1.4–1.6	+++	–	–
	0.5	1.0–1.2	1.0–1.0	+++	1.6–1.8	+++
	0.25	+++	+++	+++	1.2–1.2	+++
17	1.0	1.2–1.3	1.2–1.4	+++	–	–
	0.5	1.0–1.0	+++	+++	1.5–1.6	+++
	0.25	+++	+++	+++	1.1–1.2	+++
20	1.0	3.0–2.8	2.5–3.0	1.4–1.6	–	–
	0.5	2.5–2.5	2.0–2.0	1.0–1.0	1.3–1.4	+++
	0.25	1.4–1.4	1.2–1.3	+++	1.1–1.1	+++
21	1.0	3.0–3.0	2.2–2.5	1.4–1.2	–	–
	0.5	1.8–2.0	2.0–1.8	1.0–1.0	1.8–2.0	1.0–1.2
	0.25	1.0–1.0	1.1–1.0	+++	1.4–1.4	+++
28	1.0	–	1.2–1.2	1.4–1.6	–	–
	0.5	–	+++	+++	+++	2.5–2.8
	0.25	–	+++	+++	+++	+++
29	1.0	–	+++	1.2–1.2	–	–
	0.5	–	+++	+++	+++	2.3–2.6
	0.25	–	+++	+++	+++	+++

1	2	3	4	5	6	7
30	1.0	–	+++	1.1–1.2	–	–
	0.5	–	+++	+++	+++	2.5–3.0
	0.25	–	+++	+++	+++	1.6–1.6
31	1.0	–	1.4–1.6	1.6–1.6	–	–
	0.5	–	1.2–1.2	1.0–1.0	+++	2.4–2.7
	0.25	–	+++	+++	+++	1.2–1.4
32	1.0	–	1.4–1.4	1.1–1.2	–	–
	0.5	–	1.2–1.2	+++	+++	1.6–1.8
	0.25	–	+++	+++	+++	+++
*	1.0	1.3–1.4	1.3–1.4	1.3–1.4	–	–
**	0	+++	+++	+++	+++	+++

Qeyd: (+++) – mikroorqanizmlərin inkişafı, (–) – sınaqdan keçirilməmişdir,
* – etalon (natrium pentaxlorfenolyat), ** – kontrol.

Cədvəl 10-dan görüldüyü kimi, norbornenilmetanol, formaldehid və ikili alifatik aminlər əsasında alınan birləşmələr (**16**, **17**) yanacağın tərkibində yüksək bakterisid xassə göstərmişdir. Norbornenilmetanol, formaldehid və alitsiklik aminlərdən alınan birləşmələr (**20**, **21**) yağlarda etalondan təxminən iki dəfə daha yüksək bakterisid xassə göstərmişlər. Maddə (**21**) yanacağın tərkibində də yüksək bakterisid effekti vermişdir. Benzaldehydin iştirakı ilə alınan birləşmələr (**28–32**) yanacağın tərkibində yüksək funqisid xassə göstərmişdir.

Tədqiqatlar nəticəsində (cədvəl 10) (**16**, **17**, **20**, **21**) birləşmələri yağlara və yanacaqlara bakteriya əleyhinə antimikrob aşqar kimi, (**28–31**) birləşmələri isə yanacaqlara göbələk əleyhinə antimikrob aşqar kimi təklif etmək olar.

NƏTİCƏLƏR

1. Norbornenilmetanolun ikili aminlər və aldehidlərlə (formaldehid, benzaldehid) reaksiyası nəticəsində yeni rasemik və optiki aktiv bitsiklo[2.2.1]-hept-2-enin aminometoksi törəmələrinin termiki sintezinin effektiv üsulları hazırlanmışdır. Formaldehidlə reaksiyadan alınan maddələrin çıxımları 43–71%, benzaldehidlə isə 42–75% təşkil edir. Nəticədə 26 yeni maddə sintez edilmişdir. Alınan maddələrin əsas fiziki-kimyəvi xassələri təyin edilmiş, tərkib və quruluşları İQ, ^1H , ^{13}C NMR spektroskopiyaya və kütlə-spektrometriya üsulları, xiral maddələrin optiki aktivliyi isə polyarimetrik üsulla təyin edilmişdir.

2. Katalizatorların (CuCl , $\text{Sm}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, *N*-metilpirrolidonhidrosulfat, 1,4-dimetilpiperazin dihidrosulfat) iştirakı ilə norbornenilmetanol, aldehidlər (formaldehid, benzaldehid) və ikili aminlər əsasında katalitik aminometilləşmə reaksiyalarının aparılmasının optimal şəraiti tapılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, 80°C temperaturda 1 mol.% katalizator iştirakında 0.5–1.0 saat müddətində aparılan reaksiyalar nəticəsində alınan maddələrin çıxımı 69–94% təşkil edir. *N*-Metilpirrolidonhidrosulfatın istifadəsi zamanı maddələrin çıxımı 78–94% (formaldehidlə) və 81–94%-ə (benzaldehidlə) çatır.

3. Sintez olunmuş rasemik və optiki aktiv bitsiklo[2.2.1]-hept-2-enin aminometoksi törəmələrinin antimikrob xassələri tədqiq edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, analiz edilən maddələrin hamısı *E.coli*, *P.aeruginosa*, *K.pneumoniae*, *S.aureus*, *B.anthracooides* – bakteriyalara və *C.albicans* – göbələklərə qarşı (təkcə *B.anthracooides* istisna olmaqla) məhvedici təsir göstərir, onlar etalonlardan (rivanol, furasilin, karbol turşusu, xloramin) daha tez və aşağı qatılıqda yüksək effekt verir (bəzi hallarda reagentin qatılığı 0.125% olduqda 5–10 dəq. ərzində). Tədqiqatlar göstərmişdir ki, bitsiklo[2.2.1]-hept-2-enin aminometoksi törəmələrinin optiki aktiv formaları onların rasemik formalarından daha yaxşı nəticələr verir.

4. *S.aureus*, *E.coli*, *C.albicans* mikroorqanizmlərinin sınaqdan keçirilən maddələrə qarşı həssaslığı minimal inhibisiya konsentrasiyası və minimal mikrobosid konsentrasiyası göstəriciləri

əsasında öyrənilmişdir. Təyin edilmişdir ki, analiz olunan maddələr çox aşağı qatılıqda belə mikroorqanizmləri məhv edir. Bəzi nümunələrin 0.000625% qatılığının onların məhvi üçün yetərli olduğu müəyyənləşdirilmişdir.

5. Alınan bitsiklo[2.2.1]-hept-2-enin aminometoksi törəmələri və 5-morfolinometoksimetilbitsiklo[2.2.1]-hept-2-enlə heksilbromidin kompleksi sulfatreduksiyaedici bakteriyaların inkişafını dayandırır, bəziləri isə SRB-nin həyat fəaliyyətini tamamilə dayandırır. Etalonlardan (АМДОР ИК-7 və АМДОР ИК-10) fərqli olaraq, formaldehid əsasında alınan birləşmələrin hətta 0.005% qatılıqda, benzaldehid əsasında alınan birləşmələrin isə 0.05% qatılıqdan başlayaraq inhibitor-bakterisid xassələri göstərdikləri təyin edilmişdir, eyni qatılıqlarda etalonlar biostat xassə göstərmişlər. Tsiklik aminlərin iştirakı ilə sintez edilən birləşmələrin alifatik aminlər əsasında sintez edilən birləşmələrə nisbətən daha güclü inhibitor-bakterisid xassələrinə malik olduğu aşkar edilmişdir.

6. Bitsiklo[2.2.1]-hept-2-enin aminometoksi törəmələri yağlara və yanacaqlara antimikrob aşqar kimi tədqiq edilmiş. Formaldehid əsasında alınan birləşmələrin yağlarda və Аİ-95 markalı yanacaqda bakterisid xassələrə malik olduğu müəyyən edilmişdir. Bundan əlavə, sintetik yağda və T-22 yağında morfolin və piperidin fraqmenti olan birləşmələr etalondan (natrium pentaxlorfenolyat) iki dəfə çox bakterisid xassə (2.5–3.0 sm) göstərmişdir. Benzaldehid əsasında alınan birləşmələr Аİ-95 markalı yanacaqda yüksək antifungal təsir göstərmişdir: 0.5%-li reagent 2.3–3.0 sm diametrli zonada göbələkləri məhv edir. Diheksilamin və piperidin fraqmentli birləşmələr isə 0.25% qatılıqda 1.6–1.8 sm nəticə göstərmişdir.

Dissertasiyanın əsas məzmunu aşağıdakı elmi əsərlərdə dərc edilmişdir:

1. Məmmədbəyli, E.H. Funkcionaləvəzli norbornen törəmələrinin rasemik və optiki fəal formalarının sintezi və xassələri / E.H.Məmmədbəyli, O.B.Abdiyev, T.H.Kazımova, G.Ə.Nasıyeva // Elmi əsərlər. Fundamental elmlər, – Bakı: – 2013. № 2, – s. 268-281.

2. Мамедбейли, Э.Г., Гаджиева, Г.Э. О понятии хиральности // Материалы III Республиканской ярмарки инновационных идей молодых ученых, – Баку: – 16 – 20 сентября, – 2013, – с. 33-34.

3. Məmmədbəyli, E.H., İbrahimli, S.İ., Nasıyeva, G.Ə., Əfəndiyeva, K.M., Süleymanova, S.S. Xirallığın müasir kimyada və biologiyada əhəmiyyəti // Ümummilli lider H.Əliyevin anadan olmasının 91-ci il dönümünə həsr olunmuş konfransın materialları, – Gəncə: – 12 – 13 may, – 2014, – s. 192-196.

4. Гаджиева, Г.Э. О взаимосвязи оптической и фармакологической активности веществ // – Баку: Труды молодых ученых, – 2014. № 9, – с. 28-31.

5. Məmmədbəyli, E.H., Nasıyeva, G.Ə., İbrahimli, S.İ. Mannix reaksiyasının bioloji aktiv maddələrin alınmasında istifadəsinin müasir vəziyyəti // Ümummilli lider H.Əliyevin anadan olmasının 92-ci ildönümünə həsr olunmuş “Müasir biologiya və kimyanın aktual problemləri” elmi-praktiki konfransın materialları, – Gəncə: – 5 – 6 may, – 2015, – s. 118-121.

6. Мамедбейли, Э.Г. Реакция Манниха в синтезе биологически активных веществ / Э.Г.Мамедбейли, И.А.Джафаров, С.К.Рагимова, Г.Э.Гаджиева // Процессы нефтехимии и нефтепереработки, – Баку: – 2015. т. 17, № 2 (62), – с. 139-165.

7. Мамедбейли, Э.Г., Гаджиева, Г.Э., Эфендиева, К.М., Сулейманова, С.С. Синтез и свойства 3-(N-гексаметиленимино-метоксиметил)норборн-5-ена // Материалы IX Республиканской научной конференции докторантов, магистров и молодых исследователей «Актуальные проблемы химии», посвященная 92-й годовщине со дня рождения общенационального лидера

Г.Алиева, – Баку: – 6 – 7 мая, – 2015, – с. 147-148.

8. Мамедбейли, Э.Г., Гаджиева, Г.Э., Эфендиева, К.М., Сулейманова, С.С. Синтез и свойства 3-(*N*-пиперидинометоксиметил)норборн-5-ена // Материалы Республиканской научной конференции «Смазочные материалы, топливо, специальные жидкости, присадки и реагенты», посвященная 50-летию образования ИХП, – Баку: – 13 – 14 октября, – 2015, – с. 117.

9. Мамедбейли, Э.Г., Гаджиева, Г.Э., Эфендиева, К.М., Алиев, Б.М., Сулейманова, С.С. Синтез и свойства 3-(*N*-морфолинометоксиметил)норборн-5-ена // Материалы Республиканской научной конференции, посвященной 90-летию академика Т.Шахтахтинского, – Баку: – 22 октября, – 2015, – с. 223.

10. Мамедбейли, Э.Г., Ибрагимли, С.И., Гаджиева, Г.Э., Исмайылова, С.В. Синтез и биологическая активность норборненсодержащих оснований Манниха // Материалы кластера конференции по органической химии, «Орг Хим-2016» – Санкт-Петербург: – 27 июня – 1 июля, – 2016, – с. 610.

11. Мамедбейли, Э.Г., Кочетков, К.А., Гаджиева, Г.Э., Ибрагимли, С.И. Синтез и свойства норборненсодержащих оснований Манниха // Материалы Международной научной конференции «Актуальные проблемы современной химии и биологии», посвященной 93-летию со дня рождения общенационального лидера Г.Алиева, – Гянджа: – 12 – 13 мая, – 2016, I часть, – с. 160-163.

12. Мамедбейли, Э.Г., Гаджиева, Г.Э., Кочетков, К.А., Ибрагимли, С.И., Эфендиева, К.М. Синтез и свойства 3-(*N*-диэтиламинметоксиметил)норборн-5-ена // IX Бакинская Международная Мамедалиевская конференция по нефтехимии, – Баку: – 3 – 5 октября, – 2016, – с. 108.

13. Мамедбейли, Э.Г. Рацемические и оптически активные формы функциональнозамещенных производных норборнена / Э.Г.Мамедбейли, О.Б.Абдиев, И.А.Джафаров, С.С.Сулейманова, Г.Э.Гаджиева // Процессы нефтехимии и нефтепереработки, – Баку: – 2016. т. 17, № 2 (66), – с. 106-120.

14. Hajiyeva, G.E. Norbornene containing Mannich bases on the basis of cyclic amines / Gulsum Hajiyeva, Eldar Mammadbayli,

Sahil Ibrahimli, Gulahmad Talibov // Processes of Petrochemistry and oil Refining, – 2017. 18 (4), – p. 331-340.

15. Гаджиева, Г.Э. Исследование антимицробной активности аминотоксипроизводных бицикло[2.2.1]-гепт-2-ена на основе алифатических аминов / Г.Э.Гаджиева, Э.Г.Мамедбейли, С.И.Ибрагимли, С.В.Исмайлова, Н.А.Джафарова // Гянджинское отделение НАНА «Сборник известий», – Гянджа: – 2018. № 4 (74), – с. 62-67.

16. Мамедбейли, Э.Г. Основания Манниха на основе бицикло[2.2.1]-гепт-5-ен-2-илметанола, вторичных аминов и формальдегида / Э.Г.Мамедбейли, Г.Э.Гаджиева, С.И.Ибрагимли, Н.А.Джафарова // Журнал общей химии, – Москва: – 2018. т. 88, № 10, – с. 1718-1722.

17. Мамедбейли, Э.Г., Гаджиева, Г.Э., Исмайлова, С.В., Ибрагимли, С.И., Джафаров, И.А., Джафарова, Н.А. 3-(Пиперидинотоксиметил)норборн-5-ен в качестве антимицробного соединения // Материалы XII Международной конференции молодых ученых по нефтехимии, – Звенигород: – 17 – 21 сентября, – 2018, – с. 500-501.

18. Мамедбейли, Э.Г., Гаджиева, Г.Э., Исмайлова, С.В., Эфендиева, К.М. Изучение антимицробной активности 3-(морфолинотоксиметил)норборн-5-ена // Материалы Республиканской научно-технической конференции студентов и молодых ученых на тему «Молодежь и научные инновации», посвященной 95-летию со дня рождения общенационального лидера азербайджанского народа Г.Алиева, Баку: – 3 – 5 мая, – 2018, I часть, – с. 345-346.

19. Hajiyeva, G.E. Norbornene contain Mannich bases on the base of aliphatic amines / Gulsum Hajiyeva, Eldar Mammadbayli, Sahil Ibrahimli, Isa Jafarov // Azerbaijan Chemical Journal, – 2018. (3), – p. 50-56.

20. Mammadbayli, E.H. Chiral organic catalysts in the Diels-Alder reaction / Eldar Mammadbayli, Ilgar Ayubov, Gulsum Hajiyeva, Samira Ismayilova // Chemical Journal of Kazakhstan, – 2018. 61 (1), – p. 100-109.

21. Hacıyeva, G.Ə., Məmmədbəyli, E.H., İbrahimli, S.İ.,

İsmayılova, S.V., Əfəndiyeva, K.M. Optiki aktiv norbornentərkibli Mannix əsaslarının sintezi // “Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri” Beynəlxalq elmi konfransın materialları, – Gəncə: – 2 – 3 may, – 2019, I hissə, – s. 236-238.

22. Гаджиева, Г.Э., Мамедбейли, Э.Г., Агамалиева, Д.Б., Ибрагимли, С.И., Мамедов, А.М. Исследование бактерицидно-ингибирующих свойств 5-морфолинометоксиметилбицикло[2.2.1]-гепт-2-ена // Материалы Международной научной конференции «Актуальные проблемы современной химии», посвященной 90-летию Института нефтехимических процессов имени академика Ю.Мамедалиева НАНА, – Баку: – 2 – 4 октября, – 2019, – с. 133.

23. Гаджиева, Г.Э., Мамедбейли, Э.Г., Исмайллова, С.В., Кахраманова, К.Р. 5-Пиперидинометоксиметилбицикло[2.2.1]-гепт-2-ен в качестве антимикробной присадки // Материалы XIII Республиканской научной конференции докторантов, магистров и молодых исследователей «Актуальные проблемы химии», посвященная 96-й годовщине со дня рождения общенационального лидера Г.Алиева, Баку: – 15 – 16 мая, – 2019, – с. 106.

24. Гаджиева, Г.Э., Мамедбейли, Э.Г., Исмайллова, С.В., Гасанова К.Ф. Синтез и свойства норборненсодержащих оснований Манниха на основе бензальдегида // Тезисы и материалы Международной научной конференции «Перспективы инновационного развития химической технологии и инженерии», – Сумгаит: – 28 – 29 ноября, – 2019, – с. 38-39.

25. Гаджиева, Г.Э., Салманова, Ч.Г., Абыев, Г.А. Каталитический синтез аминотоксипроизводных норборнена на основе норборненилметанола, формальдегида и циклических аминов // Тезисы и материалы Международной научной конференции «Перспективы инновационного развития химической технологии и инженерии», – Сумгаит: – 28 – 29 ноября, – 2019, – с. 40-41.

26. Мамедбейли, Э.Г. Синтез и исследование антимикробной активности аминотоксипроизводных бицикло[2.2.1]-гепт-2-ена / Э.Г.Мамедбейли, Г.Э.Гаджиева, С.И.Ибрагимли,

А.И.Гурбанов, С.А.Мурадова, Л.М.Магеррамова // Нефтепереработка и нефтехимия, – Москва: – 2019. № 4, – с. 15-19.

27. Мамедбейли, Э.Г. Синтез и исследование антимикробной активности норборненсодержащих оснований Манниха / Э.Г.Мамедбейли, Г.Э.Гаджиева, С.И.Ибрагимли, Н.А.Джафарова // Прикладная химия, – Санкт-Петербург: – 2019. т. 92, № 8, – с. 1070-1078.

28. Hajiyeva, G.E. Synthesis of Mannich bases based on norbornenylmethanol, cyclic amines and benzaldehyde and their antimicrobial activity // Azerbaijan Chemical Journal, – 2019. (3), – p. 68-74.

29. Гаджиева, Г.Э., Мамедбейли, Э.Г., Гасанова, К.Ф. Каталитический синтез оснований Манниха на основе норборненилметанола, формальдегида и алифатических аминов // Материалы Республиканской научной конференции «Современный взгляд на химию», – Нахичевань: – 8 октябрь, – 2019, – с. 79-82.

30. Гаджиева, Г.Э. Аминометоксипроизводные норборненилметанола как ингибиторы биокоррозии // – Москва: Практика противокоррозионной защиты, – 2020. т. 25, № 1, – с. 31-38.

31. Мамедбейли, Э.Г. Аминометоксипроизводные бицикло[2.2.1]-гепт-2-ена в качестве антимикробных присадок / Э.Г.Мамедбейли, Г.Э.Гаджиева, С.И.Ибрагимли, К.Р.Кахраманова // Нефтепереработка и нефтехимия, – Москва: – 2020. № 1, – с. 41-44.

32. Мамедбейли, Э.Г. Математическое описание реакции получения 5-морфолинометоксиметилбицикло[2.2.1]-гепт-2-ена / Э.Г.Мамедбейли, Р.П.Джафаров, Г.Э.Гаджиева, С.И.Ибрагимли // Гянджинское отделение НАНА «Сборник известий», – Гянджа: – 2020. № 1 (79), – с. 43-49.

33. Мамедбейли, Э.Г. Норборненсодержащие основания Манниха как ингибиторы биокоррозии / Э.Г.Мамедбейли, Г.Э.Гаджиева, С.И.Ибрагимли, Д.Б.Агамалиева // Нефтепереработка и нефтехимия, – Москва: – 2020. № 2, – с. 20-23.

34. Hajiyeva, G.E. Synthesis and properties of Mannich bases

on the basis of norbornenylmethanol, aliphatic amines and benzaldehyde / Gulsum Hajiyeva, Eldar Mammadbayli, Sahil Ibrahimli, Huseyn Abiyev // Processes of Petrochemistry and oil Refining, – 2020. 21 (1), – p. 36-44.

35. Hajiyeva, G.E. Aminomethylation reactions in the presence of ionic liquids // Processes of Petrochemistry and oil Refining, – 2020. 21 (4), – p. 440-455.

36. Гаджиева, Г.Э., Мамедбейли, Э.Г. Биологически активные основания Манниха // – Уфа: Вестник Башкирского Государственного Педагогического Университета им. М. Акмуллы, – 2020. № 3 (56), – с. 13-20.

37. Naciyeva, G.Ə., Məmmədbəyli, E.H., İsmayılova, S.V., Nəsənova, K.F., Əfəndiyeva, K.M. Xiral norbornenilmetanol əsasında aminometilləşmə reaksiyası // “Müasir kimyanın problemləri və inkişaf tendensiyaları” mövzusunda Respublika elmi-praktiki konfransın materialları, – Bakı: – 12 dekabr, – 2020, – s. 69-72.

Dissertasiyanın müdafiəsi 19 noyabr 2021-ci il tarixində saat 14⁰⁰-da Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.16 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ 1025, Bakı şəhəri, Xocalı pr. 30

Dissertasiya ilə AMEA akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları AMEA NKPI-nin rəsmi internet saytında (www.nkpi.az) yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat 15 oktyabr 2021-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 14.10.2021

Kağızın formatı: A5

Həcm: 36784

Tiraj: 30