

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI**

*Əlyazması hüququnda*

**KOBALTIN (II) ORTO-HİDROKSİ TİOFENOL  
TÖRƏMƏLƏRİ VƏ HİDROFOB AMİNLƏRLƏ  
KOMPLEKSLƏRİNİN SPEKTROFOTOMETRİK  
TƏDQIQI VƏ ANALİTİK TƏTBİQİ**

İxtisas: 2301.01- Analitik kimya

Elm sahəsi: Kimya

İddiaçı: **Şəhla Ədalət qızı İbrahimova**

Kimya elmləri üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

**A V T O R E F E R A T I**

**BAKİ – 2022**

Dissertasiya işi Bakı Dövlət Universitetinin “Analitik kimya” və Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universitetinin “Analitik və üzvi kimya” kafedralarında yerinə yetirilmişdir.

**Elmi rəhbərlər:** Kimya elmləri doktoru, akademik  
**Abel Məmmədəli oğlu Məhərrəmov**

Kimya elmlər doktoru, professor  
**Nailə Allahverdi qızı Verdizadə**

**Rəsmi opponentlər:** Kimya elmlər doktoru, professor,  
AMEA-nın müxbir üzvü  
**Valeh Cabbar oğlu Cəfərov**

Kimya üzrə elmlər doktoru, akademik  
**Adil Abdulxalıq oğlu Qəribov**

Kimya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent  
**Fətəli Elmar oğlu Hüseynov**


Azərbaycan Respublikası Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Bakı Dövlət Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.16 Dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının sədri:



Kimya elmlər doktoru, professor  
**Valeh Mehralı oğlu İsmayılov**

Dissertasiya şurasının elmi katibi: Kimya üzrə fəlsəfə doktoru,  
dosent



**Farid Nadir oğlu Nağıyev**

Elmi seminarın sədri:



Kimya elmlər doktoru,  
professor

**Xəlil Camal oğlu Nağıyev**

**ELMI KATIB**  
SCIENTIFIC SECRETARY

Y.N.ƏLİYEVƏ

2022

“11” may

## GİRİŞ

**Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi.** Son illər kobaltın analitik kimyasına maraq kəskin şəkildə artmışdır. Bu, kobalt və onun birləşmələrinin müxtəlif növ tətbiq sahələrilə əlaqədardır. Yüksək bərkliyə və davamlılığa malik xüsusi növ ərintilərin tərkibində kobalt legirləyici kimi istifadə olunur. Kobaltın bir çox birləşmələri yüksək katalitik fəallığa malik olduğundan müxtəlif birləşmələrin sintezində katalizator kimi tətbiq edilir. Müxtəlif oksidləşmə dərəcəsinə ( $\text{Co}^{2+}$  və  $\text{Co}^{3+}$ ) malik olması kobaltın bir sıra oksidləşmə-reduksiya prosesində iştirakını təmin edir. Müxtəlif bioloji proseslərdə iştirak edən kobalt qaraciyərdə və böyrəklərdə çoxlu miqdarda toplanır. Ana südünün tərkibində də çoxlu miqdarda kobalt olur. Qanın tərkibindəki mikroelementlərdən biri də kobaltdır. Bu element heyvan orqanizmində qan, süd, toxuma, cift zülalları və amin turşularla birləşmiş şəkildə olur. Canlı orqanizmdə C – C rabitəsinin əmələ gəlməsi və ya qırılması kobalt vasitəsilə həyata keçirilir. Kobalt orqanizmin dəmir ehtiyatının yeni yaranan eritrositlərin tərkibindəki qlobulin molekuluna birləşdirməsini sürətləndirən katalizator funksiyası daşıyır. İnsan və bitki orqanizminin 0.00005%-ni kobalt təşkil edir. Bitkidə olan kobaltın 30%-i canlı orqanizmdə hemoqlobin sintezində iştirak edən vitamin  $^{12}\text{B}$  formasında olur. Tibdə kobaltın  $^{60}\text{Co}$  süni radioaktiv izotopundan bədxassəli şişlərin müalicəsində geniş istifadə olunur.

Texnogen və antropogen faktorların ətraf mühitə artan təsiri canlı orqanizmlərdə genetik kənarəçixmələrə səbəb olur. Belə mənfi təsirlər bir çox hallarda biosferin tərkibində dönməyən dəyişikliklərə gətirib çıxarır. Ona görə də texnogen çirkləndiricilərə və ətraf mühitdə zəhərli maddələrin miqrasiyasına daim monitoring aparılması, toksik xassələrə malik olan ağır metalların miqdarına operativ və etibarlı nəzarətin həyata keçirilməsi vacibdir.

Məlumdur ki, kobaltın(II) birləşmələri kompleks xassələri ilə əlaqədar olaraq sənayenin müxtəlif sahələrində geniş tətbiq edilir. Belə geniş tətbiq edilməsi ilə əlaqədar olaraq kobaltın(II) təbii və sənaye obyektlərdə miqdarı təyininə xüsusi diqqət yetirilir. Kobaltın həmin obyektlərdə ekstraksiyalı-spektrofotometrik təyini üçün müxtəlif sinif funksional analitik qrup saxlayan üzvi reagentlərdən isti-

fadə edilir. Lakin bu reagentlərin əksəriyyəti bütün analitik xarakteristikaları yüksək olan nəticə vermir. Ona görə də kobaltın(II) təyini üçün yüksək seçiciliklə xarakterizə olunan, ekspress və etibarlı üsulların işlənilib hazırlanması aktual olub, hazırkı tədqiqat işinin əsasını təşkil edir.

Spektrofotometrik üsulların əsasında rəngli birləşmənin əmələ gəlməsi durduğundan, yüksək həssaslıq, dəqiqlik və seçiciliyə malik üsullar işləmək üçün yeni analitik reagentlərin axtarışı və ya mövcud reagentlərin analitik imkanlarının genişləndirilməsi həmişə aktual olmuşdur.

Analitik kimyada həssaslıq və seçicilik kimi parametrləri artırmaq üçün tərkibində -OH, -N = N-, -SH qrupları olan üzvi reagentlərdən geniş istifadə olunur. Son illər yüksək həssaslıq, dəqiqlik və seçiciliyə malik spektrofotometrik üsullar elementlərin müxtəlifliqandlı kompleksləri (**MLK**) əsasında işlənilir.

**MLK**-lər içərisində metal ionlarının xromofor üzvi reagentlərlə və uzun zəncirə malik aminlərlə əmələ gətirdiyi kompleks birləşmələr əsas yer tutur.

Yeni analitik reagentlərin tətbiqi fotometrik üsulların imkanlarını artırır. Bu baxımdan molekulunda *orto* vəziyyətdə -OH və -SH qrupu olan reagentlərdən – tioenollardan (**TF**) 2-hidroksitiofenol (**HTF**) və onun törəmələrindən 2-hidroksi-5-xlortiofenol (**HXTF**), 2-hidroksi-5-bromtiofenol (**HBTF**), 2-hidroksi-5-yodtiofenol (**HYTF**), 2-hidroksi-5-nitrotiofenol (**HNTF**), 3-hidrotio-4-hidroksi benzoy turşusu (**HTBT**), 2-hidroksi-5-amintiofenol (**HATF**), 3-hidrotio-4-hidroksisulfoturşu (**HTST**) istifadə edilmişdir. Kobaltın(II) elektromənfiliqlərlə və hidrofob aminlərlə əmələ gətirdiyi **MLK**-lərin tətbiqi ekstraksiyalı – fotometrik üsulların imkanlarını artırır.

**MLK** əmələ gələn zaman hidrofob aminlərdən istifadə olunması müsbət analitik effekt verir: kompleksin davamlılığı artır, onun suda həllolması azalır və eyniliqandlı kompleksin mənfəi yükü neytrallaşır. Bu birləşmələrin suda həll olmasının azalması, üzvi həlledicidə isə artması onların ekstraksiyalı-fotometrik analizdə tətbiqinə imkan verir. Fotometrik təyinatın həssaslığının və seçiciliyinin artırılması üçün metalların reagentlərin müxtəlif kombinasiyaları ilə **MLK**-ləri tətbiq edilir.

Son zamanlar analitik kimya praktikasında eyniləndirilmiş komplekslərdən daha üstün göstəriciyə malik qarışıq koordinasiya sferalı MLK istifadə olunur. Bununla əlaqədar MLK analitik kimyada və kimya texnologiyasında geniş tətbiq sahəsi tapmışdır.

Dissertasiya işi Bakı Dövlət Universitetinin Analitik kimya kafedrasında ETİ planı üzrə (Dövlət qeyd. № 0309Az1515) və Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universitetinin Analitik və üzvi kimya” kafedrasının apardığı elmi-tədqiqat işinə uyğun olaraq yerinə yetirilmişdir (Dövlət qeyd. № 3101090028/0309 Az1504) yerinə yetirilmişdir.

**Tədqiqatın məqsədi və vəzifələri.** 2-hidroksitiofenol və onun törəmələrinin hidrofob amin iştirakı ilə kobalt(II) ionunun əmələ gətirdiyi MLK tədqiqi və müxtəlif təbii obyektlərdə, sənaye materiallarında bu elementin təyini üçün yüksək seçiciliyə malik olan həssas ekstraksiyalı-fotometrik üsulların işlənilib hazırlanmasından ibarətdir.

Qarşıya qoyulmuş məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı məsələlər həll edilmişdir:

- tərkibində kükürd və oksigen olan üzvi reagentlər sintez olunmuş və onların fiziki-kimyəvi xassələri, məhlulda vəziyyəti öyrənilmişdir;

- kobaltın TF və hidrofob aminlər iştirakı ilə əmələ gətirdiyi MLK -lərin əmələ gəlmə və ekstraksiyası şəraiti müəyyən edilmişdir;

- komplekslərin fiziki-kimyəvi və analitik xassələri müəyyən edilmişdir: komplekslərin quruluşu rəqsi və elektron spektroskopiyası, həmçinin termogravimetrik analiz üsulları ilə müəyyən edilmişdir;

- MLK əmələ gəlməsinə hidrofob aminlərin təbiətinin təsiri tədqiq edilmişdir;

-MLK analitik xarakteristikası ilə kompleksəmələgətirici reagentlərin turşu xassəsi arasında mümkün korelyasiya müəyyən edilmişdir;

- MLK əmələ gəlməsinə kənar ionların maneçilik təsiri tədqiq edilmişdir;

- kobaltın effektiv ekstraksiyalı-fotometrik təyini üsulları işlənmiş və müxtəlif obyektlərdə onun təyininə tətbiq edilmişdir;

**Tədqiqat üsulları.** Sintez edilmiş kompleksəmələgətirən reagentlərin identifikasiyası, həmçinin kompleks birləşmələrin tərkibi və xassələrinin öyrənilməsi üçün bir sıra kimyəvi və fiziki-kimyəvi analiz üsullarından (spektrofotometriya, NMR, İQ spektroskopiya, termoqramimetriya, potensiometrik) istifadə edilmişdir.

**Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar:** Müdafiəyə aşağıdakılar çıxarılır:

1. TF-ların NMR və İQ spektroskopiya üsulları ilə identifikasiyası və onların fiziki-kimyəvi xarakteristikasının tədqiqi;

2. pH-dan asılı olaraq kompleksəmələgətirən reagentlərin məhlulda mövcudluq formalarının tədqiqi;

3. TF-ın Co(II) ionları ilə kompleksəmələgəlməsinə üçüncü komponentin təsirinin öyrənilməsi və onların iştirakı ilə MLK-lərin əmələ gəlmə qanunauyğunluqları;

4. Co(II) -in təyini üçün seçici, həssas, sürətli, sadə və yüksək meteoroloji xarakteristikalara malik ekstraksiyalı-spektrofotometrik üsulların işlənilməsi;

5. İşlənilmiş yeni üsulların mürəkkəb tərkibli təbii və sənaye obyektlərinin analizində tətbiqi.

**İşin elmi yenilikləri.** Kobaltın seçici ayrılması və təyini üçün ilk dəfə olaraq spektrofotometrik reagentlər kimi molekulunda orto vəziyyətdə -OH və -SH qrupu olan TF tətbiq edilmişdir. Reagentlərin dissosiasiya sabitləri potensiometrik titrləmə üsulu ilə təyin edilmişdir.

Kobaltın TF və hidrofob aminlərlə MLK-ləri sistemətik tədqiq edilmişdir. Hidrofob amin kimi anilin (**An**), N-metilənilin (**MAn**), N,N- dimetilənilin (**DAn**), *o*-, *m*-, *p*-toluidin (***o*-, *m*-, *p*-Tol**), *o*-, *m*-, *p*-ksildin (***o*-, *m*-, *p*-Ksil**), difenilquənidin (**DFQ**), trifenilquənidin (**TFQ**),  $\alpha,\alpha'$ -dipiridil (**Dip**), difeniləmin (**DFA**), trifeniləmin (**TFA**), hidrəksiltərkibli aminlərdən 2-(N,N-dimetiləminometil)fenol (**AF<sub>1</sub>**), 2-(N,N-dimetiləminometil)-4-metilfenol (**AF<sub>2</sub>**), 2-(N,N-dimetiləminometil)-4-bromfenol (**AF<sub>3</sub>**), 2-(N,N-dietiləminometil)-4-metilfenol (**AF<sub>4</sub>**), 2,6-*bis*-(N,N-dimetiləminometil)-4-metilfenol (**AF<sub>5</sub>**), 2,6-*bis*(N, N-dimetiləminometil)-4-xlorfenol (**AF<sub>6</sub>**), 4-xlor-2-(N,N-dimetiləminometil)-6-tiofenilmetilfenol (**AF<sub>7</sub>**) istifadə edilmişdir.

Müxtəlif fiziki-kimyəvi üsullarla MLK-lərin tərkibi müəyyən edilmişdir.

**Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti.** Hidroksitiofenolların yüksək kompleksmələgətirici xassəyə malik olması kobaltın (II) ekstraksiyalı-spektrofotometrik təyini üçün yeni seçici üsulların işlənməsinə imkan vermişdir. Kobaltın hidrofob amin iştirakında TF və onun törəmələri ilə əmələ gətirdiyi MLK şəklində təyini üsulları yüksək seçiciliyə və həssaslığa malik olması ilə fərqlənir.

İşin praktiki əhəmiyyəti ondan ibarətdir ki, kobaltın (II) təyini üçün yeni effektiv, yüksək seçiciliyə malik, həssas ekstraksiyalı – spektrofotometrik üsullar işlənilib hazırlanmış və praktikaya tətbiq edilmişdir.

Kobaltın (II) MLK-lərinin analitik xarakteristikası onun müxtəlif materiallarda birbaşa təyin edilməsinə imkan verir. İşlənmiş üsullar kobaltın poladda, torpaqda və bitkidə təyininə tətbiq edilmişdir.

Kompleks birləşmələrin İQ spektroskopik və derivatoqrafik tədqiqinin nəticələri koordinasiya kimya kursunda mühazirə materiallarında məlumat materialları kimi istifadə oluna bilər.

**Dərc edilmə.** Dissertasiya işinin nəticələri 19 işdə, o cümlədən, 10 məqalə, 9 konfrans materialı və tezisdə öz əksini tapmışdır.

**Aprobasiya.** Dissertasiya işinin əsas nəticələri “Funksional monomerlər və xüsusi xassəli polimer materiallar: problemlər, perspektivlər və praktiki baxışlar” Beynəlxalq elmi konfransda (Sumqayıt, 2017, 2019), “Koordinasiya birləşmələr kimyası: Analitik kimyanın aktual problemləri. Akademik R.Ə. Əliyevanın 85 illiyinə həsr olunmuş Beynəlxalq elmi konfransda (Bakı, 2017), “Əczaçılıq və kimyanın müasir problemləri” Beynəlxalq iştirakçılarla VI, VII Ümumrusiya konfransında (Çeboksarı, 2017, 2018), “Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri” (Gəncə, 2018), Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 95-ci ildönümünə həsr olunmuş doktorant, magistr və gənc tədqiqatçıların “Kimyanın aktual problemləri” XII Beynəlxalq elmi konfransda (Bakı, 2018), Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 96-cı ildönümünə həsr olunmuş “Tədris prosesində elmi innovasiyaların tətbiqi yolları” mövzusunda Respublika - elmi praktik konfransda (Lənkəran,

2019), Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin 100 illiyinə həsr olunmuş “Kimya mühəndisliyinin aktual problemləri” Beynəlxalq elmi konfransda (Bakı, 2020) məruzə edilmişdir.

**İşinin strukturu və həcmi.** Dissertasiya girişdən, 4 fəsildən (ədəbiyyat icmalı daxil olmaqla), nəticədən, 265 adda istifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısından ibarət olmaqla 160 kompyuter səhifəsindən (238534 işarə) ibarətdir. Dissertasiya işində 23 cədvəl və 20 şəkil var. Girişdə mövzunun aktuallığı əsaslandırılmış, işin məqsədi və vəzifələri göstərilmiş, müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar şərh olunmuşdur. Ədəbiyyat xülasəsində (55474 işarə) kobaltın fotometrik, ekstraksiyalı-fotometrik və digər təyin üsullarına baxılmışdır. Kobaltın təbii obyektlərdə, sənaye nümunələrində və qida məhsullarında təyininin çətinlikləri; fotometrik təyin üsullarının həssaslığının və seçiciliyinin artırılması yolları göstərilmişdir. İkinci fəsildə (23215 işarə) kompleksmələgətirən reagentlərin bir sıra fiziki-kimyəvi xarakteristikası verilmişdir. Üçüncü fəsil (52120 işarə) kobaltın (II) hidrositiolfenollar və hidrofob aminlərlə MLK-lərinin əmələgəlmə şəraitinin, analitik və kimyəvi xassələrinin tədqiqinə həsr edilmişdir. MLK-lərin spektrofotometriya, İQ-spektroskopiya, termoqravimetriya və kimyəvi analiz üsulları ilə tədqiqi verilmişdir. Dördüncü fəsil (36142 işarə) kobaltın ekstraksiyalı-fotometrik təyini üsullarının hazırlanmasına və analitik tətbiqinə həsr olunmuşdur.

**Müəllifin şəxsi payı.** Dissertasiyada əksini tapmış bütün eksperimental nəticələr müəllifin özü tərəfindən alınmışdır. Məsələlərin qoyuluşu, təcrübələrin və sınaqların aparılması, eksperimental nəticələrin sistemləşdirilməsi, interpretasiyası və ümumiləşdirilməsi, materialın dərc edilməyə hazırlanması və elmi konfranslarda təqdim edilməsi müəllifin özü və ya bilavasitə iştirakı ilə yerinə yetirilmişdir.

## İŞİN QISA MƏZMUNU

**Dissertasiyanın giriş** hissəsində müdafiə olunan mövzunun aktuallığı və işin məqsədi verilmiş, elmi yeniliyi göstərilmişdir.

Ədəbiyyat icmalında kobalt(II)ionunun son zamanlara aid fotometrik, ekstraksiyalı-fotometrik və digər məlum təyini üsulları, həmçinin bu istiqamətdə yerinə yetirilmiş tədqiqat işləri verilmişdir.



Mürəkkəb tərkibli təbii, sənaye nümunələrində və qida məhsullarında kobaltın (II) təyininin çətinlikləri, fotometrik təyini üsullarının həssaslıq və seçiciliyinin artırılması yolları göstərilmişdir.

**İkinci fəsil**də su fazasının tarazlıq pH-nın qiyməti şüşə elektrodlu ionomer И-120.2 qurğusunda, rəngli məhlulların işıqudması КФК-2 fotokolorimetrində və СФ-26 spektrofotometrində müvafiq olaraq  $\ell=0.5$  və  $1.0$  sm qalınlıqlı küvetlərdə ölçülmüşdür. Sintez olunmuş maddələrin İQ spektrləri Specord M 80, UR-20, ALPHA İQ-Furye və “Bruker” (FRQ) spektrofotometrində çəkilmişdir. Sintez edilmiş reaktivlərin tərkibini NMR spektroskopiyaya üsulu ilə təyin etmək üçün onların  $^1H$  nüvə spektrləri «Bruker» (FRQ) firmasının istehsalı olan impulsu Fure spektrometrində,  $300.18$  MHz işçi tezliyində, otaq temperaturunda deuteriumlu benzol məhlulunda çıxarılmışdır. MLK-lərin termoqravimetrik analizi “Derivatoqraf 1500 D” cihazında aparılmışdır.

Məlum üsul əsasında TF sintez edilmiş və onların tərkibinin ehtimal edilən kimyəvi formula uyğun olması NMR- və İQ spektroskopiyaya üsulları və element analizi ilə müəyyən edilmişdir. Reagentlərin təmizliyinə qaz-mayə xromatoqrafiya vasitəsilə nəzarət edilmişdir.

TF molekulunda dissosiasiya etmək qabiliyyətinə malik iki turşu qrupu vardır. Kükürdün elektromənfiliyi, oksigenin elektromənfiliyindən az olsa da, birinci növbədə  $-SH$  qrupunun hidrogeni ayrılır. Bu həlledici molekulunun təsiri altında kükürd atomunun oksigen atomuna nisbətən daha asan polyarlaşması ilə əlaqədardır. TF məhlulda bir molekulyar ( $H_2R$ ) və iki ion ( $HR^-$ ,  $R^{2-}$ ) (HTBT və HTST bir molekulyar ( $H_3R$ ), üç ion:  $H_2R^-$ ,  $HR^{2-}$ ,  $R^{3-}$ ) formada ola bilər. pH 0-4-də reagent əsasən molekulyar  $-H_2R$  formada, pH 5-7 -də  $HR^-$  və pH 8-14-də  $R^{2-}$  formada olur. Məhlulda pH-ın sonrakı artımı  $-SH$  qrupunun dissosiasiyasına şərait yaradır. pH 8-14 də isə  $-OH$  qrupu dissosiasiyaya uğrayır.

HTF-də  $p$ -vəziyyətdə hidrogen atomunu  $-Cl$ ,  $-Br$ ,  $-J$ ,  $-COOH$ ,  $-SO_3H$ ,  $-NO_2$  qrupları ilə əvəz etdikdə onların mənfi induktiv effekt təsiri nəticəsində HTF törəmələrinin turşuluğu 2-hidroksitiofenola nisbətən daha yüksək olur. Ancaq halogen atomunun  $p\pi$ -orbitalının benzol nüvəsinin  $\pi$ -orbitalı ilə qarışması ölçüsü artdıqca turşuluq azalır. 2-hidroksitiofenolda hidrogen atomunu  $-NH_2$  qrupu ilə əvəz

etdikdə benzol nüvəsinin  $\pi$ -elektron sistemində parçalanma müşahidə olunur. Nəticədə HATF-nin turşuluğu HTF-ə nisbətən az olur.

Kompleksmələgətirici üzvi reagentləri turşuluq qabiliyyətinin azalması istiqamətində aşağıdakı sıraya düzmək olar: NHTF>HTST>HTBT>HYTF>HBTF>HXTF>HTF>HATF. Onların potensiometririk titrləmə üsulu ilə təyin edilmiş birinci və ikinci ionlaşma sabitləri belədir: HATF ( $pK_1=7.75$ ;  $pK_2=12.78$ ), HTF ( $pK_1=5.8$ ;  $pK_2=10.9$ ), HXTF ( $pK_1=5.1$ ;  $pK_2=10.6$ ), HBTF ( $pK_1=5.05$ ;  $pK_2=10.4$ ), HYTF ( $pK_1=5.0$ ;  $pK_2=10.2$ ), HTBT ( $pK_1=4.46$ ;  $pK_2=9.85$ ), HTST ( $pK_1=3.90$ ;  $pK_2=9.68$ ), NHTF ( $pK_1=3.50$ ;  $pK_2=9.72$ ).

TF -in ionlaşma sabitinin ( $pK_a$ ) məhlulun ion qüvvəsindən asılılığı  $pK_n=f(\mu)$   $\mu = 0 - 1$  intervalında xəttidir və aşağıdakı tənliyə uyğundur:

$$\text{HATF: } pK_1 = 7.75 - 0.62\sqrt{\mu}; \quad pK_2 = 12.78 - 0.48\sqrt{\mu}.$$

$$\text{HTF: } pK_1 = 5.65 - 0.53\sqrt{\mu}; \quad pK_2 = 11.21 - 0.35\sqrt{\mu}.$$

$$\text{HXTF: } pK_1 = 5.28 - 0.55\sqrt{\mu}; \quad pK_2 = 10.73 - 0.4\sqrt{\mu}.$$

$$\text{HBTF: } pK_1 = 5.26 - 0.67\sqrt{\mu}; \quad pK_2 = 10.53 - 0.42\sqrt{\mu}.$$

$$\text{HYTF: } pK_1 = 5.15 - 0.46\sqrt{\mu}; \quad pK_2 = 10.36 - 0.51\sqrt{\mu}.$$

$$\text{HTBT: } pK_1=4.46-0.18\sqrt{\mu}; \quad pK_2=9.85-0.63\sqrt{\mu}; \quad pK_3 = 11.84-0.19\sqrt{\mu}.$$

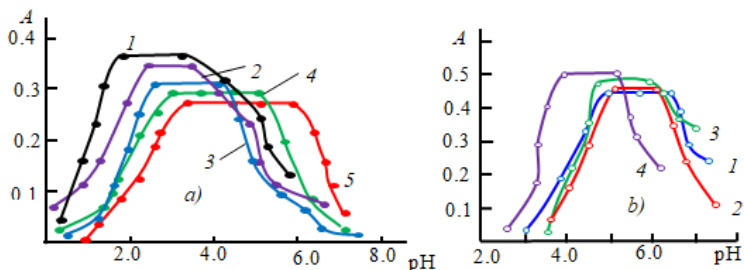
$$\text{HTST: } pK_1=3.90-0.39\sqrt{\mu}; \quad pK_2=8.68-0.43\sqrt{\mu}; \quad pK_3=10.71-0.14\sqrt{\mu}.$$

$$\text{NHTF: } pK_1=3.50-0.82\sqrt{\mu}; \quad pK_2=9.72-0.22\sqrt{\mu}.$$

**Üçüncü fəsildə** kobaltın(II) TF və Am ilə  $[\text{Co}(\text{TF})_2]^{2-}$ -Am tipli MLK-ləri tədqiq edilmişdir. MLK-lərin ekstraksiyası üçün korbohidrogenlərin halogenli törəmələri daha yaxşı ekstragent hesab olunur. MLK-ləri müxtəlif sinif üzvi həlledicilər – spirtlər, aromatik karbohidrogenlər, ketonlar, karbohidrogenlərin halogenli törəmələri ilə ekstraksiya etmək olar. Ekstragent kimi xloroform istifadə edildikdə tarazlıq sürətlə yaranır və Co(II) ionlarının MLK şəklində maksimum ekstraksiya dərəcəsi 98.4-98.8 % olur. MLK-lər benzol, toluol və ksillolla pis, efir və doymuş karbohidrogenlərlə isə ekstraksiya olunmur. Bəzi ketonlar əmələ gələn MLK-ləri dağıdır. Hidrofob aminlərin təbiəti ekstraksiya dərəcəsinə hiss olunacaq dərəcədə təsir etmir. Kobaltın üzvi fazada miqdarı reekstraksiyadan sonra 2-nitrozo-naftol-1 və pikroaminepsilon, onun su fazada qatılığı isə fərqə görə təyin edilmişdir.

Optimal pH 0.1 M NaOH,asetat və ya borat bufer məhlulu vasitəsilə yaradılmışdır. Co(II)-TF-Am MLK pH 0.3-10.0-də əmələ gəlir.

lır və optik sıxlıq pH 1.6-7.9 intervalında dəyişmir. Su fazasında pH <1.6 olduqda TF molekulunun ionlaşmış formasının qatılığının azalması ilə MLK ekstraksiyası azalır (şək. 1). pH >7.9 olduqda  $\text{Co}^{2+}$  ionları hidrolizə uğrayaraq, onun kompleks əmələ gətirən formasının qatılığının azalması nəticəsində kompleksin parçalanması baş verir.

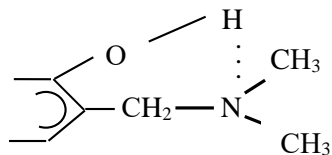


Şəkil 1. MLK-in əmələ gəlməsinə su fazasının pH-nın təsiri.

a) 1–Co-HNTF-An; 2–Co-HTBT-An; 3–Co-HTST-An; 4–Co-HXTF-An; 5–Co-HTF-An; b) 1–Co-HATF-AF<sub>2</sub>; 2–Co-HTF-AF<sub>2</sub>; 3–Co-HTBT-AF<sub>2</sub>; 4–Co-HNTF-AF<sub>2</sub>.  $C_{\text{Co(II)}} = 1.7 \times 10^{-5} \text{ M}$ ,  $C_{\text{TF}} = 2.0 \times 10^{-3} \text{ M}$ ,  $C_{\text{Am}} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ M}$ ,  $\lambda = 540 \text{ nm}$ .

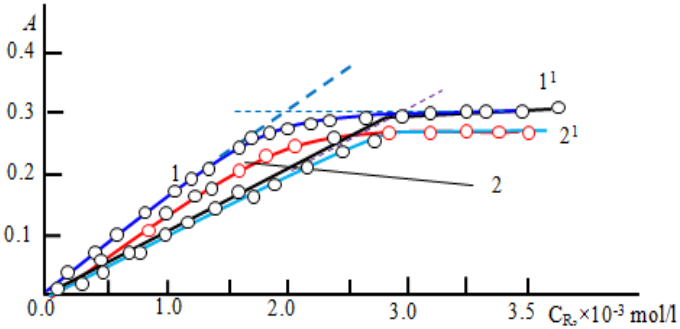
FAQ quruluşunu və təbiətini sabit saxlayıb, onun dissosiasiya qabiliyyətini artırmaqla, ekstraksiyanın baş vermə pH-ını ( $\text{pH}_{50}$ ) daha turş mühitə sürüşdürmək olar. Bu isə reagent molekulunun müəyyən sahəsinə elektrofil qrupların (-COOH, -NO<sub>2</sub>, -Cl, -Br, -J, -SO<sub>3</sub>H, -NH<sub>2</sub> və s.) daxil edilməsi ilə, yaxud kondensləşmiş polifenollarda olduğu kumi molekulun quruluşunu dəyişməklə mümkün ola bilər. H<sub>2</sub>R molekulunda -OH qrupuna nəzərən *p*-vəziyyətə -NO<sub>2</sub>, -Cl, -Br, -J, -SO<sub>3</sub>H, -NH<sub>2</sub> radikalını daxil edilməsi reagentin dissosiasiya qabiliyyətinə təsir edir. Nəticədə kobalt ionlarının TF ilə qarşılıqlı təsiri HATF-HTF-HXTF-HBTF-HYTF-HTBT-HTST-NHTF istiqamətdə daha turş mühitə yerini dəyişir və reaksiyanın seçiciliyi də yüksəlir.

Co(II)-TF-AF MLK-in əmələgəlmə və ekstraksiyası alkilaminlərə nisbətən pH-ın daha yüksək qiymətində əmələ gəlir. Bu, aminlərin əsaslıq xassəsilə deyil, şübhəsiz sterik faktorun təsiri ilə əlaqədardır. Aminofenollarda azot atomu -OH və alkil qrupları tərəfindən ekranlaşdığından (hidrogen rabitəsi), onların Co(II) -R anion kompleksinə birləşməsinə fəza çətinləşmələri əmələ gətirir. Mühitin



pH-nın artırılması, yəni turşuluğun azaldılması nəticəsində aminofenol molekulunda olan molekul daxili hidrogen rabitəsi qırılır və aminofenol kationu Co(II)-TF anionu ilə qarşılıqlı təsirdə olur.

MLK-lərin əmələ gəlməsi və ekstraksiyası üçün TF və Am qatılığı müvafiq olaraq  $(1.2-2.0) \times 10^{-3}$  M və  $(2.0-2.5) \times 10^{-3}$  M olmalıdır (şək.2). Kobaltın TF və hidrofob aminlərdən An, MAn iştirakı ilə MLK-lərin əmələ gəlməsi və ekstraksiyası aminlərin nisbətən daha yüksək qatılıq intervalında əmələ gəlir. Belə ki, An və MAn

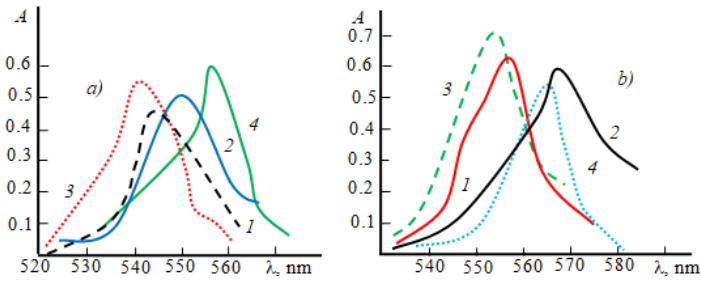


Şəkil 2. MLK əmələ gəlməsinə reagentlərin qatılığının təsiri  
1- HTBT, 1<sup>1</sup>-DFQ; 2- HTSA, 2<sup>1</sup>-An.

$C_{Co(II)} = 1.70 \times 10^{-5}$  mol/l, KFK-2,  $\lambda = 540$  nm,  $\ell = 0.5$  sm.

kompleks əmələ gəlmədə iştirak etməklə yanaşı, həm də bufer xassəsinə malik olur. Məhlulda onlar artıq miqdarda olan turşunun neytrallaşmasında iştirak edirlər. Kobaltın rəngli MLK-ləri kompleks əmələgətirən reagentləri qarışdırdıqdan bir qədər sonra əmələ gəlir və 72 saat müddətində komplekslərin optik sıxlığı dəyişmir.

Co(II) TF və Am komplekslərindən Co-HTF-An, Co-HXTF-An, Co-HTSA-An, Co-HTBA-An, Co-HNTF-An, Co-HNTF-DFA, Co-HNTF-AF<sub>2</sub>, Co-HTBT-Dip xloroform ekstraktlarının elektron spektrləri  $A = f(\lambda)$  qrafiki asılılığı şək. 3-də verilmişdir. Göründüyü kimi Co(II)-TF-Am komplekslərin xloroform ekstraktları 520-620 nm dalğa uzunluğunda maksimum işıq udur. MLK-lər əmələ gələn zaman 250-290 nm batoxrom yerdəyişmə müşahidə olunur. Yalnız

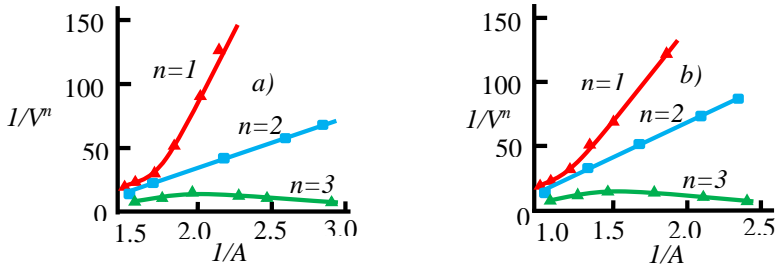


Şəkil 3. MLK-lərin xloroform ekstraktlarının udma spektrləri.

a) 1. Co-HTF-An; 2. Co-HXTF-An; 3. Co-HTSA-An; 4. Co-HTBA-An.

b) 1. Co-HNTF-An; 2. Co-HYTF-o-Tol; 3. Co-HNTF-AF<sub>2</sub>; 4. Co-HTBT-Dip.  $C_{Co(II)} = 1.7 \times 10^{-5}$  M,  $C_{TF} = 2.0 \times 10^{-3}$  M,  $C_{Am} = 2.5 \times 10^{-3}$  M,  $pH_{opt} = 4.5-8.3$ ,  $C\Phi-26$ ,  $\ell = 1.0$  sm.

Co-HTBT-Dip kompleksi 620 nm dalğa uzunluğunda maksimum işıq udur. Bu da qarışıq sferal MLK əmələ gəldiyini göstərir. MLK komponentlərin molyar nisbəti nisbi çıxım, düz xətt və tarazlığın yerdəyişməsi üsulları ilə müəyyən edilmişdir. Kompleks əmələgəlmədə hidrofob amin kimi DFQ, TFQ, DFA, TFA, AF<sub>1</sub>, AF<sub>2</sub>, AF<sub>3</sub>, AF<sub>4</sub> və AF<sub>5</sub> iştirak etdikdə komponentlərin molyar nisbəti Co:TF:Am=1:2:2 (şəkl. 4), AF<sub>6</sub> və AF<sub>7</sub> kompleksəmələgəlmədə iki dəfə protonlaşmış şəkildə iştirak etdiyindən bu nisbət 1:2:1 kimi olmuşdur. Kompleks



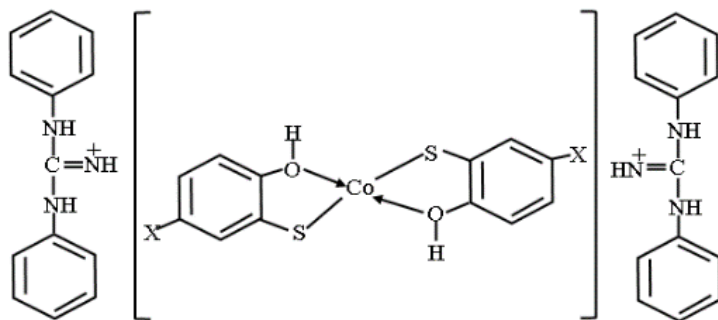
Şəkil 4. Co(II)- HNTF- DFQ MLK tərkibinin düz xətt üsulu ilə təyini.

a) HNTF:Co; b) DFQ:Co.  $C_{Co} = 1.70 \times 10^{-5}$  M,  $pH = 5$ ,  $C\Phi = -26$ ,  $\lambda = 560$  nm,  $\ell = 1$  sm.

əmələgəlmədə hidrofob amin kimi *o*-, *m*-, *p*-Ksil, *o*-, *m*-, *p*-Tol, An və mAn iştirak edərsə komponentlərin molyar nisbəti Co:TF: Am=

1:2:4 kimi olmuşdur. Kompleksəmələgəlmədə Dip iştirak etdikdə, komponentlərin molyar nisbəti Co:TF:Dip=1:1:2 kimi olmuşdur. Bütün hallarda alınan nəticələr bir-birini təsdiq etmişdir. Kompleks əmələgəlmədə HTST iştirak etdikdə sulfoqrupun yükünün neytrallaşması üçün daha iki molekul Am tələb olunur. Bu halda MLK komponentlərin molyar nisbəti Co:HTST:Am=1:2:4 kimi olacaqdır.

Komponentlərin molyar nisbətini, mərkəzi ionun, reagentlərin məhlulda vəziyyətini və reaksiya nəticəsində ayrılan hidrogen ionlarının sayını nəzərə alaraq MLK tərkibini aşağıdakı kimi təsəvvür etmək olar:

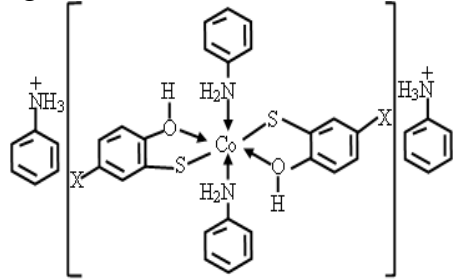
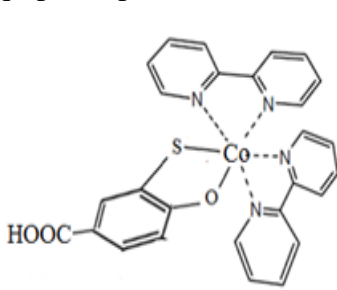


Burada X = -H; -NH<sub>2</sub>; -Cl; -Br; -I; -COOH, -SO<sub>3</sub>H, -NO<sub>2</sub>

Mərkəzi atomun koordinasiya sferasına daxil olan liqandların hamısının identik olmasından asılı olaraq homogen və heterogen ola bilər. Əgər məhlulda metal ionu və ən azı iki müxtəlif liqand mövcud olarsa, onda qarışıq sferalı kompleksin əmələgəlmə ehtimalı mümkündür. Co<sup>2+</sup> TF və hidrofob aminlərdən An, MAn, *o*-, *m*-, *p*-Ksil, *o*-, *m*-, *p*-Tol və Dip ilə qarışıq sferalı digər hallarda isə xarici sferalı MLK-lər əmələ gətirir. II növ komplekslərin udma spektrləri eyniliqanlı komplekslərin udma spektrləri ilə yaxın olduğu halda, I növ komplekslərin udma spektrləri eyniliqanlı komplekslərin udma spektrlərindən fərqlənir. II növ komplekslərin udma spektrlərinin eyniliqanlı komplekslərdən fərqlənməsi, görünür həlledicinin təsiri və liqandlararası qarşılıqlı əlaqənin nəticəsidir.

An, mAn, *o*-, *m*-, *p*-Kis, *o*-, *m*-, *p*-Tol və Dip nisbətən turş mühitdə protonlaşdığından (pK<sub>NH<sup>+</sup></sub> = 4.4-5.0) komplekslərin əmələ gəldiyi şəraitdə, hər iki formada – həm protonlaşmış, həm də neytral molekul şəklində mövcud olur. I qrup komplekslərdə hidrofob amin-

lər sterik cəhətdən əlverişli olduğundan kompleksin daxili sferasına keçərək, kobalt ionu ilə koordinasiya edir. Bu tip komplekslərdə hidrofob aminlərin bir hissəsi isə xarici sferada anion kompleksin yükünü neytrallaşdırıb onun xloroformda həll olmasını asanlaşdırır. Bu qrup komplekslərin tərkibini belə göstərmək olar:



Burada X = -H; -NH<sub>2</sub>; -Cl; -Br; -J; -COOH; -SO<sub>3</sub>H; -NO<sub>2</sub>

MLK əmələ gəlməsi reaksiyası zamanı Co<sup>2+</sup> ionunun hidroliz prosesi getmir. Bu isə Co<sup>2+</sup>-TF rəbitəsinin Co<sup>2+</sup>-OH rəbitəsindən davamlı olduğunu göstərir. Co<sup>2+</sup> ionu TF ilə anion tipli [Co(TF)<sub>2</sub>]<sup>2-</sup> komplekslər əmələ gətirir. Anion komplekslər protonlaşmış Am ilə birləşərək MLK əmələ gətirir. Co(II)-nin məhlulda kompleksəmələgətirici ion forması Nazarenko üsulu ilə müəyyən edilmişdir. Kobaltın kompleksəmələgətirən forması Co<sup>2+</sup> ionu olub, hər TF molekulundan bir H<sup>+</sup> ionu çıxarır (2n=2). Tək elektrona malik Co<sup>2+</sup> ionu tetraedrik kompleks əmələ gətirir. Bu kompleks özlərinə əlavə liqand birləşdirərək oktaedrik kompleksə çevrilir. MLK-lər xloroformda polimerləşməyib, monomer halındadır ( $\gamma = 1.01-1.07$ ).

Kobaltı reekstraksiya etmək məqsədi ilə MLK-lərin dağıdılması üçün H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>OH, turşu və qələvi məhlullarından istifadə edilmişdir. Reekstragent kimi NH<sub>4</sub>OH məhlulundan istifadə edildikdə pH 7-8-də kobaltın reekstraksiyası kifayət qədər effektiv olur. Məhlulun pH-ı artırıqda kobaltın reekstraksiyası ani olaraq baş verir. Reekstraksiyanın optimal şəraitində reekstraksiyaedici məhlulda ammoniyakın qatılığı 0.25-0.35 M və ya pH 7.40-8.63 olmuşdur.

Hidroksitiyofenol və törəmələri reduksiyaedici xassəyə malik olduğundan MLK əmələ gələn şəraitdə məhlulda ancaq kobalt(II) ionu olacaqdır. Qui üsulu ilə 7200 e maqnit sahəsi gərginliyində kompleks

birleşmə məhlulunun maqnitə cəzb olunmasının ölçülməsi kobaltın valent vəziyyəti haqqında məlumat verir. Alınan nəticələr, kompleks birleşmə məhlulunun paramaqnit olduğunu göstərir. Bu isə kompleksdə kobaltın ikivalentliliyini təsdiq edir.

Co(II)-TF-Am bərk halda alınmış, kimyəvi və İQ-spektroskopik analiz üsulları ilə tədqiq edilmişdir. Tədqiqatların nəticələri bu qənaətə gətirir ki, ekstraksiya olunan MLK komponentlərin nisbəti spektrofotometrik üsullarla alınan nəticələri təsdiq edir.

$2390 \text{ sm}^{-1}$  tezliyində udma zolağı hidrofob aminin protonlaşmasını göstərir. TF-nin İQ-spektrindəki maksimumu  $3480 \text{ sm}^{-1}$ -ə yaxın olan  $3600\text{-}3200\text{sm}^{-1}$  sahəsindəki, enli intensiv udma zolağı MLK-də itir və  $3100\text{-}3000 \text{ sm}^{-1}$  oblastında enli zolağın meydana çıxması onu göstərir ki, -OH qrupu metalla koordinasiya rabitənin əmələ gəlməsində ionlaşmış halda iştirak edir. TF-nin İQ-spektrində  $2600\text{-}2580 \text{ sm}^{-1}$  sahəsindəki -SH qrupuna aid xarakterik udma zolağı MLK-də itir. Deməli, -SH qrupu metalla kimyəvi rabitə yaradır.

MLK termoqramimetrik analizi  $20^{\circ}\text{-}1000^{\circ}\text{C}$  temperatur intervallında aparılmışdır. MLK-lər üç mərhələdə termiki parçalanmağa məruz qalır. Co-HATF-AF<sub>1</sub> kompleks  $90^{\circ}\text{C}$  -yə qədər termiki davamlıdır.  $90^{\circ}\text{-}110^{\circ}\text{C}$ -də su ayrılır və kütlə 5.09 % itir. Hidrofob amin metal ionu ilə birbaşa koordinasiya etmədiyindən termiki parçalanmanın ( $385^{\circ}\text{-}450^{\circ}\text{C}$ ) ikinci mərhələsi 39.88% kütlə itkisi ilə onun ayrılmasına uyğundur.  $540^{\circ}\text{-}590^{\circ}\text{C}$ -də HATF parçalanaraq ayrılması 46.67 % kütlə itkisinə səbəb olur. Termolizin son məhsulu CoO olur.

[Co(HTBT)(Dip)<sub>2</sub>] kompleksi kobaltın dipiridil kompleksi ilə HTBT arasında mübadilə reaksiyası əsasında alınmışdır. Bunun üçün  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (0.124q. 626 mmol) duzunun 10 ml etanol məhlulu ilə dipiridilin 10 ml etanol məhlulu (0.294q. 1.88 mmol) qarışdırılmışdır. Alınmış birleşmənin tünd qonur rəngli monokristalları suda və bir çox üzvi həlledicilərdə həll olmur. Mineral turşularda isə kompleksin həll olması ilə o həll olur. Rentgen quruluş analiz üsulu ilə kobalt-HTBT-Dip kompleksinin monokristal tədqiq edilmişdir.

Spektrofotometrik üsullarla komplekslərin molyar işıqudma əmsalı, davamlılıq sabitləri, tarazlıq və ekstraksiya sabitləri hesablanmışdır (cədvəl 1).



TF molekulunda FAQ turşu-əsas xassələrinin və kompleksəmələgəlmənin  $pH_{50}$  öyrənilməsi və müqayisəsi  $\Delta pK_1$ - $\Delta pH_{50}$  tipli miqdari korrelyasiyanı, başqa sözlə, -SH qrupunun turşu-əsas xassələrinin kompleksəmələgəlmə  $pH$ -na təsirini müəyyən etməyə imkan verir.  $\Delta pK_{SH}$  əvəz olunmamış reagent və onun əvəz olunmuş analoqunun  $pK_{SH}$  fərqidir.  $\Delta pH_{50}$  əvəz olunmamış reagent və onun əvəz olunmuş analoqunun kompleksəmələgəlmə  $pH_{50}$  fərqidir.  $\Delta pK_1$ - $\Delta pH_{50}$  korrelyasiyasının qrafiki şəkl. 3-də verilmişdir. Reagentin turşu xassələrinin ( $\Delta pK_1$ ) azalması kompleksəmələgəlmə  $pH$ -nı ( $\Delta pH_{50}$ ) daha zəif turş mühitə tərəf dəyişir. Alınan korrelyasiya asılılığı belədir:

$$\Delta pH_{50} = 0.692 \times \Delta pK_1 - 0.115 \text{ və ya } \Delta pK_1 = \frac{\Delta pH_{50} + 0.115}{0.692}$$

$\Delta pK_1$ - $\Delta pH_{50}$  korrelyasiya asılılığı göstərir ki, öyrənilən komplekslərin fiziki-kimyəvi xassələri ( $pH_{50}$ ) reagentlin xassələrindən ( $pK_1$ ) və əvəzedicinin təbiətindən asılıdır. MLK-lərin tarazlıq və ekstraksiya sabitləri də  $pK_{SH}$  ilə korrelyasiya asılılığına malikdir:

$$\lg K_t = \frac{pK_{SH} - 0.589}{0.798} \lg K_{ek} = \frac{pK_{SH} - 0.355}{0.538}$$

Kompleksəmələgətirən reagentlərin  $pK_{SH}$  artması ilə  $\lg K_t$  və  $\lg K_{ek}$  artır. MLK davamlılıq sabitli ( $\lg \beta$ ) və reagentlərin dissosiasiya sabitləri  $pK_{SH}$  kəmiyyətlər arasında korrelyasiya asılılığı vardır:

$$pK_{SH} = 1.173 \lg \beta - 9.05 \text{ və ya } \lg \beta = \frac{pK_{SH} + 9.05}{1.173}$$

$pK_1 - \lg \beta$  korrelyasiya asılılığı (şəkl. 5) göstərir ki,  $pK_{SH}$  azalması ilə komplekslərin davamlılığı azalır.

Müxtəlif əvəzedicilərin daxil edilməsi ilə reagentin FAQ turşu-əsas xassələri və kompleksəmələgəlmənin optimal  $pH$  dəyişir. OH-qrupuna nəzərən  $p$ -vəziyyətə daxil edilən əvəzedicilərin miqdarı təsirini Hammetin induksiya sabitləri ( $\sigma_n$ ) ilə xarakterizə etmək olar.

Müəyyən edilmişdir ki, kompleksəmələgəlmə  $pH_{50}$  və  $pK_{SH}$  Hammet sabitləri ilə korrelyasiya edir:

$$pK_{SH} = 5.80 - 2.95 \sigma_n \quad (r=0,98) \text{ və } pH_{50} = 5.18 - 1.04 \sigma_n \quad (r=0,98)$$

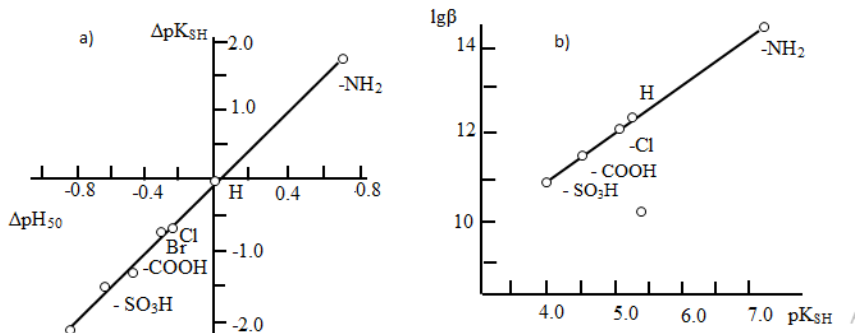
Alınmış xətti korrelyasiya asılılıqlarından nəticələrin düzgünlüyünün təsdiqi, habelə hələ sintez olunmamış müxtəlif əvəzediciyə malik

## Cədvəl 1

Kobaltın(II) 2-hidroksotiofenol, onun törəmələri (halogen, -NH<sub>2</sub>, - SO<sub>3</sub>H, -COOH və -NO<sub>2</sub>) və hidrofob aminlərlə müxtəlifliqandlı komplekslərinin əmələgəlmə şəraiti, bəzi fiziki - kimyəvi, optik və analitik xassələri

Birləşmə	pH		λ <sub>max.</sub> nm	ε×10 <sup>4</sup>	lgK <sub>kar</sub>	lgK <sub>ek</sub>	lgβ	R.%	lgD
	əmələgəlmə və ekstraksiya	optimal							
Co-HATF-An	2.5-7.2	4.6-6.3	538	2.37	8.97	12.94	14.32	99.6	2.96
Co-HATF-mAn	2.5-7.3	4.7-6.4	540	2.48	8.85	12.70	14.45	99.7	3.12
Co-HATF-AF <sub>3</sub>	2.4-7.4	4.5-6.3	538	2.73	8.32	13.08	14.73	98.8	2.52
Co-HTF-An	1.8-6.9	4.5-6.1	545	2.58	6.53	10.12	12.70	98.8	2.52
Co-HTF-mAn	1.9-7.0	4.6-6.2	550	2.71	6.66	10.18	12.80	99.1	2.64
Co-HTF-AF <sub>2</sub>	2.5-7.2	4.9-6.3	548	2.76	6.74	12.46	10.57	99.5	2.90
Co-HXTF-An	1.7-6.7	4.3-5.9	552	2.89	5.65	8.81	12.06	99.2	2.69
Co-HXTF-mAn	1.8-7.8	4.5-6.0	560	2.97	5.58	9.05	12.02	98.8	2.52
Co-HBTF-An	1.5-6.5	4.5-5.7	554	2.93	5.59	8.72	12.02	98.6	2.96
Co-HBTF-m-Ksil	1.4-6.5	3.9-4.9	550	3.44	5.83	9.07	12.43	98.6	2.45
Co-HYTF-An	1.3-6.4	4.5-5.6	555	3.36	5.52	8.63	11.95	98.3	2.36
Co-HYTF-o-Tol	2.0-10.0	3.2-7.9	568	3.50	5.58	9.56	11.59	98.4	2.39
Co-HTBT-An	0.9-7.2	4.1-5.5	556	3.49	4.85	7.63	11.51	98.8	2.51
Co-HTBT-DFQ	0.4-9.8	2.8-6.9	542	3.90	4.92	8.67	11.95	98.3	2.36
Co-HTBT-AF <sub>2</sub>	2.3-6.7	3.9-5.9	560	2.93	4.71	11.27	10.22	98.4	2.39
Co-HTBT-Dip	0.9-7.5	3.4-6.8	620	4.10	4.65	8.85	13.10	97.6	2.21
Co-HTST-An	0.7-6.6	3.9-5.2	540	3.12	4.15	6.59	11.04	97.7	2.23
Co-HTST-AF <sub>1</sub>	2.8-6.9	4.2-5.6	550	2.85	4.19	10.10	10.21	97.6	2.21
Co-HNTE-An	0.5-6.9	3.6-5.0	558	3.60	3.65	5.84	10.68	97.2	2.14
Co-HNTE-AF <sub>1</sub>	2.0-6.1	3.3-5.3	562	2.96	3.66	8.68	10.93	97.6	2.21

digər törəmələrin ionlaşma sabitini proqnozlaşdırmaq üçün istifadə oluna bilər. Alınan korrelyasiyalar təsdiq edir ki, əmələ gələn komplekslərin xassələri reagentlərin –SH qrupunun turşu-əsas xassələrinədən asılıdır. Elektrodonor əvəzədicilərin daxil edilməsi ilə, başqa sözlə, reagentin FAQ turşu xassələrinin azalması ilə komplekslərin davamlığı artır,  $pH_{opt}$  və  $pH_{50}$  isə daha zəif turş mühitə doğru dəyişir.



Şəkil 5. Co(II)-TF-An kompleksləri üçün  $\Delta pK_{SH}$  və  $\Delta pH_{50}$  (a) və  $lg\beta$  və  $pK_1$  arasında (b) korrelyasion asılılıq.

**Dördüncü fəsildə** kobaltin(II) TF, onun törəmələri və Am ilə ekstraksiyali-fotometrik təyini və tədqiqat nəticələrinin təbii və sənaye obyektlərində tətbiqi verilmişdir. Kobalt(II) TF və Am ilə MLK-ləri yüksək həssas və kifayət qədər davamlı birləşmələr olub, gün ərzində optiki sıxlığını dəyişmirlər. Tədqiq olunmuş Co(II)-TF-Am sistemlərin analitik imkanlarının müqayisəsindən məlum olur ki, HNTF ilə reaksiyanın seçiciliyinin az olmasına baxmayaraq həssaslıq və kontrastlığına görə digərlərindən daha üstündür. Ona görə də analitik forma kimi Co(II)-HNTF-Am kompleksləri seçilmiş, onlar əsasında kobalt ekstraksiyali-fotometrik təyini üsulu işlənmişdir. Kompleksmələgətirən reagent kimi HTF, HXTF, HTST, HTBT, HBTF, HNTF, HATF, HYTF və hidrofob aminlərdən: An, mAn, Dip, DFQ, TFG, DFA, TFA, AF<sub>1</sub>, AF<sub>2</sub>, AF<sub>3</sub>, AF<sub>4</sub>, AF<sub>5</sub>, AF<sub>6</sub>, AF<sub>7</sub>-nin kobalt ilə MLK spektrofotometrik tədqiq edilmişdir.

Kobalt(II) TF və Am ilə MLK şəklində təyininin dərəcəli əyri tənliyi ən az kvadratlar üsulu ilə hesablanmış, Ber qanununa tabe olma intervalı və digər parametrləri müəyyən edilmişdir (cədvəl 2).

## Cədvəl 2

**Kobaltın(II) TF və Am ilə MLK-nin təyin olunma üsullarının analitik xarakteristikası**

Birləşmələr	Dərəcəli ayırma qurulumu şəraiti		Ber qanunu təyinatə olma inter-valı, mkq/5 ml	Minimum təyinatə olma həddi, mkq/ml; (S <sub>r</sub> )	Dərəcəli ayırma tənzimiyi
	pH <sub>op</sub>	M, C <sub>TF</sub> × 10 <sup>-3</sup>			
Co-HATF-An	4.6-6.3	1.15	1.40-17	0.0169(0.033)	0.0069x+0.023
Co-HATF-mAn	4.7-6.4	0.96	1.38-17	0.0104(0.045)	0.0122x+ 0.026
Co-HATF-AF <sub>3</sub>	4.5-6.3	0.95	0.6-16	0.0120(0.032)	0.0214x+0.037
Co-HATF-AF <sub>4</sub>	4.2-5.8	1.92	0.2-20	0.0152(0.039)	0.0082x+0.028
Co-HTF-An	4.5-6.1	1.01	1.35-98	0.0098(0.026)	0.01252x+0.054
Co-HTF-mAn	4.6-6.2	0.91	0.4-24	0.0152(0.039)	0.01252x+0.054
Co-HTF-AF <sub>2</sub>	4.9-6.3	1.11	0.6-16	0.0125(0.035)	0.0107x+0.045
Co-HXTF-An	4.3-5.9	0.99	0.2-20	0.0136(0.028)	0.0092x+0.028
Co-HXTF-mAn	4.5-6.0	0.87	0.2-17	0.0154(0.034)	0.0068x+0.064
Co-HBTF-An	4.5-5.7	0.95	0.6-18	0.0124(0.042)	0.0099x+0.035
Co-HBTF-m-Ksil	3.9-4.9	0.93	0.6-20	0.0120(0.026)	0.0107x+0.037
Co-HYTF-An	4.5-5.6	1.12	1.34-20	0.0099(0.024)	0.0129x+0.019
Co-HYTF-o-Tol	3.2-7.9	1.02	1.34-19	0.0159(0.029)	0.0076x+0.036
Co-HTBT-An	4.1-5.5	0.87	0.6-21	0.0128(0.036)	0.0104x+0.043
Co-HTBT-DFQ	2.8-6.9	0.91	0.8-16	0.0106(0.020)	0.0120x+0.021
Co-HTBT-AF <sub>2</sub>	3.9-5.9	1.03	1.30-20	0.0125(0.033)	0.0102x+0.021
Co-HTBT-Dip	3.4-6.8	0.86	0.6-15	0.0102(0.038)	0.0124x+0.030
Co-HTST-An	3.9-5.2	0.90	0.4-24.5	0.0162(0.022)	0.0073x+0.022
Co-HTST-AF <sub>1</sub>	4.2-5.6	1.18	1.25-20	0.0120(0.032)	0.0214x+0.037
Co-HNTF-An	3.6-5.0	0.98	0.1-22	0.0209(0.022)	0.0118x+0.020
Co-HNTF-AF <sub>1</sub>	3.3-5.3	0.97	1.0-18	0.0131(0.040)	0.0096x+0.027

Kobalt(II) TF və Am ilə əmələ gətirdiyi rəngli komplekslərin molyar udma ( $\epsilon$ ) əmsalı ilə qurulmuş dərəcəli qrafiklərin bucaq əmsalı ( $a$ ) arasında xətti asılılıq vardır. Dərəcəli əyrinin qrafiki kobaltın(II) 0.2-24.5 mkq/ml intervalında xəttidir. Dərəcəli əyrinin meyl bucağını reaksiyanın həssaslıq kriteriyası kimi qəbul etsək, MLK həssaslığına görə aşağıdakı sıraya düzmək olar: Co-HNTF-DFQ > Co-HTBT-DiP > Co-HBTF-o-Ksil > Co-HBTF-*m*-Ksil > Co-HBTF-*p*-Ksil > Co-HTBA-DFQ > Co-HNTF-MAn > Co-HNTF-An > Co-HTBA-MAn > Co(II)-HITF-o-Tol > Co-HTBT-An > Co(II)-HYTF-*m*-Tol > Co-HTST-MAn > Co-HTST-An > Co-HBTF-o-Tol > Co-HBTF-*m*-Tol > Co-HBTF-*p*-Tol > Co-HNTF-AF<sub>2</sub> > Co-HXTF-*m*An > Co-HNTF-AP<sub>1</sub> > Co-HTBT-AF<sub>2</sub> > Co-HTBT-AF<sub>1</sub> > Co-HXTF-An > Co-HTST-AF<sub>1</sub> > Co-HTST-AF<sub>2</sub> > Co-HTF-AF<sub>2</sub> > Co-HTF-MAn > Co-HTF-AF<sub>1</sub> > Co-HATF-AF<sub>2</sub> > Co-HATF-AF<sub>1</sub> > Co-HTF-An > Co-HNTF-TFA > Co-HNTF-DFA.

TF törəmələri öz aralarında müqayisə edilərsə, onda reaksiyanın həssaslığı HTBT>HTST>HNTF>HYTF>HXTF>HBTF>HTF>HATF olar. Eyni sinif hidrofob amin götürüldükdə reaksiyanın həssaslığı hidrofob aminin molekul kütləsi artdıqca artır.

Co(II) ionlarının MLK şəklində minimum təyinetmə həddi  $P = 0.95$  olduqda 0.0088-0.0218 mkq/ml olmuşdur (cədvəl 2). Kobalt(II) TF və Am ilə ekstraksiyalı-fotometrik təyini üçün işlənmiş üsullarının metroloji xarakteristikaları və təyinatın aşağı sərhəddinə uyğun nisbi standart kənar çıxmanın qiyməti hesablanmışdır (cədvəl 2). Kobaltın(II) TF və Am ilə MLK şəklində təyini zamanı nisbi standart kənar çıxmanın qiyməti 0.011-0.056-dən böyük olmur. Bu da yeni işlənmiş üsullarla kobaltın(II) təyini zamanı sistematik səhvlərin olmadığını və onların yüksək təkrarlıq və etibarlığa malik olduğunu göstərir.

Kobalt(II) TF və Am ilə MLK-lər şəklində təyininə kənar ionların və pərdələyici maddələrin təsiri öyrənilmişdir. Kobaltın təyininə qələvi, qələvi-torpaq, NT elementləri, bəzi anionlar F<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> və CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> mane olmur. SCN<sup>-</sup> az miqdarı 50 ml məhlulda molibdenin mikromiqdarını pərdələyir. Kobalt(II)

təyinin seçiciliyi pərdələyici maddələrin iştirakı ilə kifayət qədər artır. Fe(III) və Ti(IV) ionlarının maneçiliyi askorbin turşusu, Cu(II)-yodid ionu, Nb(V)-oksalat ionu, W(VI)- limon turşusu ilə aradan qaldırır. 0.01 M EDTA məhlulundan istifadə etdikdə təyinatda Ti(IV), V(IV), Nb(V), Ta(V) və Fe(III) ionları mane olmur. Hg(II) ionunun maneçiliyi onu  $S_2O_3^{2-}$  ionları ilə reduksiya etməklə aradan qaldırılmışdır.

Kobaltın(II) ekstraksiyalı-fotometrik təyini üçün təklif edilmiş üsullarla alınmış nəticələrin dəqiqliyini və etibarlılığını müəyyən etmək məqsədi ilə onların əsas spektrofotometrik xarakteristikaları ədəbiyyatdan məlum olan üsullarla müqayisə edilmişdir. Kobaltın(II) TF və Am ilə MLK şəklində təyini üsulları əvvəlki üsullardan həssaslığına, seçiciliyinə görə geri qalmır, hətta bəzi hallarda bir sıra analitik parametrlərinə görə onlardan üstündür. Belə ki, kobaltın(II) TF və Am ilə MLK şəklində təyin oluna bilən qatılıq intervalına və həssaslığına görə əvvəlki üsullarlardan kəskin fərqlənir. Maksimum işıqudma daha böyük dalğa uzunluğu tərəfə yerini dəyişir. Bu da təklif edilmiş üsulların mürəkkəb tərkibli obyektlərdə kobaltın(II) TF və Am ilə MLK şəklində mikromiqdarının birbaşa ekstraksiyalı-fotometrik təyini üçün istifadə etməyin mümkün olduğunu göstərir.

**Kobalttərkibli obyektlərin analizində tədqiqatların nəticələrinin praktik tətbiqi.** Kobalt(II) TF və Am ilə dəqiqlik və seçiciliyi ilə fərqlənən, təkrar olunan və səhih nəticələr almağa imkan verən ekstraksiyalı-fotometrik təyini üsulları işlənilmiş və bir-birilə müqayisə edilmişdir. Seçilmiş ən etibarlı üsullar mürəkkəb tərkibli təbii və sənaye obyektlərində (standart nümunələr, torpaq), qida məhsullarında kobaltın miqdarının təyininə tətbiq edilmişdir (cədvəl 3). Nəticələrə nəzarət üçün nitroksaminazo, nitrazon  $\Phi$  üsulları ilə kobalt təyin edilmişdir.

Analiz olunmuş bitki nümunəsində kobaltın miqdarı əvvəlcədən qurulmuş dərəcəli qrafiklərə əsasən təyin edilmişdir(cədvəl 4).

### Cədvəl 3.

Kobaltın standart və təbii nümunələrdə təyininin nəticələri  
( $n = 5; p = 0.95$ )

Birləşmə	Standart nümunə	Pasporta görə, Co, %	Tapılmışdır Co, %	$\bar{X} \pm \frac{t_p S}{\sqrt{n}}$
HTBT-Dip	standart torpaq CT-1A	0.0046	$4.623 \times 10^{-3}$	$(4.623 \pm 0.041) \times 10^{-3}$
HNTF -An			$4.616 \times 10^{-3}$	$(4.616 \pm 0.053) \times 10^{-3}$
HATF-AF <sub>1</sub>			$4.598 \times 10^{-3}$	$(4.598 \pm 0.066) \times 10^{-3}$
HTST-AF <sub>1</sub>			$4.609 \times 10^{-3}$	$(4.609 \pm 0.042) \times 10^{-3}$
HXTF-An	standart torpaq CГД-1A	0.0040	$4.091 \times 10^{-3}$	$(4.091 \pm 0.055) \times 10^{-3}$
HTST -An			$4.099 \times 10^{-3}$	$(4.099 \pm 0.061) \times 10^{-3}$
HTST-AF <sub>1</sub>			$4.082 \times 10^{-3}$	$(4.082 \pm 0.039) \times 10^{-3}$
HYTF- o-Tol			$3.999 \times 10^{-3}$	$(3.999 \pm 0.042) \times 10^{-3}$
HATF-AF <sub>1</sub>	standart torpaq CГX-3	0.0030	$2.997 \times 10^{-3}$	$(2.997 \pm 0.071) \times 10^{-3}$
HNTF-AF <sub>1</sub>			$3.095 \times 10^{-3}$	$(3.095 \pm 0.058) \times 10^{-3}$
HNTF -An			$3.002 \times 10^{-3}$	$(3.002 \pm 0.043) \times 10^{-3}$
HTBT-Dip			$3.004 \times 10^{-3}$	$(3.004 \pm 0.026) \times 10^{-3}$
HTST -An	*Torpaq	-	$9.224 \times 10^{-4}$	$(9.224 \pm 0.102) \times 10^{-4}$
HTST-AF <sub>1</sub>			$9.437 \times 10^{-4}$	$(9.437 \pm 0.607) \times 10^{-4}$
nitrozo-R-duzu			$8.909 \times 10^{-4}$	$(8.909 \pm 0.130) \times 10^{-4}$
nitroksaminazo			$9.126 \times 10^{-4}$	$(9.126 \pm 0.351) \times 10^{-4}$
nitrazon Φ			$9.183 \times 10^{-4}$	$(9.183 \pm 0.383) \times 10^{-4}$
HXTF-An	*CO 1726	0.064	$6.401 \times 10^{-2}$	$(6.401 \pm 0.084) \times 10^{-2}$
HTST -An			$6.4031 \times 10^{-2}$	$(6.431 \pm 0.078) \times 10^{-2}$
HTST-AF <sub>1</sub>			$6.411 \times 10^{-2}$	$(6.411 \pm 0.076) \times 10^{-2}$
HATF-AF <sub>1</sub>			$6.409 \times 10^{-2}$	$(6.409 \pm 0.068) \times 10^{-2}$
HNTF-AF <sub>1</sub>	HMII 2,5/M 627x	0.055	$5.501 \times 10^{-2}$	$(5.501 \pm 0.049) \times 10^{-2}$
HNTF -An			$5.506 \times 10^{-2}$	$(5.506 \pm 0.065) \times 10^{-2}$
HTBT-Dip			$5.502 \times 10^{-2}$	$(5.502 \pm 0.057) \times 10^{-2}$
HTST -An	*Mal əti	-	$5.000 \times 10^2$	$(500 \pm 12) \times 10^2$
HTST -MAn			$4.850 \times 10^2$	$(485 \pm 18) \times 10^2$
nitroksaminazo			$5.000 \times 10^2$	$(512 \pm 17.5) \times 10^2$
nitrazon Φ			$4.850 \times 10^2$	$(485 \pm 18) \times 10^2$

\*Mal ətində və təbii torpaq nümunəsində kobaltın miqdarı mq/ki ilə verilmişdir

\*Sdandart kobalt ərintisinin tərkibi: [CO 1726 — (0,015 Cu; 0,064 Co; 0,0005 Pb; 0,019 % Fe; qalan Ni), HMII 2,5/M 627x— ( 4,02 Mn; 1,03 Fe; 0,61 Si; 0,28 C; 0,055 Co; 0,023 P; 0,0014 Sb; 0,031 Pb; 0,104 Mg; 0,67 % Cu; qalan Ni)]

## Cədvəl 4

Kobaltın(II) bitkilərdə təyininin nəticələri ( $n = 6, P = 0.95$ )

Bitki	üsul	Nümunədə ta- pılmışdır, mq/kq	S	S <sub>r</sub>	$\bar{X} \pm \frac{t_p \cdot S}{\sqrt{n}}$
Lobyə	nitrozo-R-duzu	0.19	0.0044	0.023	0.19 ± 0.005
	nitroksaminazo	0.18	0.0034	0.019	0.18 ± 0.004
	HXTF-An	0.20	0.0032	0.016	0.20 ± 0.003
Meşə gilası	nitrozo-R-duzu	6.72	0.2077	0.031	6.72 ± 0.2180
	nitroksaminazo	6.83	0.1700	0.025	6.83 ± 0.1785
	HNTF -AF <sub>1</sub>	6.81	0.1292	0.019	6.81 ± 0.1356
	HNTF -An	6.94	0.1449	0.021	6.94 ± 0.1521
Noxud	nitrozo-R-duzu	0.11	0.0038	0.035	0.11 ± 0.0040
	nitroksaminazo	0.12	0.0046	0.038	0.12 ± 0.0048
	HNTF -AF <sub>1</sub>	0.12	0.0031	0.026	0.12 ± 0.0033
	HNTF -An	0.11	0.0053	0.048	0.11 ± 0.0055

## NƏTİCƏ

1. Kobaltın(II) ekstraksiyalı-fotometrik təyini üçün orto vəziyyətdə -OH və -SH qrupları olan hidrokstitofenol törəmələri təklif edilmişdir. Potensiometrik titrləmə üsulu ilə reagentlərin dissosiasiya sabitləri təyin edilmiş və paylanma diaqramları qurulmuşdur. Dissosiasiya sabitlərinin aşağıdakı kimi dəyişməsi müəyyən edilmişdir: NHTF > HTST > HTBT > HYTF > HBTF > HXTF > HTF > HATF.

2. Kobaltın(II) hidrokstitofenol törəmələri ilə hidrofob aminlər iştirakında əmələ gətirdiyi müxtəlifliqandlı kompleks birləşmələri ekstraksiyalı-fotometrik tədqiq etmək üçün komplekslərin müxtəlif üzvi həlledicilərdə həllolma qabiliyyəti tədqiq edilərək digər həlledicilərlə müqayisədə xloroformdan istifadə etdikdə kompleks birləşmələrin ekstraksiya çıxımının yüksək olduğu müəyyən edilmişdir. Kobaltın MLK-lərin əmələ gəlməsi və ekstraksiyasına Su və üzvi fazaların həcmələrinin optimal nisbəti 5/5-110/5 müəyyən edilmişdir.

3. Kobaltın(II) TF və hidrofob aminlərlə komplekslərinin əmələ gəlməsinin optimal şəraiti müəyyən edilmişdir. Komplekslərin maksimal optiki sıxlıqları pH 1.6-7.9, maksimal işıqudmaları 520-620 nm dalğa uzunluğunda baş verir və reagentlərə görə 250-340 nm



batoxrom sürüşmə müşahidə olunur. Ekstraksiyadan sonra bir ay müddətində komplekslərin optiki sıxlığının qiyməti dəyişmir.

4. MLK-lərdə komponentlərin molyar nisbəti fiziki-kimyəvi üsullarla öyrənilmiş və məlum olmuşdur ki,  $\text{Co(II)} : \text{TF} : \text{Am} = 1:2:2$  kimidir.  $\text{AF}_6$  və  $\text{AF}_7$  MLK tərkibində iki dəfə protonlaşmış şəkildə iştirak etdiyindən komponentlərin molyar nisbəti  $\text{Co(II)} : \text{TF} : \text{Am} = 1:2:1$  olur. Heterotsiklik amin istifadə etdikdə  $\text{Co(II)}:\text{TF}:\text{Am}=1:1:2$  tərkibli qarışıqlıqandlı komplekslər əmələ gəlir. Kobalt (II) ionu bir TF molekulundan bir hidrogen atomu sıxışdırıb çıxarır və kompleksin tərkibinə  $\text{Co}^{2+}$  ionu şəklində daxil olur.

5. Bərk halda sintez edilmiş kompleks birləşmələrin quruluşu və xassələri İQ- spektroskopiya, rentgen quruluş və termoqravimetrik analiz üsulları ilə öyrənilmişdir. İQ spektroskopiya analiz üsulu ilə müəyyən edilmişdir ki,  $\text{Co(II)}$  TF molekulunun -SH qrupunun S atomu ilə kimyəvi, -OH qrupunun O atomu ilə koordinasiya rabitə ilə birləşmişdir. Rentgen quruluş analiz üsulu ilə kobaltın-HTBT və Dip ilə kompleksinin kristal quruluşu öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, kobalt atomu kompleksdə 4 azot atomu, 1 oksigen və 1 kükürd atomu ilə əlaqədə olur.

6. Kompleksəmələgətirən reagentlərin FAQ-nın turşu-əsas xassələri ilə MLK-lərin müxtəlif fiziki-kimyəvi parametrləri arasında asılılıq müəyyən edilmişdir. Reagentlərdə  $\text{pK}_{\text{SH}}$  artdıqca MLK-lərin davamlılığı, molyar işıqudma əmsalı və kompleksəmələgəlmə  $\text{pH}$ -ı artır.

7. Kənar ionların maneçilik təsiri öyrənilmiş və kobalt(II) üçün effektiv, yeni ekstraksiyalı-fotometrik təyin üsulları işlənib hazırlanmış, bu üsullar öz aralarında müqayisə edilmiş, analitik və metroloji göstəriciləri yüksək olanlar seçilərək, kobaltın mürəkkəb tərkibli təbii, bioloji və sənaye obyektlərində təyininə tətbiq edilmişdir.

### **Dissertasiyanın nəticələri aşağıdakı mənbələrdə dərc edilmişdir:**

1. Zalov A.Z., Gasimova Y.C., İbrahimova Sh.A. Spectrophotometric characterization of some new ternary ion-association comp-

lexes of cobalt (II) and nickel(II) // IJRDO-Journal of Applied Science, -2016, V.2, № 6. India, -pp.1-13

2. Ибрагимова Ш.А., Залов А.З., Вердизаде Н.А., Гаджиева А.Б. Спектроскопическое исследование комплексов вольфрама (VI) с 4-гидрокситиофенолом и его производными в присутствии аминофенолов // Спектроскопи Координационных Соединений Тезисы докладов XIII Международной конференции, - Кубан, -2016, -с. 281-282

3. Вердизаде Н. А., Залов А. З., Ибрагимова Ш. А. Экстракционное и сорбционное концентрирование разнолигандного комплекса железа(III) 2-гидрокси-5-хлортиофенолом и ароматическими аминами // АМЕА-nın M. Nağıyev adına Kataliz və qeyri-üzvi kimya institutu-80. Konfrans materialları. -Bakı, -2016, -с.101-103

4. Магеррамов А. М., Залов А.З., Ибрагимова Ш. А. Спектрофотометрические характеристики разнолигандных комплексов кобальта (II) с производными 2-гидрокситиофенола и аминофенолами // Koordinasion birləşmələr kimyası: Analitik kimyanın aktual problemləri. Akademik R. Ə. Əliyevanın 85 illiyinə həsr olunmuş Beynəlxalq elmi konfrans. BDU, -Bakı, -2017, -s. 29-31.

5. Магеррамов А.М., Ибрагимова Ш. А., Мамедова Р. К.,Залов А.З., Алиев С.Г.,Абаскулиева У.Б., Эфендиева Н.Н. Фотометрическое исследование разнолигандных комплексов кобальта (II) с 2-гидрокси-5-нитротиофенолом и гидрофобными аминами // Современные проблемы химической науки и фармации. Сборник материалов VI Всероссийской конференции с международным участием. ЧГУ имени И.Н. Ульянова, - Чебоксары, -2017, -С.72-73.

6. Maharramov A. M., Ibrahimova Sh.A., Verdizadeh N.A., Zalov A.Z., Isgenderova K.O.Extraction-spectrophotometric determination of cobalt (II) in a liquid-liquid extraction system containing 4-nitro-2-hydroxythiophenol axnddiphenylguanidine, determination of cobalt (II) in steel // International Journal of Chemistry Studies, - 2017, V. 1, № 1, -pp. 08-13. www.chemistryjournal.

7. Вердизаде Н.А., Ибрагимова Ш.А., Залов А.З., Гаджиева А. Б. Аналитическое применение ионных ассоциатов молибдена и вольфрама с 2-гидрокси-5-бромтиофенолом и гидрофобными аминами // *Azərbaycan kimya jurnalı*, АМЕА, Elm, -Bakı, -2017, № 4, -с. 39-49.

8. Ибрагимова Ш. А., Гасымова Й.Дж., Магеррамов А.М., Вердизаде Н.А., Мамедова Ш. А. Спектрофотометрические изучение взаимодействия кобальта (II) с 4-гидрокси-3-тиобензойная кислота в присутствии аминофенолов // *Современные проблемы химической науки и фармации. Сборник материалов VII Всероссийской конференции с международным участием. ЧГУ имени И.Н. Ульянова, -Чебоксары, -2018, -С.28-29.*

9. Магеррамов А.М., Вердизаде Н.А., Ибрагимова Ш.А. 4-Гидрокси-3-тиобензойная кислота как аналитический реагент для экстракционно-фотометрического определения кобальта (II) // *Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri. Gəncə Dövlət Universiteti. –Gəncə, -2018. -с.146-148.*

10. Zalov A.Z., İbrahimova Sh.A., Hasanova N.S. Extraction-spectrophotometric study of ternary complexes of Cr(VI) and Co(II) using *o*-hydroxythiophenols and aminophenol // *International Journal of Chemistry Studies. -2018, V.2, №3, -pp.17-24. [www.chemistryjournal](http://www.chemistryjournal)*

11. Aliyev S.G., Ismailova R.A., Ibrahimova Sh.A., Asgerova Z.G, Zalov A.Z. Research into complex formation of cobalt(II) and nickel(II) with 2-hydroxy-5-nitrothiophenol and diphenylguanidine // *Chemical Problems, АМЕА, -Baku, -2018, 2(16), -p.196-204.*

12. Магеррамов А. М., Залов А. З., Вердизаде Н. А., Ибрагимова Ш. А., Гасанова Н. С. Экстракция хрома(VI) и кобальта (II) с применением 2-гидрокси-5-бром тиофенола в присутствии ароматическими аминами // *Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri, ADNSU, - Bakı, -2018, С.20, №3(113), -s.37-44.*

13. Ибрагимова Ш.А. Спектрофотометрическое определение кобальта 2-гидрокси-5-аминтиофенолом в присутствии амина-

фенолов // Pedaqoji Universitetin Xəbərləri, ADPU, -Bakı, 2018, C.66, №3, -s.118-131.

14. İbragimova Sh.A. Extraction-spectrophotometric study on the complex formation in the cobalt(II) - 2-hydroxy- 5-nitrothiophenol-diphenylguanidine system // Sumqayıt Dövlət Universiteti – “Elmi Xəbərlər”– Təbiət və texniki elmlər bölməsi, -Sumqayıt, -2019, Cild 19, №3, -p. 44-50.

15. Ibrahimova Sh. A., Zalov A. Z., Verdizadeh N.A, Babayeva G.V. Complex formation and liquid-liquid extraction of the cobalt(II) by 2-hydroxythiophenol and its derivatives in the presence of hydrophobic amines system // Azərbaycan kimya jurnalı, АМЕА, Elm, - Bakı, -2019, № 4, -p.39-46.

16. Залов А.З., Ибрагимова Ш.А. Экстракционно-фотометрическое определение кобальта (II) гидрокситиофенолом и гидрофобными аминами // Известия Саратовского Университета. Серия Химия. Биология.Экология, -Саратов, -2019, № 4, -p.1522-1531.

17. Ибрагимова Ш. А., Аскерова З. Г., Залов А.З. Спектроскопическое исследование комплексов кобальта (II) с 2-гидрокси-5-нитротиофенолом и гетероциклическими диаминами // Спектроскопия Координационных Соединений Сборник научных трудов XVII Международной конференции, -Краснодар, -2020, -С.26-27.

18. Ibrahimova Sh. A., Verdizadeh N. A., Zalov A.Z, Hasanova N. S. Spectroscopic investigation complex formation of Cr(VI) and Co(II) using o-hydroxythiophenols and hidrofobamins // International conference on actual problems of chemical engineering. Dedicate to the 100<sup>th</sup> anniversary of the Azerbaijan state oil and industry university, - Baku, -2020, –OC–15, -p. 50.

19. Zalov A.Z., Mammadova Sh.A., Hasanova N.S., IbrahimovaSh.A. Spectrophotometric study of ternary complexes of Cr (VI) and Co(II) // Chemical Problems. –Baku, -2020, №2 (18), -pp.164-173. [www.chemprob.org](http://www.chemprob.org)





Dissertasiyanın müdafiəsi 14 iyun 2022-ci ildə saat 11<sup>00</sup> – da Bakı Dövlət Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.16 Dissertasiya şurasında keçiriləcək.

Ünvan: Az 1148, Bakı, Z. Xəlilov küçəsi 23, Əsas bina

Dissertasiya ilə Bakı Dövlət Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq olar

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları Bakı Dövlət Universitetinin rəsmi saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat 12 1104 2022-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir

Çapa imzalanıb: 25.01.2022

Kağızın formatı: A5

Həcm: 39502

Tiraj: 100