

*Əlyazması hüququnda*

**ELNURƏ NAZİM QIZI ƏLİYEVƏ**

**ABŞERON YARIMADASI SAHİLLƏRİNDƏN VƏ DAXİLİ  
GÖLLƏRİNDƏN AYRILMIŞ MİKROORQANİZMLƏR  
VASİTƏSİLƏ NEFT MƏHSULLARININ VƏ  
NAFTEN KARBOHİDROGENLƏRİNİN DEQRADASIYASI**

**2414.01. – Mikrobiologiya**

**Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq  
üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın**

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

**BAKI – 2017**

Dissertasiya işi AMEA-nın Mikrobiologia İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

**Elmi rəhbərlər:** Akademik, b.e.d., prof. **M. Ə. SALMANOV**  
K.e.d., prof. **M. H. VƏLİYEV**

**Rəsmi opponentlər:** b.e.d., prof. **F.R.ƏHMƏDOVA**  
b.ü.f.d., dos. **T.Q.ABDULLAYEVA**

**Aparıcı təşkilat:** Azərbaycan Tibb Universiteti,  
Mikrobiologiya və İmmunologiya kafedrası

Müdafiə “ 29 ” sentyabr 2017-ci il tarixində saat 12:00-da AMEA-nın Mikrobiologiya İnstitutunun nəzdindəki FD 01.222 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: Az 1004, Bakı ş., M.Müşfiq 103

Dissertasiya ilə AMEA-nın Mikrobiologiya İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat “ 17 ” avqust 2017-ci il tarixində göndərilmişdir.

FD 01.222 Dissertasiya Şurasının  
elmi katibi, b.e.d., prof.

**QƏHRƏMANOVA F.X.**

## GİRİŞ

**Mövzunun aktuallığı.** Torpaq və su ekosistemlərinin ən geniş yayılmış toksiki çirkləndiricilərindən biri də neft və neft məhsullarıdır. Azərbaycan Respublikasının iqtisadiyyatında neft sənayesi önəmli yer tutur. Bununla yanaşı, neftin lazımı yerlərə nəql edilməsində ölkəmiz əlverişli coğrafi mövqedə yerləşir. Yüz illərdən bəri Abşeron yarımadasının həm su, həm də quru ərazilərində neft çıxarılır və ətraf mühitin neft və neft məhsulları ilə çirklənməsi baş verir. Bu çirklənmənin zərərli nəticələrinin aradan qaldırılmasının iqtisadi cəhətdən əlverişli, ekoloji cəhətdən daha təhlükəsiz üsullarından biri neft karbohidrogenlərinin bioloji üsullarla mikroorqanizmlər vasitəsilə parçalanmasıdır. Müasir dövrdə neftin mikroorqanizmlər tərəfindən parçalanması aktual məsələ olaraq qalmaqdadır.

Abşeron yarımadasının daxili su hövzələrinin mikrobioloji rejimi, bu hövzələrdən mikroorqanizm ştammlarının ayrılması tamamilə öyrənilməmiş bir sahə olduğundan bu sahədə aparılan tədqiqat işləri böyük nəzəri və praktiki əhəmiyyət kəsb edir. Neftin və digər kimyəvi tullantıların biodeqradasiyasında əsas yeri həmin ekosistemlərin ənənəvi sakinləri olan mikroorqanizmlər tutur. İstər suda, istərsə də torpaq mühitində neft məhsullarının mikroorqanizmlər tərəfindən parçalanması onların tərkibində olan tsiklik birləşmələrin, o cümlədən naften karbohidrogenlərin miqdarından asılılıq nümayiş etdirir. Eyni zamanda, əgər naften karbohidrogenlərinin tərkibində tsiklik birləşmələrin sayı 5-dən çox olarsa, bu onların mənimsənilməsi daha da çətinləşir. Nəzərə alsaq ki, Bakı neftlərinin tərkibitsikloparafınlarla zəngindir, o zaman aktiv destruktur ştammların tədqiqatının nə dərəcədə zəruri olduğu, bu sahənin öyrənilməsinin aktuallığı tam aydınlığı ilə meydana çıxır. Belə ki, uzun illərdir neft məhsulları ilə çirklənməyə məruz qalan Abşeron yarımadasının torpaq və su ekosistemlərinin öz-özünü bərpa edə bilməməsi və regenerasiya prosesinin çox zəif sürətlə getməsi bu tullantıların tərkibində tsikloparafınların yüksək miqdarda olduğunu sübut edir. Neftlə çirklənmiş sulardan götürülən nümunələrin müqayisəli analizi göstərir ki, alitsiklik birləşmələr su mühitində praktik olaraq demək olar ki, həll olmur. Bu isə onların mikroorqanizmlər tərəfindən mənimsənilməsini xeyli çətinləşdirir. Həmçinin bu tədqiqatlar qiymətli kimya məhsulları olan tsiklik spirtlərin, tsiklik ketonların və üzvi turşuların mikrobioloji yolla neftdən alınmasına yaxşı perspektivlər vəd edir.

**Məqsəd və vəzifələr.** Tədqiqatların əsas məqsədi neft, neft məhsulları və digər kimyəvi çirklənmələrə məruz qalan Abşeron yarımadasının bəzi sahillərindən (Bakı buxtası, Fatmayı və Qaradağ

sahilləri) və daxili su hövzələrindən (Böyük Şor, Masazır, Mirzəələri, Bülbülə, Qanlı gölləri, Mehdiabadda buruq ətrafı su hövzələri) götürülmüş su və qrunt nümunələrindən naftenmənimsəyən bakteriyaların və mikromisetlərin ayrılması, identifikasiyası, onların neft, neft məhsullarını və naften karbohidrogenlərini deqradasiya etmə qabiliyyətini və deqradasiya məhsullarını öyrənməkdir. Qarşıya qoyulan məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı vəzifələr müəyyənləşdirilmiş və həyata keçirilmişdir:

- ✓ Tədqiqat aparılan su və qrunt ekosistemlərində ilin fəsiləri üzrə mikroorqanizmlərin ümumi miqdarının öyrənilməsi, fəal naftenmənimsəyən bakteriya və göbələk ştammlarının ayrılması və onların identifikasiyası;
- ✓ Mikroorqanizmlərin fəal ştammlarının kultivasiya edilməsi və karbohidrogenlərin effektiv biodeqradasiyası üçün optimal şəraitinin müəyyənləşdirilməsi;
- ✓ Bakteriya və mikromisetlərin fəal ştammlarının, eləcə də bakteriya–göbələk assosiasiyasının neft, neft məhsulları, fərdi naften karbohidrogenlərini biodeqradasiya etmə qabiliyyətinin müəyyən edilməsi;
- ✓ Mikroorqanizmlər tərəfindən biodeqradasiya olunan substratların parçalanma məhsullarının ənənəvi və müasir fiziki-kimyəvi üsullarla öyrənilməsi.

**Elmi yenilik.** İlk dəfə olaraq Abşeron yarımadasının daxili göllərindən və bəzi sahillərindən ayrılmış aktiv bakteriya və mikromiset ştammlarının və bakteriya–göbələk assosiasiyasının nefti (Binəqədi, Suraxanı xam nefti), neft məhsullarını (kerosin, dizel yanacağı, benzin) və fərdi naften karbohidrogenlərini (tsiklopentan, tsikloheksan, metiltsikloheksen, tsikloheksen) deqradasiya etmək qabiliyyəti və biodeqradasiya məhsulları sistemli şəkildə tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, bakteriyaların 43 aktiv ştammi və mikromisetlərin 23 aktiv ştammi qeyd olunan substratları deqradasiya etmək qabiliyyətinə malikdir və bu xüsusiyyət bakteriyalardan *Bacillus* və *Pseudomonas* cinslərinə, mikromisetlərdən isə *Aspergillus* və *Penicillium* cinslərinə aid olan ştammlarda daha yüksək səviyyədə özünü göstərir. Həmçinin belə nəticəyə gəlinmişdir ki, assosiasiyalar ayrı-ayrılıqda götürülmüş bakteriya və mikromiset ştammlarına nisbətən daha effektiv biodeqradasiya xassələrinə malikdir. Fiziki-kimyəvi üsullarla naften karbohidrogenlərinin qarışığının və fərdi nümayəndələrinin ayrılmış mikroorqanizmlər tərəfindən biodeqradasiyası zamanı əvvəlcə tsiklik spirtlər, sonra tsiklik ketonlar, daha sonra isə üzvi turşular əmələ gəlir. Tsikloheksanın nümunəsində oksidləşmə

zamanı tsikloheksanol, tsikloheksanon, adipin turşusunun əmələ gəlməsi müşahidə edilmişdir.

### **Dissertasiya işinin praktiki əhəmiyyəti.**

- Aparılan elmi tədqiqatlar Abşeron yarımadasının daxili su hövzələrinin müasir ekoloji vəziyyətinə və bu ekosistemlərdən bakteriya və mitselial göbələklərin aktiv ştammlarının ayrılması yollarına aydınlıq gətirir.
- Tədqiqatlar nəticəsində ayrılmış aktiv bakteriya, mitselial göbələk ştammları və bakteriya-göbələk assosiasiyasının xam nefti, neft məhsullarını və naften karbohidrogenlərini deqradasiya etmək qabiliyyətinə malik olduğu müəyyənləşdirilmişdir və həmin ştammlardan neftlə çirklənmiş suların və qruntun təmizlənməsində istifadəsi mümkündür. Bu məqsədlə bakteriya-göbələk assosiasiyası yeni yüksək effektivə malik olan preparatların hazırlanmasında istifadə oluna bilər.
- Aparılan tədqiqatların nəticələri mikrobioloji üsulla qiymətli kimyəvi maddələrin (tsiklopentanol, tsikloheksanol, tsiklopentanon, tsikloheksanon, adipin turşusu, qlütar turşusu və s.) alınmasının mümkün olduğunu göstərir.

**İşin aprobasiyası.** Dissertasiya işi barədə materiallar konfranslarında məruzə və müzakirə edilmişdir: “Ekologiya və Həyat fəaliyyətinin Mühafizəsi” üzrə “Sənaye İli”nə həsr olunmuş VIII ənənəvi Beynəlxalq Elmi Konf-da (SDU, Sumqayıt, 2014); Актуальные проблемы биологической и химической экологии (МГОУ, Москва, 2014); BDU-nun Biologiya fakültəsinin 80 illik yubileyinə həsr olunmuş “Eksperimental biologiyanın inkişaf perspektivləri” mövzusunda Respublika Elmi Konf-da (BDU, Bakı, 19 – 20 dekabr, 2014); Dedicated to the 92<sup>nd</sup> Anniversary of the National leader of the Azerbaijan, Heydar Aliyev, III International Scientific Conference of young researchers (Qafqaz University, Baku, 17-18 april, 2015); Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 92 illiyinə həsr olunmuş “XXI əsrdə Ekologiya və Torpaqşünaslıq Elmlərinin Aktual Problemləri” IV Respublika Elmi Konfransının (BDU, Bakı, 07–08 may, 2015); Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 93 illiyinə həsr olunmuş “XXI əsrdə Ekologiya və Torpaqşünaslıq Elmlərinin Aktual Problemləri” V Respublika Elmi Konfransında (BDU, Bakı, 05–06 may, 2016); Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 94 illiyinə həsr olunmuş “Müasir Təbiət Elmlərinin Aktual Problemləri” Beynəlxalq Elmi Konfransında (GDU, Gəncə, 04–05 may, 2017)

**Nəşrlər.** Dissertasiyanın mövzusunə aid 17 elmi iş dərc edilmişdir. Bunlardan 10-u məqalə, 7-si tezisdır.

**Dissertasiyanın strukturu və həcmi.** Dissertasiya işi giriş, 4 fəsil, nəticələr, istifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısından (219) ibarətdir. İş 170 səhifə kompüter yazısı həcmində olub burada 22 cədvəl, 41 şəkil vardır.

#### **Dissertasiyada müdafiə oluna əsas müddəalar.**

- Abşeron yarımadasının Xəzər sahilləri və daxili göllərindən götürülmüş su və qrun (lil) nümunələrindən ayrılmış bakteriyalar cinsə qədər, mikromisetlər növə qədər identifikasiya olunur.
- Ayrılmış aktiv bakteriya və mikromiset ştammları, eləcə də bakteriya-göbələk assosiasiyasının yeganə karbon və enerji mənbəyi kimi neft, neft məhsullarını və fərdi naften karbohidrogenlərini mənimsəmək qabiliyyəti müqayisəli olaraq öyrənilir.
- Ayrılmış ən aktiv ştammlar vasitəsilə fərdi naften karbohidrogenlərinin biodegradasiyası oksidləşmə mexanizmi ilə gedir. Əvvəlcə tsiklik spirtlər, tsiklik ketonlar alınır, sonda üzvi turşulara qədər oksidləşmə prosesi gedir.

### **MATERIAL VƏ METODLAR**

Dissertasiya işi üçün materiallar Abşeron yarımadasının Xəzər sahillərindən (Bakı buxtası, Fatmaye və Qaradağ sahili) və müxtəlif daxili göllərdən (Böyük Şor gölü, Masazır gölü, Bülbül gölü, Qanlı göl, Mirzəəli gölü, Mehdiabadda buruqətrafi gölməçələr) 2013-2014-cü illərdə ilin fəsilləri üzrə su və qrun (lil) nümunələri götürülmüşdür. Mikrobioloji tədqiqatlar üçün su nümunələri suyun üst təbəqələrindən, qrun nümunələri isə ləpədən sahildən götürülərək steril qablara yerləşdirilmişdir.

Mikroorganizmlərin suda və qruntda ümumi miqdarı A.Razumovun və S.Vinoqradovun üsullarına əsasən, saprofit bakteriyaların miqdarı Kox üsulu ilə ƏPA mühitinə dərin əkilməklə müəyyən edilmişdir.

Naftenmənimsəyən bakteriyaların miqdarı titirlə əkmə üsulu ilə, təmiz ştammların ayrılması ümumi metodikaya əsasən müəyyən edilmişdir. Naftenmənimsəyən bakteriyaların fəal ştammlarının morfoloji, kultural və biokimyəvi xüsusiyyətləri öyrənilməklə, Berji təyinedicisinə görə cinslərə qədər identifikasiya edilmişdir.

Göbələklərin ayırmaq üçün aqarlaşdırılmış səməni şirəsindən və maye Çapek mühitindən istifadə olunmuşdur. Bu proses məlum metodlara əsasən konkret növə məxsus təmiz kulturalar alınana kimi davam etdirilmişdir. Mikromisetlərin identifikasiyasında bəzi təyinedicilərdən (Литвинов-1975; Barnett-1998; Kiffer-2000 və s.), dərs vəsaitlərindən

(Дудка-1987; Carlile-2001; Samson, Pitt-2000 və s.), mycobank.org saytından istifadə edilmişdir.

Ayrılmış ən aktiv bakteriya və mikromiset ştammlarının, bakteriya-göbələk assosiasiyasının nefti (Suraxanı və Binəqədi xam nefti), neft məhsullarını (kerosin, dizel yanacağı, benzin) və fərdi naften karbohidrogenlərini (tsiklopentan, tsikloheksan, metiltsikloheksen, tsikloheksen) deqradasiya etmək qabiliyyəti öyrənilmiş, deqradasiya məhsullarının tərkibi çevrilmiş fazalı maye xromatoqrafiya,  $IQ$ ,  $H^1$  və  $C^{13}$  NMR spektral analizlərlə müəyyən edilmişdir.

Bütün təcrübələr 4-5 təkrarda aparılmış, alınan nəticələr statistik işlənilmiş, dürütlüyünə şübhə doğurmayan məlumatlar dissertasiyaya daxil edilmişdir.

## İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

### Aktiv naftenmənimsəyən bakteriyaların biokimyəvi xassələri

AY-nın Xəzər sahilləri və göllərindən götürülmüş su və qrunut nümunələrindən naftenmənimsəyən bakteriyaların 103 ştamını ayrılmış, bu ştammların 42%-i, yəni 43-ü daha fəal hesab olunmuşdur. Bakteriya ştammlarının identifikasiyası üçün onların bəzi morfoloji, kultural fizioloji və biokimyəvi xüsusiyyətləri öyrənilmişdir. Bakteriyaların biogen elementlərin dövrənində, o cümlədən karbon, azot və kükürd dövrənində də fəal rol oynadığı müəyyən edilmişdir (cədvəl 1).

Cədvəl 1.

Aktiv naftenmənimsəyən bakteriyaların bəzi biokimyəvi xassələri

Bakteriyaların biokimyəvi xassələri	Ştammların Sayı	Ümumi sayə faizlə nisbəti
Nişastanın hidrolizi	32	74,4%
Jelatinin hidrolizi	19	44,2%
Katalaza aktivliyi	30	69,7%
Denitrifikasiya	25	58,1%
Eşbi mühitində böyümə	20	46,5%
NH <sub>3</sub> əmələ gətirmə	23	53,5%
H <sub>2</sub> S əmələ gətirmə	21	48,8%
İndol əmələ gətirmə	24	55,8%

Belə ki, ayrılmış aktiv ştammların 74,4%-i nişastanı, 44,2%-i jelatini hidroliz etmişlər, 69,7%-i katalaza aktivliyinə, 58,1%-i isə denitrifikasiya qabiliyyətinə malikdirlər. Mikroorqanizmlərin denitrifikasiya qabiliyyəti və mineral azot olan mühitdə inkişafı onların məskunlaşdığı ekosistemə adaptasiya olmaları ilə əlaqədardır. Bakteriyaların 46,5%-i azotsuz Eşbi

mühitində inkişaf etmişlər. Bundan başqa ətli peptonlu mühitdə əkmələr aparmaqla lakmus kağızının rənginin dəyişməsinə əsasən müəyyən olunmuşdur ki, ştammların 53,5%-i  $\text{NH}_3$  əmələ gətirmək qabiliyyətinə malikdir. Bütün bunlar tədqiq olunan bakteriyaların azot dövrənində fəal iştirak etdiyini göstərir. Tədqiq olunan mikroorqanizmlərin 55,8%-i indol, 48,8%-i  $\text{H}_2\text{S}$  əmələ gətirmişlər. Belə nəticəyə gəlmək olar ki, aktiv bakteriya ştammlarımız karbohidratların, zülalların, həm də azotlu birləşmələrin çevrilməsində fəal iştirak edirlər.

Aparılan tədqiqatlar zamanı ayrılmış bakteriyaların aktiv ştammlarının sadə və mürəkkəb şəkərləri parçalaması və spirtlərə münasibəti də öyrənilmişdir. Bu proses müxtəlif növ şəkərlərin olduğu mühitin turşu-laşması və ya qələviləşməsi ilə getmişdir.

Bakteriyaların qələvi mühit yaratma qabiliyyətlərinin meydana gəlməsinin ən əsas səbəblərindən biri dəniz və göllərə məişət-çirkablı suların axıdılması, alloxton tərkibli maddələrin daxil olması nəticəsində şirinləşməsi ilə izah etmək olar. Bütün bunlar göstərir ki, karbohidrogenmənimsəyən bakteriyalar poliferment xassəsinə malik olduğuna görə başqa karbon mənbələrini də oksidləşdirə bilirlər.

### **Aktiv naftenmənimsəyən bakteriya və mikromiset ştammlarının identifikasiyası**

Əldə olunan morfoloji, kultural fizioloji və biokimyəvi xüsusiyyətlər əsasında naftenmənimsəyən bakteriyaların aktiv ştammlarını 8 fəsilə olmaqla 9 cinsə daxil edilmişdir (cədvəl 2).

Cədvəl 2.

Aktiv naftenmənimsəyən bakteriya ştammlarının cins tərkibi

Fəsilə	Cinsin adı	Ştammların sayı
<i>Bacillaceae</i>	<i>Bacillus</i>	13
<i>Micrococcaceae</i>	<i>Micrococcus</i>	9
	<i>Arthrobacter</i>	4
<i>Pseudomonaceae</i>	<i>Pseudomonas</i>	6
<i>Moraxellaceae</i>	<i>Acinetobacter</i>	5
<i>Mycobacteriaceae</i>	<i>Mycobacterium</i>	2
<i>Nocardiaceae</i>	<i>Rhodococcus</i>	2
<i>Peptococcaceae</i>	<i>Sarcina</i>	1
<i>Flavobactericeae</i>	<i>Flavobacterium</i>	1

Aparılan tədqiqatlar nəticəsində ilin fəsilləri üzrə Abşeron göllərindən və Xəzər dənizinin bəzi Abşeron sahillərindən götürülmüş su və



qrunt nümunələrindən ayrılmış mikromisetlərin 23 aktiv ştammi identifikasiya olunmuş və onlar 5 sinif, 6 sıra, 7 fəsilə, 8 cinsə aid edilmişdir (cədvəl 3).

Abşeron yarımadasının bəzi Xəzər sahillərində və daxili göllərində göbələklərin yayılmasını öyrənərkən müəyyən edilmişdir ki, tədqiqat aparılan sahillərdə və daxili göllərdə mikromisetlərin ən çox yayılan növləri *Aspergillus* və *Penicillium* cinslərinə aid edilmişdir. Su hövzələrində, eləcə də qruntlarda ən çox rast gəlinən *Aspergillus niger*, *A. candidus* və *Penicillium chrysogenum* növləri olmuşdur. Mikroskopik göbələklərin bütün ayrılan nümayəndələri kosmopolit xassəli olub, yer kürəsinin kontinentlərinin hamısında geniş yayılmışdır. Ayrılmış mikromisetlər tədqiq olunan sahələrdə qeyri-bərabər şəkildə yayılmışdır. Bəzi göbələk cinslərinə tədqiqat sahələrinin hamısında rast gəlmək mümkün olduğu halda, bəzi cinslərə ancaq bir və ya bir neçə tədqiqat sahələrində rast gəlinmişdir.

Cədvəl 3.

Aktiv naftenmənimsəyən mikromiset ştammlarının növ tərkibi

Fəsilə	Cins	Növ
<i>Trichocomaceae</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>A.candidus</i> , <i>A.flavus</i> , <i>A.terreus</i> , <i>A.carneus</i> , <i>A.niger</i> (5)
	<i>Penicillium</i>	<i>P.canescens</i> , <i>P.funiculosum</i> , <i>P.cyclopium</i> , <i>P.citrinum</i> , <i>P.chrysogenum</i> (5)
<i>Chaetomiaceae</i>	<i>Chaetomium</i>	<i>Ch.globosum</i> (1)
<i>Nectriaceae</i>	<i>Fusarium</i>	<i>F.semitectum</i> , <i>F.culmorum</i> , <i>F.oxysporium</i> (3)
<i>Hypocreaceae</i>	<i>Trichoderma</i>	<i>T.viride</i> , <i>T.harzianum</i> , <i>T.longibrachiatum</i> (3)
<i>Saccharomycetaceae</i>	<i>Candida</i>	<i>C.albicans</i> (1)
<i>Davidiellaceae</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Cl.cladosporioides</i> <i>Cl.herbarium</i> (2)
<i>Mucoraceae</i>	<i>Mucor</i>	<i>M.hiemalis</i> , <i>M.racemosus</i> , <i>M.circinelloides</i> (3)

Ayrılmış mikroskopik göbələklərin müxtəlif dərəcəli yüksək osmotik təzyiqlə zamanı inkişafı və çoxalma qabiliyyətini və mikroorqanizmlərin duzluluğa qarşı tolerantlığını öyrənmək məqsədi ilə müəyyən təcrübələr aparılmışdır (cədvəl 4). Aparılan təcrübi tədqiqatlardan müəyyən edilmişdir ki, sınaqdan keçirilən nümunələrin duzluluğa qarşı tolerantlığı yüksəkdir, bir-

birindən və nəzarətdən fərqlənir. Duzluluğun yüksək olması ən çox *Mucor* növünün inkişafına əks təsir göstərir, duzluluğun yuxarı dərəcəsində bu növün inkişafı nisbətən ləngiyir. *Penicillium* növündə bu təsir özünü zəif göstərir, bu zaman mikroorqanizmlərin inkişafı duzluluğun dərəcəsindən asılı olaraq çox az ləngiyir. Aparılan təcrübələr zamanı müəyyən olunmuşdur ki, ayrılmış ştammların içərisində duzluluğa qarşı ən yüksək tolerantlıq qabiliyyətini *Aspergillus niger* növü göstərmişdir.

Cədvəl 4.

Duzluluğun su və qrunut ekosistemlərindən ayrılmış mikromisetlərin inkişafına təsiri

Mikromisetlər	Nəzarət	Buxarlanmadan alınmış dəniz duzu, ‰						
		1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
<i>M.racemosus</i>	+++	+++	++	++	++	++	+	+
<i>A.niger</i>	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>F.oxysporium</i>	+++	++	+++	++	++	++	++	+
<i>P.chrysogenum</i>	+++	+++	+++	++	++	++	++	+
<i>T.viride</i>	+++	+++	+++	++	++	++	++	++
+++ - güclü spordaşıyan göbələk plyonkası ++ - göbələk plyonkası və ilkin spordaşıyanlar + - zəif miselial inkişaf Nəzarət - dəniz duzu əlavə edilməmiş maye Çapek mühiti								

Beləliklə, aparılan tədqiqatlardan belə ümumi nəticə çıxarmaq olar ki, Abşeron yarımadasının Xəzər sahillərində və daxili göllərinin su və qrunut ekosistemlərinin duzluluq dərəcəsi tez-tez dəyişdiyindən onlardan götürülmüş nümunələrdən ayrılmış mikromisetlər duzluluğa qarşı yüksək tolerantlıq qabiliyyətinə malikdir.

#### **AY-nın Xəzər sahilləri və daxili göllərinin su və qrunut ekosistemlərində formalaşan mikrobiotanın mövsümi dinamikası**

Fəsillər üzrə aparılan tədqiqatlar nəticəsində suda bakteriyaların ümumi miqdarının orta hesabla, demək olar ki, qışda 0,8 mln.hüc./ml, yazda 1,6 mln.hüc./ml, yayda 2,5 mln.hüc./ml, payızda isə 1,4 mln.hüc./ml olduğu müəyyən olunmuşdur. Suda mikroorqanizmlərin ən yüksək miqdarı yay fəslində müşahidə edilmişdir, Bakı buxtası və Fatmayı sahillərində bu göstərici 2,6–3,8 mln.hüc./ml olmuşdur. Bu ərazilərdə mikroorqanizmlərin

ümumi miqdarının çox olması antropogen mənşəli çirkləndiricilərlə yanaşı qismən də alloxtan tərkibli maddələrin təsiri ilə izah oluna bilər.

Tədqiqat aparılan su hövzələrinin dib çöküntülərində mikroorqanizmlərin ümumi miqdarı orta hesabla, qışda 0,5 mlrd.hüc./qr, yazda 1,2mlrd.hüc./qr, yayda 1,9 mlrd.hüc./qr, payız fəslində isə 1,6 mlrd.hüc./qr təşkil etmişdir.

Alınan nəticələrin müqayisəli xarakteristikası göstərir ki, tədqiq olunan akvatoriyaların dib çöküntüləri mikroorqanizmlərlə daha zəngindir. Deməli, qruntda üzvi maddələrin mineralizasiyasında onların rolu olduqca böyükdür.

İl ərzində sudan və qruntdan götürdüyümüz nümunələrdə apardığımız təcrübələrdən aydın olmuşdur ki, fəsillər üzrə belə nəticəyə gəlmək olar ki, suda və qruntda ən yüksək göstərici yay fəslinə təsadüf edir. Bu göstərici də Xəzəryanı sahillərə, Bakı buxtası, Fatmayı və Mehdiabad ərazisinə məxsusdur.

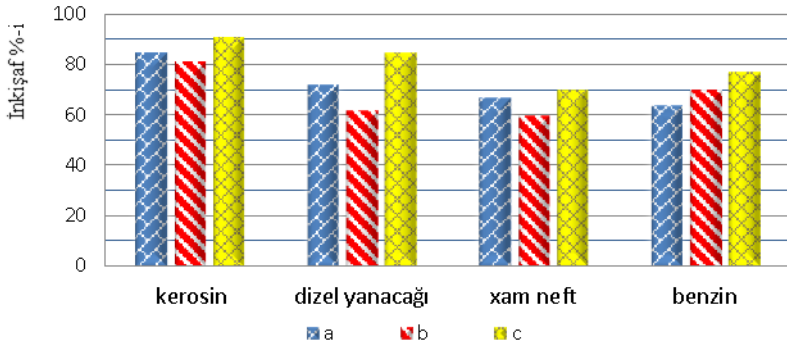
### **Aktiv bakteriya, mikromiset və bakteriya-göbələk assosiasiyası vasitəsilə neft, neft məhsulları və naften karbohidrogenlərinin deqradasiyası**

Tədqiqat üçün AY-nın Xəzər sahilləri və daxili göllərindən götürülmüş su və qruntdan nümunələrindən ayrılmış ən aktiv bakteriya və mikromiset ştammlarının, eləcə də bakteriya-göbələk assosiasiyasının yeganə karbon və enerji mənbəyi olaraq 1,5%-li Binəqədi xam neftini və neft məhsullarını (kerosin, dizel yanacağı, benzin) deqradasiya etmək qabiliyyəti müqayisəli şəkildə analiz edilmişdir.

I variantda ən aktiv mikromiset ştammlarının qarışığı (*Aspergillus carneus*, *Penicillium chrysogenum*, *Mucor racemosus*) götürülmüşdür və onların verilən substratları mənimsəmək qabiliyyəti öyrənilmişdir. Müəyyən olmuşdur ki, mikromisetlər xam nefti 67%, kerosini 85%, dizel yanacağını 72%, benzini isə 64% mənimsəyərək biokütlə əmələ gətirmiş, yəni inkişaf edə bilmişdir (şəkil 1). Neft məhsullarından göbələklərin ən yaxşı inkişaf etdiyi mühit kerosin olduğu müşahidə edilmişdir, belə ki, bu yanacaq ən asan mənimsənilən neft məhsulu kimi özünü biruzə vermişdir. Qeyd olunan mühitdə göbələklərin inkişafı zamanı sıx təbəqə qatı yaranır, sporəmələgəlmənin artması müşahidə olunur.

II variantda ən aktiv bakteriya ştammlarının assosiasiyasından (*Bacillus sp.22*, *Pseudomonas sp.40*, *Rhodococcus sp.4*) istifadə olunmuşdur. Aparılan tədqiqatlar nəticəsində aydın olmuşdur ki, 30 gün müddətində bakteriya assosiasiyaları Binəqədi xam neftini, dizel yanacağı, benzin və kerosini mənimsəyə bilmişlər. Bakteriyalar nefti 60%, kerosini 81%, dizel yanacağını 62%, benzini isə 70% deqradasiya etmişlər (şəkil 1).

III variantda isə ən aktiv bakteriya və mikromiset ştammları seçilərək



**Şəkil 1. Aktiv mikromiset, bakteriyaştamlarının və bakteriya–göbələk assosiasiyasının Binəqədi xam nefti (1,5%) və neft məhsullarında (1,5%) bir aylıq inkişafı**

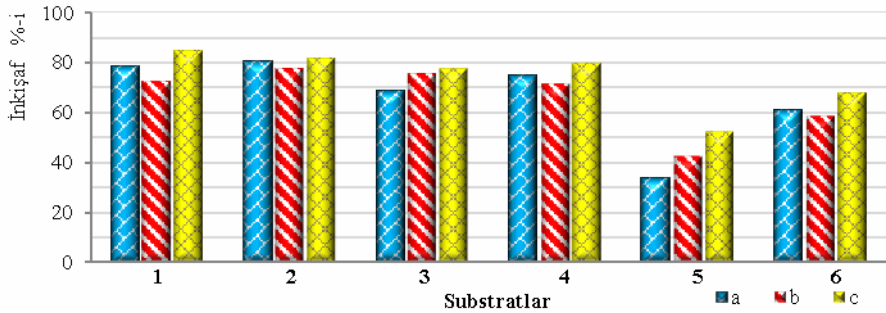
a–aktivmikromiset ştammlarının qarışığı (*Penicillium chrysogenum*, *Mucor racemosus*, *Aspergillus carneus*); b–aktiv bakteriya ştammlarının qarışığı (*Pseudomonas sp.40*, *Bacillus sp.22*, *Rhodococcus sp.4*); c– bakteriya–göbələk assosiasiyası (*Pseudomonas sp.40*, *Rhodococcus sp.4*, *Penicillium chrysogenum*, *Aspergillus carneus*)

bakteriya–göbələk assosiasiyası (*Pseudomonas sp.40*, *Rhodococcus sp.4*, *Penicillium chrysogenum*, *Aspergillus carneus*) yaradılmış, alınmış konsersiumlarvasitəsilə verilən substratları mənimsəmək qabiliyyəti öyrənilmişdir. Mikroorqanizmlərin assosiasiyası xam nefti 70%, kerosini 91%, dizel yanacağı 85%, benzini isə 77% mənimsəyərək biokütlə əmələ gətirmişdir (şəkil 1).

Hər üç variantın müqayisəli analizi göstərir ki, mikromisetlər bakteriyalara nisbətən daha yaxşı biodeqradasiya etmək qabiliyyətinə malikdir. Bunu da mikromisetlərin güclü fermentativ sistemə malik olmaları ilə izah etmək olar. Bakteriya–göbələk assosiasiyası isə hər iki hala nisbətən daha effektiv deqradasiya etmə qabiliyyəti nümayiş etdirir.

Tədqiqatın ikinci mərhələsi üçün seçilmiş ən aktiv bakteriya və mikromiset ştammlarının, eləcə də bakteriya–göbələk assosiasiyasının 1,5%-li Suraxanı xam neftini və fərdi naften karbohidrogenlərini deqradasiya etmək qabiliyyəti müqayisəli şəkildə öyrənilmişdir.

I variantda ən aktiv mikromiset ştammları (*Penicillium funiculosum*, *Aspergillus niger*, *Fusarium oxysporium*) seçilmiş və onların verilən substratları bir ay ərzində mənimsəmək qabiliyyəti öyrənilmişdir. Ayrılmış fəal ştammların 1,5%-li Suraxanı neftini 79%, naften fraksiyasını 81%, tsikloheksanı 75%, tsiklopentanı 69%, metiltsiklohekseni 61% mənimsədiyi halda ən az 34% tsikloheksen mənimsənilmişdir (şəkil 2).



**Şəkil 2. Aktivmikromiset,bakteriya ştammlarının və bakteriya-göbələk assosiasiyasının Suraxanı xam nefti (1,5%) və fərdi naften karbohidrogenlərində bir aylıq inkişafı**

a – aktiv mikromiset ştammlarının qarışığı (*Penicillium funiculosum*, *Aspergillus niger*, *Fusarium oxysporium*); b– aktiv bakteriya ştammlarının qarışığı (*Pseudomonas sp.27*, *Arthrobacter sp.15*, *Bacillus sp.22*); c – bakteriya-göbələk assosiasiyası (*Pseudomonas sp.27*, *Arthrobacter sp.15*, *Penicillium funiculosum*, *Aspergillus niger*)

Substratlar: 1-Suraxanı xam nefti (1,5%); 2-naften fraksiyası; 3-tsiklopentan; 4-tsikloheksan; 5-tsikloheksen; 6-metiltsikloheksen.

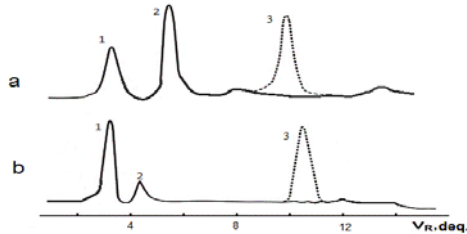
II variantda naftenmənimsəyən bakteriyaların ən aktiv ştammlarından (*Bacillus sp.22*, *Pseudomonas sp.27*, *Arthrobacter sp.15*) istifadə olunmuşdur. Götürülən ştammlarkarbon və enerji mənbəyi kimi karbohidrogen substratları olan qidalı mühitdə inkişaf etmək xüsusiyyətinə malik olmuşdur. Demək olar ki, ştammlar 1,5%-li Suraxanı neftini 73%, naften fraksiyasını 78%, tsikloheksanı 72%, tsiklopentanı 76%, metiltsiklohekseni 59% mənimsədiyi halda, tsiklohekseni 43% mənimsəmişdir (şəkil 2).

III variantda göbələk - bakteriya assosiasiyasından (*Pseudomonas sp.27*, *Arthrobacter sp.15*, *Penicillium funiculosum*, *Aspergillus niger*) istifadə edilmişdir. Yeganə enerji və karbon mənbəyi olan nefti 85%, 82% naften fraksiyasında biokütlə əmələ gətirmək xüsusiyyətinə malik olmuşdur. Assosiasiyanın tərkibinə daxil olan ştammların tsikloheksanın 80%-ini yeganə enerji mənbəyi kimi istifadə etdiyi halda, tsikloheksen 53% mənimsənilmişdir. Mikroorqanizm assosiasiyası 78% tsiklopentanda, 68% metiltsikloheksendə biokütlə əmələ gətirmişlər (şəkil 2). Müəyyən edilmişdir ki, bakteriya-göbələk assosiasiyası bakteriya və mikromisetlərlə müqayisədə daha yüksək deqradasiya etmə qabiliyyətinə malik olmuşlar və

gələcəkdə mikroorqanizmlərin assosiasiyasından yeni perspektivli biopreparatların hazırlanması məqsədə uyğundur.

### Deqradasiya məhsullarının tərkibinin öyrənilməsi

*Bacillus sp.22*, *Pseudomonas sp.27* və *Arthrobacter sp.15* ştammları naften karbohidrogenlərində inkişaf zamanı daha yüksək biokütlə əmələ gətirdiyinə görə həmin ştammların nümunəsində naften karbohidrogenlərinin deqradasiya məhsullarının tərkibi çevrilmiş-fazalı maye xromatoqrafiya üsulu ilə təyin edilmiş şərtlər əsasında öyrənilmişdir. Göstərilən bakteriyaların iştirakı ilə tədqiq olunan birləşmələrdə çevirmə prosesinin 1 həftə sonra başladığı aşkar edilmiş, aralıq məhsulların formalaşması 2-3 həftə ərzində baş vermişdir. Maye xromatoqrafik üsulla həmin bakteriyaların iştirakı ilə tsiklopentanın və metiltsiklopentanın tsiklik spirt və tsiklik ketona qədər transformasiya olunduğu öyrənilmişdir (şəkil 3).



### Şəkil 3. Tsiklopentan (a) və metiltsiklopentanın (b)

*Bacillus sp.22*, *Pseudomonas sp.27* və *Arthrobacter sp.15*

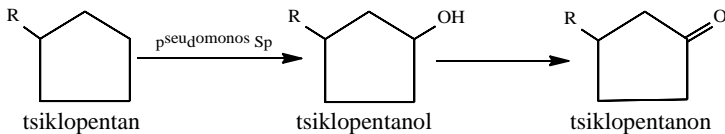
ştammları vasitəsilə deqradasiya məhsullarının xromatoqrafik ayrılırları

a) Pik 1-2: tsiklopentanol, tsiklopentanon;

b) Pik 1-2: metiltsiklopentanol, metiltsiklopentanon;

Punktir 3: başlanğıc tsiklopentan və metiltsiklopentana uyğundur.

Tsiklopentan və metiltsiklopentanın biodeqradasiya məhsullarının tərkibi xromatoqrafik analizlə yanaşı, İQ spektrin köməyi ilə təyin olunmuşdur. Deqradasiya məhsulu olan tsiklopentanon karbonil qrupunun (C=O) valentlik rəqsi ( $\nu_{C=O}$ )  $2951 \text{ sm}^{-1}$  sahəsində intensiv pik şəklində meydana çıxır. Tsiklopentan və metiltsiklopentanın biodeqradasiyası aşağıdakı sxem üzrə gedir.

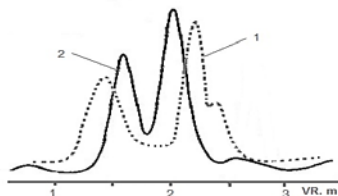


Qeyd edildiyi kimi göbələk ştammlarının Abşeron yarımadasının Binəqədi və Suraxanı neft yataqlarından götürülmüş xam neftdə və neft məhsullarında inkişafı öyrənilmişdir. Təcrübələrdə hər iki yataq nefti və neft məhsullarının mənimsənilmə dərəcəsi sınaqdan keçirilən göbələk ştammlarının quru biokütləsinin çıxımına görə müəyyən edilmiş və müqayisəli analiz olunmuşdur.

Burada *Aspergillus* cinsindən olan ştammlardan *A.niger* daha intensiv inkişaf etmişdir. Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, müqayisəli analiz zamanı Suraxanı yataq nefti, Binəqədi yataq neftinə nisbətən daha asan biodeqradasiyaya məruz qalır. Bu da onu göstərir ki, Suraxanı neftinin tərkibində parafinlərin miqdarı daha üstündür. Belə nəticəyə gəlmək olar ki, aromatik və tsiklik karbohidrogenlər parafinlərə nisbətən çətin mənimsənildiyindən parafinlərlə zəngin olan neftlər daha asan parçalanmaya məruz qalır.

Qeyd olunan analizlər nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, mikromisetlər vasitəsilə deqradasiyanın ilk başlanğıc mərhələsində (ilk 15 gün müddətində) köklü dəyişikliklər hiss olunmur, sonrakı mərhələdə (15-30 gün müddətində) mikromisetlər tərəfindən neftin fraksiyalarının parçalanması başlayır və onların miqdarı azalır, parçalanma məhsullarının miqdarı artır. Bu da onu göstərir ki, mikromisetlər vasitəsi ilə həyata keçirilən deqradasiyalar dərin proses şəkilində baş verir.

Mikromisetlərin naften karbohidrogenlərinin biotransformasiyasında rolunu öyrənmək məqsədi ilə onların fərdi qarışığının parçalanması model kimi öyrənilmişdir. Bu məqsədlə biz naften karbohidrogenlərinin süni qarışığı (tsiklopentan, tsikloheksan) hazırlanmış və ən aktiv ştamm olan *A.niger* vasitəsi ilə deqradasiyası öyrənilmişdir. Alınan nəticələr xromatoqrafik üsulla analiz edilmişdir (şəkil 4).



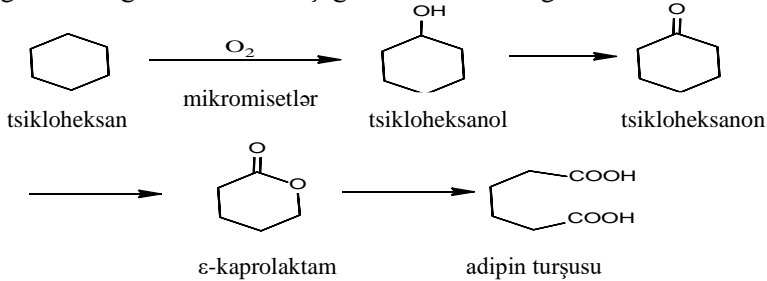
**Şəkil 4. Tsiklopentan və tsikloheksanın süni qarışığının *Aspergillus niger* ştammi vasitəsi ilə deqradasiya məhsullarının UB-spektrofotometrik detektorla çəkilməmiş adsorbsionxromatoqramma əyrisi:**

1-tsiklopentan, tsikloheksanın süni qarışığı; 2-biodeqradasiya məhsulları.

Xromatoqrammadan görüldüyü kimi tsiklopentanı və tsikloheksanı xarakterizə edən piklər (əyri 1) deqradasiya məhsullarında öz yerini dəyişir (əyri 2). Saxlanılma həcminin ( $V_R$ ) qiyməti azalır, yeni piklər meydana çıxır. Uyğun standartlarla aparılan tədqiqatlar nəticəsində yeni yaranan piklərin tsiklopentanona və tsikloheksanona uyğun gəldiyi müəyyən edilmişdir. Xromatoqrammanın başlanğıcındakı piklər isə tsiklopentana və tsikloheksana uyğun gəlir.

Bu proseslərin öyrənilməsi öz növbəsində müxtəlif çox qiymətli kimyəvi maddələrin: alifatik və alitsiklik ketonların, spirtlərin və üzvi turşuların mikrobioloji yolla neft məhsullarından alınmasına imkan yaradır.

Naften karbohidrogenlərinin Abşeronun su və qunt ekosistemlərindən ayrılmış mikromisetlər tərəfindən biodeqradasiyası sahəsində xromatoqrafik,  $IQ$ ,  $NMR$  spektroskopiya üsullarla apardığımız analizlər göstərir ki, biotransformasiya nəticəsində götürülən maddələr üzvi turşulara qədər parçalanır. Tsikloheksanın biotransformasiyası zamanı sonda adipin turşusu əmələ gəlir. Aldığımız nəticəni aşağıdakı sxem üzrə göstərmək olar:

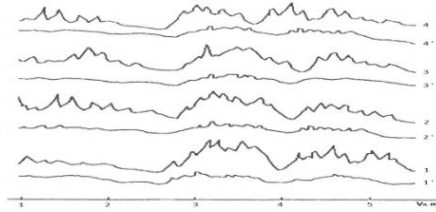


Qeyd edildiyi kimi bakteriya-göbələk assosiasiyası (*Pseudomonas sp.40*, *Rhodococcus sp.4*, *Aspergillus carneus* və *Penicillium chrysogenum*) neft və neft məhsulları olan qidalı mühitdə fəal inkişaf etmək xüsusiyyətinə malikdir. Göstərilən assosiasiyaların iştirakı ilə tədqiq olunan substratlarda transformasiya prosesinin 5-6 gündən sonra başladığı müəyyən edilmiş, aralıq məhsullarının əmələ gəlməsi 13-20 gün müddətində baş vermişdir. Assosiasiyaların iştirakında proses ayrı-ayrılıqda bakteriya və ya göbələk ştammlarının iştirakına nisbətən erkən baş verir (1-2 günə qədər fərqli olaraq). Prosesin getməsinin xromatoqrafik üsulla izlənməsi zamanı müşahidə olunmuşdur ki, xromatoqramlarda ekspozisiya müddətindən asılı olaraq UB-detektorunda qeyd olunan başlanğıc birləşmələrin siqnallarının intensivliyinin zəifləməsi müşahidə olunur (şəkil 5).

Təqdim olunan xromatoqrafiya əyriələrindən görüldüyü kimi xam neft, benzin, kerosin və dizel yanacağına tərkibində mikroorqanizmlərin assosiasiyasının təsirindən çox güclü dəyişikliklər baş verir. Xromatoqrafik və spektral analizlər göstərir ki, neft və neft məhsulları müəyyən ardıcılıqla



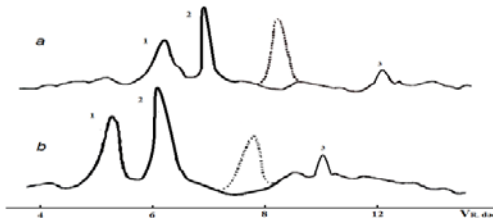
oksidləşir: əvvəl parafinlər, sonra naften və aromatik karbohidrogenlər deqradasiyaya uğradığından xromatoqrammada piklərin çoxu demək olar ki, yox olur və ya zəif şəkildə meydana çıxır.



**Şəkil 5. Neft (1,1'), kerosin (2,2'), benzin (3,3') və dizel yanacağıının (4,4') bakteriya-göbələk assosiasiyası (*Pseudomonas sp.40*, *Rhodococcus sp.4*, *Aspergillus carneus*və *Penicillium chrysogenum*) vasitəsilə deqradasiyadan əvvəl və sonrakı nümunələrinin adsorbsion xromatoqramma ayrılırları:**

(1-4) - deqradasiyadan əvvəl, (1'-4') - deqradasiyadan sonra

Naften karbohidrogenlərinin biodeqradasiyasında mikroorqanizmlərin rolunu, prosesin gedişini öyrənmək üçün tsiklopentanın və tsikloheksanın mikroorqanizmlərin assosiasiyası tərəfindən parçalanmasını tədqiq etmişik. Alınan məhsulların tərkibi xromatoqrafik üsulla öyrənilmişdir. Tsiklopentanın və tsikloheksanın göbələk-bakteriya assosiasiyası (*Pseudomonas sp.27*, *Arthrobacter sp.15*, *Penicillium funiculosum*, *Aspergillus niger*) tərəfindən biodeqradasiyasının transformasiya məhsulu əsasən onların tsiklik spirt, tsiklik keton törəmələri və üzvi turşular olmuşdur (şəkil 6).



**Şəkil 6. Tsiklopentan (a) və tsikloheksanın (b) *Pseudomonas sp.27*, *Arthrobacter sp.15*, *Penicillium funiculosum*, *Aspergillus niger* ştammlarının assosiasiyası vasitəsilə biodeqradasiya məhsullarının xromatoqrafik ayrılırları**

- a) Pik 1-3: tsiklopentanol, tsiklopentanon, qlütar turşusu
- b) Pik 1-3: tsikloheksanol, tsikloheksanon, adipin turşusu

## NƏTİCƏLƏR

1. Tədqiqatlar nəticəsində Abşeron yarımadasının Xəzər sahillərindən və daxili göllərindən götürülmüş su və qrunnt nümunələrindən naften mənimsəyən bakteriyaların 43 aktiv ştammi və mikromisetlərin 23 aktiv ştammi ayrılmışdır. Bakteriya ştammlarının 9 cinsə, mitselial göbələk ştammlarının isə 8 cinsə mənsub olmaları təyin edilmişdir. Bakteriyaların daha aktiv ştammları *Bacillus* və *Pseudomonas*, göbələklərin isə daha aktiv ştammları *Aspergillus* və *Penicillium* cinslərinə aid olmuşdur.
2. Mikroorqanizmlərin nümunələr götürülən ərazilərdə geniş yayıldığı və onların miqdarının ilin fəsillərindən asılı olaraq orta hesabla  $10^1$ – $10^5$  hüc/ml arasında dəyişdiyi aşkar edilmişdir. Mikroorqanizmlərin ən yüksək miqdarına yay fəslində rast gəlinmiş,  $10^5$  hüc/ml təşkil etmişdir.
3. Müəyyən edilmişdir ki, neft, neft məhsulları və fərdi naften karbohidrogenlərinin aktiv bakteriya və mikromiset ştammları, onların assosiasiyaları tərəfindən effektiv biodegradasiya üçün optimal şərait aşağıdakı kimidir: temperatur rejimi  $25^{\circ}$ – $28^{\circ}$ C, substratların qatılığı 1,5%, PH-3-8. Temperaturun aşağı həddində biodestruksiyanın sürətinin dinamikası azalır.
4. Aktiv bakteriya ştammları Binəqədi xam neftini 60 %, kerosini 81%, dizel yanacağı 62%, benzini 70%, Suraxanı xam neftini 73%, naften fraksiyasını 78%, fərdi naften karbohidrogenlərini 43–76% mənimsəmişlər. Mikromiset ştammları isə Binəqədi neftini 67%, kerosini 85%, dizel yanacağı 72%, benzini 64%, Suraxanı xam neftini 79%, naften fraksiyasını 81%-i, fərdi naften karbohidrogenlərini 34–75% mənimsədiyi müəyyən edilmişdir. Mikroorqanizmlərin assosiasiyası Binəqədi xam neftini 70%, kerosini 91%, dizel yanacağı 85%, benzini isə 77%, Suraxanı xam neftini 85%, naften fraksiyasının 82%, fərdi naften karbohidrogenlərini 53–80% mənimsəmişdir.
5. Tədqiqatlar nəticəsində bakteriya-göbələk assosiasiyasının neft, neft məhsulları və naften karbohidrogenləri olan mühitdə daha fəal inkişaf etdiyi, bu halda substratların transformasiyası prosesinin 5-6 gündən sonra başladığı, aralıq məhsullarının 13-20 gün müddətində əmələ gəldiyi müəyyən edilmişdir.
6. Fiziki-kimyəvi üsullar vasitəsi ilə (xromatoqrafiya, İQ,  $^1\text{H}$  və  $^{13}\text{C}$  NMR spektroskopiyaya üsulları) ayrılmış aktiv bakteriya, göbələk ştammları, onların konsersiumları tərəfindən neft, neft məhsulları, naften karbohidrogenləri oksidləşmə mexanizmi ilə uyğun spirtlərə, ketonlara və üzvi turşulara çevrildiyi müəyyən edilmişdir.

## **DİSSERTASİYANIN MÖVZUSUNA AİD DƏRC OLUNMUŞ ELMİ ƏSƏRLƏRİN SİYAHISI**

1. Велиев М.Г., Салманов М.А., Бабашлы А.А., Алиева Э.Н. Биодegradация нефтяных углеводов: циклоалканы аренов (обзор) // Труды Института Микробиологии НАНАзербайджана, Баку: «Элм», 2012, Том 10, №2, с. 109-119
2. Салманов М.А., Велиев М.Г., Бабашлы А.А., Гасанова Г.М., Алиева Э.Н. Подбор ассоциации микроорганизмов деструкторов нефти и нефтепродуктов при низких положительных температурах // Труды Института Микробиологии НАН Азербайджана, Баку: «Элм», 2013, Том 11, №1, с. 41-46
3. Salmanov M.Ə., Vəliyev M.H., Babaşlı A.Ə., Əliyeva E.N. Su ekosistemlərindən ayrılmış mikroorqanizmlərin tsiklik karbohidrogenləri mənimsəmə qabiliyyəti // AMEA-nın Mikrobiologiya İnstitutunun elmi əsərləri, Bakı - "Elm"- 2013, XI cild, №1, s. 74-78
4. Salmanov M.Ə., Əliyeva E.N. Su ekosistemlərindən ayrılmış bakteriyaların karbon və azot mənbələrinə münasibəti // Azərbaycan Aqrar Elmi, Elmi-nəzəri jurnal, Bakı - "Tərəqqi" MMC, 2014, cild 4, s. 98-100
5. Əliyeva E.N., Əliyeva G.A. Neftlə çirklənmiş su ekosistemlərində formalaşan mikrobiotanın mövsümi dinamikası // AMEA Mərkəzi Nəbatət Bağının elmi əsərləri, Bakı – 2014, XII cild, s. 115-119
6. Əliyeva E.N. Naften karbohidrogenli tullantıların mikromisetlərə təsir xüsusiyyətləri / "Ekologiya və Həyat fəaliyyətinin Mühafizəsi" üzrə "Sənaye İli"nə həsr olunmuş VIII ənənəvi Beynəlxalq Elmi Konfransın Materialları, SDU, AMEA-nın Polimer Materiallar İnstitutu, Sumqayıt, 2014, s. 17-21
7. Алиева Э.Н. Способность микроорганизмов, выделенных из водных экосистем Апшерона усваивать циклические углеводороды / Актуальные проблемы биол. и хим. экологии, МГОУ, Москва, 2014, с. 74-76
8. Əliyeva E.N. Neftmənimsəyən bakteriyaların digər maddələr dövrəsinə rolu / BDU-nun Biologiya fakültəsinin 80 illik yubileyinə həsr olunmuş "Eksperimental biologiyanın inkişaf perspektivləri" mövzusunda Respublika Elmi Konfransının Materialları, Bakı, 19 – 20 dekabr, 2014, s. 212
9. Salmanov M.Ə., Əliyeva E.N. Su ekosistemlərindən ayrılmış mikroorqanizmlərlə neft və neft məhsullarının biodegradasiyası //

10. Salmanov M.Ə., Əliyeva E.N. Naftən karbohidrogenlərinin göbələk - bakteriya assosiasiyası tərəfindən biodeqradasiyası // AMEA-nın Mikrobiologiya İnstitutunun elmi əsərləri, Bakı - "Elm"- 2015, cild 13, №1, s. 6-8
11. Əliyeva E.N. Naftən karbohidrogenlərinin antifunqal xassələri / Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 92 illiyinə həsr olunmuş "XXI əsrdə Ekologiya və Torpaqşünaslıq Elmlərinin Aktual Problemləri" IV Respublika Elmi Konfransının Materialları, BDU Ekologiya və torpaqşünaslıq fakültəsi, Bakı, 07–08 may, 2015, s. 228-229
12. Əliyeva E.N. Karbohidrogenmənimsəyən mikroorqanizmlərin bəzi neft emalı məhsullarına münasibəti / Dedicated to the 92<sup>nd</sup> Anniversary of the National leader of the Azerbaijan, Heydar Aliyev, III İnternational Scientific Conference of young researchers, 1<sup>st</sup> book, Qafqaz University, Baku, Azerbaijan, 17-18 april, 2015, p. 295-296
13. Əliyeva E.N. Su ekosistemlərindən ayrılmış neftmənimsəyən bakteriya və mikromisetlərin identifikasiyası // Azərbaycan Torpaqşünaslar Cəmiyyətinin əsərlər toplusu, Bakı - "Elm"- 2016, cild 14, s. 97-100
14. Alieva E.N. The identification of microorganisms separated from the Apsheron peninsula / Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 93 illiyinə həsr olunmuş "XXI əsrdə Ekologiya və Torpaqşünaslıq Elmlərinin Aktual Problemləri" V Respublika Elmi Konfransının Materialları, BDU, Bakı, 05 – 06 may, 2016, p. 214-216
15. Əliyeva E.N., Salmanov M.Ə., Məmmədbəyli E.H. Naftən karbohidrogenlərinin biotransformasiyası (icmal) // AMEA-nın Mikrobiologiya İnstitutunun elmi əsərləri, Bakı - "Elm" – 2016, cild 14, №1, s. 69-79
16. Алиева Э.Н. Деградирующие свойства активных микроорганизмов, выделенных из загрязненных нефтяными углеводородами водных экосистем Апшерона // Вестник МГОУ, серия Естественные науки, 2016, №3, с. 8-12
17. Salmanov M.Ə., Məmmədbəyli E.H., Əliyeva E.N. Su ekosistemlərindən ayrılmış naftən mənimsəyən mikromisetlərin yayılma dərəcəsi / Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 94 illiyinə həsr olunmuş "Müasir Təbiət Elmlərinin Aktual Problemləri" Beynəlxalq Elmi Konfrans, GDU, Gəncə, 04 – 05 may, 2017, s. 148-150

Эльнура Назим кызы Алиева

## ДЕГРАДАЦИЯ НЕФТЕПРОДУКТЫ И НАФТЕНОВЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ ПОД ДЕЙСТВИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ БЕРЕГОВ И ВНУТРЕННИХ ОЗЕР АПШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Впервые было проведено системное исследование способности активных штаммов бактерий, микромицетов и бактериально-грибковых ассоциаций выделенных из внутренних озер и некоторых берегов Апшеронского полуострова, деградировать нефти (Бинагадинская, Сураханская сырой нефть), нефтепродукты (керосин, дизельное топливо, бензин) и нафтеновых углеводородов (циклопентан, циклогексан, циклогексен, метилциклогексен), а также полученные продукты, в результате биодеградаци. В ходе исследования из взятых образцов воды и грунта были выделены 43 активных штамма бактерий и 23 активных штамма микромицетов. Наиболее активные штаммы бактерий были отнесены к родам *Bacillus* и *Pseudomonas*, активные штаммы микромицетов – к родам *Aspergillus* и *Penicillium*. В исследуемой акватории данные отложения насыщеннее микроорганизмами по сравнению с водой. По временам года самый высокий показатель микроорганизмов в воде и грунте наблюдается в летний период.

Проведенные исследования показали, что при сравнительном анализе нефть Сураханского месторождения проще поддается биодеградаци по сравнению с нефтью Бинагадинской залежи. А это значит, что в составе Сураханской нефти больше парафинов. Микроорганизмы лучше поглощают такие нефтепродукты как керосин и нафтеновых углеводородов – циклогексан.

Был сделан вывод о том, что ассоциации обладают более эффективными по сравнению с отдельно взятыми штаммами бактериями и микромицетов биодеградирующими свойствами.

Оптимальными условиями для эффективной биодеградаци штаммами микроорганизмов являются: температурный режим 25°–28°C, плотность субстратов 1,5%, pH-3-8.

В ходе биодеградаци микроорганизмами, выделенными физико-химическими методами (хроматографией, ИК,  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  ЯМР спектроскопией) из смеси нафтеновых углеводородов отдельные представители механизмом окисления были образованы сперва циклические спирты, затем циклические кетоны и далее органические кислоты. В образце циклогексана при окислении наблюдалось образование циклогексанола, циклогексанона, адипиновой кислоты.

*Elnura Nazim Alieva*

## **DEGRADATION OF OIL PRODUCTS AND NAPHTHENIC HYDROCARBONS BY MICROORGANISMS SEPARATED FROM SHORES AND LAKES OF APSHERON PENINSULA**

For the first time, oil (Binaghadi, Surakhani raw oil), oil products (kerosene, diesel fuel, petroleum) and individual naphthenic hydrocarbons (cyclopentane, cyclohexane, cyclohexene, methylcyclohexene) degradation capacity of active bacteria and micromycete strains and associated bacteria-micromycete released from internal lakes and some shores of Apsheron peninsula and biodegradation products were researched systematically. 43 active strains bacteria and 23 active strains of micromycete were separated from water and ground samples received during the research. More active strains of bacteria were *Bacillus* and *Pseudomonas*, more active strains of micromycete were *Aspergillus* and *Penicillium* types.

Bottom deposits of water areas are richer with microorganisms than water itself. Highest number of microorganisms around year by seasons are seen during summer.

Researches indicate that during relative valuation the Surakhani oil is subject to biodegradation easier than Binaghadi oil. It also indicates Surakhani oil contains more paraffin. Kerosene among oil products and cyclohexane naphthenic hydrocarbons among are processed better by microorganisms.

It also concluded that associations have more effective biodegradation characteristics than separately taken bacteria and micromycete strains.

Perfect environment for effective biodegradation by microorganism strains are following: temperature range 25°–28°C, substrate viscosity 1,5%, PH-3-8.

Initially cyclic alcohols, then cyclic ketone and after that organic acids are formed during biodegradation of naphthenic hydrocarbons mixes and individual samples by separated microorganisms via physical-chemical methods (chromatography, IR, <sup>1</sup>H and <sup>13</sup>C NMR spectrography methods). Cyclohexanol, cyclohexanone, adipateacid generation is observed during oxidation in cyclohexane sample.

*На правах рукописи*

**ЭЛЬНУРА НАЗИМ КЫЗЫ АЛИЕВА**

**ДЕГРАДАЦИЯ НЕФТЕПРОДУКТЫ И  
НАФТЕНОВЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ ПОД  
ДЕЙСТВИЕМ МИКРООРГАНИЗМОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ  
ИЗ БЕРЕГОВ И ВНУТРЕННИХ ОЗЕР  
АПШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА**

**2414.01. – Микробиология**

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

**диссертации, представленной на соискание ученой степени  
доктора философии по биологии**

**БАКУ - 2017**