

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

ABŞERONUN TEXNOGEN ÇİRKƏLƏNMİŞ TORPAQLARININ VƏ TƏBİİ GÖLLƏRİNİN MİKROBİOLOJİ QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ VƏ BİOTEXNOLOJİ BƏRPA YOLLARININ İŞLƏNİB HAZIRLANMASI

İxtisas: 2414.01 - Mikrobiologiya

Elm sahəsi: Biologiya

İddiaçı: **Aygün Səməd qızı Qasımova**

Elmlər doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim olunan
dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı – 2025

Dissertasiya işi AR ETN-nin Mikrobiologiya İnstitutunun Torpaq mikrobiologiyası laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi məsləhətçi: biologiya elmləri doktoru, professor
Nəriman Məmməd oğlu İsmayilov

Rəsmi opponentlər: AMEA-nın müxbir üzvü
İbrahim Vahab oğlu Əzizov



biologiya elmləri doktoru, professor
Gülər Mircəfər qızı Seyidova

biologiya elmlər doktoru, professor
Mirmusa Miriş oğlu Cəfərov

biologiya elmləri doktoru, dosent
Nizami Rza oğlu Namazov

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının AR ETN-nin Mikrobiologiya İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən BED 1.07 Birdəfəlik Dissertasiya Şurası.

Dissertasiya şurasının sədri: biologiya elmləri doktoru, professor,
AMEA-nın müxbir üzvü
Pənah Zülfiqar oğlu Muradov

Dissertasiya şurasının elmi katibi: biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Günəl Əli qızı Qasimova

Elmi seminarın sədri: biologiya elmləri doktoru, dosent
Samirə İmamyar qızı Nəcəfova

GİRİŞ

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Son illər ekoloji problemlər müasir cəmiyyətin inkişafı prosesində onun "daimi yoldaşına" çevrilmişdir və bu səbəbdən də müasir tədqiqatların əsas obyektı antropogen faktorun təsiri altında dəyişən ətraf mühitdir. İnsan fəaliyyəti nəticəsində baş verən təhlükəli global dəyişikliklər – biosferin əsas komponentlərini təşkil edən torpaq və suların vəziyyətində də aydın şəkildə görünür. Buna görə də tədqiqatçıların qarşısında bir sıra həlli vacib olan aktual məsələlər durur: bitkilərin, heyvanların, mikroorqanizmlərin genetik müxtəlifliyini və yaşayış ərazisini təmin edən, kənd, meşə və su təsərrüfatları, eləcə də insan həyatı üçün ekoloji cəhətdən səmərəli şəraitin yaradılması üçün əvəzsiz resurs olan torpaq örtüyünün və su sistemlərinin qorunub saxlanılmasının və onların bərpasının elmi əsasları işlənilib hazırlanmalıdır. Bu prosesləri təhlil etmək üçün elmi monitoring metodlarından istifadə etməklə landşaft və ekosistemlərin inkişafının, fəaliyyət xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi üçün məqsədyönlü, kompleks regional tədqiqatların aparılması zəruridir.

“Neft sənayesinin fəaliyyəti iqtisadi cəhətdən səmərəli olsa da, bir çox ekoloji problemlər yaradır”¹ Müasir dövrdə bu problemlər ətraf mühitin demək olar ki, bütün komponentlərində özünü göstərir. Neft hasilatı, nəqli, neft məhsullarının emalı və istifadəsi obyektiv olaraq texnogen tullantıların əmələ gəlməsinə səbəb olur ki, bu da öz növbəsində *“təbii landşaftların - torpağın, suyun, havanın çirklənməsinə, eyni zamanda biosenozların fəaliyyətinin pozulmasına gətirib çıxarır”²*. Karbohidrogenlərlə çirklənmə torpağın mikrobiosenozunun strukturunda və funksional aktivliyində güclü dəyişikliklərə - onların sayının və keyfiyyət tərkibinin dəyişməsinə

¹ Наджафова, С.И., Кейсерухская, Ф.Х., Исмаилов, Н.М. Оценка биогенных ресурсов ассимиляционного потенциала основных типов почв Азербайджана в отношении органических загрязнений //Агрохимия, – 2022, № 5, – с. 87–932

² Двадненко, М.В., Маджигатов, Р.В., Ракитянский, Н.А. Воздействие нефти на окружающую среду // Международный журнал экспериментального образования, – 2017, № 3-1. – с. 89-90;

gətirib çıxarır ki, bu da torpaqların qismən və ya tam deqradasiyasına səbəb olur.

Bütün dünyada, eləcə də respublikamızda neft əsas enerji resursu olaraq sənayenin inkişafında aparıcı bir qüvvədir. Mühüm iqtisadi əhəmiyyəti ilə yanaşı neft hasilatının mənfi təzahürləri də var ki, bu da ətraf mühitin ekoloji problemlərinin dərinləşməsinə gətirib çıxarır. Bu səbəbdən də neft hasilatının yaratdığı ekoloji problemlərin qarşısını almaq üçün ondan istifadəni azaldaraq alternativ enerji mənbələrinin istifadəsinə üstünlük verilməsinə baxmayaraq, neft hasilatı hələ də əhəmiyyətli səviyyədədir. Azərbaycanda da neft sənayesinin inkişafı dövründə bu təsirin miqyasını Abşeron regionunun nümunəsində açıq görmək mümkündür. Hal - hazırda Azərbaycanın Abşeron yarımadası və *“Xəzər dənizində çəmləşən təbii ehtiyatlarının intensiv şəkildə istifadəsi davam edir”*.³ Xəzər dənizinin Azərbaycan sektorunda, yerin dərinliyindən *“2,1 milyard tondan çox neft və 900 mld. m³qaz hasil edilir”*⁴.

Neft çirkləndiricilərinin texnogen təzyiq dərəcəsi, miqyası həddən artıq çoxdur və bu həm torpaqların, həm də su hövzələrinin ekoloji vəziyyətində əks olunur. Məhz bu səbəbdən də karbohidrogenlərlə çirklənmiş torpaqların rekultivasiyası və su hövzələrinin təmizlənməsi Abşeron yarımadasının ən ümdə ekoloji problemlərindən biridir.

Regionun texnogen çirklənməyə məruz qalmış torpaqlarının bərpası ilə bağlı uzun illərdir ki, müxtəlif istiqamətlərdə bir sıra tədqiqat işləri aparılıb və əhəmiyyətli nəticələr əldə olunmuşdur. Abşeron yarımadasının bu ərazisində *“çirklənmiş torpaq örtüyünün ekoloji qiymətləndirilməsi”*⁵, *“neftlə çirklənmiş torpaqların təmizlənməsi və məhsuldarlığının artırılması problemi”*⁶.

³ <https://www.civilnet.am/ru/news/785163/>

⁴ Гасумов, Э.Р. Использование и добыча природного газа в Азербайджане // American Scientific Journal, – 2020. – № 42-2(42). – с. 24-28

⁵ Агакишибекова, С.Ю. Современное состояние нефтезагрязненных почв Апшеронского полуострова. Почвоведение-продовольственной и экологической безопасности страны, – 2016, – с. 51-52

⁶ Исмаилов, Н.М. Научные основы практической экобиотехнологии. М.: ИНФРА-М., 2020, – 414 с.

Abşeron yarımadasının neftlə çirklənmiş torpaqlarının təmizlənməsi üçün “*ekoloji meyarları*”⁷, neftlə çirklənmiş torpaqlarda “*neft oksidləşdirici mikroorqanizmlərin rolu və yeri*”⁸, təmizlənmə üsullarının inkişafı, Abşeron yarımadasında bioremediasiya üsullarının nəticələrinin istifadəsi⁹ və “*torpaqların neft karbohidrogenləri ilə çirklənməsinə qarşı fitoremediasiya üsullarının*”¹⁰ tədqiqi kimi elmi işləri qeyd etmək olar.

Qeyd etmək lazımdır ki, Abşeron yarımadasında texnogen çirklənmələrə məruz qalmış torpaq örtüyünün və su hövzələrinin mikrobiotasının ayrı - ayrılıqda öyrənilməsinə, ekoloji vəziyyətinin təhlilinə həsr olunmuş tədqiqat işləri aparılsa da, onların bioekoloji vəziyyətinin kompleks şəkildə təhlili, problemin həllində regional resursların potensial imkanlarından istifadə etməklə biotexnologiyaların işlənilib hazırlanması və tətbiqi istiqamətində elmi tədqiqat işləri aparılmamışdır. Torpaqların və su hövzələrinin bərpası məsələsi hələ də öz aktuallığını qoruyub saxlayır, bu istiqamətdə yeni həll yollarının işlənilib hazırlanmasını və təkmilləşdirilməsini tələb edir.

Hal-hazırda Abşeron sənaye bölgəsinin zəif biogenlik səviyyəsinə malik olan torpaqlarının müasir biotexnologiyaların tətbiqi ilə bioloji və ekoloji keyfiyyətinin bərpa edilməsi, onların öz bioloji funksiyalarını tez bərpa etməsi və yüksək bioloji məhsuldarlığa malik olmasını təmin etmək ən aktual məsələlərdəndir.

Həmçinin böyük meqopolis hesab olunan Bakı şəhərinin əhalisinin də ekoloji cəhətdən təmiz olan su, hava, torpaq resursları

⁷ Наджафова, С.И., Гасанова, З.П., Исмаилов, Н.М., Биотехнологии очистки нефтезагрязненных почв Апшеронского полуострова и интегральный показатель их биологического состояния // Живые и биокосные системы, – 2019. – № 27, – с.77-81.

⁸ Вердиева, Ф.Б, Алиева, Т.Р, Исмаилова, М.Э. Рекультивация нефтезагрязненных земель Апшеронского полуострова // Бюллетень науки и практики, – 2022; – № 8(5), – с.186.

⁹ Бабаев, Э.Р, Муштагова, Ф.Г. Применение микроорганизмов в процессах биоремедиации // НефтеГазоХимия, – 2024, – № (3-4), – с.49-55

¹⁰ Гурбанов, Э.М., Ибрагимов, Ш.И., Гусейнова, Г.З. Фитоэкологические исследования для биологической рекультивации почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами на Апшеронском полуострове (Азербайджан) // Бюллетень науки и практики, – 2022; – № 8 (12), – с.126-132

ilə təmin edilməsi ildən-ilə daha da aktuallaşan problemdir.

Abşeron sənaye regionunda əsas çirkləndiricilərdən biri olan neft məhsulları və ağır metallarla (AM) çirklənmə zamanı torpaqda və suda baş verən bioloji çevrilmələrin istiqamətini və intensivliyini əks etdirən mikrobioloji və biokimyəvi qanunauyğunluqların inkişafının öyrənilməsi mühüm əhəmiyyətə malikdir.

Bu səbəbdən də öz-özünü təmizləmə proseslərində mikroorqanizmlərin həlledici rolunu nəzərə alaraq, torpağın və suyun keyfiyyətini əks etdirən göstərici kimi mikrobiosenozun vəziyyətinin təhlili hər zaman vacibdir.

Ekoloji təhlükəsizliyi və eyni zamanda iqtisadi səmərəliliyi baxımından bioloji bərpa üsullarından istifadəyə üstünlük verilməsi müasir dövrün prioritet istiqamətlərindən biri hesab olunur.

XXI əsrin BMT tərəfindən biotexnologiyalar əsri adlandırılması, Azərbaycan Respublikasının Prezidenti tərəfindən də çirklənmiş torpaqların və eləcə də göllərin təmizlənməsinə diqqət yetirilməsi^{11,12,13}, onların bioekoloji vəziyyətinin yaxşılaşdırılması istiqamətində elmi və metodik təminatlı layihələrlə bağlı tədqiqatların aparılmasının aktuallığını bir daha vurğulayır.

Tədqiqatın obyekti və predmeti – Abşeron yarımadasının texnogen çirklənməyə məruz qalmış torpaqlarında və bəzi təbii göllərində yayılan müxtəlif mikroorqanizmlər olmuşdur.

Tədqiqatın məqsədi və vəzifələri – Abşeron sənaye ərazisinin texnogen təsirlərə məruz qalan torpaq və su obyektlərinin mikrobioloji və biokimyəvi xüsusiyyətlərinə əsasən tədqiqi, onların bioloji aktivliyinin və ekoloji funksiyalarının bərpası yollarının araşdırılmasıdır. Tədqiqatın məqsədinə uyğun olaraq aşağıdakı

¹¹ “Azərbaycan Respublikasında ekoloji vəziyyətin yaxşılaşdırılmasına dair 2006-2010-cu illər üçün Kompleks Tədbirlər Planı” // Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 2006-cı il 28 sentyabr tarixli № 1697 Sərəncamı ilə təsdiq edilmişdir- Bakı, – 2006

¹² “Azərbaycan Respublikası Prezidentinin “Böyükşor gölünün ekoloji vəziyyətinin yaxşılaşdırılması, mühafizəsi və istifadəsi sahəsində əlavə tədbirlər haqqında” 2013-cü il 26 dekabr tarixli 61 nömrəli Fərmanı Bakı, – 2013

¹³ “Zığ gölünün ekoloji vəziyyətinin yaxşılaşdırılması, mühafizəsi və ondan istifadə sahəsində əlavə tədbirlər haqqında” 2014-cü il 15 oktyabr tarixli 774 nömrəli Sərəncamı- Bakı, – 2014

vəzifələr formalaşdırılmışdır:

1. Abşeron yarımadasının texnogen çirklənməyə məruz qalmış boz-qonur torpaqlarında və təbii göllərində ən mühüm mikrobioloji və fermentativ proseslərin qanunauyğunluqlarının öyrənilməsi;

2. Tədqiq edilən torpaqların və təbii göllərin bəzi mikrobioloji, biokimyəvi göstəricilərinə müxtəlif çirkləndiricilərin təsir dərəcəsinin öyrənilməsi;

3. Abşeron yarımadasının texnogen cəhətdən pozulmuş torpaqlarında və təbii göllərində mikroorqanizmlərin bəzi indikator qruplarının say dinamikasının xüsusiyyətlərinin müəyyən edilməsi;

4. Abşeron yarımadasının tədqiq edilən torpaqlarından və göllərindən karbohidrogen parçalayan mikroorqanizmlərin ayrılması və aktiv ştamların seçilməsi;

5. Rizosferində destruktur mikroorqanizm populyasiyalarını toplayan, bu torpaq-iqlim zonasına xarakterik olan bitki növlərinin seçilməsi;

6. Abşeron yarımadasının torpaq örtüyünün və göllərinin neft karbohidrogenlərindən, həmçinin də ağır metallardan öz-özünü təmizləmə qabiliyyətinin öyrənilməsi və onun artırılması üçün regional bioresurslardan istifadə etməklə müasir biotexnologiyaların (mikrobioloji preparatların) işlənib hazırlanması;

7. İşlənib hazırlanmış biotexnologiyaların çirklənmiş torpaqların və su hövzələrinin bioekoloji xüsusiyyətlərinin bərpa dinamikasına təsirinin öyrənilməsi.

Tədqiqat metodları. Qarşıya qoyulmuş vəzifələrin həllində torpaq və su mühitlərinin öyrənilməsi üçün qəbul edilmiş kompleks mikrobioloji, kimyəvi, biotexnoloji metod və yanaşmalardan istifadə edilmişdir. Tədqiqat prosesində üzvi çirkləndiriciləri aktiv parçalamağa qadir olan mikroorqanizmlərin skrininq metodları, fitotoksiklik metodu, fitoremediasiya metodu, riyazi-statistik metodlar istifadə edilmişdir.

Müdafiyyə çıxarılan əsas müddəalar:

1. Abşeron yarımadasının boz-qonur torpaqlarında texnogen təsirdən asılı olaraq bəzi indikator mikroorqanizm qruplarının miqdar dinamikası və torpaqda gedən fermentativ proseslər spesifik xüsusiyyətlərlə xarakterizə olunur, mikrobiosenozun kəmiyyət və keyfiyyət tərkibi təmiz torpaqlarla müqayisədə dəyişir;

2. Regionun texnogen çirklənməyə məruz qalmış torpaqlarından ayrılmış karbohidrogen oksidləşdirən mikroorqanizmlərin (KOM) modifikasiya edilmiş bioloji preparatların hazırlanmasında istifadə edilməsi həmin torpaqların bərpası üçün daha səmərəli nəticə verir;

3. Texnogen çirklənməyə məruz qalmış torpaqlarda mikroorqanizmlərin bitkilərlə assosiasiyası rizosfer mikroorqanizmlərinin, o cümlədən də karbohidrogen parçalayan mikroorqanizmlərin sayının və biokütlələrinin stabil artması ilə müşayiət olunur ki, bu da fitoremediasiya prosesinin səmərəliliyinin əsasını təşkil edir;

4. Tərkibində karbohidrogen parçalayan mikroorqanizmlər olan preparatlarla bitki toxumlarının inokulyasiya edilməsi, bitkilərin böyümə və inkişafına, həmçinin də çirklənmiş torpaqların bioloji təmizlənməsinə müsbət təsir edir;

5. Aktivləşdirilmiş lil və modifikasiya etdiyimiz polifunksional mikrob preparatı - "Fermi-Start" ağır metalları yüksək adsorbsiya potensialına malikdir və su hövzələrinin ağır metallardan (AM) təmizlənməsi üçün istifadə edilə bilər;

6. Texnogen təsirlər nəticəsində çirklənmiş torpaq və su hövzələrinin bioloji təmizlənmə texnologiyasında regional bioresursların maksimal istifadə edilməsi Abşeron sənaye bölgəsində qapalı biotexnologiyaların tətbiqi üçün təşəbbüsünə həll edir.

Tədqiqatın elmi yeniliyi. İlk dəfə olaraq, Abşeron yarımadasında texnogen çirklənmiş torpaq və göllərin vahid fəaliyyət göstərən ekosistem kimi bioekoloji vəziyyəti kompleks şəkildə tədqiq edilmiş, suyun və torpaq örtüyünün bioloji aktivliyinin texnogen çirklənmə dərəcəsindən asılı olaraq dəyişdiyi müəyyən edilmişdir;

Torpaqların bioloji aktivliyinin, neft və neft məhsullarından öz-özünü təmizləmə qabiliyyətinin artırılması üçün karbohidrogen oksidləşdirən mikroorqanizmlər və regional biotullantılar əsasında ilk dəfə modifikasiya olunmuş biopreparatlar hazırlanmış və onların tətbiqinin optimal normaları müəyyən edilmişdir;

Abşeron yarımadasında çirklənmiş torpaqların təmizlənməsi üçün mikrob-bitki assosiasiyalarının yeni modifikasiyada istifadəsi perspektivləri göstərilmişdir: qarayonca (*Medicago sativa*), barmaqvari çayır (*Cynodon dactylon*), *Ps. aeruginosa* №3, "Fermi-start" bioloji

məhsulundan ibarət bu assosiasiyaların rizosferdə mikrob populyasiyasının artırılması, aktivliyinin sabit saxlanması, torpaqdakı neft karbohidrogenlərinin miqdarının azaldılması və eyni zamanda boz-qonur torpaqların karbohidrogenlərlə çirklənməyə qarşı davamlılığına müsbət təsiri aşkar edilmişdir;

Müəyyən edilmişdir ki, Abşeron yarımadasının texnogen təsirə məruz qalmış göllərində karbohidrogenlərin, bəzi ağır metalların (AM) miqdarı YVH-dən dəfələrlə çoxdur və bu göstərici su nümunələrinin götürüldüyü yerdən, həmçinin də ilin fəsillərindən asılı olaraq dəyişir.

Abşeron yarımadasının texnogen təsirə məruz qalmış göllərindən ayrılan *Pseudomonas sp. № 45, 21, 33, 64, Rhodococcus sp. № 7, 12 və Micrococcus sp. - № 22 ştamlarının* karbohidrogenləri yüksək destruksiya qabiliyyəti aşkarlanmışdır. Qeydə alınmış aktiv mikroorqanizmlər əsasında bioloji preparatların elmi əsasları işlənib hazırlanmışdır.

Abşeron yarımadasında göllərin effektiv təmizlənməsini təmin etmək üçün ilk dəfə olaraq bonların aktiv karbohidrogen oksidləşdirən bakteriyalarla modifikasiyasının (çoxfunksiyalı biobonların) elmi əsasları işlənib hazırlanmışdır.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. Aparılan tədqiqat işi nəticəsində əldə olunan məlumatlar Abşeron yarımadasının texnogen çirklənmiş boz-qonur torpaqlarının və təbii göllərinin mikrobioloji göstəriciləri, ekoloji vəziyyəti haqqında məlumatlar bazasının genişlənməsinə xidmət edəcək.

İşlənib hazırlanmış texnologiyalar və yanaşmalar Abşeron yarımadasının texnogen təsirdən dəyişmiş boz-qonur torpaqlarının bioremediasiyası üçün əlverişli olub, bu torpaqların bərpa olunmuş və yenidən məhsuldarlığı artmış torpaqlar kimi formalaşmasına imkan verir.

Abşeron yarımadasının su hövzələrinin neft, neft məhsulları və AM-dən təmizlənməsi prinsipləri ilə işlənib hazırlanmış texnologiyalar arid ərazidə məhdud su ehtiyatlarını rekreasiya tədbirlərində səmərəli istifadə etmək üçün geniş imkanlar yaradır.

Bu səbəblərdən də aparılan tədqiqat işi eyni zamanda ekoloji və iqtisadi səmərəyə malikdir. Belə ki, işlənib hazırlanmış biotexnologiyalar təbii resurslara qənaət edərək, bərpa edilən (ikincili resurs) xammalın səmərəli istifadə edilməsinə imkan yaradır, ətraf

mühitə oksigenə bioloji tələbatı (OBT) yüksək olan üzvi maddələrin atılmasının qarşısını alır və ətraf mühitin qorunması üçün böyük maliyyə resurslarının xərclənməsinə qənaət edir.

Nəşr, dissertasiyanın aprobasiyası və tətbiqi. Dissertasiya işinin mövzusu üzrə 40 elmi əsər (1 kitab, 17 məqalə və 22 konfrans materialı) dərc olunub.

Dissertasiya işinin əsas müddəaları beynəlxalq konfranslarda: «Современная биология: Актуальные вопросы» (Санкт-Петербург, 2015); Евразийский союз ученых XV Межд. Научно-прак. Конф. «Современные концепции научных исследований» (Москва, 2015); «Природные и антропогенные изменения аридных экосистем и борьба с опустыниванием (Махачкала, 2016); «Индикация состояния окружающей среды: теория, практика, образование» (Москва, 2017); 1st International conference of European Academy of Science: Federal Ministry of Education and Research (Germany, 2018); «Региональные стратегии и проекты: эколого-экономические аспекты разработки и реализации» (РАЕН Москва, 2020); «Актуальные проблемы землеустройства, кадастра и природообустройства» (Воронеж, 2020); научно-прак. конф.РАЕН «Стратегические региональные проекты и эколого-экономическое и социальное развитие территорий» (Москва, 2021); Межд. Научно-прак. конференция «Стратегические проекты и внедрение ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий в регионах» РАЕН (Москва, 2022); «Инновационные биотехнологии для охраны окружающей среды» (Минск, 2024), «Актуальные проблемы микробиологии, биотехнологии и биоразнообразия» (Астана, 2024), Respublika daxili konfranslar: «Qlobollaşma şəraitində əsrin aktual problemləri və inkişaf perspektivləri» Beynəl. elmi-prak.konf. (Gəncə, 2014), «Müasir biologiya və kimyanın aktual problemləri» elmi-praktiki konfransında (Gəncə, 2015), «Müasir kimya və biologiyanın aktual problemləri» Beynəl. konfrans materialları (Gəncə, 2016), «Akademik Həsən Əliyev -110» yubileyinə həsr olunmuş konfrans (Bakı, 2017), «Yeni tendensiyalar və innovasiyalar: Azərbaycanda mikrobiologiyanın inkişaf perspektivləri» mövzusunda respublika elmi-praktiki konf. (Bakı, 2022); «Ekologiya: təbiət və cəmiyyət problemləri» mövzusunda IV Respublika elmi konf. Bakı-

2023), Ümummilli Lider Heydər Əliyevin 100 illik yubileyinə həsr olunmuş «Biologiyanın aktual problemləri davamlı inkişaf kontekstində» respublika elmi konfr. (Bakı, 2023), International Soil Science Congress on «Climate change and sustainable soil management» (ICEFSSS, Bakı, 2023) kimi konfranslarda məruzə edilmişdir.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı. Dissertasiya işi AR ETN-nın Mikrobiologiya İnstitutunun Torpaq mikrobiologiyası laboratoriyasında (2015-2025-ci illərdə) yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiya işinin strukturu və həcmi:

Dissertasiya işi girişdən, 5 fəsildən (ədəbiyyat xülasəsi - I, tədqiqatın obyekti və metodları - II, eksperimental hissə - III-V), tədqiqatların yekun təhlilindən, nəticələrdən, praktiki tövsiyələrdən, dissertasiyada istifadə edilən ədəbiyyat və ixtisasların siyahısından ibarətdir ki, onlar da ümumilikdə 441866 işarə təşkil edir.

I FƏSİL

TEXNOGEN LANDŞAFTLARIN FUNKSIONAL XÜSUSİYYƏTLƏRİ

Dissertasiyanın 1.1 və 1.2-ci bölmələrində neftlə çirklənmiş torpaqların bio- və ekodiaqnostikası problemi, torpaqların neftlə çirklənmə səviyyəsinin onların fiziki-kimyəvi xassələrinə təsiri, 1.3-cü bölməsində torpaqların funksional - ekoloji xüsusiyyətlərinin, davamlılığının və öz-özünü təmizləmə qabiliyyətinin sistemli qiymətləndirilməsinə müxtəlif yanaşmalar, 1.4-cü bölməsində (1.4.1.- 1.4.5.) isə texnogen çirklənməyə məruz qalmış torpaqların bioloji diaqnostikası və indikasiyası məsələlərinə - karbohidrogen çirklənməsinin torpaq mikrobiosenozunun strukturu və funksional aktivliyinə, torpaq alqosenozlarına, torpaq onurğasızlarına, ali bitkilərə, torpaqların fermentativ aktivliyinə təsiri, 1.5-ci bölmədə neft karbohidrogenlərinin mikrob degradasiyası, öz-özünü təmizləmə proseslərinin intensivliyinə təsiri, 1.6-cı bölmədə torpaqların remediasiya üsulları, bioremediasiya proseslərində ali bitkilərin və mikroorqanizmlərin rolu, 1.7-ci bölmədə (1.7.1-1.7.2) su hövzələrinin karbohidrogenlərlə və AM-la çirklənməsi problemi, neft karbohidrogenlərinin su ekosistemlərinə təsiri, təbii suların üzvi çirkləndiricilərdən öz-özünü təmizləmə proseslərinin əsas

qanunauyğunluqları və bu proseslərin idarə olunması, 1.8.- ci bölmədə AM-la çirklənmiş su hövzələrinin bioloji aktivliyinin bərpası haqqında ədəbiyyat məlumatları analiz edilir, bu istiqamətlərdə aparılan elmi tədqiqatların nəticələrinin geniş təhlili verilir.

II FƏSİL MATERIAL VƏ İŞİN METODİKASI

2.1. Tədqiq olunan ərazinin ekologiyası, torpaq və bitki örtüyünün xüsusiyyətləri

Bu bölmədə tədqiq edilən ərazinin ümumi xarakteristikasını (iqlim şərtləri, relyefi, hidrogeoloji xüsusiyyətləri, torpaq və bitki örtüyü) əks etdirən məlumatlar yer almış, ərazinin müasir ekoloji vəziyyəti təhlil edilmişdir. Tədqiqatlar 2015-2025-ci illərdə Abşeron yarımadasının texnogen çirklənmiş boz-qonur torpaqlarından (Bibi- Heybət, Binəqədi, Balaxanı, Sabunçu, Ramana, Binə, Suraxanı əraziləri) və təbii göllərindən (Böyük-Şor, Zığ) götürülən su nümunələri əsasında aparılmışdır.

2.2. Torpaqların tədqiqat üsulları

Tədqiqat üçün torpaq nümunələrinin götürülməsi “standartlara”¹⁴ uyğun olaraq fəsillər üzrə aparılmışdır. Nümunələrdən mikroorqanizmlərin müxtəlif fizioloji qruplarının ayrılması və sayı “*aqarlı qidalı mühitlərdə əkmə üsulu*” ilə, cinsə qədər təyini “*kultural-morfoloji və fizioloji əlamətlərə əsasən*”¹⁵ müəyyən edilmişdir. Torpaqların “*fermentativ aktivliyi ümumi qəbul olunmuş üsullara*”¹⁶,

¹⁴ ГОСТ «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа». – М., стандартинформ, – 2008, – с.7

¹⁵ Лысак, Л.В. Методы оценки бактериального разнообразия почв и идентификации почвенных бактерий. / Л.В. Лысак, Т.Г. Добровольская, И.Н. Свороцова. – М.: МАКС Пресс, –2003. –121с.

¹⁶ Казеев, К.Ш., Колесников, С.И., Вальков, В.Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. Ростов-на-Дону, Изд-во Рост, ун-та, – 2003. – 204 с.

tənəffüs intensivliyi “*Makarov üsulu*”¹⁷, fitotoksiklik dərəcəsi “*test bitkilərinin cücərmə faizinə*”¹⁸ əsasən təyin edilmişdir. “*Minerallaşma əmsalının təyini*”¹⁹ isə İsmayılovun metoduna əsasən aparılmışdır. Neftlə çirklənmiş torpaqların fitoremediasiyasının tədqiqi bitki və mikroorqanizmlərin qarışığından ibarət kompleks sistemlərdən istifadə olunmaqla, 15 q/kq konsentrasiyada xam neftlə çirklənmiş torpaq nümunəsində öyrənilmişdir.

Tədqiqat üçün çirklənməyə davamlı bitki növləri olaraq qarayonca (*Medicago sativa L*) və barmaqvarıçayır (*Cynodon dactylon (L.) Pens.*) bitkilərinin toxumlarından istifadə edilmişdir.

Təcrübələrdə bitki toxumlarının bakterizasiyası üçün “Fermi-start” biopreparatından və təcrübələr zamanı əldə edilən karbohidrogen oksidləşdirən bakteriya ştammindən (*Ps. aeruginosa* №3) istifadə edilmişdir.

2.3. Su sistemlərinin tədqiqat metodları

Tədqiqat üçün su nümunələri “*ənənəvi üsullarla*”²⁰, fəsillər üzrə götürülmüşdür. Suyun “*kimyəvi analizi ümumi qəbul edilmiş üsullara*”²¹, su nümunələrində neftlə çirklənmənin komponent tərkibinin təhlili, “*xromotoqrafiya üsulu*”²² ilə, ağır metalların təyini 520 nm dalğa uzunluğunda Palintest Photometr cihazında fotometrik metoddan

¹⁷ Макаров, Б.Н. Упрощенный метод определения дыхания почвы // Почвоведение, –1957. № 9, – с. 119-122.

¹⁸ Trofimov, I., Pavliukh, L., Novakivska, T., Bondarenko, D. // Assessment of phytotoxicity of mixed aviation fuels using of plant testers / International independent scientific journal, –2020. №11. – p.9–17.

¹⁹ Исмаилов, Н.М., Гаджиева, В.И., Гасанова, М.Г. Коэффициент минерализации углеводов как показатель самоочищающей способности нефтезагрязнённых почв // Известия АН АзССР, серия биологическая, – 1984. № 6. – с. 76-85.

²⁰ Романенко, В., Кузнецов, С. Экология микроорганизмов пресных водоемов Ленинград : Наука, 1974. –192с.

²¹ Определение массовой концентрации нефтепродуктов в воде. Методические указания. МУК 4.1.1013-01.-М.: 2001.

²² Методика хроматографического анализа: ГОСТ 2177-99. Нефтепродукты. Определение фракционного состава. М.: ИПК. -1999.

istifadə olunmaqla aparılmışdır. Neft və neft məhsullarını parçalayan, habelə AM-ın adsorbsiya qabiliyyətinə malik olan “mikroorqanizm növlərinin müəyyənləşdirilməsi ümumi qəbul edilmiş metodla”²³ aparılmışdır.

Nəticələrin statistik işlənməsi “Lakin”²⁴ “Excel – 2007” “Statistica V6.0” proqramları istifadə edilərək həyata keçirildi. Əldə edilən ortalama məlumatların statik etibarlılığını qiymətləndirərkən t-Student testindən istifadə edilmişdir. Cədvəllərdə və qrafiklərdə təqdim edilən nəticələr orta kənaraçıxmalarla verilmişdir.

EKSPERİMENTAL HİSSƏ

III FƏSİL

ABŞERON YARIMADASININ TEXNOGEN

TORPAQLARININ BİOLOJİ AKTİVLİYİNİN

QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

3.1. Abşeron yarımadasındakı neftlə çirklənmiş torpaqların funksional və ekoloji vəziyyətinin təhlili

Bu yarımfəsildə Abşeron yarımadasının texnogen çirklənməyə məruz qalan boz-qonur torpaqlarının ümumi sahəsi və çirklənmə dərəcəsi, torpaqdakı neft və neft karbohidrogenləri üçün YVH probleminin öyrənilməsinə dair tədqiqat işlərinin təhlili aparılmışdır.

Tədqiqatlar üçün Neft Qaz Çıxarma İdarəsi (Ə.Əmirov, Bibi-Heybət, Balaxanı, Z.Tağıyev ad.) ərazilərindən torpaq örtüyünün funksional və ekoloji vəziyyətinin sistemli təhlilini aparmaq üçün ümumilikdə 101 torpaq nümunəsi götürülmüş, nümunələrdə ümumi karbohidrogenlərin miqdarı təyin edilmişdir. NQÇİ-nin ərazilərində torpaq örtüyünün neft çirkləndiriciləri ilə çirklənmə dərəcəsinin təhlilinin nəticələrinə əsasən karbohidrogenlərin miqdarının bəzi ərazilərdən götürülmüş nümunələrdə 10%-dən çox, bəzi ərazilərdə isə 10%-dək olduğu aşkar edildi.

Çirklənmənin orta göstəriciləri əsasında tədqiq olunan neft və qaz

²³ Определитель бактерий Берджи, Том 1-422с; Том 2. Дж. Хоулт 1997. – 325с.

²⁴ Лакин, Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, IV издание, 1990. - 352 с.

hasilatı idarələrinin ərazilərində torpaqların karbohidrogenlərlə çirklənməsinin azalma dərəcəsinə görə sıralaması aparılmışdır. Bu nəticələrə görə NQÇİ-lərin əraziləri aşağıdakı sıralamaya uyğundur:

Bibi-Heybat > Z. Tağıyev > Ə. Əmirov > Balaxanı

3.2. Abşeron yarımadasında texnogen təsirə məruz qalmış boz-qonur torpaqların xarakteristikası və mikrobioloji aktivliyi

Abşeron yarımadasında boz-qonur torpaqlar üstünlük təşkil edir ki, onların quruluşu və xüsusiyyətləri quru iqlim şəraiti və bitki örtüyünün kserofit-efemer bitki örtüyü ilə müəyyən olunur. Bu şərtlər daxilində torpaqda çox az üzvi maddə toplanır və onların sürətli mineralaşması baş verir. Bütün bunların nəticəsidir ki, Abşeron torpaqları bütün səhra mənşəli boz-qonur torpaqlar kimi çox nazik humus qatı, zəif humus tərkibi və strukturu ilə xarakterizə olunur.

Karbohidrogenlərin ətraf mühitə daxil olması torpağın fiziki-kimyəvi xassələri ilə yanaşı bioloji xüsusiyyətlərində də əks olunur. Torpaq mikrobiotasında həm populyasiya səviyyəsində, həm də mikrob hüceyrəsi səviyyəsində keyfiyyət və kəmiyyət dəyişiklikləri baş verir. Tədqiq edilən ərazilərdən götürülən neftlə çirklənmiş torpaq nümunələrində heterotrof mikroorqanizmlərin ümumi miqdarı və müxtəlif fizioloji qruplara aid mikroorqanizmlər müvafiq qidalı mühitlərdən istifadə etməklə ayrılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, neftlə çirklənmiş torpaqlarda mikroorqanizmlərin qrup tərkibi təmiz (neftlə çirklənməmiş) torpaqdakına bənzəyir, lakin neftlə çirklənmiş torpaqlarda mikroorqanizm qruplarının nisbəti fərqlidir (cədvəl1).

Tədqiqat aparılan neftlə çirklənmiş ərazilərdən götürülən torpaq nümunələrində kontrolla (Mərdəkan-neftlə çirklənməmiş) müqayisədə mikroorqanizmlərin ümumi miqdarı azalır, karbohidrogen oksidləşdirici, denitrifikasiyaedici mikroorqanizmlərin miqdarında artım, sellülozaparçalayan və nitrifikasiya bakteriyalarının miqdarında isə azalma müşahidə olunmuşdur. Bu mikroorqanizm qruplarının sayının azalmasının səbəblərindən biri də, çirklənmiş torpaqda təmiz torpaqla müqayisədə azotun və bitki qalıqlarının az olması ola bilər.

Cədvəl 1.

NQÇİ ərazilərindən götürülən torpaq nümunələrindən ayrılan mikroorqanizmlərin miqdarı

№	Nümunələrin götürüldüyü ərazilər	MÜM, KƏV/q. torpaq	KOM-in miqdarı KƏV/q torpaq	Denitrifikasiya bakteriyaları, KƏV/q. torpaq	Nitrifikasiya bakteriyaları, KƏV/q. torpaq	Sellüloza-parçalayan mikroorqanizmlər, KƏV/q torpaq
1	Bibi -Heybət	$1,7 \pm 0,12 \times 10^4$	$3,5 \pm 0,12 \times 10^4$	$4,9 \pm 0,2 \times 10^4$	$1,1 \pm 0,12 \times 10^2$	$1,2 \pm 0,11 \times 10^2$
2	Ə.Əmirov	$2,3 \pm 0,50 \times 10^4$	$3,7 \pm 0,50 \times 10^4$	$3,4 \pm 0,4 \times 10^4$	$1,4 \pm 0,23 \times 10^2$	$1,3 \pm 0,3 \times 10^3$
3	Binəqədi	$3,7 \pm 0,61 \times 10^4$	$2,1 \pm 0,61 \times 10^5$	$2,2 \pm 0,21 \times 10^4$	$1,1 \pm 0,3 \times 10^2$	$1,7 \pm 0,14 \times 10^3$
4	Balaxanı	$3,2 \pm 0,2 \times 10^4$	$4,5 \pm 0,2 \times 10^4$	$2,1 \pm 0,11 \times 10^4$	$2,3 \pm 0,5 \times 10^2$	$2,1 \pm 0,22 \times 10^3$
5	Sabunçu	$2,4 \pm 0,11 \times 10^4$	$2,4 \pm 0,11 \times 10^4$	$2,3 \pm 0,12 \times 10^4$	$3,2 \pm 0,2 \times 10^2$	$1,6 \pm 0,6 \times 10^3$
6	Ramana	$3,6 \pm 0,43 \times 10^4$	$2,6 \pm 0,43 \times 10^4$	$2,6 \pm 0,2 \times 10^4$	$1,5 \pm 0,42 \times 10^2$	$1,8 \pm 0,4 \times 10^3$
7	Z.Tağıyev	$2,2 \pm 0,11 \times 10^4$	$2,5 \pm 0,11 \times 10^5$	$2,2 \pm 0,2 \times 10^5$	$1,3 \pm 0,12 \times 10^3$	$1,2 \pm 0,2 \times 10^3$
8	Suraxanı	$3,7 \pm 0,11 \times 10^4$	$2,7 \pm 0,11 \times 10^5$	$4,2 \pm 0,23 \times 10^4$	$1,2 \pm 0,24 \times 10^2$	$2,2 \pm 0,13 \times 10^3$
9	Kontrol	$4,9 \pm 0,11 \times 10^5$	$1,6 \pm 0,12 \times 10^3$	$1,8 \pm 0,12 \times 10^3$	$4,0 \pm 0,12 \times 10^4$	$4,8 \pm 0,26 \times 10^4$

** MÜM -mikroorqanizmlərin ümumi miqdarı, KOM- karbohidrogen oksidləşdirən mikroorqanizmlər, KƏV-koloniya əmələgətirən vahid*

Bu baxımdan, neftlə çirklənmiş torpaqda onların inkişafı üçün əlverişsiz şərait yaranır. Tədqiq edilən ərazilərdən götürdüyümüz 101 torpaq nümunəsinin analizi nəticəsində KOM-ın 7 cinsə aid 215 ştammi təmiz kulturaya çıxarılmışdır. Ayrılan ştamların *Pseudomonas sp.*, *Arthrobacter sp.*, *Micrococcus sp.*, *Bacillus sp.*, *Mycobacterium sp.*, *Rhodococcus sp.*, *Acinetobacter sp.* cinslərinə aid olduğu müəyyən edilmişdir (cədvəl 2). KOM-lar qida substratı olaraq n-heksadəkandan istifadə etməklə ayrılmışdır. Məlumdur ki, neft kimyəvi tərkibinə görə çox komponentli bir maddədir.

Cədvəl 2.

Tədqiq olunan torpaq nümunələrindən ayrılan karbohidrogen oksidləşdirən mikroorqanizmlər

№	Nümunələrin götürüldüyü ərazilər	Mikroorqanizm cinsləri	Ştamların sayı
1.	Bibi -Heybət	<i>Pseudomonas sp.</i> <i>Arthrobacter sp.</i> <i>Micrococcus sp.</i> <i>Bacillus sp.</i>	18 8 5 11
2.	Ə.Əmirov	<i>Mycobacterium sp.</i> <i>Pseudomonas sp.</i> <i>Rhodococcus sp.</i>	3 7 12
3.	Binəqədi	<i>Pseudomonas sp.</i> <i>Arthrobacter sp.</i> <i>Bacillus sp.</i>	11 9 14
4.	Balaxanı	<i>Pseudomonas sp.</i> <i>Mycobacterium sp.</i> <i>Bacillus sp.</i>	15 12 8
5.	Sabunçu	<i>Mycobacterium sp.</i> <i>Acinetobacter sp.</i> <i>Rhodococcus sp.</i>	7 3 9
6.	Ramana	<i>Pseudomonas sp.</i> <i>Acinetobacter sp.</i>	10 6
7.	Z.Tağıyev	<i>Mycobacterium sp.</i> <i>Acinetobacter sp.</i> <i>Bacillus sp.</i>	7 9 15
8.	Suraxanı	<i>Acinetobacter sp.</i> <i>Rhodococcus sp.</i> <i>Mycobacterium sp.</i>	5 8 3
9	Cəmi	7	215

Cədvəl 3.

NQÇİ ərazilərindən ayrılan aktiv KOM şamlarının neft və neft məhsullarını mənimsəməsi

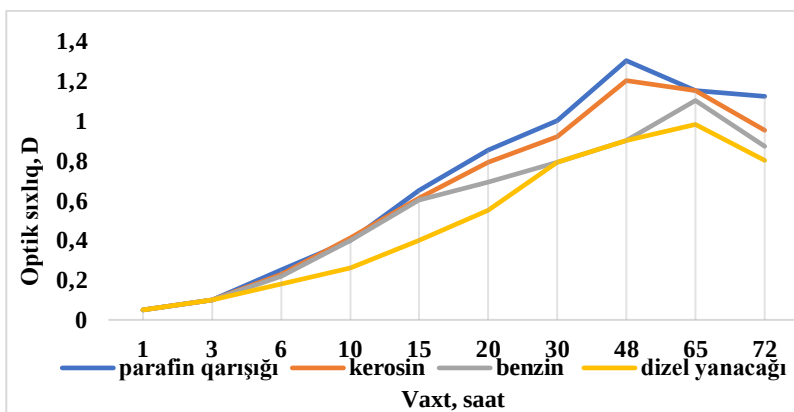
№	Şamlar	Xam neft	(C ₁₂ -C ₁₈)	Kerosin	Benzin	DY
1.	<i>Acinetobacter sp.13</i>	-	+	+	-	+
2.	<i>Pseudomonas sp. 3</i>	+	+	+	+	+
3.	<i>Bacillus sp.7</i>	+	+	-	-	+
4.	<i>Arthrobacter sp.4</i>	-	+	-	+	-
5.	<i>Pseudomonas sp. 12</i>	+	+	-	-	+
6.	<i>Micrococcus sp. 8</i>	+	+	-	+	+
7.	<i>Bacillus sp.15</i>	+	+	+	+	+
8.	<i>Mycobactrium sp. 5</i>	+	+	-	-	-
9.	<i>Acinetobacter sp. 24</i>	-	+	-	-	+
10.	<i>Mycobactrium sp.11</i>	+	+	+	+	+
11.	<i>Rhodococcus sp. 19</i>	-	+	-	-	+
12.	<i>Bacillus sp.18</i>	+	+	+	+	+
13.	<i>Rhodococcus sp.26</i>	+	+	-	-	-
14.	<i>Micrococcus sp.19</i>	+	+	-	-	-
15.	<i>Pseudomonas sp.28</i>	+	+	+	+	+
16.	<i>Micrococcus sp. 23</i>	+	+	-	-	+
17.	<i>Pseudomonas sp.22</i>	+	+	+	+	+
18.	<i>Mycobactrium sp. 1</i>	-	+	-	+	-
19.	<i>Rhodococcus sp.9</i>	-	+	-	-	+
20.	<i>Acinetobacter sp. 17</i>	-	+	-	-	+
21.	<i>Bacillus sp.25</i>	+	+	+	+	+
22.	<i>Micrococcus sp. 22</i>	+	-	+	+	+

***DY-dizel yanacağı**

Əgər ayrılmış mikroorqanizmlərin torpaqların neftdən təmizlənməsi üçün istifadə ediləcəyi ehtimal olunarsa, bu zaman onların qida substratı kimi karbohidrogenlərin mümkün qədər daha çox çeşidini istifadə etmək qabiliyyəti olmalıdır. Belə olduğu təqdirdə ayrılan mikroorqanizmlərin fəaliyyətinin daha səmərəli olduğu qəbul edilir. Bu məqsədlə də ayrılan KOM-lar üçün qida substratı olaraq xam neft, n-parafinlərin qarışığı (C₁₂-

C₁₈), kerosin, benzin və dizel yanacağı istifadə edilmiş, onların ayrı-ayrı karbohidrogenləri mənimsəməsi öyrənilmişdir (cədvəl 3).

Tədqiqatlar zamanı əldə edilən nəticələrə əsasən *Pseudomonas sp.3*, *Pseudomonas sp.22*, *Pseudomonas sp.28*, *Bacillus sp.18*, *Bacillus sp.15*, *Mycobactrium sp. 11* cinslərinə aid ştamlar neft və neft məhsullarının parçalanmasında yüksək aktivlikləri ilə seçilmişlər. Bu ştamlar içərisində *Pseudomonas sp.3* cinsinə aid ştamm digərləri ilə müqayisədə karbohidrogenləri parçalama intensivliyinə görə yüksək aktivlik göstərmişdir, belə ki, 48 saat ərzində n-parafinləri (C₁₂-C₁₈) və kerosini, 65 saat ərzində isə benzin və dizel yanacağını mənimsəmişdir (şəkil 1).



Şəkil 1. *Pseudomonas sp. № 3* ştammının parafin karbohidrogenlərini (C₁₂-C₁₈) və neft məhsullarını mənimsəməsi

Əldə edilən nəticələr bu cinsə aid ştammı neftlə çirklənmiş torpaqların bioremediasiyası üsullarının hazırlanması üçün perspektivli ştamm kimi istifadə etməyə imkan verir.

3.3. Karbohidrogen çirklənməsi zamanı rizosfer mikrobiotasının xüsusiyyətləri

Müasir dövrdə ətraf mühitə müxtəlif çirkləndiricilərin təsiri və bu təsirlərdən yaranan ekoloji problemlərin aradan qaldırılması məsələləri mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Neft məhsulları da bu çirkləndiricilər arasında prioritet yer tutduğu üçün neftin torpaqların fiziki-kimyəvi

xassələrinə, torpaq mikrobiosenoza təsiri məsələsi daim diqqət mərkəzindədir. Bu günə qədər də neft çirkləndiricilərinin torpaq mikrobiotasına təsiri yaxşı öyrənilmişdir, lakin rizosfer mikroorqanizmlərinin neft çirkləndiriciləri ilə çirklənməyə qarşı ekoloji və funksional reaksiyaları kifayət qədər tədqiq edilməmişdir. Buna görə də Abşeron yarımadasının neftlə çirklənmiş torpaqlarında rizosfer mikrobiotasının fəaliyyətinin təhlili üçün nisbi təmiz və xam neftlə çirklənmiş torpaqlarda çayır bitkisinin rizosferi müqayisəli şəkildə tədqiq edilmiş, model təcrübələrdə neftlə çirklənmənin rizosfer mikrobiotasının say dinamikasına təsiri öyrənilmişdir. Bitki olan və bitki olmayan torpaq nümunələrində xam neftin torpaq mikroorqanizmlərinin fəaliyyətinə təsiri 1 ay müddətində izlənilmişdir. Bitki olmayan torpaqların xam neftlə (15q/kq) çirkləndirilməsindən 10 gün sonra, heterotrof mikroorqanizmlərin ümumi sayında artım müşahidə olundu, lakin təcrübənin davam etmə müddəti ərzində torpaq nümunələrinin analizi zamanı kontrol nümunəyə və ilkin nəticəyə nəzərən mikroorqanizmlərin sayında azalma aşkar olundu. Belə nəticə neftlə çirklənmənin ilkin mərhələsində mikroorqanizmlərin asan parçalanan karbohidrogenləri mənimsəməklə intensiv inkişafı ilə əlaqələndirilə bilər. Təcrübə nəticələri cədvəl 4 – də təsvir edilmişdir.

Cədvəl 4.

Təmiz və neftlə çirkləndirilmiş torpaqda rizosfer mikrobiotasının fəaliyyətinin müqayisəli təhlili

Təcrübə variantları	MÜM, KƏV/q torpaq		
	10 gün	20 gün	30gün
Bitki olmayan torpaq			
Kontrol	$7,0 \pm 0,4 \times 10^5$	$7,1 \pm 0,4 \times 10^5$	$7,1 \pm 0,3 \times 10^5$
Neftlə çirklənmiş torpaq	$7,7 \pm 0,3 \times 10^5$	$6,8 \pm 0,3 \times 10^4$	$6,5 \pm 0,2 \times 10^3$
Çayır bitkisinin rizosferi			
Kontrol	$7,5 \pm 0,4 \times 10^5$	$7,3 \pm 0,4 \times 10^5$	$7,9 \pm 0,4 \times 10^5$
Neftlə çirklənmiş torpaq	$8,0 \pm 0,2 \times 10^5$	$8,0 \pm 0,2 \times 10^6$	$8,8 \pm 0,3 \times 10^6$

***Qeyd: Kontrol- təmiz torpaq, MÜM- mikroorqanizmlərin ümumi miqdarı**

Çayır bitkisinin rizosferində isə mikroorqanizmlərin miqdarı təcrübə müddəti ərzində artmış və sonadək yüksək olmuşdur. Çayır bitkisinin kök zonasının mikrob birliklərində struktur və kəmiyyət dəyişikliklərinin, həmçinin karbohidrogen çirklənməsinin onların funksional fəaliyyətinə təsirinin öyrənilməsi bir sıra ümumi qanunauyğunluqları aşkar etməyə imkan verdi. Bitki olan və bitki olmayan torpaqlarda mikrobiotanın struktur tərkibini təyin etmək üçün aparılan analizlər göstərdi ki, hər iki torpaq nümunəsində mikroorqanizmlər demək olar ki, eyni fizioloji qruplarla (nitrifikasiya, ammonifikasiya, denitrifikasiya, azot fiksasiya edən və sellüloza parçalayan mikroorqanizmlərlə) təmsil olunur. Bununla yanaşı torpaq mikroorqanizmlərinin əsas fizioloji qruplarının miqdarının təhlili göstərdi ki, rizosferdəki bütün tədqiq olunan qrupların miqdarı yüksəkdir və ortaqların bir-birlərinə yönəlmiş müsbət təsirləri torpağın təmizlənməsini gücləndirə bilər.

3.4. Karbohidrogen birləşmələrinin torpaq fermentlərinə təsiri

Neft və neft məhsulları ilə çirklənmənin torpaqların *“fermentativ aktivliyinə əhəmiyyətli dərəcədə təsiri”*^{25,26} haqqında məlumatlar bir sıra tədqiqatçıların işlərində də öz əksini tapmışdır.

Tədqiq etdiyimiz nümunələrin hamısında çirklənmiş və çirklənməmiş torpaqların fermentativ aktivliyinin çox fərqli olduqları aşkar edilmişdir. Kontrol və neftlə çirklənmiş torpaqların katalaza aktivliyində əhəmiyyətli fərqlər müəyyən edilmişdir. Tədqiq edilən bütün torpaqların kontrol nümunələrində katalaza aktivliyi 0,08 – 0,11 ml 0,1 KMnO₄ təşkil etmişdir. Neftlə çirklənmiş torpaqlarda (neftin miqdarı 2,3 və 7,4 q/100 qr torpaq olduqda) isə bu göstərici 0,2 – 0,6

²⁵ Сергатенко, С.Н, Федорова, И.Л, Игнатова, Т.Д. Влияние нефтяного загрязнения на активность почвенных ферментов классов оксидоредуктаз и гидролаз. Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии, – 2022 (3 (59), – с.83-8.

²⁶ Булуктаев, А.А. Фитотоксичность и ферментативная активность почв Калмыкии при нефтяном загрязнении. Юг России: экология, развитие, – 2017(4), – с 147-56.

ml 0,1 KMnO_4 aralığınadək yüksəlmişdir.

Bunun səbəbi, hava – qaz rejiminin pisləşməsi şəraitində, katalaza fermentinin iştirakı ilə əmələ gələn yüksək aktiv oksigenin biodeqradasiya proseslərində iştirak edən mikroorqanizmləri oksigenlə təmin edə bilməsi, karbohidrogen-oksidləşdirici mikroorqanizmlərin sayının artması və neftin biodeqradasiyasının - reduksiya reaksiyalarının səviyyəsinin artması ilə izah edilə bilər.

Torpaq dehidrogenazalarının aktivliyinin analizi zamanı isə onun torpaqdakı neftin konsentrasiyası ilə əks asılılıqda olduğu aşkar edilmişdir. Laboratoriya tədqiqatları göstərir ki, fon torpaqda dehidrogeneza aktivliyi 3,8 mq TPP, neftin miqdarı 2,3 və 7,4 q/100 qr torpaq olduqda, dehidrogenazaların aktivliyi 10q torpaq üçün müvafiq olaraq 0,9 və 0,12 mq TPP təşkil etmişdir. Məlum olduğu kimi hidrolitik fermentlərdən fərqli olaraq dehidrogenazalar hüceyrədaxili fermentlərdir və mikroorqanizmlər tərəfindən ətraf mühitə ifraz edilmir. Bu fermentlərin aktivliyi əsasən mikroorqanizmlərin hüceyrədaxili fermentləri, ya da ölü hüceyrələrin parçalanması ilə, *“həmçinin karbohidrogenlərin deqradasiyasından alınan məhsulların ingibirləşdirici reaksiyası ilə əlaqələndirilir”*²⁷.

Tədqiq edilən neftlə çirklənmiş torpaq nümunələrində invertaza aktivliyində də azalma müşahidə olunmuşdur. Torpaqda neftin miqdarı 2,3 və 7,4 q/100 qr torpaq olduqda 19 -14 mq qlükoza 1 q torpaq təşkil etmişdir. İvertaza aktivliyinin azalması, bu fermentin əsas mənbəyi olan səthi bitki örtüyünün həyat fəaliyyəti ilə funksional vəziyyəti arasındakı əlaqənin pozulmasını əks etdirir. Bütün torpaqlar üçün xarakterik olan invertaza fermenti biogeosenozdakı karbon dövrəsinə xüsusi əhəmiyyət kəsb edir və torpağın biogenliyini xarakterizə edən vacib fermentlərdən biridir. İvertaza fermenti üzvi birləşmələrin hidrolitik parçalanma proseslərində iştirak edir və buna görə də torpaq örtüyünün bitki və mikroorqanizmlər üçün mövcud aktiv qidalarla zənginləşdirilməsində xüsusi rol oynayır. Üstəlik, bu fermentin aktivliyi humusun miqdarı və torpaq məhsuldarlığı ilə açıq şəkildə əlaqələndirilir.

²⁷ Хазиев, Ф.Х., Фахтисев, Ф.Ф. Изменение биохимических процессов в почвах при нефтяном загрязнении и активация разложения нефти // Агрохимия, – 1981. №10.-с.102-111

Məlumdur ki, mürəkkəb tərkibə malik olan neft özündə əsas karbohidrogen sinifləri - parafin, tsikloparafin və aromatik kimi müxtəlif karbohidrogenləri toplayır. Bu səbəbdən müxtəlif sinifə aid neft karbohidrogenlərinin boz-qonur torpaqların bioloji aktivliyinə təsiri də tərəfimizdən tədqiq edilmişdir. Balaxanı ərazisindən götürülmüş təmiz boz-qonur torpaq nümunəsi laboratoriya şəraitində xam neft, n-heksadekan, tsikloheksan, p-ksilolla çirklədirmişdir (1,0%) və onların fermentativ aktivlikləri izlənilmişdir. Üç gün sonra bütün nümunələrdə fermentlərin - invertaza, katalaza, dehidrogenazanın aktivliyinin yoxlanılması zamanı alınan nəticələrə əsasən neft və müxtəlif növ karbohidrogenlərin torpaq fermentlərinin fəaliyyətinə fərqli təsir göstərdiyi məlum olmuşdur (Cədvəl 5).

Cədvəl 5.

Neft və karbohidrogenlərin torpaq fermentlərinə təsiri

Variantlar	Fermentlərin aktivliyi		
	Katalaza, ml 0,1 KMnO ₄	Dehidrogeneza mq ÜFF/10 q torpaq	İnvertaza, lq torpaq/mq qlükoza
kontrol (təmiz torpaq)	0,83	12,0	29
neft	0,79	11,8	14
p-ksilol (C ₈ H ₁₀)	0,51	5,6	8
n-heksadekan (C ₁₆ H ₃₄)	0,82	13,7	12
tsikloheksan (C ₆ H ₁₂)	0,78	11,2	17

Torpaq fermentlərinin fəaliyyətinə ən çox aromatik karbohidrogenlərin və ən az isə parafinlərin ingibitor təsiri aşkar edildi. Bu qanunauyğuluq həm də bitki orqanizmlərinin fəaliyyətinə neftin təsirinə bənzəyir. Cədvəldə təqdim olunan məlumatlar da göstərir ki, bu fermentlərin fəaliyyətinə stimullaşdırıcı təsir göstərən neft komponentləri n-parafinlərdir. Eyni birləşmələr torpaq dehidrogenazalarının fəaliyyətini də stimullaşdırır.

Fermentlərin neft karbohidrogenlərinə həssaslıq dərəcəsinə görə araşdırılması onları aşağıdakı kimi sıralamağa imkan verir:

invertaza > dehidrogenaza > katalaza.

Aldığımız eksperimental məlumatların təhlili göstərir ki,

torpaqların neftlə çirklənməsi zamanı fermentativ fəaliyyətləri, eləcə də torpağın digər biogenlik göstəriciləri sabit deyil. Bu göstəricilər dəyişkən olub çirkləndiricinin spesifikliyini, çirklənmə dərəcəsini, neftlə çirklənmiş torpaqda baş verən bioloji proseslərin xarakterini və intensivliyini əks etdirir.

Beləliklə, aparılan təcrübələr zamanı tədqiq etdiyimiz neftlə çirklənmiş və çirklənməmiş torpaqların fermentlərin aktivliyinə görə çox fərqləndiyi müəyyən edildi. Çirklənmiş torpağın katalaza aktivliyi kontrola nisbətən yüksək idi. Torpaq dehidrogenazalarının aktivliyi torpaqdakı neftin konsentrasiyası ilə tərs mütənasibdir. Boz-qonur torpaqların invertaza aktivliyi isə əhəmiyyətli dərəcədə azdır.

3.5. Texnogen çirklənməyə məruz qalan torpaqların fitotoksikliyi

Torpaq örtüyünü çirkləndirən maddələrin toksikliyini qiymətləndirmək üçün ali bitkilərə əsasən fitotest metodundan geniş istifadə olunur, bunun üçün bitki toxumlarının cücərməsi və morfometrik parametrləri analiz edilir. Müxtəlif torpaq və iqlim zonalarında neft çirkləndiriciləri ilə çirklənmiş torpaq örtüyünün fitotoksikliyinin öyrənilməsinə həsr edilən elmi işlərlə müəyyən edilmişdir ki, digər bio - test obyektlərlə müqayisədə fitosenozlar torpağın neft çirklənməsinə daha yüksək həssaslıq göstərir və *“dəqiq nəticələr almağa imkan verir”*²⁸.

Karbohidrogenlərlə çirklənmə şəraitində torpaq örtüyünün fitotoksikliyinin əsas səbəbləri karbohidrogenlərin fitosenozlara birbaşa zəhərli təsirindən, torpağın aqrokimyəvi və aqro-fiziki xüsusiyyətlərinin pisləşməsindən, torpaq mikroorqanizmlərinin kəmiyyət və keyfiyyət tərkibindən, funksional fəaliyyətinə təsirindən və s. xüsusiyyətlərdən asılıdır.

Abşeron yarımadasının texnogen çirklənməyə məruz qalan

²⁸ Чудинова, О.А., Дзюба, Е.А. Схема биотестирования нефтезагрязненных почв на базе лаборатории экологии и охраны природы Пермского государственного университета // Экологическая безопасность в условиях антропогенной трансформации природной среды, Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, – 2022. – с. 425-431.

torpaqlarının fitotoksikliyinə öyrənilməsi məqsədi ilə Sabunçu, Suraxanı, Ramana və Bibi-Heybət ərazilərindən torpaq nümunələri götürülmüşdür. Ümumilikdə, 32 torpaq nümunəsi götürülmüşdür (Sabunçu ərazisindən -11, Suraxanı - 9, Ramana -5, Bibi-Heybət -7 nümunə).

Karbohidrogenlərlə texnogen çirklənməyə məruz qalmış torpaqlardan nümunələr ümumi qəbul edilmiş qaydalara uyğun olaraq götürülmüş və ali bitkilərə münasibətdə fitotoksiklik dərəcəsi araşdırılmışdır. Bütün nümunələrdə torpağın fitotoksiklik dərəcəsi sınaq bitkiləri kimi vəzəri və yonca toxumları istifadə edilməklə öyrənilmişdir. Təcrübələrin davam etmə müddəti 17 gün idi. Toxumların cücərməsini qiymətləndirmək üçün cücərən toxumların ümumi sayından nisbəti hesablanmışdır. Tədqiq edilən ərazilərdən götürülmüş torpaq nümunələrinin fitotoksikliyi haqqında məlumatların nəticələri cədvəl 6-da verilmişdir. Cədvəldə verilən məlumatlar Abşeron yarımadasının 4 fərqli neft hasil edən bölgəsindən götürülmüş 32 torpaq nümunəsinin hamısının yüksək dərəcədə fitotoksikliyə malik olduğunu göstərdi. Test bitkiləri kimi istifadə olunan vəzəri və yonca toxumlarının mütləq cücərmə qabiliyyəti 25-41% - dən yüksək deyildi. Tədqiqat nəticələrinə əsasən bütün torpaq nümunələrinin orta fitotoksikliyinə 75-61% olması onların yüksək fitotoksikliyə malik olduğunu təsdiq edir.

Beləliklə də, təcrübə nəticələri torpaqların neftlə çirklənməsinin bitkilərin böyümə və inkişafına mənfi təsirini göstərdi, bu cücərmiş toxumların sayı ilə yanaşı, bitki cücərtilərinin və kökünün uzunluğunda da aydın nəzərə çarpmışdır (şəkil 2). Torpağın müxtəlif çirklənmə dərəcəsindən və bitki növündən asılı olaraq fitotoksiklik dərəcəsində də fərqlər müşahidə edildi. Əldə edilən məlumatlar *“digər müəlliflərin də tədqiqat nəticələri ilə uzlaşır”*^{29,30}.

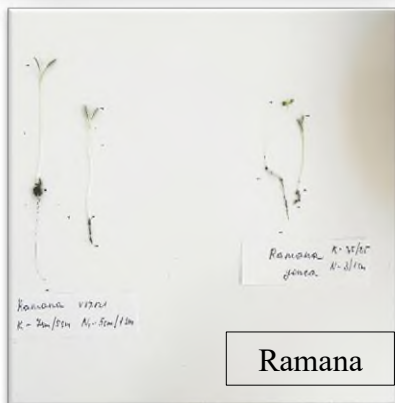
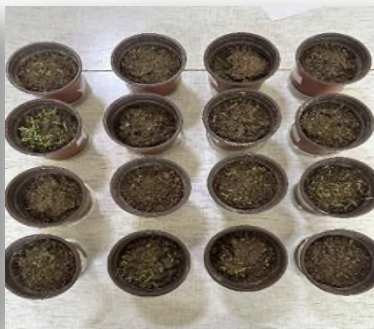
²⁹ Донец, Е.В, Скоридова, Я.С. Влияние нефтяного загрязнения на прорастание семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2017(3 (27)) –с.68-73.

³⁰ Пашутина, Е. Н. Исследование влияния загрязнения почвы дизельным топливом на прорастание семян подсолнечника // Перспективы внедрения инновационных технологий в медицине и фармации, –2019, Т 2. – Орехово-Зуево:– с. 209-211.

Cədvəl 6.

**Abşeron yarımadasının 4 neft yatağı ərazisindən götürülmüş
torpaq nümunələrinin fitotoksikliyi**

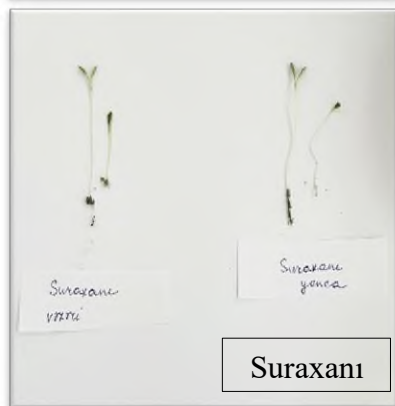
Nümunə- lərin sayı	Toxumların cücərməsi, %		Nümunə- lərin sayı	Toxumların cücərməsi, %	
	Yonca	Vəzəri		Yonca	Vəzəri
	Sabunçu			Bibi -Heybət	
1	25,7	23,5	1	29,3	35,1
2	25,8	22,1	2	28,4	29,3
3	35,5	29,4	3	27,5	28,2
4	36,1	24,3	4	38,7	41,9
5	31,6	31,7	5	41,1	43,4
6	37,8	29,2	6	35,2	34,7
7	38,5	27,9	7	34,6	35,3
8	28,1	29,6		Suraxanı	
9	22,4	34,5	1	25,7	28,5
10	29,3	36,2	2	27,9	29,8
11	33,9	29,3	3	29,1	27,8
	Ramana		4	31,7	25,5
1	23,5	21,4	5	34,1	26,7
2	25,3	26,7	6	28,4	27,9
3	29,4	29,5	7	30,5	32,1
4	31,9	34,8	8	35,4	36,3
5	34,7	35,8	9	35,7	33,7



Ramana



Sabunçu



Suraxanı



Bibi-

Şəkil 2. Müxtəlif dərəcədə neft çirklənməsinə məruz qalan torpaqların fitotoksikliyi

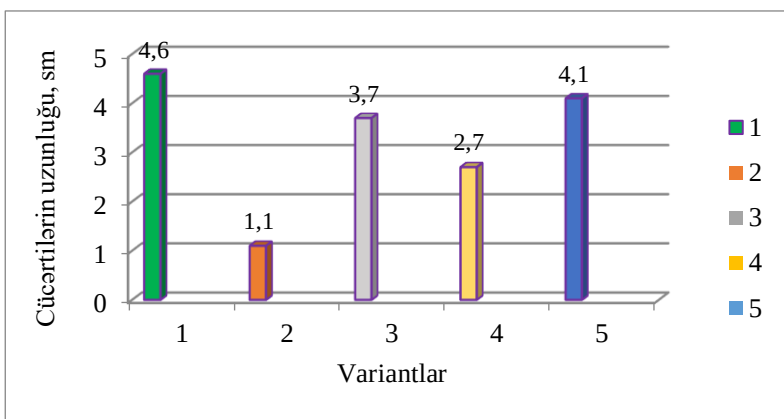
IV FƏSİL

ABŞERONUN NEFTLƏ ÇİRLƏNMİŞ TORPAQLARININ TƏMİZLƏNMƏSİ VƏ BİO-EKOLOJİ FUNKSIYALARININ BƏRPASI ÜÇÜN BİOTEXNOLOGİYALARIN İŞLƏNİB HAZIRLANMASI

4.1. Abşeron yarımadasının neftlə çirklənmiş boz-qonur torpaqlarının fitoremediasiyası

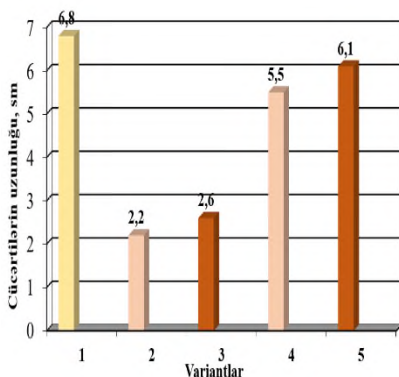
Təbii mühitlərin müxtəlif çirkləndiricilərdən, o cümlədən də neft və neft məhsullarından öz-özünü təmizləmə proseslərinin intensivliyi üçün biodeqradasiyanın böyük əhəmiyyət kəsb etdiyi məlumdur. Belə ki, torpağın təbii mikrobiotasının aktivliyinin yüksək olması öz-özünü bərpa proseslərinin vacib şərtlərindən biridir. Mövcud dünya praktikası da bu istiqamətdə səmərəli üsullardan biri kimi torpaq biotasına aid effektiv mikroorqanizmlərin, müxtəlif bitkilərin istifadə imkanlarını təsdiqləyir. Bu üsulların ekoloji və iqtisadi cəhətdən də əlverişli olması onların aktuallığını artırır.

Bu məqsədlə müxtəlif bitki və mikroorqanizm assosiasiyalarının neftlə çirklənmiş torpaqların remediasiya prosesində istifadəsinin effektivliyini araşdırmaq üçün bir neçə variantda təcrübələr aparılmışdır. Təcrübələr zamanı bitki və mikroorqanizmlərin qarışığından ibarət kompleks sistemlərdən istifadə olunmaqla, 15 q/kq konsentrasiyada neftlə çirklənmiş torpağın fitoremediasiya prosesi tədqiq edilmişdir. Tədqiqat zamanı torpağın karbohidrogenlərlə çirklənməsinə ən davamlı olan dominant növlərdən biri olan paxlalılar fəsiləsinə aid qarayonca (*Medicago saliva* L.) və taxıllar fəsiləsinə aid olan barmaqvari çayır (*Cynodon dactylon* L. Pens.) bitkilərinin toxumlarından istifadə etdik. Bitki toxumlarının həm "Fermi-start" mikrobioloji məhsulu ilə, həmçinin də onun modifikasiya edilmiş variantından ("Fermi-start" + *Ps.aeruginosa* №3 ştammi) istifadə edilməklə bakterizasiya aparılmışdır. Toxumlar əkindən əvvəl 3-4 saat ərzində mikrob suspenziyasında saxlanılmaqla bakterizasiya edilir. Suspenziyadakı mikroorqanizmlərin miqdarı $1-3 \times 10^9$ hüceyrə/ml idi.

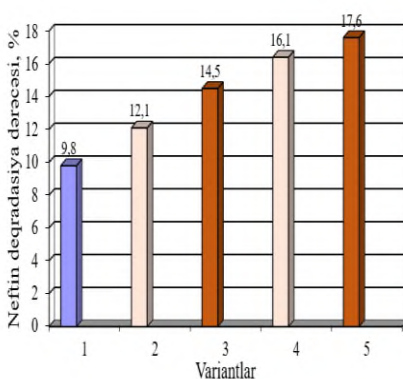


Şəkil 3. Qarayonca cücərtilərinin becərildikdən 7 gün sonra uzunluğu

Qeyd: 1) kontrol - bitki+təmiz torpaq; 2) bitki + neft; 3)bitki + neft + "fermi-start"; 4) bitki + neft + KOM; 5) bitki +neft + modifikasiya edilmiş "Fermi-strat" biopreparatı.



1) kontrol; 2) yonca + neft; 3) çayır + neft; 4) yonca + modifikasiya olunmuş "Fermi-start" 5)çayır - modifikasiya olunmuş "Fermi-start".



1) neft + modifikasiya edilmiş preparat; 2) neft + yonca; 3) neft + çayır; 4) neft + yonca + biopreparat; 5) neft + çayır + biopreparat.

Şəkil 4. Model təcrübədə 12 gün sonra bitkilərin (yonca və çayır) uzunluğu və nefti deqradasiya dərəcəsi

"Fermi-start", *Ps. aeruginosa* kulturasının, eləcə də modifikasiya edilmiş "Fermi-start" preparatının hər birinin ayrılıqda tətbiqi isə bitkiyə xam neftin toksik təsirinin azalması ilə nəticələndi.

Ən yüksək qoruyucu effekt isə "Fermi-Start" və *Ps. aeruginosa* modifikasiyasında müşahidə olundu (şəkil 3). Nəticədə, 7 gündən sonra cücərtilərin uzunluğu artaraq kontrollə (bitki+neft) müqayisədə 71% təşkil etdi.

Ps. aeruginosa istifadə edərkən neftin sürətlə parçalanacağını təxmin edirdik, lakin neftin qalıq konsentrasiyası digər variantla - *Ps. aeruginosa* + "Fermi-start" müqayisədə daha yüksək olmuşdu. Bu da təcrübələrin neft + bitki + modifikasiya edilmiş mikrobioloji məhsul "Fermi-strat" variantının daha səmərəli nəticə göstərdiyini təsdiqlədi (şəkil 4).

KOM-in tətbiqi zamanı neftin deqradasiyası 18% təşkil etmiş olsa da (şəkil 4.) bitkilər üzərində qoruyucu təsiri az olmuşdur. Bu nəticələr neftin parçalanması prosesində mikroorqanizmlərin bitkilər üçün toksiki ola biləcək qeyri müəyyən bir birləşmələr topladığı ehtimalını verirdi. "Fermi-start" və neft oksidləşdirici kulturanın birgə istifadəsi isə bioloji preparatın tərkibində olan mikroorqanizmlərin, ehtimal ki, *Ps. aeruginosa* - nın topladığı ara maddələri istifadə edərək, bununla da zəhərli təsiri aradan qaldırmaqla yanaşı neftin deqradasiya dərəcəsini 24% -ə qədər artırmışdır. Yonca ilə müqayisədə çayır bitkisinin istifadəsi zamanı daha yüksək nəticə əldə edilmişdir.

Təcrübə müddətində alınan nəticələrə görə bitkilərin altındakı torpaqdakı karbohidrogenlərin parçalanması 67% təşkil etmişdir ki, bu da toxum olmayan kontrollə müqayisədə 25-45% çox olmuşdur.

Nəticələr göstərir ki, bitkilərin modifikasiya edilmiş bioloji məhsul "Fermi-Strat" ilə işlənməsi boz-qonur torpağın qalıq karbohidrogenlərdən təmizlənmə dərəcəsinə müsbət təsir göstərir.

Tədqiqat nəticələri Abşeron yarımadasının xam neftlə çirkənlənmiş boz-qonur torpağının fitoremediasiyası üçün yonca və çayırdan ibarət modifikasiya olunmuş "Fermi-start" biopreparatı ilə birlikdə bitki-mikrob biosisteminin istifadəsini tövsiyə etməyə imkan verir.

4.2. Çıkrılınmış torpaqların bərpası məqsədi ilə regional bioresurslar əsasında biokompostun hazırlanması

Bu bölmədə Abşeron sənaye bölgəsindəki neftlə çirkələnmiş torpaqların çirkəndiricilərin əsas hissəsindən təmizləndikdən sonra, münbitliyi və bioloji aktivliyini artırmaq məqsədi ilə modifikasiya olunmuş biokompostun hazırlanması üçün istifadəsi mümkün olan bioloji resursların (tullantıların) sistematik təhlili aparılmışdır. Abşeron yarımadasında neftlə çirkələnmiş torpaqların sahəsi haqqında məlumatlara əsasən bu torpaqların bərpası və məhsuldarlığının artırılması üçün zəruri olan kompostların həcmələri hesablanmışdır.

Modifikasiya olunmuş kompostların tələb olunan keyfiyyətdə hazırlanması üçün regional biotullantıların həcmi araşdırılmışdır. Texnogen torpaqların məhsuldarlığını artırmaq üçün biokompostun inkişafı prosesindəki regional bioresurslar arasında aşağıdakılar tədqiq edilmişdir (şəkil 5):



➤Aktiv lil



➤Pivə istehsalı tullantısı



➤Süd zərdabı



➤Effektiv mikroorq-lar



➤Soapstok



➤İÇXC (nəm lil)



➤Bitki tullantıları



➤Biohumus

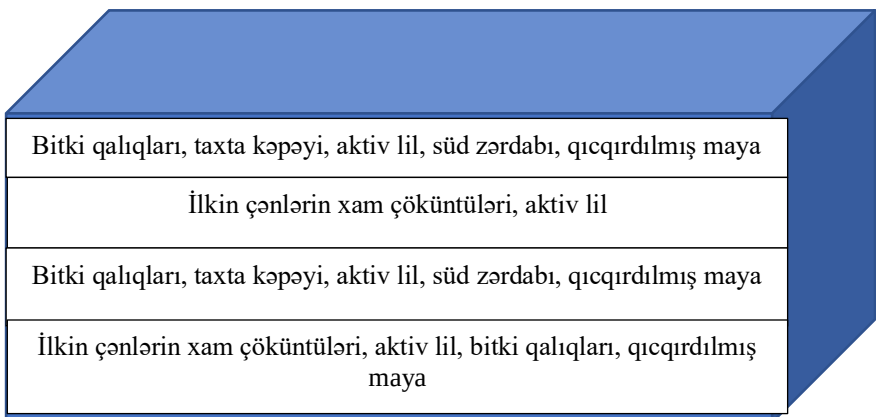


➤Seolit

Şəkil 5. Torpaqların münbitliyinin artırılması üçün modifikasiya olunmuş biokompostun hazırlanmasında istifadə olunan regional bioresurslar

- t/il;
- Bioloji təmizləyici qurğuların qalıq aktiv lili (QAL)- 14600
 - İlkın çənlərinin xam çöküntüləri (İÇXÇ) nəm lil - 3000t/il;
 - Qıcqırdılmış maya (pivə istehsalının tullantısı) - 10000 t/il;
 - Bitki tullantıları (bitki qalıqları, tökülmüş ağac yarpaqları, qazonlardan biçilmiş ot, ağac yonqarı və s.) - 36000 t/il;
 - Süd zərdabı - 15000 t/il;
 - Effektiv mikroorqanizmlər;
 - Biohumus;
 - Seolitlər (Ay-Dağ yataqları);
- Bu bioresurslar işdə həm ayrı-ayrılıqda, həm də müxtəlif kompozisiyalarda tədqiq edilmişdir.

Kompostlama - üzvi tullantıların bioloji parçalanması nəticəsində qiymətli məhsul əldə etməyə imkan verən təmizlənmə prosesidir, digər tərəfdən də bu proses nəticəsində tullantıların ətraf mühit üçün yaratdığı xoşagəlməz halların qarşısı alınır. Kompostlaşma prosesində alınan məhsul torpağın strukturunu yaxşılaşdırmaq üçün üzvi gübrə kimi qiymətli olub torpağın biogenliyini artırmağa, həmçinin də tullantıların utilizasiyası kimi ekoloji problemlərin həllinə kömək edir.



Şəkil 6. Regional üzvi tullantıların kompostlaşdırılmasının sxematik planı

Regional biotullantıların kompostlaşdırılmasının sxematik planı hazırlanmışdır (şəkil 6). Kompostlaşdırma üçün üzvi tərkibli komponentlər kimi bitki tullantıları - tökülmüş yarpaqlar, ağac yonqarı, biçilmiş qazon otları istifadə edilmişdir. Kompostlaşdırılan materialın fermentasiya sürətini artırmaq üçün isə aktiv lil, qıcqırdılmış maya, süd zərdabı, nəm lil kimi regional biotullantılar seçilmişdir və materialın ümumi həcmnin 5% - i hesabı ilə daxil edilmişdir. Kompostlaşdırma prosesi 28-35°C, optimal nəmlik 45-55%, C:N -24/26, pH 6,8-7,4, aerasiya şərtləri (dövri qarışdırma) və s. təmin edilməklə aparılmışdır.

4.3. Regional bioresursların kompostlaşdırılması üçün optimal modifikasiyaların işlənib hazırlanması

Laboratoriya model tədqiqatlarında regional bioresursların kompostlaşdırılması üçün 1 kq həcmində plastik qutulardan istifadə edilmişdir. Kompostlaşdırma üzrə tədqiqatlar 4 variantda aparılmışdır:

1. Bitki tullantıları + "Fermi-start" mikrob preparatı
2. Bitki tullantıları+"Fermi-start"+ KOM
3. Bitki tullantıları+"Fermi-start" + KOM+ İÇXÇ+ süd zərdabı+ qıcqırdılmış maya
4. Bitki tullantıları+"Fermi-start"+KOM+qıcqırdılmış maya+süd zərdabı+ QAL

Tədqiqatlar zamanı kompostlaşdırılan materiallara regionun neftlə çirklənmiş torpaqlarından ayırdığımız karbohidrogen oksidləşdirici mikroorqanizmlərin (KOM) aktiv ştamları *Pseudomonas sp.*, №3, №22, №28, *Mycobacterium sp.* 11, *Bacillus sp.*- №18, №15 ştamları daxil edilmişdir. KOM suspenziyalarının tətbiq edilməsində məqsəd onların kompostlaşdırmanın üzvi maddələrinə uyğunlaşdırılması prosesidir. KOM suspenziyasında hüceyrələrin konsentrasiyası $0,7 \times 10^4$ hüc./l təşkil etmişdir. Kompostlaşdırma laboratoriya şəraitində 22-26°C temperaturda rütubət 45-55%, pH 6,8-7,4 gözlənilməklə aparılmışdır. Təcrübə müddəti – 60 gün təşkil etmişdir. Alınan kompost aşağıdakı göstəricilərə malik idi: hissəciklərin ölçüsü 4-6 sm – dən çox olmayan yumaqşəkilli struktur; rütubət 50-70 %; neytral mühitə yaxın pH-6,9-7,1;

üzvi maddənin miqdarı 50 %; C:N -25/30

Kompostlaşdırılma prosesində kompostun bioloji xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi üzrə də tədqiqatlar aparılmışdır. Alınan kompostda ümumi mikroorqanizmlərin, KOM-ın sayı və fəaliyyəti öyrənilmişdir (cədvəl 7).

Cədvəl 7.

Kompostlaşdırılan materialın mikrobioloji göstəriciləri

Kompostlaşdırma variantları	Bioloji göstəriciləri	
	MÜM, KƏV/q kompostda	KOM-ın sayı, KƏV/q kompost
1	$1,2-1,4 \times 10^4$	$0,7-1,0 \times 10^2$
2	$1,8-2,0 \times 10^5$	$0,9-1,1 \times 10^3$
3	$1,9-2,3 \times 10^5$	$0,8-1,0 \times 10^3$
4	$1,8-2,2 \times 10^7$	$0,9-1,3 \times 10^4$

*** MÜM mikroorqanizmlərin ümumi miqdarı, KOM-karbohidrogen oksidləşdirən mikroorqanizmlər**

Alınan nəticələr göstərdi ki, dördüncü variantda MÜM -in sayı 30 gün sonra $1,8-2,2 \times 10^7$ KƏV/qr, KOM-ın sayı isə bütün müddət ərzində $0,9-1,3 \times 10^4$ KƏV/qr təşkil etmişdir (cədvəl 7). Mikroorqanizmlərin ümumi sayı və KOM-in sayı bütün variantlarla müqayisədə bu variantda daha yüksək olmuşdur ki, bu həmin variantda aktiv lil suspenziyasının istifadəsi ilə əlaqədardır.

Regional tullantıların kompostlaşdırılmasının son məhsulu-tərkibində biogen qida maddələri (N, P, K) olan humuslaşdırılmış kompost alınır ki, onun quru kütləsində azot-1,1%, fosfor - 0,9%, humin maddələr – təxminən 15-18% təşkil edir.

Abşeron yarımadasının texnogen çirklənməyə məruz qalmış torpaqlarının ilkin təmizlənmədən sonra məhsuldarlığının artırılması üçün seolit və biohumusdan istifadə imkanları, onların ən optimal nisbətlərinin seçimi və effektivliyi də araşdırılmışdır. İki aylıq kompostlama prosesindən sonra alınan kompostun seolit və biohumusla (80:15:5) qarışdırılmaqla modifikasiyası aparılmış, onun

bioloji və fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri yoxlanılmışdır. Nəticələr cədvəl 8 - də göstərilmişdir.

Cədvəl 8.

Regional bioresurslardan hazırlanmış modifikasiya olunmuş kompostların bioloji və fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri

Modifikasiya sxemi və komponentlərin nisbəti	Göstəricilər				
	MÜM KƏV/qr.	KOM- in miqdarı, KƏV/qr.	pH	Humus maddələrin miqdarı, %	Azotun miqdarı %
Biokompost+ seolit+ biohumus	1,4 - $1,7 \times 10^7$	1,2 - $1,3 \times 10^4$	7,1	9,9	3,4

Belə ki, kompostların ekoloji cəhətdən səmərəli olması və uzunmüddətli effektiv kompleks gübrələr kimi istifadəsi onların kimyəvi tərkibindən asılıdır. Tərkibində çoxlu sayda MÜM və KOM-ların olması isə yaranan kompostların yüksək bioloji aktivliyini və karbohidrogenləri parçalamaq potensialını göstərir.

4.4. Neftlə çirklənmiş boz-qonur torpaqların bərpaı üçün biopreparatların işlənilib hazırlanması

Bu bölmədə Abşeron yarımadasının neftlə çirklənməyə məruz qalmış boz-qonur torpaqlarının bərpaı üçün biopreparatların hazırlanması üzrə tədqiqatlar yer almışdır. Tədqiqatlarda istifadə edilən adsorbentlərin (biohumus və seolit) sorbsiya qabiliyyətinin artırılması üçün birləşmələrin seçilməsi, bioloji preparatların təsir effektivini artırma biləcək mikroorqanizmlərin skriningi aparılmışdır.

Sorbentlərin hidrofiliyinin tənzimlənməsi üçün onlar 4% soapstok və 3% İÇXC (ilkin çənlərin xam çöküntüsü) ilə işlənməmişdir.

Biopreparat adsorbentlərdən və polifunksional mikroorqanizmlərdən istifadə etməklə hazırlanmış və təcrübələrdə yoxlanılmışdır. Belə mikroorqanizmlərin mənbəyi kimi QAL, eləcə də əvvəlcədən tədqiqat ərazisinin neftlə çirklənmiş torpaqlarından

ayrılmış aktiv KOM - dən istifadə edilib. Bu tədqiqat nəticələri karbohidrogenlərlə çəkilənmiş (3%) torpaqda neftin degradasiya dərəcəsinə təsirinə yoxlanılması üçün müxtəlif variantlarda sınaqdan keçirilmişdir. Nəticələr cədvəl 9-da göstərilmişdir.

Cədvəl 9.

Torpaqda neftin parçalanmasına seolit və biohumus əsaslı biopreparatların təsiri

Variantlar	Neftin konsentrasiyası, q/kq torpaq		Parçalanma, %
	Əvvəl	3 ay sonra	
Torpaq (kontrol)	30	28	7
Torpaq + seolit	30	25	17
Torpaq + seolit+soapstok	30	20	34
Torpaq + seolit+İÇXÇ	30	18	40
Torpaq+ seolit+soapstok+AL	30	9	70
Torpaq + seolit+İÇXÇ+AL	30	6	80
Torpaq+ biohumus	30	22	29,7
Torpaq+ biohumus+soapstok	30	11	65,1
Torpaq+ biohumus+İÇXÇ	30	10	66,7
Torpaq+ biohumus+soapstok+AL	30	3	90,0
Torpaq+ biohumus+İÇXÇ+AL	30	2	93,7

Təcrübələr 60 gün ərzində 25⁰C temperaturda, nəmlik tutumunun 40-50% - saxlanması şərtləri daxilində izlənilmişdir. 60 gündən sonra torpaqda neftin konsentrasiyası qravimetrik üsulla müəyyən edilmişdir. Ən uğurlu nəticələr sorbentlərin soapstok, İÇXÇ və AL ilə işlənmiş variantlarda müşahidə olunmuşdur. Bu birləşmələr sorbentin neft tutumunu artırır və karbohidrogenlər polifunksional mikroorqanizmlər tərəfindən aktiv şəkildə mənimsənilir.

Cədvəldəki məlumatlardan göründüyü kimi çirklənmiş torpağın biohumus və seolitlə işlənməsi karbohidrogen çirkləndiricilərinin degradasiyası proseslərini sürətləndirdi. Biosurfaktantların istifadəsi isə çirkləndiricilərin torpaq səthindən aktiv desorbsiyasına, *“bakteriya hüceyrəsinin səthinin quruluşunda dəyişikliklərə səbəb olur”*³¹ ki, bu da çirklənmiş ərazilərin bioremediasiya proseslərinin sürətləndirilməsi üçün şərait yaradır.

Bu məlumatlar təsdiq edir ki, torpaq örtüyünə struktur əmələ gətirən materialların - torf, yonqar və s. daxil edilməsi bioremediasiya prosesinə müsbət təsir göstərir. Bu materiallar karbohidrogen çirkləndiricilərini udmaq və eyni zamanda da *“torpaq örtüyünün aerasiyasını yaxşılaşdırmaq qabiliyyətinə malikdir ki, bu nəticələr digər tədqiqatçıların da işləri ilə uzlaşır”*³².

Eyni zamanda məlumdur ki, neftlə çirklənmiş landşaftların biotəmizlənməsi texnologiyalarında təklif olunan mikroorqanizmlər canlı orqanizmlərə münasibətdə toksiki xüsusiyyətlərə malik olmamalıdır. Bununla əlaqədar olaraq, QAL-in torpaq biotasının bioloji aktivliyinə mənfi təsirini istisna etmək üçün ilk öncə onun tərkibinə daxil olan mikroorqanizmlərin fitotoksikliyi öyrənilmişdir və tədqiq olunan bitki toxumlarının cücərməsini dayandırmadığı müəyyən edilmişdir.

³¹ Kaczorek E, Pacholak A, Zdart A, Smulek W. The impact of biosurfactants on microbial cell properties leading to hydrocarbon bioavailability increase. Colloids and Interfaces, – 2018, 26;2(3):35.; <https://doi.org/10.3390/colloids2030035>

³² Морозов Н. В. Управляемая биоремедиация нефтезагрязнений в природных водах органическими сорбентами разнообразного происхождения // Вестник Казанского технологического университета. 2017. Т. 10. - №11. - с.137-142.

4.5. Texnogen torpaqların bioloji xüsusiyyətlərinin bərpası üçün modifikasiya olunmuş biokompostun tədqiqi

Tədqiq edilən torpaqların bioloji xüsusiyyətlərinin bərpası üçün seolitlə modifikasiya olunmuş biokompost laborator şəraitdə yoxlanılmışdır. Suraxanı, Sabunçu, Ramana və Bibi-Heybət ərazilərindən götürülmüşdür. Müxtəlif miqdarda torpaq nümunələri 100 q modifikasiya edilmiş kompostla qarışdırılmış və 24 saat saxlandıqdan sonra fitotoksikliyi yoxlanılmışdır.

Bu məqsədlə vəzəri (*Lepidium sativum*) və arpa (*Hoereum*) toxumları istifadə olunmuşdur. Bütün tədqiq edilən nümunələrdə ən səmərəli nəticə 400q torpaq+100q kompost variantında əldə edilmişdir. Modifikasiya edilmiş kompost tətbiq olunmayan torpaq nümunələrinin fitotoksikliyi 89-93% təşkil edir, kompost əlavə edildikdən sonra fitotoksiklik xeyli azalır, texnoloji cəhətdən pozulmuş torpaqların modifikasiya edilmiş kompostla qarışdırılmasından sonra sınaqdan keçirilmiş toxumların cücərməsi 65,3%-81,6-ə qədər yüksəlir. Müxtəlif ərazidən seçilmiş və modifikasiya edilmiş kompostlarla qarışdırılmış bu torpaqların fitotoksikliyinə 2-3 dəfə azalması onların bitkilər üçün toksikliyinə azalmasına, torpaqların fiziki-kimyəvi xassələrinə yaxşılaşmasına sübutdur. Təcrübə müddətində (30 gün) modifikasiya olunmuş kompost qarışdırılmış torpaqların mikrobioloji göstəriciləri, fermentativ aktivliyi, torpaq mikroorqanizmlərinin aktivliyinin ümumi göstəricisi kimi karbohidrogenlərin minerallaşma əmsalı, torpaqda qalıq karbohidrogenlərin miqdarı öyrənilmişdir (cədvəl 10). 1 kq texnogen cəhətdən pozulmuş torpaqlar üçün 150-200 modifikasiya olunmuş kompost optimal doza olaraq qiymətləndirilmişdir.

Müxtəlif nisbətlərdə modifikasiya olunmuş kompostla qarışdırılmış boz-qonur torpaqlarda katalaza aktivliyinin kontrollu müqayisədə artması mikroorqanizmlərin ümumi miqdarının, o cümlədən karbohidrogen oksidləşdirici mikroorqanizmlərin sayının artması və neft karbohidrogenlərinin biodeqradasiyası - oksidləşmə-reduksiya reaksiyalarının səviyyəsinin artması ilə izah edilə bilər.

Cədvəl 10.

**Texnogen çirklənmiş torpaqların modifikasiya olunmuş biopreparat daxil edildikdən
sonra bioloji xüsusiyyətləri**

	Variantlar	Göstəricilər					
		Saprotrofların miqdarı KƏV/q.	KOM- in miqdarı KƏV/q	Ferment aktivliyi		Mineralizasiya əmsalı, CO ₂ , mq/100q torpaq 24 saat	Umumi karbohidrogen lərin miqdarı, %
				Katalaza, ml 0,1 MnO ₄	Invertaza mq qlükoza 1/ q torpaq		
1	K - Suraxanı	2,2×10 ⁵	3×10 ⁵	0,054± 0,03	28± 0,03	57± 0,03	1,3± 0,03
	400q T+100q MK	4,4×10 ⁷	5,1×10 ⁴	0,85± 0,03	122± 0,03	87 ± 0,03	0,5± 0,03
	900qT +100q MK	3,5×10 ⁷	4,3×10 ⁴	0,76± 0,03	98± 0,03	81 ± 0,03	0,6 ± ,03
	1900qT+100q MK	2,5×10 ⁷	4.0×10 ⁴	0,64± 0,03	78± 0,03	75 ± 0,03	0,8 ± ,03
2	K - Bibi-Heybət	1,5×10 ⁵	2,9×10 ⁵	0,054± 0,03	28± 0,03	55± 0,03	1,5± 0,03
	+100q MK	4,2×10 ⁷	3,0×10 ⁵	0,85± 0,03	122± 0,03	85 ± 0,03	0,6± 0,03
	900qT +100q MK	3,9×10 ⁷	2,5×10 ⁵	0,76± 0,03	98± 0,03	79 ± 0,03	0,7± 0,03
	1900qT+100q MK	3,2×10 ⁷	1,9×10 ⁵	0,64± 0,03	78± 0,03	73 ± 0,03	0,8 ± ,03

Cədvəl 10-nun davamı

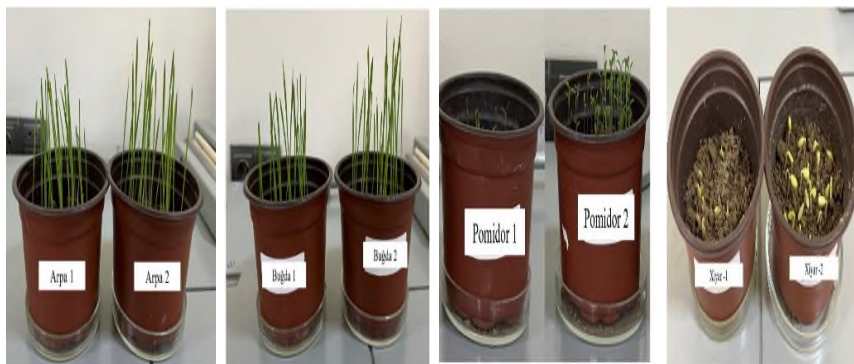
	Variantlar	Saprotr ofların miqdarı KƏV/q.	KOM-in miqdarı KƏV/q	Katalaza, ml 0,1 MnO ₄	Invertaza mq qlükoza 1/ q torpaq	Mineralizasi ya əmsalı, CO ₂ , mq/100q torpaq 24 saat	Umumi karbohidroge nlərin miqdarı, %
3	K - Sabunçu	7×10 ³	4,1×10 ³	0,054± 0,03	28± 0,03	53± 0,03	1,1± 0,03
	400qT+100q MK	6,1×10 ³	4,2×10 ³	0,85± 0,03	122± 0,03	83 ± 0,03	0,4± 0,03
	900qT +100q MK	5,3×10 ³	5,1×10 ⁴	0,76± 0,03	98± 0,03	75 ± 0,03	0,6 ± ,03
	1900qT+100q MK	4,2×10 ³	7,2×10 ⁴	0,64± 0,03	78± 0,03	70 ± 0,03	0,8 ± ,03
4	K - Ramanı	2,0×10 ³	3,0×10 ³	0,054± 0,03	28± 0,03	59± 0,03	1,6± 0,03
	400qT +100q MK	3,1×10 ³	4,2×10 ³	0,85± 0,03	122± 0,03	88 ± 0,03	0,8± 0,03
	900qT+100q MK	3,0×10 ³	3,9×10 ³	0,76± 0,03	98± 0,03	77 ± 0,03	0,9± 0,03
	1900qT+100q MK	2,5×10 ³	2,5×10 ⁴	0,64± 0,03	78± 0,03	73 ± 0,03	1,2 ± ,03

Qeyd* K-kontrol, T- neftlə çirklənmiş torpaq, MK - modifikasiya olunmuş kompost

İnvertaza aktivliyi torpağın biogenliyini xarakterizə edən mühüm fermentlərdən biridir. Bu fermentin aktivliyi aydın şəkildə humusun tərkibi və torpağın münbitliyi ilə əlaqələndirilir. Əldə edilən məlumatlardan göründüyü kimi, texnoloji cəhətdən pozulmuş torpaqların tərkibində modifikasiya edilmiş kompostun tərkibinin artması ilə invertazanın aktivliyi artır ki, bu da texnogen pozulmuş torpaqların münbitliyinin artmasını təsdiqləyir.

4.6. Modifikasiya olunmuş kompostun texnogen torpaqlarda ali bitkilərin böyümə və inkişafına təsirinin tədqiqi

Modifikasiya edilmiş kompostun tətbiqindən sonra texnogen cəhətdən pozulmuş torpaqlarda ali bitkilərin böyüməsini və inkişafını, torpağın məhsuldarlığını qiymətləndirmək üçün test bitkiləri kimi buğda, arpa, pomidor və xiyar toxumlarından istifadə edilmişdir (şəkil 7).



Şəkil 7. Modifikasiya edilmiş kompostların bitkilərin böyümə və inkişafına təsirinin laboratoriya modelləşdirilməsi

Qeyd* №1- kompost əlavə edilməmiş, №2- modifikasiya olunmuş kompost əlavə edilmiş torpaq

Modifikasiya olunmuş kompostların torpağa daxil edilməsindən sonra sınaqdan keçirilmiş bütün mədəni bitkilərin toxumlarının cücərməsi artmışdır. Bununla yanaşı, tərkibində 1,2%

neft qalıǵı olan texnogen çirklənməyə məruz qalmış torpaqlarda səpilən toxumların cücərməsi çox zəif olmuşdur. Bütün variantlarda kontrolla fərq 2,5-3 dəfədən çox olmuşdur. Əldə olunan nəticələr Abşeron yarımadasının texnogen cəhətdən pozulmuş torpaqlarının münbitliyinin artırılması və bioloji aktivliyinin bərpası üçün ən effektiv texnologiyanı təklif etməyə əsas verir.

V FƏSİL

ABŞERON YARIMADASININ SU HÖVZƏLƏRİNİN ÜZVİ VƏ QEYRİ-ÜZVİ ÇİRLƏNMƏLƏRDƏN TƏMİZLƏNMƏSİ ÜÇÜN BİOTEXNOLOGİYALARIN İŞLƏNİB HAZIRLANMASI

5.1. Abşeron yarımadasının təbii göllərinin çirklənməsi problemləri

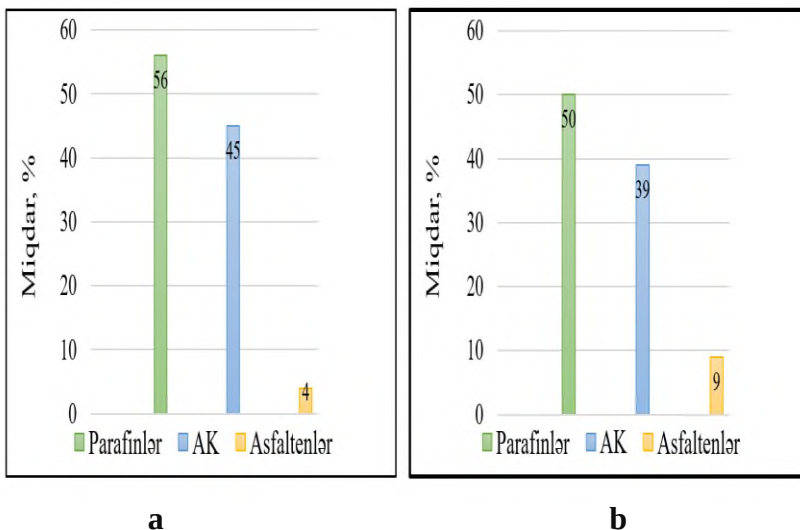
Bu bölmədə yarımadanın antropogen təsirə məruz qalan təbii göllərinin bioekoloji vəziyyəti Böyük-Şor və Zığ gölünün nümunəsində təhlil olunmuş, bu su hövzələrində üstünlük təşkil edən çirkləndiricilər və onların miqdarı haqqında məlumatlar yer almışdır.

5.2. Böyük-Şor və Zığ gölünün sularında çirkləndiricilərin təyini və mikrobioloji analizlərin aparılması

Tədqiqat üçün Böyük-Şor və Zığ gölündən götürülmüş su nümunələri istifadə edilmişdir. Bu su hövzələrindən götürülmüş nümunələrin hamısında ümumi karbohidrogenlər aşkar edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, su nümunələrində karbohidrogenlərin miqdarı su nümunəsinin götürüldüyü yerdən asılı olaraq dəyişir.

Zığ gölünün suları üçün ümumi karbohidrogenlərin miqdarı 0,01-0,03 mq/l-dən 12-34 mq/l-ə qədər, Böyük-Şor gölü üçün isə maksimum miqdarı - 25-34 mq/l təşkil etmişdir. Su nümunələrində neftlə çirklənmənin komponent tərkibinin təhlili göstərdi ki, hər iki göldən götürülən nümunələrdə karbohidrogenlərin komponent tərkibi eynidir. Lakin ən yüksək texnogen təzyiqə malik olan Böyük-

Şor gölündən götürülmüş su nümunələrində ümumi karbohidrogenlərin tərkibində aromatik karbohidrogenlərin (AK) və asfaltenlərin xüsusi çəkisi Zığ gölünün sularına nisbətən daha yüksəkdir (şəkil 8).



Şəkil 8. Böyük-Şor (a) və Zığ (b) gölündə qalıq karbohidrogenlərin komponent tərkibi

Bu məlumatlar çirkləndiricilərin tərkibində potensial olaraq dibə çökən və uzun müddət aerob mikroorqanizmlərin təsir zonasından kənarda qala bilən, çətin parçalanan karbohidrogenlərin nisbətinin artdığını göstərir ki, bu da su biotasına mənfi təsir göstərə bilər.

Əldə etdiyimiz məlumatlara görə, tədqiq olunan su anbarlarının suyunda KOM-ın sayı 10^3 - 10^5 hüç./ml arasında dəyişmişdir ki, bu da həmin su anbarlarını çirklənmiş kimi təsnif etməyə əsas verir, tərkibində 10^3 - 10^7 hüç./ml KOM olan rezervuarlar çirklənmiş hesab edilir. Suda vegetasiya dövründə saprotrof mikroorqanizmlərin sayı və biokütləsi, qışa nisbətən 10-20 dəfə çox idi, ehtimal ki, bu nəticə temperatur amili ilə əlaqədardır, bu da ədəbiyyat məlumatları ilə üst-üstə düşür (cədvəl 11).

Cədvəl 11.

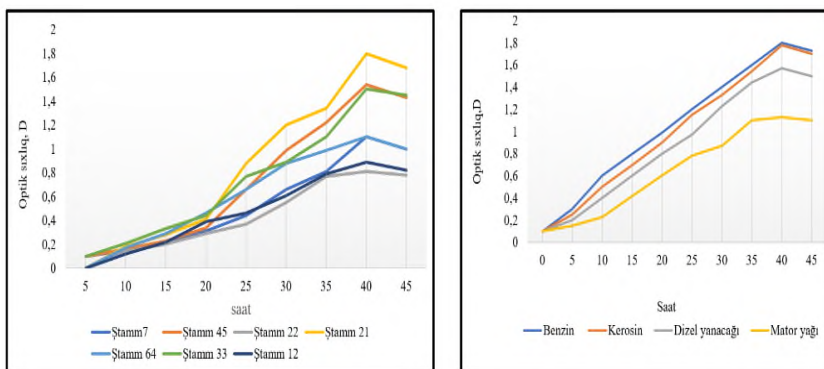
Tədqiq edilən su nümunələrində saprotrof və neft oksidləşdirən mikroorqanizmlərin orta illik miqdarı və biokütləsi

№	Nümunələrin götürüldüyü yer	Mikroorqanizmlərin sayı, KƏV/ml və onların biokütləsi mq/l	
		Saprotroflar KƏV/ml	KOM* KƏV/ ml
Böyük- Şor gölü			
1	Nümunə 1 (<i>cənub hissə</i>)	3,0±2,1 ×10 ⁴ /54	3,0±1,8 ×10 ³ /32
2	Nümunə 2 (<i>cənub hissə</i>)	3,0±2,3×10 ⁴ / 55	3,0±1,7×10 ³ /31
3	Nümunə 3 (<i>şimal hissə</i>)	3,0±2,1 ×10 ⁵ /66	3,0±1,4 ×10 ⁴ /36
4	Nümunə 4 (<i>şimal hissə</i>)	3,0±2,4×10 ⁶ /72	3,0±1,5×10 ⁵ /41
Zığ gölü			
5	Nümunə 1 (<i>şimal hissə</i>)	3,0±1,9×10 ⁶ /74	3,0±2,2 ×10 ⁵ /54
6	Nümunə 2 (<i>cənub hissə</i>)	3,0±2,1×10 ⁵ /55	3,0± 2,4 ×10 ⁴ /34
7	Nümunə 3 (<i>şimal hissə</i>)	3,0±1,8 ×10 ⁴ /44	3,0±2,6 ×10 ³ /30
8	Nümunə 4 (<i>şərq hissə</i>)	3,0±1,9 ×10 ⁴ /42	3,0±2,3 ×10 ³ /26
9	Nümunə 5 (<i>qərb hissə</i>)	3,0±1,7×10 ⁴ / 41	3,0±2,5 ×10 ³ /24

Tədqiq olunan su hövzələrindən təcrid olunmuş KOM-ın əsas nümayəndələri *Acinetobacter*, *Pseudobacterium*, *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Rhodococcus* cinslərinə aiddir. Ən çox kultura sayı *Pseudomonas sp.* cinsinə aid edilmişdir. Bu şamlardan karbohidrogen oksidləşdirmək qabiliyyətinə görə 16 bakteriya ştamını seçilmişdir ki, onlardan *Pseudomonas sp.* - № 45, 21, 33, 64, *Rhodococcus sp.* - № 7, 12, *Micrococcus sp.* № 22 cinsinə aid şamlar xam neft və neft karbohidrogenlərindən aktiv istifadə

etmək qabiliyyətinə malik idi.

Pseudomonas sp. cinsinə aid № 45, 21, 33 ştampların xam nefti aktiv - 72-76% parçalamaq qabiliyyətinə malik olduğu aşkar edildi, *Pseudomonas sp.* №64, *Rhodococcus sp.* №7, №12 və *Micrococcus sp.* №22 fəaliyyəti isə bir qədər zəif idi - təqribən 55-58% (şək.9).



Şəkil 9. Aktiv ştampların nefti və neft karbohidrogenlərini mənimləməsi (*Pseudomonas sp.*21 nümunəsində)

Laboratoriya şəraitində maye mineral mühitdə xam neftə münasibətdə neft məhsullarının - benzin, kerosin, dizel yanacağı və motor yağının istehlak intensivliyi üç ən aktiv ştamm üzrə müqayisəli aspektdə araşdırılmışdır. Nəticələrə əsasən neft məhsullarını parçalanma dərəcəsinə görə aşağıdakı kimi sıralamaq olar:

Benzin > kerosin > dizel yanacağı > mühərrik yağı

5.3. Abşeron yarımadasının göllərinin çirkəndiricilərdən təmizlənməsi üçün bioloji preparatların istifadə imkanları

Bu biopreparat neft və neft karbohidrogenlərini aktiv şəkildə oksidləşdirən bakteriyaların *Pseudomonas sp.* cinsinə aid № 45, 21, 33 – ştampları əsasında yaradılmışdır. Bioloji preparat həm ayrı-ayrı kulturalar, həm də onların assosiasiyalarından əldə edilən biokütlənin adsorbentlə (0,1-0,2mm taxta kəpəyi) qarışdırılması ilə hazırlanmışdır (cədvəl 12).

Cədvəl 12.**Biopreparatın istifadəsi zamanı xam neftin degradasiyası**

№	Variantlar	Biodegradasiya, q						
		İlkin	10 gün	20 gün	30 gün	40 gün	50 gün	60 gün
1	Su+neft (kontrol)	50q	50	49	48	47	45	43
2	Su+neft+adsorbent	50q	48	41	38	34	31	29
3	Su+neft+biopreparat 1	50q	44	40	35	30	26	23
4	Su+neft+biopreparat 2	50q	43	40	34	29	24	21
5	Su+neft+biopreparat 3	50q	42	39	31	26	21	19

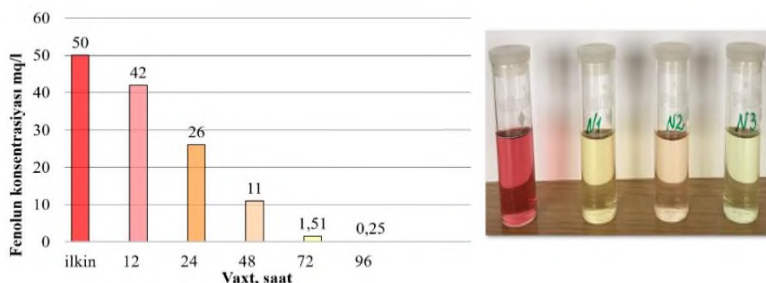
Mikroorqanizm assosiasiyaları onların xam neftə və ayrı-ayrı karbohidrogenlərə münasibəti əsasında seçilmişdir. KOM-ın ayrı-ayrı ştamları əsasında biopreparat istifadə edildikdə 60 gün ərzində neftin parçalanma dərəcəsi 54-62%, KOM konsorsiumu əsasında biopreparatın istifadəsi zamanı isə 78% təşkil etmişdir.

Cədvəl 13.**Biobonlardan istifadə etməklə suda xam neftin degradasiyası**

№	Mikroekosistemlərin variantları	Xam neftin degradasiya dərəcəsi, %			
		3 gün sonra	10 gün sonra	20 gün sonra	30 gün sonra
1	Su+neft	0,2	1,3	4,3	6,1
2	Su+neft+adsorbentlə doldurulmuş bon	8,7	14,5	21,4	30,2
3	Su+neft+ biobon	12,3	17,9	34,7	67,8

Bu nəticələr həmin mikroorqanizm şamlarını su hövzələrindən neft və neft məhsullarını toplamaq və deqradasiya etmək üçün biobonların hazırlanmasında istifadə etməyə imkan verir (cədvəl13).

Tədqiqatın sonrakı mərhələsində qalıq aktiv lil (QAL) mikrobiosenozunun adsorbentlə qarışığından istifadə etməklə su hövzələrinin fenollardan təmizlənməsi imkanlarının öyrənilməsi istiqamətində də işlər aparılmışdır (şəkil 10).



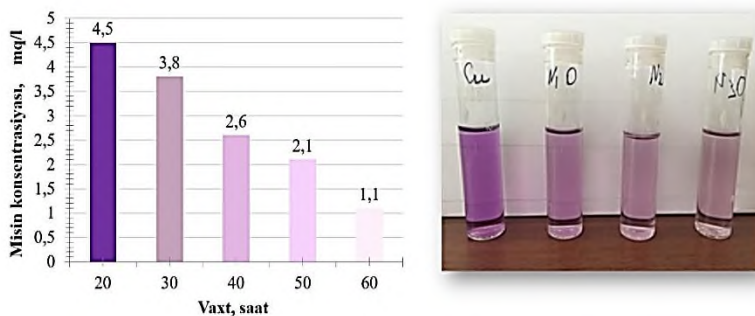
Şəkil 10. Aktiv lil mikroorqanizmləri tərəfindən fenolun deqradasiyası

Alınan nəticələr su nümunələrində 5 günlük dinamik kultivasiya prosesindən (28°C) sonra mühitdə olan (50 mq/l) fenolun miqdarının əhəmiyyətli dərəcədə azaldığını ($1,51 \text{ mq/l}$) göstərdi. Bu da adsorbent üzərində immobilizasiya edilmiş KOM konsorsiumunun su hövzələrinin üzvi maddələrdən təmizlənməsində effektiv biotexnologiyalar olaraq istifadəsinə imkan verir.

5.4. Böyük-Şor və Zığ göllərinin sularının ağır metallardan bioloji təmizlənməsinin laborator modelləşdirilməsi

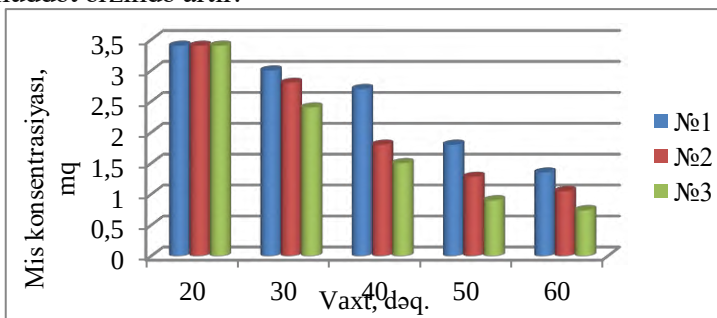
Abşeron yarımadası ərazisində yerləşən texnogen göllər üzvi çirkləndiricilərlə yanaşı ağır metallarla da çirklənməyə məruz qalmışdır. Aparıdığımız tədqiqatlarda suyun AM-dan biotəmizlənməsi mis duzunun nümunəsində öyrənilmişdir. Təcrübələrdə suyun AM-dən təmizlənməsi üçün qalıq aktiv lil (QAL) mikroorqanizmlərindən, “Fermi-Start” bioloji preparatından,

adsorbent olaraq taxta kəpəyindən istifadə edilmişdir.



Şəkil 11. Su nümunələrinin ağır metallardan bioloji təmizlənməsinin laborator modelləşdirilməsi

Mikroorqanizmlərin Cu^{2+} bioakkumulyasiya qabiliyyəti kultural mayedən mis ionlarının miqdarının ölçülməsi ilə qiymətləndirildi. Misin miqdarı 520 nm dalğa uzunluğunda Palintest fotometrində müəyyən edilmişdir (şəkil 11). Model təcrübədə mühitdə misin ilkin miqdarı 4,5 mq/l -dən 1,1 mq/l dək azalmışdır. Əldə edilən göstəricilərə əsasən təmizlənmə prosesi 76% təşkil etmişdir ki, bu da əhəmiyyətli nəticədir. Tədqiqat nəticələrinə əsasən QAL mikrobiosenozunun mislə doyması 40 dəqiqədən sonra baş verir (şəkil 12), udulmuş misin miqdarı isə əsasən məhluldakı metalın ilkin miqdarından asılıdır. Metalın konsentrasiyası artdıqca, onun mikroorqanizm hüceyrələri tərəfindən udulma dərəcəsi eyni müddət ərzində artır.



Şəkil 12. QAL mikroorqanizmləri ilə misin adsorbsiyası

***Qeyd: №1- 0,1 q QAL biokütləsi, №2- 0,5 q QAL biokütləsi, №3- 0,75 q QAL biokütləsi**

Təcrübələrin digər variantında isə “Fermi-Start” bioloji preparatı, QAL mikroorqanizmləri və taxta kəpəyindən istifadə etməklə AM-ın sorbsiyası müqayisəli şəkildə öyrənilmişdir. Bunun üçün tədqiq edilən su nümunəsi 3 dəfə olmaqla biofiltrdən keçirilmiş, suda misin qalıq miqdarı fotometrik olaraq təyin edilmişdir (cədvəl14). Cədvəl. 14 - də verilmiş məlumatlar göstərir ki, QAL-in adsorbsiya qabiliyyəti probiotik mikroorqanizmlərlə müqayisədə xeyli aşağı olmuşdur. Bu, metalların probiotik mikroorqanizmlər tərəfindən akkumulyasiyası ilə bağlı tədqiqatlarla da təsdiqlənir.

Cədvəl 14.

**Biofilterdən keçirməklə Böyük Şor gölünün suyunun
təmizlənmə dərəcəsi**

№	Variant	Təmizlənmə dərəcəsi, %			Təmizlənmənin ümumi miqdarı, %
		I filtrasiya	II filtrasiya	III filtrasiya	
1	“Fermi-Start” -ın quru biokütləsi	57	14	9	80
2	“Fermi-Start” -ın quru biokütləsi + taxta kəpəyi	58	18	13	89
3	Aktiv lilin quru biokütləsi	35	11	5	51
4	Aktiv lilin quru biokütləsi + taxta kəpəyi	38	18	6	62

Bunun səbəbi yəqin ki, bizim laboratoriya təcrübələrimizdə istifadə olunan QAL-in Bakıdakı aerator stansiyasında təmizlənmiş tullantı sularında olan AM ilə artıq doymuş olmasıdır ki, bu da mikrobiosenozun aktiv adsorbsiya səthinin azalmasına səbəb olur.

Tədqiq edilən suyun aktivləşdirilmiş lildən ibarət biofiltdən üç dəfə keçirilməsi misin biofiltdə adsorbsiyasına orta hesabla 51-62% kömək etmişdir. Bütün hallarda əlavə adsorbent material olaraq taxta kəpəyinin istifadəsi suyun misdən təmizlənməsi dərəcəsini artırdı.

Beləliklə, apardığımız tədqiqatlardan əldə edilən nəticələr QAL və “Fermi-Start” probiotik mikroorqanizmlər assosiasiyasının AM-in yüksək adsorbsiya potensialı ilə xarakterizə olunduğunu göstərir və bu nəticələr vahid biosistem kimi Abşeron sənaye rayonunun su obyektlərinin AM-lar və üzvi çirkləndiricilərdən təmizlənməsi üçün biotexnologiyaların işlənilib hazırlanmasında effektiv ola bilər.

TƏDQIQATLARIN YEKUN TƏHLİLİ

Abşeron yarımadası respublikanın sənaye potensialının 70 faizini özündə cəmləyən bir region olaraq, əksər ekoloji problemlərin də təzyiqinə məruz qalmışdır. Regionun başlıca problemlərindən biri torpaqların neft və neft məhsulları ilə çirklənməsi ilə bağlıdır, belə ki, ümumi sahəsi 222 min hektar olan Abşeron yarımadasının yararsız torpaqlarının ümumi sahəsi 33 min hektar, o cümlədən neftlə çirklənmiş torpaqların sahəsi 20 min hektardan çoxdur. Ekoloji problemləri yaradan əsas səbəblər neft-qaz hasilatı və qazma işləri zamanı torpaqların neft və lay suları ilə çirkləndirilməsi, uzun illər ərzində lay sularının idarə olunmaması səbəbindən neftlə çirklənmiş süni göllərin və gölməçələrin yaranması, neft emalı zamanı əmələ gələn tullantıların ərazilərdə toplanmasından ibarətdir. Regionda neft hasilatının uzun müddət ərzində davam etməsi və bu resursdan istifadə miqyasının genişlənməsi mövcud problemlərin aktuallığını daha da artırır. Neftin çox komponentli kimyəvi tərkibə malik olması (aromatik karbohidrogenlər, alifatik karbohidrogenlər, asfaltenlər və s.) isə onun ətraf mühitə kompleks təsirinə - həm torpağın, həm də suyun və atmosferin çirklənməsinə və ekoloji tarazlığının

pozulmasına səbəb olur. Təbii ekosistemlərin öz-özünü təmizləmə prosesləri də bu çirkəndiricilərin miqdarından, təsir etmə müddətindən asılı olaraq zəifləyir və nəticədə təbii proseslərin qanunauyğunluqlarının pozulması ilə nəticələnir.

Abşeron yarımadasının problemlərinin aradan qaldırılması istiqamətində müxtəlif aspektli tədqiqatlar aparılmışdır, lakin mövcud problemlərin tam olaraq həllini tapmaması bu istiqamətdə yeni metod və yanaşmaların işlənilib hazırlanmasını özündə əks etdirən tədqiqatların aparılmasını tələb edir.

Regiondakı bu vəziyyəti nəzərə alaraq, Abşeron yarımadasının texnogen torpaqlarının neftlə çirkənlənmədən ilkin təmizlənməsindən sonra münbitliyinin artırılması üçün biotexnologiyanın elmi əsasları işlənilib hazırlanmış, torpaqların bioloji xüsusiyyətlərinin aktivləşdirilməsi proseslərinin sürətləndirilməsinə imkan verən tədqiqatlar aparılmışdır.

Tədqiqat işinin əhəmiyyəti ondan ibarətdir ki, qarşıya qoyulan problemi həll etmək üçün müasir mikrob texnologiyalarından ("effektiv mikroorqanizmlər" texnologiyası), həmçinin regional təbii mineral (seolitlər) və bərpa olunan bioresurslardan (bioloji tullantılardan) istifadə edilmişdir. Ekoloji cəhətdən təhlükəli su obyektlərinin effektiv təmizlənməsini təmin etmək imkanına malik mikroorqanizmlər əsasında texnologiyalar işlənilib hazırlanmışdır.

İlk dəfə olaraq "effektiv mikroorqanizm"- in regional bioresurslarla (bitki tullantıları, biohumus, süd zərdabı, aktiv lil, seolitlər və s.) birgə istifadəsinin mümkünlüyü öyrənilmiş və münbitliyi aşağı olan texnogen pozulmuş torpaqların bərpası, məhsuldarlığının artırılması məqsədi ilə belə modifikasiya olunmuş biosistemin effektivliyi təhlil edilmiş və kompleks tədqiqatlar aparılmışdır.

İşin nəticələri göstərdi ki, hazırlanmış bioloji aktiv preparat çoxfunksiyalı xüsusiyyətlərə malikdir, onun təsiri altında torpaqların bioloji potensialı (tənəffüs intensivliyi, çoxfunksiyalı mikroorqanizmlərin sayı, torpaqların biokimyəvi aktivliyi) artır, fiziki xassələri, torpaqların su və istilik rejimləri yaxşılaşır, rütubət tutumu 12-15% artır. Bütün bunlar torpaqda karbohidrogenlərin qalıq miqdarlarının minerallaşmasının fon səviyyəsinə qədər

sürətlənməsinə kömək edir. Eyni zamanda bioloji aktiv preparat nəmliyi saxlamaq qabiliyyətinə malikdir. Bioloji aktiv preparatın torpağa daxil edilməsi zamanı bitkilərin mineral qidalanma elementləri daha az yuyulur və onlar torpaqlarda uzun müddət bitkilərin mənimsəyə biləcəyi vəziyyətdə qalırlar.

Tədqiqatların nəticələri göstərdi ki, antropogen - pozulmuş torpaqların rekultivasiyası üçün bitkilərin həyat fəaliyyəti və onları müşayiət edən heterotrof biota əhəmiyyətli bərpaedici xüsusiyyətə malik olmaqla perspektivli remediasiya üsuludur.

Mikrob biopreparatı əsasında Abşeron yarımadasının ekoloji cəhətdən təhlükəli göllərinin də effektiv təmizlənməsini təmin edən biotexnologiyalar (biobonlar) işlənib hazırlanmışdır.

Müasir dövrdə "rəqəmsal texnologiyalar"-ın yeni elmi - praktiki istiqaməti olan "rəqəmsal ekologiya" sahəsinin inkişafını nəzərə alaraq, əldə edilən nəticələr son dərəcə əlverişsiz ekoloji göstəricilərlə xarakterizə olunan bu ərazidə təbii landşaftların optimallaşdırılması və onların davamlı inkişafı müasir innovativ rəqəmsal texnologiyaların inkişafında geniş "informasiya bazası" yaradılması üçün səmərəli istifadə edilə bilər. Belə ki, alınan tədqiqat nəticələri resurs-innovativ xarakter daşıyır və ekoloji, iqtisadi, texnoloji, sosial və elmi-praktiki əhəmiyyətə malikdir.

NƏTİCƏLƏR

1. Aparılan tədqiqatlar nəticəsində Abşeron yarımadasının texnogen çirklənməyə məruz qalmış torpaq və su hövzələrinin bioekoloji vəziyyəti kompleks şəkildə öyrənilmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, Abşeron yarımadasının torpaqlarının neft və neft məhsulları ilə çirklənmə dərəcəsi YVH-dən dəfələrlə yüksəkdir, öz-özünü təmizləmə qabiliyyəti isə zəifdir. Bu ərazilərin torpaqlarını neftlə çirklənmə səviyyəsinə görə aşağıdakı kimi sıralamaq olar: *Bibi-heybət* > *Z.Tağıyev* > *A.Əmirov* > *Balaxanı* [1,5,16,18,19,37].

2. Müəyyən edilmişdir ki, texnogen təsir dərəcəsinin artması ilə boz-qonur torpaqlarda aerob heterotrof bakteriyaların ümumi

sayı, nitrifikasiyaedən və sellüloza parçalayan bakteriyaların sayı azalmışdır. Bununla yanaşı karbohidrogen oksidləşdirən bakteriyalar, azotfiksəedən bakteriyalar, ammonifikasiya və denitrifikasiyaedici bakteriyaların miqdarı isə kontrolla müqayisədə artmışdır [19,29,36].

3. Texnogen çirklənməyə məruz qalmış və kontrol torpaqların fermentativ aktivliyi çox fərqlənir. Çirklənmiş torpağın katalaza aktivliyinin kontroldan yüksək ($0,09(K)$ və $0,4 \text{ ml } 0,1 \text{ KMnO}_4$), dehidrogenaza aktivliyinin torpaqda neftin konsentrasiyası ilə tərs mütənəsb olduğu ($3,9 (K)$ və $- 0,11 \text{ mq TFF}$),invertaza aktivliyinin isə əhəmiyyətli dərəcədə azaldığı ($122(K)$ və $9 \text{ mq qlükoza } 1 \text{ q torpaq}$) aşkar edilmişdir Torpaqların neft və neft məhsulları ilə çirklənməsinə həssaslıq dərəcəsinə görə tədqiq olunan torpaq fermentlərini aşağıdakı kimi göstərmək olar: *invertaza > dehidrogenaza > katalaza* [20,21,29].
4. Tədqiq edilən bütün torpaq nümunələrində test bitkilərin (vəzəri və yonca) tam cücərmə qabiliyyəti 25-41%-dən çox olmamışdır, bu da həmin torpaqların yüksək fitotoksikliyi (61-75%) göstərdi [9,18].
5. Rizosfer mikroorqanizmlərinin – neft karbohidrogenlərinin destruktorlarının kolleksiyası yaradılmışdır və bunlar arasında neft, neft məhsullarını və müxtəlif karbohidrogenləri destruksiya etmək qabiliyyətinə (10-15q/l konsentrasiyasında xam nefti 10 gün ərzində 71-77%) malik olan perspektivli növlər (*Ps. aeruginosa №3*) aşkar edilmişdir ki, onlar bio-və fitoremediasiya texnologiyalarının işlənilib hazırlanmasında istifadə oluna bilər [2,3,13,17,26,34].
6. Bitki-mikroorqanizm assosiasiyasının neftlə çirklənmiş torpaqların fitoremediasiya prosesində səmərəliliyi öyrənilmiş və mikrob-fitoremediasiya metodunun elmi əsasları işlənilib hazırlanmışdır. Model tədqiqatlarda istifadə edilən bitki toxumlarının (qarayonca, barmaqvari çayır) mikrob preparatı ilə (*Ps. aeruginosa №3*, “*Fermi-start*” *bioloji məhsulu*) bakterizasiyası nəticəsində torpaqdakı xam neftin konsentrasiyasının 3 ay ərzində 78% azaldığı, bitkilərin biokütləsinin isə 29% artdığı müəyyən edilmişdir [26,33,34,38].

7. Aparılan tədqiqatlar nəticəsində Abşeron yarımadasının texnogen çirklənmiş torpaqlarının üzvi çirkləndiricilərdən səmərəli təmizlənməsi, bioekoloji funksiyalarının bərpası üçün ilk dəfə regional resurslar və mikrob biopreparatından istifadə etməklə modifikasiya olunmuş biokompost işlənib hazırlanmışdır. Bu biokompostun model təcrübələrdə tətbiqi torpaqda neftin parçalanmasını sürətləndirdiyi (3 ay ərzində 80-93,7%) aşkar edilmişdir. Biokompostların hazırlanma sxemi tərtib edilmiş, çirklənmiş torpaqların təmizlənməsi üçün kompostun optimal miqdarı (1kq torpaq üçün 150-200q biokompost) hesablanmışdır [4,10,11,12,15, 20,24,25, 28,31, 32, 35,36].
8. Müəyyən edilmişdir ki, Abşeron yarımadasının texnogen təsirə məruz qalmış göllərində karbohidrogenlərin və bəzi ağır metalların miqdarı YVH-dən dəfələrlə çoxdur. Karbohidrogenlər üçün bu göstərici Böyük-Şor gölündə 25-34 mq/l, Zığ gölündə 25-34 mq/l (YVH 0,02-2,00 mq/l), AM (Cu) üçün YVH 0,3-46 mkq/l olduğu halda, 4,2-5 mq/l təşkil etdiyi aşkar edilmişdir [7,23].
9. Abşeron yarımadasının texnogen təsirə məruz qalmış göllərində karbohidrogenlərin və mikroorqanizmlərin miqdarının su nümunələrinin götürüldüyü yerdən və ilin fəsillərindən asılı olaraq dəyişdiyi aşkar edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, tədqiq edilən su hövzələrində saprofit mikroorqanizmlərin orta illik miqdarı 3×10^4 - $3,2 \times 10^6$ KƏV/l, karbohidrogen oksidləşdirən mikroorqanizmlər isə 10^3 - 10^5 KƏV/l təşkil edir ki, bu da həmin su hövzələrini çirklənmiş kimi təsnif etməyə imkan verir [6,23].
10. Abşeron yarımadasının texnogen təsirə məruz qalmış göllərindən ayrılan *Pseudomonas* sp. № 45,21,33,64, *Rhodococcus* sp. № 7,12 və *Micrococcus* sp. № 22 ştamplarının neft və neft məhsullarını aktiv destruksiya etmək qabiliyyəti aşkar edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, *Pseudomonas* cinsinə aid ştampların (№ 45, 21, 33) destruksiya qabiliyyəti 72-76%, digər ştamplar üçün isə 55-58% təşkil edir. Aktiv mikroorqanizm ştampları tərəfindən müxtəlif neft məhsullarının parçalanma dərəcəsi də tədqiq olunmuş və nəticələrə əsasən aşağıdakı kimi

sıralanmışdır: *Benzin* > *kerosin* > *dizel yanacağı* > *mühərrik yağı* [22,23,27].

11. Abşeron yarımadasının üzvi maddələrlə çirklənmiş su hövzələrinin təmizlənməsi üçün skrining olunmuş neft oksidləşdirici mikroorqanizmlər əsasında bioloji preparatların elmi əsasları işlənib hazırlanmışdır. Bu biopreparat *Pseudomonas* sp. № 45, 21, 33 əsasında yaradılmışdır. Kulturaların ayrı-ayrılıqda istifadəsi zamanı neftin deqradasiyası 54-62%, assosiasiyada isə 78% olduğu aşkar edilmişdir. Aparılan işlərin nəticələrinə əsasən mikroorqanizmlərin resurs potensialı yaradılmışdır ki, bu da bioloji preparatların yaradılması üçün əsas təşkil etmişdir [22,30,39].
12. İlk dəfə olaraq Abşeron yarımadasında göllərin effektiv təmizlənməsini təmin edən çoxfunksiyalı xassələrə malik müxtəlif biobonların (dinamik, stasionar, kaskad) elmi əsasları işlənib hazırlanmışdır. Bu biobonlar suyun üzvi və qeyri-üzvi çirklənmədən yüksək dərəcədə təmizlənməsini təmin edərək neft karbohidrogenlərini parçalamaq və eyni zamanda da ağır metalları adsorbsiya etmək qabiliyyətinə malikdirlər. Təklif edilən üsullar göllərin karbohidrogenlərdən 96,7%, ağır metallardan isə 78-86% təmizlənməsinə imkan verir [7,8,22,27,40].

PRAKTİKİ TÖVSIYYƏLƏR

1. İşlənib hazırlanmış səmərəli biotexnologiyalar böyük bir regionun ən mühüm ekoloji problemini həll etməyə - son onilliklərdə biosfer proseslərində iştirakdan tamamilə kənarlaşdırılan 25 min hektardan çox texnogen təsirə məruz qalmış torpaq və 50 km² göllərin çirklənmiş sularının bioekoloji funksiyalarını tam bərpa etməyə imkan verir.

2. Təklif olunan biotexnoloji üsullar Abşeron yarımadasının çoxşaxəli texnogen təsirlərə məruz qalmış torpaqlarının təmizlənməsində istifadə oluna bilər, çünki onların tərkibində olan mikroorqanizm qrupları geniş funksional müxtəlifliyə, yüksək

destruktiv aktivliyə və bioakkumulyasiya üçün bütün imkanlara malikdirlər.

3. Bitki-mikroorqanizm assosiasiyalarının istifadəsi Abşeron yarımadasının xam neftlə çirklənmiş boz-qonur torpaqlarının effektiv fitoremediasiyasına imkan verə bilər.

4. Müxtəlif biokimyəvi proseslər nəticəsində torpaqları qalıq karbohidrogenlərdən təmizləməklə yanaşı, torpağın münbitliyini artırmaq və bioloji funksiyalarını bərpa etmək mümkündür. İşlənib hazırlanmış biokompostlar çirklənmiş torpaqların təmizlənməsində və bioekoloji vəziyyətinin yaxşılaşdırılması üçün istifadə oluna bilər. Biokompostların hazırlanma sxemi və onların istifadəsi üçün optimal miqdar müəyyən edilmişdir.

5. Su hövzələrinin effektiv təmizlənməsini təmin edən çoxfunksiyalı xassələrə malik biobonlar su hövzəsinin xüsusiyyətlərindən, onların çirklənmə dərəcəsi və çirkləndiricinin növündən asılı olaraq müxtəlif variantlarda (stasionar, dinamik və kaskad biobonların) istifadə edilə bilər. Bu biobonlar göllərin sularını üzvi çirklənmədən qorumaq, neft məhsullarının xırda ləkələrini özünə çəkərək sorbsiya və deqredasiya etmək imkanına malikdir. Göllərin üzvi və qeyri-üzvi maddələrdən təmizlənməsi onların sanitari-gigiyenik xassələrinin yaxşılaşdırılmasına, rekreasiya imkanlarının artırılmasına, balıqçılıq təsərrüfatı üçün istifadəsinə imkan yarada bilər.

6. Qarşıya qoyulan problemin həllində praktiki istifadəsini tapmamış biotullantıların ikincili resurs olaraq biotexnoloji proseslərə cəlb edilməsi iqtisadi və ekoloji cəhətdən səmərəli olmaqla yanaşı, ətraf mühitin qorunmasında mühüm əhəmiyyətə malikdir.

DISSERTASIYA MÖVZUSU ÜZRƏ DƏRC EDİLƏN ELMİ ƏSƏRLƏRİN SİYAHISI

1. İsmaylov, N.M., Nadjafova, S.İ., Gasimova, A.S. Apsheron industrial region-environmental stress factors // Arid Ecosystems, –2015, vol.5. №3, – p.194-200 Исмаилов Н.М., Наджафова С.И., Гасимова А.С. Апшеронский

- промышленный регион-факторы экологической напряженности // Журнал Аридные экосистемы, том 21, №3 (64), –2015, – с.92-100
2. Новрузалиева Г.П., Гасимова А.С. Биодеструктивный потенциал ризосферной микробиоты прибрежницы в отношении нефтяных углеводов в серо-бурой почве Апшеронского полуострова // Межд. научно-прак. конференция «Современная биология: Актуальные вопросы» 13-14 февраля, – 2015, Санкт-Петербург, Россия, – с.50-53.
 3. Гасимова А.С., Новрузалиева Г.П. Фиторемедиационный потенциал вида *Aeluropus littoralis* (gouan) parl. (прибрежница) в нефтезагрязненных почв Апшеронского п-ва // Евразийский союз ученых XV Межд. Научно-прак. Конф. «Современные концепции научных исследований» часть 5, № 6, 25-27 июнь, – 2015, Москва: – с.97-100.
 4. Гасимова А.С. Использование биопрепаратов на основе природных цеолитов и биогумуса при очищении нефтезагрязненных почв Апшеронского п-ова // Чехия: Sciences of Europe № 9 (9), –2016, – с.3-7.
 5. Исмаилов Н.М., Гасимова А.С. Самоочищающая способность почв от нефти и нефтепродуктов в зависимости от структуры углеводов // Журнал Аридные экосистемы, том 22, №4 (69), –2016, – с.73-80
 6. Qasimova A.S., Abdurəhmanov F.Y., Udoviçenko T.İ. Abşeron yarımadasında yerləşən su hövzələrinin (göllərin) ekoloji vəziyyətinin qiymətləndirilməsi // Müasir kimya və biologiyanın aktual problemləri Beynəlxalq konfrans materialları, Gəncə, – 2016, – s. 98-102.
 7. Гасимова А.С., Исмаилов Н.М., Ализаде А. К вопросу разработки биотехнологий для очистки водоемов Апшеронского п-ова от загрязнений тяжелыми металлами // Сборник статей по материалам межд. Научно-прак. Конф. «Природные и антропогенные изменения аридных экосистем и борьба с опустыниванием, 24-26 ноября, Махачкала: –2016, –с. 87-89

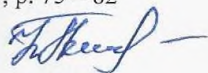
8. Гасымова А.С., Исмаилов Н.М. Исследования возможностей использования микроорганизмов активного ила для очистки водоемов Апшеронского п-ова от загрязнений тяжелыми металлами // *East European Scientific Journal*, Vol 1, 4(20), – 2017, –р.17-22
9. Гасымова А.С., Исмаилов Н.М., Удовиченко Т.И., Исаева К.Х. Фитотоксичность техногенно нарушенных почв // Апшеронского п-ва Труды Института Микробиологии НАНА –том 15, №1, Баку: – 2017, – с.113-177.
10. Гасымова А.С., Исаева К.Х. Исследование биоадсорбентов в биотехнологиях реабилитации нефтезагрязненных серобурых почв Апшеронского п-ова // V Международная научно-практическая конференция «Индикация состояния окружающей среды: теория, практика, образование» Москва: Географический факультет МПГУ 30 ноября – 3 декабря, – 2017, – с. 272-276
11. Qasimova A.S. Abşeron yarımadasının neftlə çirklənmiş bozqonur torpaqlarının bərpası üsulları //AMEA nın Torpaqşünaslıq İnstitutu Həsən Əliyev -110 yubileyinə həsr olunmuş konfrans – 21-22 dekabr 2017, – s.80.
12. Гасымова А.С, Исмаилов Н.М., Панахова А.А. Биоадсорбенты и биологически активные соединения в биотехнологиях реабилитации нефтезагрязненных серобурых почв Апшеронского п-ова //Аграрный научный журнал, Вестник Саратовского Гос. Аграр. Универ №1, – 2018, – с. 6-9.
13. Гасымова А.С., Исмаилов Н.М., Али-заде А.М. Эффективность использования биопрепаратов для рекультивации нефтезагрязненных почв на Апшеронском п-ове //Azərbaycan Neft Təsərrüfatı jurnalı, – 2018, – s.56-59
14. Исмаилов Н.М., Наджафова С.И., Гасымова А.С. Техноприродная система Апшеронского промышленного региона «Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность», 24 – 27сентября 2018, г. Севастополь: – с.489-494
15. Gasimova A. S. Effective use of regional bioresources in the

- technology of bioremediation of technologically disturbed soils // 1st International conference of European Academy of Science. Federal Ministry of Education and Research. Germany, – 2018, p. 31
16. Гасымова А.С. Площади техногенно нарушенных почв Апшеронского п-ова, требующих очистки от загрязнения и повышения их плодородия // Сборник трудов Общества почвоведов, – 2019, том XV, – с. 520-525
 17. Гасанова З.П., Гасымова А.С. К вопросу об использовании вида *Aeluropus litoralis* (Gouan) Parl. в технологиях биоремедиации нефтезагрязненных серо-бурых почв Апшеронского полуострова // *Torpaqşünaslıq və aqrokimya jurnalı*, – 2019, cild 24, №1, – s.73-79
 18. Гасымова А. С., Кейсерухская Ф.Ш., Наджафова С.И., Исмаилов Н.М. Биогенные ресурсы ассимиляционного потенциала нефтезагрязненных почв Апшеронского полуострова / Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки, – 2019, № 4, – с.7-16,
 19. Ismailov N.M., Nadzhafova S.I., Keyseruchskaya F.Sh., Gasymova A.S. Soil-assimilation potential as a component of the soil passport and the assimilation potential of landscapes // *Arid Ecosystems*, – 2020, vol.10 p. 58-62. *Исмаилов Н.М., Наджафова С.И., Кейсерухская Ф., Гасымова А.С. К вопросу о показателе ассимиляционного потенциала почв как составной части паспорта почв и ассимиляционного потенциала ландшафтов «Аридные экосистемы», 2020, том 26, № 1 (82), с. 69-75*
 20. Гасымова А.С., Исмаилов Н.М. Компостирование региональных биоресурсов Апшеронского промышленного региона для биотехнологии очистки нефтезагрязненных почв // *конфр.Рос.Акад.Естес.Наук*, – 2020, – с. 206-213
 21. Гасымова А.С., Гасанова З.П. Влияние углеводородных соединений на ферментативную активность серо-бурых почв Апшеронского п-ова // II межд. научно-прак. Конф.

- «Актуальные проблемы землеустройства, кадастра и природообустройства / Воронежский Госуд. аграрный универ, – 30 апреля 2020, –с.393-400
22. Исмаилов Н.М., Наджафова С.И., Гасымова А.С. Биокластерные комплексы для решения экологических, производственных и социальных проблем (на примере Азербайджана) – Москва: Инфра-М, – 2020, – 258 с.
23. Гасымова А.С., Исмаилов Н.М., Талыблы А.Г. Микробиологический мониторинг техногенно загрязнённых водоёмов Апшеронского промышленного региона // Теоретическая и прикладная экология, – 2021. № 4 – с.83-89 doi: 10.25750/1995-4301-2021-4-083-089
24. Исмаилов Н.М., Наджафова С.И., Гасымова А.С. Биозокластерные комплексы для решения экологических проблем на основе ресурсосберегающих, безотходных и экологически безопасных технологий на территории Апшеронского промышленного региона // межд. Научно-практ. Конф. «Стратегические региональные проекты и эколого-экономическое и социальное развитие территорий», посвященную 25-летию создания секции Академии. РАЕН, – 25 март 2021, – с. 247-255
25. Гасымова А.С. К вопросу об эффективном использовании региональных вторичных биоресурсов в технологии биоремедиации техногенно нарушенных почв Апшеронского п-ова //Advances in biology & Earth Sciences, –2022. Vol.7, №1, –p. 40-49
26. Qasimova A.S. Abşeron yarımadasının neftlə çirklənmiş torpaqlarının fitoremediasiyasında bitki və mikroorqanizm assosasiyalarından istifadənin perspektivləri // “Yeni tendensiyaalar və innovasiyalar: Azərbaycanda mikrobiologiyaanın inkişaf perspektivləri” mövzusunda Respublika elmi-praktiki konf. Mater. 29-30.03.2022, Bakı: – s. 94-97
27. Гасымова А.С., Исмаилов Н.М. Разработка интегративных ресурсосберегающих и экологически безопасных биотехнологий очистки водоемов от органических и

- неорганических загрязнений // Межд. Научно-прак. Конф. “Стратегические проекты и внедрение ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий в регионах”, РАЕН – 30/03/2022, –с. 175-182.
28. İsmayılov N.M., Nəcəfova S.İ., Qasımova A.S. Abşeron sənaye rayonu ərazisində ekoloji problemlərin həlli üçün bioekoklaster kompleksləri // “Ekologiya: təbiət və cəmiyyət problemləri” mövzusunda IV Respublika elmi konfransının materialları, 19-20 dekabr 2022-ci il, Bakı: –2023, –s.215-216
29. Qasımova A.S. Neftlə çirklənmiş torpaqların bio və ekodiyagnostikasının problemləri // “Pedaqoji Universitetin Xəbərləri” Riyaziyyat və təbiət elmləri seriyası, 2023, c.71, № 2, s.59-71.
30. Qasımova A.S. Abşeron yarımadasının üzvi maddələrlə çirklənmiş su hövzələrinin biopreparatlarla təmizlənməsi üsulları //«Biologiyanın aktual problemləri davamlı inkişaf kontekstində» Respublika elmi konfransı, Bakı, 24-25 may 2023-cü il BDU, səh. 98- 102
31. Гасимова А.С., Наджафова С.И., Исмаилов Н.М. Системный анализ региональных биоресурсов для разработки проектов ресурсосберегающих, безотходных биотехнологий для решения экологических проблем на Апшеронском полуострове (Азербайджан) // Межд. Научно-прак. конференция «Региональные стратегии и проектное управление эколого-экономическим и социальным развитием территорий» Рос. Акад. Естес. Наук - 29 март 2023, стр.156-164
32. Наджафова С.И., Гасимова А.С. Разработка биопрепарата для восстановления техногенно-нарушенных почв Баку // «Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri» beynəlx. elmi konf., 05-06 may – 2023, Bakı: –s.174-177
33. Gasimova A.S. Microbiological activity of technogenically affected soils of the Absheron Peninsula / International Soil Science Congress on "Climate change and sustainable soil management" Dedicated to the 100 Years of Memory of Heydar Aliyev, ICEFSSS, 2023, p.76-81

34. Гасимова А.С. Бактеризация семян *Medicago sativa* L. и *Cynodon dactylon* (L.) Pers. при проведении процесса фиторемедиации нефтезагрязненных почв // Бюллетень науки и практики, –2024. Т.10, №5. – с. 90-101
35. Nadjafova S.I, Ismaylov N.M, Gasimova A.S, Bayram K.X. Ways to Increase the Biogenicity and Fertility of the Soil Cover of Oil-Polluted Landscapes. Advanced Studies in Biology. – 2024; 16 (1), –p. 151-156
36. Наджафова С.И., Гасимова А.С., Исмаилов Н.М., Байрам К.Х. Проблема загрязнения почвенного покрова углеводородами нефти и пути улучшения их экологического состояния // Бюллетень науки и практики, – 2024. Т.10. №11. –с. 289-295.
37. Гасимова А.С. Интенсивность самоочищения почвенного покрова от нефтяных поллютантов / I Международной научно-практической конференции «Инновационные биотехнологии для охраны окружающей среды: от теории к практике», Минск: 23-25 апреля – 2024, – с.127-129
38. Гасимова А.С., Исмаилов Н.М. Биоремедиация с использованием сообществ микроорганизмов и высших растений // Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы микробиологии, биотехнологии и биоразнообразия», посвященной 20-летию Республиканской коллекции микроорганизмов, Астана: –26.09.2024, –с.39-41
39. Qasimova A.S., İsmayılov N.M. Abşeron yarımadasının su anbarları, onların çirklənməsi problemləri və mümkün həll yolları // “Yaşıl Dünya naminə həmrəylik ili” çərçivəsində "Biologiyada nailiyyətlər və çağırışlar" mövzusunda XII Beynəlxalq elmi konfransı, 19-20 dekabr – 2024, – с. 396-403
40. Gasimova A.S. Development of biotechnologies for cleaning of water bodies on the Absheron peninsula from organic and inorganic pollutants. 2025, Vol. 17, no. 1, p. 75 – 82



Dissertasiyanın müdafiəsi 22 oktyabr 2025-ci il tarixində saat 11.00 AR ETN-nin Mikrobiologiya İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən BED 1.07 Birdəfəlik Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: Az 1004, Bakı ş., A. Abbaszadə 115.

Dissertasiya ilə AR ETN-nin Mikrobiologiya İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları AR ETN-nin Mikrobiologiya İnstitutunun rəsmi internet saytında (<https://azmbi.az/index.php/az/>) yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat "19" sentyabr 2025-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 18.09.2025

Kağızın formatı: A5

Həcm:77550

Tiraj: 100