



AZƏRBAYCAN ELM FONDU

**Azərbaycan Elm Fondunun
“Gənc Alim və Tədqiqatçıların 7-ci
qrant müsabiqəsi”nin (AEF-GAT-7-2023-2(44))
qalibi olmuş layihənin yerinə yetirilməsi üzrə aralıq
(rüblük olaraq 3-cü mərhələ)**

ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Çirkli suların təmizlənməsində neftlə çirklənmiş torpaqlardan ayrılan yüksək lipolitik aktivliyə malik göbələklərdən istifadənin elmi-metodiki əsaslarının hazırlanması**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Əhmədli Aqil Adəm oğlu**

Layihənin nömrəsi: **AEF-GAT-7-2023-2(44)-10/04/3-M-04**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **17 noyabr 2023-cü il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **12 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 dekabr 2023-cü il - 01 dekabr 2024-cü il**

Layihənin III mərhələ üzrə (rüb) məbləği:

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

1 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə cari rübdə yerinə yetirilmiş **elmi işlər**

Cari rübdə, yəni layihənin III rübündə ilk öncə Azərbaycan Respublikasının su ehtiyatları və bu ehtiyatlardan istifadə, həmçinin çirkli suların təmizlənməsi üzrə yerli və beynəlxalq təcrübə üzrə ədəbiyyat məlumatlarının analizi aparılmışdır. Bu tipli ədəbiyyat analizi bizə, mövzunun əhatə dairəsi və dərinliyi, problemin haradan qaynaqlandığı və almış olduğumuz nəticələrin daha dəqiq harada istifadə oluna biləcəyi haqqında geniş məlumat vermişdir.

Bildiyiniz kimi Elmi Texniki Tərəqqinin yaratdığı imkanlar sayəsində sənaye müəssisələrinin sürətli inkişafı, enerji və nəqliyyata olan yüksək ehtiyac, əhalinin sayının kəskin artması və urbanizasiya ətraf mühitin vəziyyətinin pisləşməsinə səbəb oldu. Belə ki, ətraf mühit neft və neft məhsullarıyla, ağır metallarla, çirkab suları və başqa çirkləndiricilərlə daha çox çirklənməyə başladı. Ölkənin əsas infrastruktur obketlərinin yerləşdiyi Abşeron yarımadasında sənaye cəhətdən inkişaf etmiş Bakı və Sumqayıt şəhərləri kimi iki böyük şəhər yerləşir ki, bu da həmin şəhərlərin ekoloji vəziyyətinin daha da ağır olmasını söyləməyə imkan verir.

Ümumiyyətlə, Azərbaycanın daxili su ehtiyatları 30%-dən azdır, belə ki, onun su ehtiyatlarının 70%-dən çoxu transsərhəd çaylar hesabına formalaşır. Bu bir tərəfdən ölkənin suya olan tələbatında problemlərə yol açır, digər tərəfdən isə də qonşu ölkələrin, ilk növbədə Ermənistanın transsərhəd sular haqqında Beynəlxalq Konvensiyaya qoşulmamasına görə transsərhəd sularımızın

biotəhlükəsizliyinin təmini baxımından vəziyyəti bir qədər də mürəkkəbləşdirir. Transsərhəd çaylardan ən mühümləri Kür və Araz çaylarıdır. Uzunluğu 1515 km olan Kür çayının 900 km-lik hissəsi Azərbaycanın ərazisinə düşür. Hər iki çay başlanğıcını Türkiyədən götürür, Gürcüstan və Ermənistandan keçib, Azərbaycan Respublikasının ərazisində birləşərək Xəzər dənizinə tökülür. Bu səbəbdən də Azərbaycanda sudan istifadəyə yanaşma elə olmalıdır ki, itkilər minimum həddə olsun və çirklənmiş sular yenidən dövriyyəyə qaytarılsın.

Bakı şəhərində bir gün ərzində toplanan tullantı sularının ümumi həcmi 1,3-1,4 milyon m³ təşkil edir. Eyni zamanda gün ərzində 30.000 m³ təmizlənməmiş tullantı suları birbaşa Xəzər dənizinə axıdılır. Yığılan tullantı sularının isə 50%-i təmizlənir, yaşayış məntəqələrinin 40%-dən çoxu tullantı su təmizləyici qurğularına hələ də qoşulmamışdır. Bu zaman məişət çirkab sularının təkitabində ciddi miqdarda yağ tərkibli çirkləndiricilər Xəzər dənizi və daxili göllərə axıdılır. Bu şəkildə hesabladıqda isə real rəqəmin 10 dəfədən çox olması güman olunur. Bundan əlavə, Bakı və Sumqayıtda fəaliyyət göstərən 40-dan çox neft şirkətindən cəmi 7-si kifayət qədər yaxşı işləyir və nəticədə digər neft yataqlarından və sənaye obyektlərindən təmizlənməmiş tullantı suları ilə məişət tullantı suları qarışır.

Xəzər dənizi və Abşeronun daxili göllərinin neftlə çirklənməsi kifayət qədər keçmişə dayanır. Belə ki, Sovet İttifaqı dövründə neftə olan ehtiyacın artması və Azərbaycanın nəinki özü üçün, hətta bütün ittifaq üçün neft istehsal etməsi sözsüz ki, neft hasilatının böyük hissəsini öz üzərinə götürən Bakı və Abşeron yarımadasının daxili su hövzələrinin, həmçinin Xəzər dənizin polisiklik aromatik karbohidrogenlərlə, yəni neft və neft məhsullarıyla çirklənməsinə və bu ekoloji problemin dərinləşməsinə səbəb oldu.

Beləliklə ədəbiyyat məlumatlarının analizi nəticəsində məlum olur ki, Xəzər dənizi və Abşeron yarımadasında yerləşən təbii və süni olmaqla irili-xırdalı 200 qədər gölün böyük əksəriyyəti həm neft məhsullarıyla, həm də məişət çirkab sularıyla axıdılan yağ tərkibli çirkləndiricilərlə çirklənmiş vəziyyətdədir. Təbii göllərə aid olan və xüsusi əhəmiyyət kəsb edən Böyükşor, Binəqədi, Xocasən, Masazır, Kürdəxanı və Qırmızı göldə aparılan müxtəlif təmizlənmə işlərinə baxmayaraq hələ də bu göllər çirklənmiş su hövzələri hesab olunurlar.

Digər problemlər kimi, bu problemin həlli üçün dünyada müxtəlif biomeliorasiya və bioremediasiya tədbirləri həyata keçirilir. Amma bu tədbirlərin heç biri hər yerdə funksional və praktik deyil. Hər bir coğrafi ərazinin özünəməxsus mühiti, fiziki-kimyəvi və bioloji parametrləri, öz iqlimi olduğu üçün həmin bölgəyə uyğun tədbirlər planı tələb olunur. Bu tədbirlər planının elmi-metodiki göstərişlərinin hazırlanması həmin regionun tədqiqatçı və alimlərinin əsas prioritetlərindən biri olmalıdır. Neftlə çirklənmiş mühitlərin müalicəsinin hazırkı fiziki-kimyəvi üsulları təkcə bahalı deyil, həm də ekoloji cəhətdən təhlükəlidir və əksinə, ikinci dərəcəli çirklənməyə səbəb olur. Lakin göbələklərdən alınan lipolitik fermentlərin istifadəsi həm iqtisadi cəhətdən faydalı, həm də ekoloji cəhətdən zərərsiz hesab olunur. Bu fermentlərin yüksək praktikliyi və yağ biopolimerlərini tez bir zamanda daha sadə və zərərsiz maddələrə çevirmək qabiliyyəti onları tullantıların zərərsizləşdirilməsində əvəzolunmaz edir.

Lipolitik fermentlər (triasilqliserol hidrolazalar, E.C. 3.1.1.3) sulu və susuz mühitdə transestrifikasiya, intertikasiya və estrifikasiya reaksiyalarını kataliz edən sənayedə geniş tətbiq imkanlarına malik katalizatorlardır. Geniş tətbiq imkanlarına malik olması səbəbilə bu fermentlər hər zaman alim, tədqiqatçı və sənaye müxtəxəssislərinin marağına səbəb olmuşdur.

Göbələklərdən alınan lipolitik fermentlərlə çirkab sularının, neft və yağlarla çirklənmiş su hövzələrinin sahil xəttinə yaxın hissəsində müşahidə olunan yağ təbəqəsinin təmizlənməsi son dərəcədə innovativ, ekoloji təmiz, insan sağlamlığı və ətraf mühitə heç bir əlavə mənfi təsiri olmayan

texnologiyadır ki, Azərbaycan Respublikasında bu texnologiyanın istifadəsi demək olar ki, tətbiq olunmur. Sözügedən fermentlər hidrolitik fermentlərə aid olub yağların hidrolizini həyata keçirirlər. Dünyada bu istiqamətdə, yəni çirklili suların təmizlənməsində istifadə olunabiləcək prodüsentlərin tapılması üzrə geniş tədqiqat işləri aparılmış, bu zaman bir sıra göbələk cins və növlərinin istifadəsi haqqında məlumat verilmişdir. Məsələn, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Trichoderma*, *Mortierella*, *Penicillium*, *Beauveria* və *Engyodontium* cinslərini buna misal göstərə bilərik.

Daha sonra əldə etdiyimiz ştamların fitotoksiki aktivliyi tədqiq olunmuşdur. Bu nəticələr bizə əldə edəcəyimiz preparatın hansı sahələrdə tətbiq oluna biləcəyi haqqında məlumat verir. Belə ki, toksiki aktivliyin miqdarı əldə olunmuş preparatın qida və ya qeyri-qida sahəsində istifadə oluna biləcəyinin bir göstəricisidir. Bizim təmiz kulturaya çıxardığımız ştamların fitotoksiki aktivliyinin yüksək olması onların sadəcə texniki məqsədli suların təmizlənməsində istifadə olunabiləcəyini göstərdi. Yəni, bu ştamlardan alınmış preparatlar texniki çirklili suları təmizləməyə qadir prodüsentlərdir.

Belə ki, fitotoksiki aktivliyə görə *F.oxysporum*, *F.verticillioides*, *P.chrysogenum*, *P.citrinum* və *P.cyclopium* kimi növlər nisbətən yüksək göstəricilərlə (35-60%) xarakterizə olunur. *A.pullulans*, *T.herbarum* və *P.circinan* kimi göbələklərdə isə fitotoksiki aktivlik demək olar ki, müşahidə olunmur. Qalanlarının fitotoksiki aktivliyi isə 7-28% arasında dəyişir. Lipolitik aktivliyə görə göbələklərin qiymətləndirilməsi zamanı isə aydın oldu ki, bu halda bütün göbələklərdə aktivlik müşahidə olunur, lakin *A.niger*, *M.hiimalis* və *Rh.stolonifer* kimi göbələklərin lipolitik aktivliyi digərləri ilə müqayisədə yüksək olmuşdur ki, onlarda gələcək tədqiqatlarda neftlə çirklənmiş torpaqların, eləcə də suların təmizlənməsində istifadə imkanlarının müəyyənəşdirilməsi məqsədi ilə növbəti mərhələ üçün aktiv prodüsent kimi seçilmişdir.

Neftlə çirklənmiş torpaqlardan ayrılmış *Trichoderma* cinsinə aid olan hər iki göbələkdə orta lipolitik aktivlik, toxumun cücərməsinə isə yüksək biostimullaşdırıcı təsir göstərməsi müşahidə olunmuşdur. Belə ki, təmiz və nisbi-təmiz torpaqlarda yayılmış eyni növə mənsub ştamlarla, bizim ayırdığımız ştamların göstəricilərinin demək olar ki, eyni olması məlum olmuşdur. Bu isə Respublikanın neftlə zəif dərəcədə çirklənmiş torpaqlarında yayılan bu göbələklərin torpağın bioloji bərpasında və oradakı bitkilərin böyüməsinin biostimullaşdırılmasında iştirakıyla izah olunur. Həmin ştamların zəif dərəcədə neftlə çirklənmiş torpaqların bioremediasiyasında istifadəsinin effektiv nəticələr verəcəyi təxmin edilir.

Daha sonra, yüksək lipolitik aktivliyinə görə seçilmiş *Aspergillus niger*- AA-17, *Penicillium sp.*- AA-76 və *Rhizopus stolonifer*- AA-82 göbələk ştamlarının yağları biodeqradasiya etmə qabiliyyətinə görə seçimi aparılmışdır. Bu zaman aktiv ştamlar arasında *Aspergillus niger*-17 ştamı ən yüksək göstəricilərə sahib olmuşdur. Belə ki, bu ştam həm zeytun, həm də balıq yağını biodeqradasiya etmə qabiliyyətinə görə digər aktiv ştamlardan daha yaxşı olmuşdur. Buna görə də tədqiqatlarımızın sonrakı mərhələləri bu ştam üzərində həyata keçirilmişdir.

Son olaraq, cari rübdə *Aspergillus niger*-17 biopreparat alınmışdır. Hal-hazırda sözügedən preparatın aktivliyinin artırılması üçün, ştamın becərildiyi mühitin optimallaşdırılması işləri aparılır. Aldığımız preparat nisbi təmiz ferment preparatıdır (bu tipli bioremediasiya işlərində tamamilə təmizlənməmiş preparatların istifadəsi iqtisadi baxımdan səmərəli olmadığı üçün istifadə olunmur) və mühitin optimallaşdırılması aparıldıqdan sonra texniki məqsədli istifadə olunan çirklili suların təmizlənməsində istifadə oluna bilər.

2	<p>Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (cari rüb üçün, faizlə qiymətləndirməli)</p> <p>III rübdə aşağıdakı işlər görülmüşdür.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Azərbaycan Respublikasının su ehtiyatlarının müasir vəziyyəti və çirkli suların təmizlənməsi üzrə ədəbiyyat məlumatlarının analizinin aparılması (99 %), 2. Təmiz kulturaya çıxarılmış ştamların fitotoksiki aktivliyinin müəyyən olunması (99%), 3. Mikromisetlərin çirkli suların tərkibindəki yağların biodegradasiya etmə qabiliyyətinə görə skrininginin aparılması (98%), 4. Kultural məhluldan ferment preparatının alınması (95%). <p>Ümumiyyətlə layihə planı nəzərdə tutulmuş işlərin 97%-dən çoxu görülmüşdür.</p>
3	<p>Hesabat dövründə alınmış elmi nəticələr, onların yenilik dərəcəsi</p> <p>Hesabat dövründə ədəbiyyat məlumatlarının analizi nəticəsində gəldiyimiz elmi nəticə Respublikamızda bu sahədə bu günə qədər göbələklərdən alınan lipolitik fermentlərin istifadə olunmadığı istiqamətindədir. Bu işə ilk dəfə layihə çərçivəsində yerli bioresursları istifadə etməklə ekoloji təmiz biopreparatların istifadə olunma biləcəyi haqqında bizə fikir söyləməyə imkan verir.</p> <p>Daha sonra neftlə çirklənmiş torpaqlardan izolyasiya etdiyimiz ştamların fitotoksiki (daha öncə həmin ştamların lipolitik aktivliyi də tədqiq olunmuşdu) aktivliyinin tədqiq olunması, bizə aldığımız ştamların istifadə sahəsini, daha dəqiq desək hansı suların təmizlənməsində istifadə olunma biləcəkləri haqqında istiqamət vermişdir.</p> <p>Mühitin optimallaşdırılmasından əvvəl istifadə olunacaq ştamların müəyyən olunması son dərəcədə vacib olduğu üçün. Aktiv ştamlar arasında ikinci dəfə seçim aparılmışdır. Bu seçim çirkli suların tərkibindəki yağları parçalama qabiliyyətinə əsasən aparılmışdır ki, bu zaman <i>Aspergillus niger</i>-AA-17 ştamı yüksək nəticələr vermiş və sonrakı mərhələ üçün seçilmişdir.</p> <p>Son olaraq sözügedən ştamdan preparat alınmışdır və mühitin optimallaşdırılmasından sonra biopreparatın mövcud problemdə istifadə olunma biləcəyi gözlənilməkdədir.</p>
4	<p>Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı istifadə olunan üsul və yanaşmalar</p> <p>Ədəbiyyat məlumatlarının analizi Google scholar, Scopus və s kimi bazaların ən son məlumatların əsasən aparılmışdır.</p> <p>Mikromisetlərin fitotoksik aktivliklərinin müəyyən olunması üçün ilk öncə hər ştam 250 ml-lik Erlenmeyer kolbasında steril olunmuş 100 ml Çapek doks qidalı mühitlərinə əkilir və inkubasiya üçün 5 gün müddətinə 28⁰ C temperaturda termostata yerləşdirilir. Beş günlük inkişafdan sonra kolbadakı kultural məhlul süzülərək biokütlə ayrılır. Daha sonra kultural məhlul 1/50-ə qədər distillə suyuyla durulaşdırılır. Durulaşdırılmış məhlulların fitotoksik aktivliyi buğda və ya lobya bitkilərinin toxumları istifadə edilməklə yoxlanılır. Bunun üçün hər iki bitkinin toxumlarından 100 ədəd sayılır və uyğun qatılıqdakı durulaşdırılmış kultural məhlulla bəlli aralıqlarda nəmləndirilir və cücərməyən toxumlar</p>

sayılır. Kontrol üçün Çapek Doks qidalı mühitiylə (göbələk əkilməmiş) nəmləndirilmiş bitki toxumlarının cücərmə faizi götürülür. Fitotoksiki aktivlikdə cücərməyən hər toxum 1% olaraq müəyyən olunur. *Trichoderma* cinsinə aid olan mikromisetlərin biostimullaşdırma aktivliyində isə cücərən hər toxum 1% olaraq götürülmüşdür.

Mikromisetlərin yağları deqradasiya etmə qabiliyyətinin skriningi üçün öncəki tədqiqatlarımızda istifadə etdiyimiz metod bir qədər dəyişdirilmişdir. Belə ki, Bushnell-Haas (BH) broth qidalı mühiti: $MgSO_4$ (0.2 q/l), $CaCl_2$ (0.02 q/l), KH_2PO_4 (1 q/l), K_2HPO_4 (1 q/l), NH_4NO_3 (1 q/l) və $FeCl_2$ (0.05 q/l), distillə suyu (1000 ml), yekun pH 7.0 skrining üçün istifadə. Bu zaman 250 ml-lik kolbada 50 ml Bushnell-Haas qidalı mühiti, 1% yağ (heyvan mənşəli yağ kimi qızardılmış balıq yağı, bitki mənşəli olaraq isə zeytun yağı) və 0,016 mq/ml redox idikatoru əlavə edilməklə məhlul hazırlanılır. Daha sonra ora 5 günlük kulturadan göbələk sporları inokulyasiya edilir (kontrol üçün bir kolbaya göbələk əkilmir) və bütün kolbalar 2 həftə 30° C temperaturatda dərin əkmə şəraitində 110 rpm dönmə sürətli termostatda inkubasiyaya qoyulur. İndikatorun mavi rəngdən məhlulda rəngsiz formaya keçməsi göbələklərin yağı biodeqradasiya etmə qabiliyyətini göstərir.

Biopreparatın alınması üçün kultural məhlulun aseton və ya spirtlə qarışdırılıb 20-30 dəq sentrifuqadan keçirilməsilə alınması üsulundan istifadə edilmiş və nisbi təmiz ferment biopreparatı alınmışdır.

5	Layihə üzrə elmi nəşrlər (məqalələr, monoqrafiyalar, icmallar, konfrans materialları, tezislər) (dərc olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə) (<i>surətlərini əlavə etməli!</i>) (<i>burada doldurmalı</i>)
6	İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər (<i>burada doldurmalı</i>)
7	Layihə üzrə ezamiyyətlər (<i>burada doldurmalı</i>)
8	Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak (<i>burada doldurmalı</i>)
9	Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak (<i>burada doldurmalı</i>)
10	Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminarlar, konfranslar, dəyirmi masalar və s. çıxışlar) (<i>burada doldurmalı</i>)
11	Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar (<i>burada doldurmalı</i>)
12	Yerli həmkarlarla əlaqələr (<i>burada doldurmalı</i>)
13	Xarici həmkarlarla əlaqələr

	<i>(burada doldurulmalı)</i>
14	Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı <i>(burada doldurulmalı)</i>
15	Sərgilərdə iştirak <i>(burada doldurulmalı)</i>
16	Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi <i>(burada doldurulmalı)</i>
17	Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. <i>(burada doldurulmalı)</i>

Layihə rəhbərinin imzası _____ Əhmədli Aqil Adəm oğlu

Tarix _____

QEYD: bütün hallarda uyğun olan bəndlər doldurulmalıdır.