

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

EKSTREMAL MÜHİTDƏN AYRILMIŞ MİKROMİSETLƏRİN ANTİMİKROB VƏ FERMENTATİV XÜSUSİYYƏTLƏRİNƏ GÖRƏ BİOTEXNOLOJİ POTENSİALININ QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

İxtisas: 2422.01 – Biotexnologiya (o cümlədən
bionanotexnologiyalar)

İstiqamət: Biologiya

İddiaçı: **Pərvin Mirdamət qızı Ömər**

Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim olunan dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı – 2025

Dissertasiya işi AR ETN-nin Mikrobiologiya İnstitutunun mikrobioloji biotexnologiya laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər:

AMEA-nın müxbir üzvü
Pənah Zülfiqar oğlu Muradov

Rəsmi opponentlər:

AMEA-nın müxbir üzvü
İbrahim Vahab oğlu Əzizov

AMEA-nın müxbir üzvü
İlham Əyyub oğlu Şahmuradov

biologiya üzrə fəlsəfə doktoru
Ülkər Vəqif qızı Neymətova



Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının AR ETN-nin Mikrobiologiya İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən BFD 1.07/1 Birdəfəlik Dissertasiya Şurası.

Dissertasiya şurasının
sədri:

biologiya elmlər doktoru, professor
Konul Fərrux qızı Baxşəliyeva

Dissertasiya şurasının
elmi katibi:

biologiya üzrə fəlsəfə doktoru
Vəfa Yaşar qızı Həsənova

Elmi seminarın
sədri:

biologiya elmlər doktoru, professor
Vəfa Khalil Gasimova

GİRİŞ

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Dünya əhalisinin sayının artması və bunun da Yer kürəsinin nisbi sabit ərazisində baş verməsinə müvafiq enerjiyə, qidaya, müxtəlif sahələr üçün xammala olan tələbatı mövcud mənbələr və imkanlar hesabına ödənilməsində getdikcə daha aydın şəkildə hiss olunan çətinliklər yaradır. Təkcə bir faktı yada salmaq yerinə düşər ki, bəzi proqnozlara görə *“2010-cu ildən 2050-ci ilə kimi dünya əhalisinin ərzaq məhsullarına olan tələbatı 45-56%-ə kimi artacaqdır və bu zaman aclıq təhlükəsi riski olan əhalinin sayı isə 8%-dən 91%-ə kimi dəyişəcəkdir”*¹. Odur ki, bu məsələlərin həll edilməsi, bununla bağlı ortaya çıxacaq problemlərin idarə olunacaq hala salınması və cəmiyyətin davamlı inkişafının təmin edilməsi bu gün müasir elmin, ilk növbədə biologiya və onun biotexnologiya kimi sahəsinin qarşısında dayayan və həlli olduqca zəruri olan vəzifələrdəndir.

İnsanların qidaya, enerjiyə, müxtəlif sənaye sahələrinin xammala olan tələbatının ödənilməsində ənənəvi olaraq bitki və heyvanların rolu həmişə aparıcı olmuş və hazırda da bu statusu daşımaqdadırlar, baxmayaraq ki, hələ lap qədimlərdən belə insanların qidaya olan tələbatının ödənilməsində mikroorqanizmlərin də müəyyən rolu olubdur bu gün ilk biotexnoloji proses kimi qiymətləndirilə biləcək ən qədim proseslərdə (çörəkbişirmə, şərab istehsalı və s.) məhz göbələklərin iştirakına əsaslanıbdr. Uzun müddət bitki və heyvanlar insanların həyat fəaliyyətinin təminatı üçün əsas mənbə olaraq qalsalar da, elm və texnikanın inkişaf səviyyəsinə uyğun olaraq mikroorqanizmlərdən istifadə imkanları genişlənmiş və hazırda da genişlənməkdə davam edir. Bunun da səbəbi onların həyat fəaliyyəti nəticəsində əmələ gətirdikləri metabolitlər insanların *“qidaya, enerjiyə v s. olan tələbatının ödənilməsi*

¹ Van Dijk, M., Morley, T., Rau, M.L. et al. A meta-analysis of projected global food demand and population at risk of hunger for the period 2010–2050.// Nat Food, 2021, v.2, p.494–501.

baxmından əlverişli və rentabelli olmasıdır^{2,3}. Belə ki, mikroorqanizmlərin həyat fəaliyyəti nəticəsində əmələ gətirdikləri metabolitlər arasında “*fermentlər, polisaxaridlər, antibiotiklər, vitaminlər, üzvi turşular və s. bioloji, o cümlədən farmokoloji aktivliyə malik olan maddələr yer alır*”⁴. Bu maddələrin onlardan alınması “*həm ekoloji, həm iqtisadi, həm də texnoloji mülahizələrə görə də əlverişlidir*”⁵. Çünki mikroorqanizmlər bitki və heyvanlardan böyümə sürətinə görə müsbət mənada fərqlənirlər, böyümə zamanı bu gün tullantı hesab edilən geniş çeşidli bitki tullantıları zülal, şəkər, yağ və s. maddələrlə zəngin məhsullara transformasiya etmək qabiliyyətinə malikdirlər və onları süni yaradılmış şəraitdə məqsədli məhsul almaq üçün becərilməsi üçün tələb olunan şərait və texnologiya bitki və heyvanlar üçün tətbiq ediləndən xeyli asan və ucuz başa gələndir. Eyni zamanda mikroorqanizmlər həm bitkilərdən, həm də heyvanlardan vahid sahədən alınan məhsul çıxımına görə də üstün göstəricilərlə xarakterizə olunurlar. Bütün bunlar da mikroorqanizmlərə, ilk növbədə bakteriya və göbələklərə olan marağın gündən-günə artmasını, onlardan alınan məhsulların həm assortimentinin, həm də miqdarının yüksəlməsini qaçılmaz edir.

Belə mühüm əhəmiyyət daşımasına baxmayaraq, hələ ki, insanların qidaya olan tələbatının ödənilməsində mikroorqanizmlərdən istifadə olunması arzu edilən səviyyədə deyil. Belə ki, bu gün Yer üzərində mikroorqanizmlərin növ sayı “*yüz minlərlə, hətta milyonlarla ifadə olunur*”⁶, lakin onların sənaye

² Prajapati N., Patel J., Singh S. et al. Postbiotic production: harnessing the power of microbial metabolites for health applications// Front. Microbiol., 2023, 14:1306192. doi: 10.3389/fmicb.2023.1306192

³ Singh, R., Kumar, M., Mittal, A. et al. Microbial metabolites in nutrition, healthcare and agriculture. //3 Biotech, 2017, 7, 15. <https://doi.org/10.1007/s13205-016-0586-4>

⁴ Hashem, A.H., Attia, M.S., Kandil, E.K. et al. Bioactive compounds and biomedical applications of endophytic fungi: a recent review//Microb Cell Fact, 2023,22, 107. <https://doi.org/10.1186/s12934-023-02118-x>

⁵ Muradov, P.Z. Bitki tullantılarının biokonversiyasının əsasları. –Bakı: “Elm” nəşriyyatı, 2003, 114s.

⁶ Wiens, J.J. How many species are there on Earth? Progress and problems//PLoS Biol., 2023, 20;21(11): e3002388. doi: 10.1371/journal.pbio.3002388.

miqyasında istifadə edilən növlərinin sayı onların 1%-ni belə təşkil etmir. Bunun bir sıra səbəbləri vardır ki, bu da onların əksəriyyətinin müxtəlif(qida, yem, tibbi və texniki) tyinatlı bioloji aktiv maddələrin produsenti kimi istifadəsinin mümkünlüyü haqqında dəqiq məlumatların az olmasıdır. Bundan başqa, ədəbiyyat məlumatlarının analizi belə bir tendensiyanın müşahidə olunmasına imkan verir ki, bu gün dünyanın əksər elmi mərkəzlərində eyni növə aid göbələklərin müxtəlif ştamları daha geniş tədqiq edilir. Məsələn, bu gün dünyanın əksər ölkələrində (ABŞ, Rusiya, Çin, Hindistan,) “*Ganoderma lucidum* göbələyi BAM produsenti kimi geniş tədqiq edilir”^{7,8}, yəni müəyyən baxımdan perspektivliliyi müəyyən edilən göbələklər daha çox tədqiq edilir. Belə bir yanaşmanın olmasına səbəb isə bu və ya digər BAM produsentinin biosintetik qabiliyyətinin ən azı kəmiyyət göstəricilərinə onun yayıldığı ərazinin təbii torpaq-iqlim şərtlərinin və florasının təsiri də əhəmiyyətlidir, yəni konkret şəraitdə daha aktiv ştam tapılmasının mümkünlüyüdür.

Yuxarıda qeyd edilən problemlərin fonunda müasir dövr eyni zamanda ətraf mühitə antropogen təsir yükünün getdikcə artması nəticəsində qlobal xarakterli problemlərin (iqlim dəyişkənliyi, ekoloji vəziyyətin pisləşməsi, biomüxtəlifliyin kasadlaşması, şoranlaşma, səhrələşmə və s.) yaranması ilə də xarakterizə olunur. Bu da öz növbəsində onsuz da yüngül olmayan vəziyyətin pisləşməsi istiqamətində əlavə təsirlərə səbəb olur, mövcud ekosistemlərdə formalaşan münasibətlərin xarakteri və istiqaməti dəyişir. Bunların da qarşısının alınması həmin ekosistemlərdə, yəni ekstremal şəraitdə və ya stress vəziyyətində olanlarda baş verən proseslərin öyrənilməsi atılacaq ilk addımdır. Digər tərəfdən, belə şəraitdə olan canlıların, ilk növbədə mikroorqanizmlərin öyrənilməsi

⁷ Kachrimanidou, V., Papadaki, A., Papapostolou, H. et al. *Ganoderma lucidum* Mycelia Mass and Bioactive Compounds Production through Grape Pomace and Cheese Whey Valorization//Molecules, 2023, 28(17), 6331. <https://doi.org/10.3390/molecules28176331>

⁸ Ahmad, M.F., Wahab, S., Ahmad, F.A. et al. *Ganoderma lucidum*: a potential pleiotropic approach of ganoderic acids in health reinforcement and factors influencing their production//Fungal Biol. Rev., 2022, v.39, -p.100–125. doi: 10.1016/j.fbr.2021.12.003

praktiki baxımdan da maraqlı kəsb edir. Belə ki, belə “*ekstremal vəziyyətə malik biotoplarda yaşayan və ümumi şəkildə ekstromofillər adlanan mikroorqanizmlər*”⁹ həm də temperaturun və pH-ın daha geniş və yüksək göstəricilərində stabilliyini saxlayan BAM-ın, ilk növbədə fermentlərin alınma mənbəyi kimi də diqqəti cəlb edir. Bundan başqa, müxtəlif polyutantlarla güclü şəkildə çirklənməyə məruz qalmış ərazilərin təmizlənməsində həmin şəraitdə yaşama qabiliyyətini saxlayan mikroorqanizmlərdən istifadə edilməsinin mümkünlüyü, ekstromofil orqanizmlər geniş imkanlara malik yeni rekombinat superprodusentlərin alınmasına imkan verən genlərin mənbəyi olması, bioloji mübarizədə istifadəsi daha effektiv olan orqanizmlərə tələbatın getdikcə artması və s. bu qəbildən olan mikroorqanizmlərə maraqlı yüksəlməsinin əsas səbəbləridir.

Dünyanın bir parçası kimi, Azərbaycan Respublikasında da ekstremal vəziyyətdə olan senozlar var ki, bunlara da misal olaraq neftlə çirklənmiş, yüksək duzluluğa malik torpaqları, termal su mənbələrini və s. göstərmək olar. Bu qəbildən olan ərazilərdə müəyyən tədqiqatlar aparılıbdır, lakin onların nəticələri nə orada baş verən proseslərin xarakterini aydınlaşdırmaq, nə də həmin yerlərdə məskunlaşan mikroorqanizmlərin, ilk növbədə mikromisetlərin biosintetik potensialının qiymətləndirilməsi üçün yetərli deyil.

Məqsəd və vəzifələr. Buna görə də təqdim olunan işin məqsədi Azərbaycan şəraitində ekstremal vəziyyətdə olan mikromisetlərin ayrılması, onların antibiotik və fermentativ aktivliklərinə görə qiymətləndirilməsinə həsr olunmuşdur.

Qarşıya qoyulan məqsədə çatmaq üçün aşağıda göstərilən vəzifələrin həyata keçirilməsinin məqbul olması müəyyən edilmişdir:

1. Azərbaycanın ekstremal vəziyyətdə olan müxtəlif biotoplarından mikromisetlərin, eləcə də bəzi makromisetlərin ayrılması və kolleksiyasının yaradılması;

2. Təmiz kulturaya çıxarılmış mikromisetləri hidrolaza və oksidazaların aktivliyinə və antibiotik xüsusiyyətlərinə görə

⁹ Durvasula, R. V. Extremophiles: From biology to biotechnology / R. V. Durvasula, D. V. S. Rao. – CRC Press, 2018. – 437 p.

qiymətləndirilməsi;

3. Seçilmiş aktiv produsentlərin taksonomik aidiyyatının müəyyənləşdirilməsi, onların biotexnoloji potensialının müəyyənləşdirilməsi;

4. Biotexnoloji baxımdan perspektivli hesab edilən produsentlərin sintez etdiyi endogen və ekzogen metabolitlərin təsir effektinin müəyyənləşdirilməsi və onların istifadə sahələrinin qiymətləndirilməsi.

Tədqiqat metodları. Dissertasiya işində qarşıya qoyulan məqsəd nail olmaq üçün müəyyənləşdirən vəzifələrin reallaşdırılması üçün hazırda mikologiyada, mikrobiologiyada və biotexnologiyada hazırda analoji işlərdə istifadə edilən metod və yanaşmalardan istifadə edilmişdir. İstifadə edilən metod və yanaşmaların reallaşması üçün istifadə edilən cihaz və avadanlıqların dəqiqliyi, reaktivlərin təmizlik dərəcəsi də, eləcə də qoyulan təcrübələrin təkrarlığının ən azı 4-6 olması və alınan nəticələrin statistik işlənməsi nəticələrin dürüstlüyünü də təmin etmişdir.

Diisertasiyanın müdafiəyə təqdim olunan müddəaları.

- Ekstremal şəraitə malik biotoplar həm makromisetlərin, həm də mikromisetlərin yayılma yerlərindən biri kimi xarakterizə oluna bilər.

- Fərqli ekoloji şəraitə malik biotoplardan ayrılan göbələklərin həm antimikrob, həm də fermentativ aktivliklərinin də fərqli olmasına səbəb olur;

- Tədqiqatlarda ayrılan göbələklər karbon mənbələrini fərqli təsir etməsinə görə onlarda fermentlərin sintezinin təbiətinin də müxtəlif olmasını şərtləndirir;

- Mühitin optimallaşdırılması bütün fermentlərin aktivliyinin yüksəlməsinə səbəb olduğu halda, karbon mənbələrinin polimerləşmə dərəcəsi göbələklərdə sintez olunan sellülozanın hüceyrə xaricinə ifraz olunan hissəsinin miqdarını yüksəldir.

Tədqiqatın elmi yeniliyi. Aparılan tədqiqatlar nəticəsində Azərbaycanın ekstremal şəraitə malik olan fərqli ərazilərində yayılan göbələklər antimikrob və fermentativ aktivliklərinə görə qiymətləndirilmişdir.

Bu məqsədlə neftlə çirklənmiş, yüksək duzluluğa malik,

termal su mənbələri və yüksək nəmliyə malik subtropik meşələrdən nümunələrdən 64-ü mikromisetlərə, 12-i makromisetlərə aid olan 76 kulturadan ibarət kolleksiya yaradılmışdır.

Müəyyən edilmişdir ki, mikromisetlərin 75% temperatura münasibətdə mezofillərə, 25%-i isə yaşama qabiliyyətini 50°C-dən yuxarıda saxlama qabiliyyətinə malik termotolerantlara xas xüsusiyyətlər daşıyır. Qeydə alınan mikromisetlərin 25,0%-dən 73,4%-ə qədəri, makromisetlərin isə 25,0%-dən 100%-ə qədəri həm hidrolazaların, həm də oksidazaların aktivliyinə malikdir.

Aspergillus candidus, *Chaetomium thermophile* *Penicillium resticulosum* *Humicola lanuginosa* və *Mucor hiemalis* göbələklərinin hidrolitik təsir tipinə malik fermentlərin, *Bjerkandera adusta* göbələyi həm hidrolazaların, həm də oksidazların aktivliklərinə görə balanslaşdırılmış ferment sisteminin, *Trametes hirsuta* göbələyi oksidazların və *Trichoderma viride* göbələyi isə endoqlükənzanın aktiv produsenti olması və onların həmin fermentlərin alınması üçün istifadəsinin əlverişli olması müəyyən edilmişdir.

Tədqiqatlarda ayrılan mikromiset ştampların 53,1%-i, makromiset ştamplarının isə 58,3% istifadə edilən *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeroginoza* *Stafilococcus aureus* və *Candida albicans* kimi test kulturalara münasibətdə antimikrob aktivlik göstərir ki, bu xüsusiyyətin də ən yüksək göstəricisi *Aspergillus flavus*, *Chaetomium globosum*, *Penicillium chrysogenum*, *P.citrinum*, *Trametes hirsute* və *Trichoderma viride* kimi göbələk növlərində tapır.

Antimikrob və fermentativ aktivliyə görə aktiv produsent kimi seçilmiş göbələklər üçün optimal şəraitin tapılması nəticəsində məqsədli məhsularda görə artım effekti birinci halda 15-20%, ikinci halda isə 11-17% olmuşdur.

Aktiv produsent kimi seçilən bütün ştamplarda proteazanın, mikromisetlərdə digər hidrolazaların sintezi konstitutiv yolla, *Trichoderma viride* və makromisetlərdə sellülazanın induktiv yolla sintez olunması və katobolitlik represiya iləin nəzarət olunması, makromisetlərdə oksidazaların klassik anlamda(Jakob-Mone modelinə) görə konstitutiv, unitar nəzəriyyəyə görə isə induktiv

yolla sintez olunması müəyyən edilmişdir.

Aktiv produsent kimi seçilmiş produsentlərin üçün mühitin optimalaşdırılması zamanı istifadə edilən karbon mənbələrinin polimerləşmə dərəcəsi ilə sintez olunan fermentin hüceyrə xaricinə ifraz olunması arasında zəif də olsa düz asılılıq müəyyən edilmiş, mikromisətlərdə azotun nitrat, makromisətlərdə isə ammoniyak formasının istifadəsi daha əlverişlidir.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. Alınan nəticələr ekstremal şəraitdə yayılan göbələklərin antimikrob və fermentativ aktivlikləri haqqında məlumatların genişləndirilməsinə xidmət edən faktiki materialdır.

Tədqiqatların gedişində ekstremal şəraitdən ayrılan göbələklərin arasından aktiv produsentlər kimi seçilən ştamlar gələcəkdə antimikrob xüsusiyyətə malik preparatların və geniş spektrli hidrolaza və oksidazaların aktivliklərinə malik ferment preparatlarının alınmasında istifadə edilməsi əlverişli nəticələrin alınmasına imkan verir.

Mühitin optimallaşdırılması ilə bağlı alınan nəticələr göbələklərdən yüksək aktivliyə malik ekzogen fermentlərin alınmasında istifadə edilməsi də faydalı olacaqdır.

Nəşr, dissertasiyanın aprobasiyası və tətbiqi. Dissertasiyanın nəticələrinə aid 11 elmi əsər dərc edilmişdir ki, onun da 6 elmi məqalədir. Dissertasiyanın materialları “Bioloji və kimyəvi ekologiyanın aktual problemləri” mövzusunda V beynəlxalq elmi-praktiki konfransda (Moskva, 2016), “Biologiyanın müasir problemləri” mövzusunda Respublika elmi konfransında (Sumqayıt, 2018), “Müasir biologiyanın aktual problemləri” mövzusunda elmi-praktiki konfransda (Bakı, 2019) və “Aktual elmi tədqiqatlar” mövzusunda XII Beynəlxalq elmi-praktiki konfransda (Rusiya F., Penza, 2023), beynəlxalq mikoloji forumda (Moskva, 2025) məruzə edilmişdir.

Dissertasiyanın yerinə yetirildiyi təşkilat. Dissertasiya AR ETN-nin Mikrobiologiya İnstitutunun mikrobioloji biotexnologiya laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiyanın strukturu və həcmi. Dissertasiya ümumqəbul edilmiş prinsiplərə əsasən tərtib edilib, girişdən, 4

fəsilədən, tədqiqatların yekun təhlilindən, nəticələrdən, dissertasiyada istifadə edilən ədəbiyyat və ixtisasların siyahılarından ibarətdir. Dissertasiya ümumilikdə 217500 işarə təşkil edir.

FƏSİL I

EKSTREMAL ŞƏRAİTLƏRİN ABIOTİK VƏ BIOTİK AMİLLƏRİNƏ GÖRƏ ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Dissertasiyanın 1.1-ci hissəsində ekstremal şərait və onun ümumi xarakteristikası, 1.2-ci hissəsində ekstremal şəraitdə mikromisətlərin yayılmasının ümumi xarakteristikası, 1.3-cü hissəsində isə Azərbaycan Respublikasının ekstremal şəraitə uyğun senozları və onların göbələk biotasının tədqiq səviyyəsi haqqındakı məlumatlar işin məqsədinə müvafiq analiz edilir və problemin öyrənilmə səviyyəsinə aydınlıq gətirilir.

FƏSİL II

TƏDQIQATIN MATERIAL VƏ METODLARI

2.1. Tədqiqat aparılan ərazilər və onların ümumi xarakteristikası

Tədqiqatlar üçün nümunələr Azərbaycanın neftlə çirklənmiş və yüksək duzluluğa malik torpaqlarından (Abşeron yarmadası), subtropik meşələrdən (Lənkəran-Astara iqtisadi rayonu), termofil su mənbələrindən (Böyük Qafqaz) götürülmüşdür.

Tədqiqatların gedişində ümumilikdə seçilən ekosistemlərdən 500-ə yaxın nümunə götürülmüş və onlardan göbələklərin təmiz kulturalarının ayrılması üçün istifadə edilmişdir. Nümunələrin götürülməsində analoji işlərdə istifadə edilən “*metod və yanaşmalardan*”¹⁰ istifadə edilmişdir.

¹⁰ Maheshwari, R. Fungi: Experimental Methods In Biology, 2th Edition. CRC Pres, 2016, 358p

2.2. Analiz üçün istifadə edilən metod və yanaşmalar

Tədqiqat üçün seçilən ərazilərin hər birindən ən azı 100 nümunə götürülmüş, yerindəcə pasportlaşdırılmış və qısa (2-6 saat) müddətə laboratoriyaya çatırılmış və məqsədə müvafiq analiz edilmişdir.

Göbələklərin ayrılması üçün götürülən torpaq nümunələrindən steril suda 2 saat müddətinə otaq temperaturunda hazırlanmış 10%-li suspenziyadan istifadə edilir ki, onlarda ya birbaşa, ya da steril su ilə 10, 100 dəfə durulaşdırılmaqla qidalı mühitə (aqlaşdırılmış səməni şirəsi – ASŞ, və Saburao aqları) keçirilir. 2-3 gündən sonra qidalı mühitdə əmələ gələn koloniyalar morfoloji görünüşlərinə görə fərqləndirilərək yeni qidalı mühitə keçirilir və bu proses yekcins biokütlə alınana kimi davam etdirilir və onun təmizliyinə mikroskopun (OMAX 40X-2500X) köməyi ilə nəzarət edilir. Alınan kulturalar klassik mikoloji yanaşmalara əsasən məlum “*təyinedicilərdən*”¹¹ istifadə etməklə növ tərkibi müəyyənləşdirilir.

Rütubətli subtropik meşələrdəki (SM) ağaclardan makromisetlərə aid bazidiomaların götürülməsi, təmiz kulturalarının alınması (ASŞ, 2-4⁰B) və onların növ tərkibinin müəyyənləşdirilməsi isə “*məlum metodlara*”^{12,13,14} əsasən həyata keçirilmişdir.

Mikromisetlərin fermentativ aktivliyinin öyrənilməsi zamanı duru Çapek mühitindən, makromisetlər üçün isə qlükozal peptonlu qidalı mühitdən istifadə edilmiş, proses dərin becərmə şəraitində aparılmışdır. Tədqiqatlar da endoqlükanaza (substrat: 1%-li Na-Karboksimetilsellüloza), ksilanaza (ksilan), amilaza (həll olan nişasta), proteaza (Na-Kazeinat), lipaza (zeytun yağı), pektinaza (alma pektini) lakkaza (hidroksinon) və peroksidaza

¹¹ Kirk, P. M. et al. Dictionary of the fungi, 10th edn. CABI publishing – Wallingford (UK), -2008, -600 p.

¹² Maheshwari, R. Fungi: Experimental Methods In Biology, 2th Edition. CRC Pres, 2016, 358p

¹³ Bernicchia A. Polyporaceae s.//Fungi Europaei., 2005, v.10, 808p.

¹⁴ Змитрович, И. В. Определитель грибов России / И. В. Змитрович. – М. – СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 278 с.

(hidroksinon+hidrogen-peroksid) kimi fermentlərin aktivliyi təyin edilmişdir ki, bu zaman “*müvafiq metod və yanaşmalardan*”^{15,16} istifadə edilmişdir:

Antibiotik aktivliyin tədqiqi üçün *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeroginoza*, *Stafilococcus aureus* və *Candida albicans* kimi test kulturalardan istifadə edilmişdir ki, onlarda AR ETN-nin Mikrobiologiya İnstitutunun mikrobioloji biotexnologiya laboratoriyası tərəfindən təqdim edilmişdir. Antibiotik aktivlik test kulturalara münasibətdə aşağıdakı qayda da həyata keçirilmişdir: test kulturalar yoxlanılan göbələkdən alınan endogen və ekzogen metabolitlər olan sınaq şüşəsinə daxil edilir, 30 və 60 dəqiqə saxlandıqdan sonra qidalı mühitə əkilir. Böyümənin intensivliyinə görə antibiotik aktivlik qiymətləndirilir və ən aktiv hesab edilən kulturaların antibiotik aktivliyi “*disk-diffuziya metoduna*”¹⁷ əsasən də təyin edilir.

Aktiv produsent kimi seçilən göbələklərin biotexnoloji potensialının müəyyənəşdirilməsi isə hazırda bu sahədə istifadə edilən “*prinsip və standartlara*”^{18,19,20} əsasən həyata keçirilmişdir.

Tədqiqatlarda kəmiyyət xarakterli nəticələrin əldə edilməsi üçün bütün eksperimentlər ən azı 4 təkrarda qoyulmuş və alınan nəticələr standart orta kvadratik kənarlanmanın müəyyən edilməsinə əsasən “*statistik*”²¹ işlənmişdir. Dissertasiyada yalnız $S/X_o \leq 0,05$ formuluna cavab verən məlumatlardan istifadə edilmişdir.

¹⁵ Vermelho A.B., Couri S. Methods to Determine Enzymatic Activity. Bentham Science Publishers, 2013. <https://doi.org/10.2174/97816080530011130101>

¹⁶ Польшалина Г.В., Чердниченко В., Римарева Л.В. Определение активности ферментов. Справочник. –Москва: ДеЛи, 2004, 376с.

¹⁷ Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам: Методические указания. — М.: ФЦ Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004.— 91 с

¹⁸ Bentahar S., Abada R., Ykhlef N. Biotechnology: definitions, types and main applications//YMER Digital, 2023, 22(1), iss.4, -p.563-575

¹⁹ <https://store.astm.org/products-services/standards-and-publications/standards/biotechnology-standards.html>

²⁰ Rashidi L. Standards for Modern Biotechnology: Navigating Innovation and Responsibility//Advances in the standards & applied sciences 2025; 1 (3), -p.1-3

²¹ Зверев, А.А., Зефилов, Т.Л. Статистические методы в биологии: учебно-методическое пособие. -Казань, КФУ, -2013. - 42 с.

FƏSİL III

EKSTREMAL ŞƏRAİTDƏN AYRILMIŞ GÖBƏLƏKLƏRİN FERMENTATİV AKTİVLİYƏ VƏ ANTİBİOTİK XÜSUSİYYƏTLƏRİNƏ GÖRƏ QİYMTLƏNDİRİLMƏSİ

3.1. Ekstremal mühitlərdən ayrılan ştamların ümumi xarakterikası

Azərbaycan Respublikasında da ekstremal şəraitə malik biotoplardan götürülən nümunələrin analizi nəticəsində 76 göbələk ştamının təmizliyi tətbiq edilən yanaşmaya görə öz təsdiqini tapıb ki, onların da götürüldüyü ərazilər üzrə paylanması 3.1-ci cədvəldə verilir. Göründüyü kimi, bu və ya digər növə aid ştamların ayrı-ayrı mühitlər üzrə qeyri- bərabər paylanmasıdır ki, bunun da səbəbi ayrı-ayrı biotopların həm ekoloji vəziyyətinin, həm də orda olan qida maddələrin kimyəvi tərkibinin və miqdarının fərqli olması ilə bağlıdır.

Cədvəl 3.1.

Göbələk ştamlarının ayrıldığı yerlər üzrə paylanması

No	Nümunənin götürüldüyü yer	Ayrılan ştamların sayı(əd)	Ştamların ümumidə payı(%)
1	Neftlə çirklənmiş torpaqlar(NT)	21	27,6
2	Masazır gölü(MG)	17	22,4
3	Termal su mənbələri(TS)	9	11,8
4	Subtropik meşələr(SM)	29	38,2
Cəmi		76	100

Tədqiqatlarda təmiz kulturaya çıxarılanların 16%-ə yaxını (12 ştam) ksilotrof makromisetlərə aiddir ki, onların da hamısı cənub bölgəsində olan meşələrdən ayrılıbdır və bunun da səbəbi onların mikromisetlərlə müqayisə edilməsi məqsədi ilə bağlıdır. Aydın olmuşdur ki, ayrılan ştamların arasında bərpa olunan bitki tullantılarını (BOBT) biokonversiyasını aktiv şəkildə həyata keçirə bilən göbələk ştamları da yer alır və onların bu istiqamətli aktivlikləri

mikromisetlərlə müqayisədə kifayət qədər yüksəkdir ki, bu da onların güclü ferment sisteminə malik olması ilə bağlıdır.

Tədqiqatlarda götürülən nümunələrdən kulturaların ayrılması ya birbaşa həyat keçirilir, ya da götürülən nümunə 50°C temperaturda 24 saat saxlandıqdan sonra təmiz kultura ayrılır. Bu yanaşmaların əsasında ayrılan şamları ayrılıqda xarakterizə etdikdə aydın olur ki, qeydə alınan şamların çoxu mezofillərə aiddir (cədv. 3.2). Göründüyü kimi, ümumiikdə ayrılan 64 mikromiset ştamının 75%-i mezofillərə (MF), 25%-i isə ən yaxşı halda termotolerantlara (TT) aiddir. Belə ki, nümunələrin 75°C-dən yuxarı temperaturda 24 saat saxlanamısa zamanı göbələklərə məxsus hər hansı struktur elementləri (sporlar, mitseli qırıqları, mitselinin fraqmentləşməsindən əmələ gələn və əsasən də çoxalmaya xidmət edən strukturlar) canlılığını saxlaya bilmir ki, bu da göbələklərin arasında həqiqi termofillərin olmadığını bir daha təsdiq edir.

Cədvəl 3.2

Ayrılan mikromiset şamlarının temperatura görə xarakteristikası

№	Nümunənin götürüldüyü yer	Ayrılan şamların sayı (ədə)		Ümumidə payı(%)	
		MF	TT	MF	TT
1	NT	16	5	33,3	31,3
2	MG	13	4	27,1	25,0
3	TS	6	3	12,5	18,7
4	SM	13	4	27,1	25,0
Cəmi		48	16	100	100

3.2.Ekstremal mühitlərdən ayrılan göbələklərin fermentativ aktivliyə görə skrininqi və aktiv produsentin seçilməsi

Ekstremal mühitdən ayrılan göbələk kulturalartının fermentativ aktivliyi ilə bağlı aparılan tədqiqatlardan aydın olmuşdur ki, onlar bu və ya digər fermenti sintez etməsinə, daha dəqiqi bu və ya digər fermentin hüceyrə xarici (ekzogen) aktivliyini göstərir,

lakin bu zaman aktivlik göstərən ştamların sayına görə onlar birbirindən fərqlənirlər(cədv. 3.3).

Cədvəl 3.3

Ayrılan mikromisetlərin fermentlərin aktivliyinə görə ilkin qiymətləndirilməsi

№	Fermen- tlər	Ayrılan və aktivlik göstərən ştamların sayı(əd)							
		NT		MG		TS		SP	
		I	II	I	II	I	II	I	II
1	Endoqlü- kanaza	16/11	5/3	13/9	4/2	6/3	3/2	13/7	4/2
2	Proteaza	16/13	5/4	13/10	4/3	6/3	3/2	13/9	4/3
3	Pektinaza	16/10	5/3	13/8	4/2	6/2	3/1	13/8	4/1
4	Amilaza	16/9	5/3	13/9	4/2	6/3	3/1	13/7	4/2
5	Ksilanaza	16/7	5/2	13/6	4/2	6/2	3/1	13/6	4/1
6	Lipaza	16/8	5/3	13/7	4/2	6/3	3/2	13/8	4/2
7	Lakkaza	16/4	5/2	13/4	4/1	6/2	3/1	13/4	4/1
8	Peroksi- daza	16/3	5/1	13/4	4/1	6/2	3/1	13/3	4/1

Göründüyü kimi, mikromisetlər, arasında proteolitik aktivliyə malik olan ştamların sayı ən çox, oksidazaların aktivliyinə görə isə ən aşağı göstəricilərlə xarakterizə olunurlar. Belə ki, təmiz kulturaya çıxarılan 64 mikromiset ştamdan 44 proteolitik, 16-ı isə peroksidaza aktivliyinə malikdir, yəni proteolitik aktivliyə malik olan ştamların sayı peroksidaza aktivliyinə malik olanların sayından 2,75 dəfə çoxdur. Analoji müəyyən kəmiyyət fərqləri ilə həm digər fermentlərin aktivliyinə görə, həm də makromiset və mikromisetlər arasında müşayət olunur. Ümumilikdə ayrılan 64 mikromiset və 12 mikromisetlərə aid ştamların fermentlərin aktivliyini göstərməsi üzrə göstəricilər 3.4-cü cədvəldə verilir. Göründüyü kimi, makromisetlərin ferment sistemi mikromisetlərə nisbətən daha güclüdür və bu öz təsdiqini oksidazaların hər ikisinin, endoqlükanaza və ksilanazanın aktivliklərində biruzə verir. Belə ki, makromisetlərin hamısı

**Ayrılan ştamların fermentativ aktivliyə görə sayca ümumi
xarakteristikası**

№	Nümunənin götürüldüyü yer	Ayrılan və aktivlik göstərən ştamların sayı(ədə)		Ştamların ümumidə payı(%)	
		Mikromi- setlər	Makromi- setlər	Mikromi- setlər	Makromi- setlər
1	Endoqlükanaza	64/39	12/12	60,9	100
2	Proteaza	64/47	12/10	73,4	83,3
3	Pektinaza	64/35	12/ 8	54,7	66,7
4	Amilaza	64/36	12/7	56,3	58,3
5	Ksilanaza	64/27	12/12	42,2	100
6	Lipaza	64/35	12/3	54,7	25,0
7	Lakkaza	64/19	12/9	29,7	75,0
8	Peroksidaza	64/16	12/9	25,0	75,0

endoqlükanaza və ksilanazanı, 3/4 hissəsi isə lakkaza və peroksidazanın aktivliyini göstərmək qabiliyyətinə malikdirlər. Oksidazalara görə mikromisetlərin aktivlik göstərən ştamlarının sayı 3 dəfə makromisetlərə nisbətən azdır. Endoqlükanaza və ksilanazanın aktivliyi göstərən ştamlarda da vəziyyət makromisetlərin xeyrinədir, belə ki, makromisetlərin hamısı hər iki fermentin aktivliyinə malik olsalarda, mikromisetlərdə bu göstərici 42,2-60,9% arasında təşkil edir.

Qeyd etmək lazımdır ki, istər makromisetlərə, istərsə də mikromisetlərə aid ştamlar təkcə bu və ya digər fermentin aktivlik göstərməsinə görə deyil, eyni zamanda konkret fermentin aktivlik səviyyəsinə görə də bir-birindən fərqlənirlər. Məsələn, tədqiqatların gedişində qeydə alınan 64 ştamların 39-u endoqlükanazanın aktivliyinə malikdirlər ki, onların da aktivlik səviyyəsi 0,08-1,4 BV/ml arasında dəyişir, yəni maksimal və minimal göstərici arasında fərq 17,5 dəfə təşkil edir. Qeyd edilən fərq ksilanaza, proteaza, amilaza, lipaza fermentləri üçün mikromisetlərdə 10,5-23,7 dəfə arasında təşkil edir. Analoji fərqlər makromisetlərdə də müşhidə olunur, lakkaza və peroksidaza arasında ki, fərq müvafiq olaraq 1,5-3 və 1,2-2,3 dəfə arasında dəyişir.

Qeyd edildiyi kimi, makromisetləri aid ştamların fermentativ

aktivliyi mikromisetlərə nisbətən daha güclü hesab edilir ki, bu da özünü ilk növbədə bitkilərin, eləcə də onların istifadəsindən sonra yaraman BOBT-ların əsas tərkib komponenti hesab edilən sellüloza, liqnin və hemisellülozanın deqradasiyasını kataliz edən fermentlərin aktivliyinin daha da balanslaşdırılmış şəkildə olması ilə bağlıdır.

Beləliklə, aparılan ilkin qiymətləndirilmə nəticəsində aydın oldu ki, mikromiset ştamlarının 25,0%-dən 73,4%-ə qədəri bu və ya digər fermentin aktivliyinə malikdir. Alınan nəticələr əsasında növbəti mərhələ üçün ən aktiv ştamların seçilməsi ya aqrar sahədə külli miqdarda əmələ gələn BOBT-ların səmərəli utilizasiyasına (biokonversiyasına) imkan verən balanslaşdırılmış, yəni tulantıların tərkibinə daxil olan sellüloza, liqnin, hemisellüloza və s. kimi polimerlərin deqradasiyasını kataliz edən fermentləri hamısını aktiv şəkildə sintez etmə qabiliyyətinə malik olmaya, ya da məqsədli şəkildə aktivliyi qiymətləndirilən bu və ya digər fermentin aktivliyinin ən yüksək səviyyəsinə malik olmasına görə həyata keçirilmişdir.

Cədvəl 3.5

Aktiv produsent kimi seçilən göbələk ştamlarının ümumi xarakteristikası

No	Növün adı	Ayrıldığı yer	Seçimə əsas verən göstərici
1	<i>Aspergillus candidus</i>	MG	hidrolaza
2	<i>Chaetomium thermophile</i>	TS	hidrolaza
3	<i>Bjerkandera adusta</i>	SM	Balansladırılmış ferment sistemi
4	<i>Humicola lanuginosa</i>	TS	hidrolazalar
5	<i>Penicillium resticulosum</i>	MG	hidrolazalar
6	<i>Mucor hiemalis</i>	NT	hidrolazalar
7	<i>Trametes hirsuta</i>	SM	oksidazalar
8	<i>Trichoderma viride</i>	SM	Endoqlükanaza

Qeyd edilənləri əldə əsas tutaraq, növbəti mərhələ üçün 8 ştam seçilmişdir ki, onun 2-i makromisetlərə, 6-i isə mikromisetlərə aid olmuşdur. Seçilən ştamların identifikasiyasının, növ tərkibinin sona

kimi dəqiqləşdirilməsi nəticəsində seçilən şamların növ tərkibi və hansı məqsəd üçün seçilməsi müəyyən edilmişdir (cədv. 3.5).

Qeyd etmək lazımdır ki, göbələklərin aktivlik göstəricisi hər biotop üçün fərqli olmuşdur. Belə ki, termal sulardan, Masazır gölündən və neftlə çirkələnmiş torpaqlardan ayrılan mikromisetlərdə endoqlükanazanın aktivliyi, subtropik meşələrdən ayrılan mikromisetlərlə müqayisədə aşağı olmuşdur ki, fikimizcə bu da həmin ekosistemlərdə baş verən deqradasiya prosesinə göbələklərin fərqli uyğunlaşması və ekstremal hala səbəb olan amillərə fərqli reaksiya göstərmələri ilə bağlıdır.

3.4.Ekstremal mühitlərdən ayrılan göbələklərin antibiotik aktivliyə görə skrininqi və aktiv produsentin seçilməsi

Tədqiqatlarda ayrılan 76 göbələk ştamının antimikrob aktivliyinin öyrənilməsi zamanı aydın oldu ki, şamlar arasında anibiotik aktivliyə malik olanlar və olmayanlarda yer alır ki, onların da nəticələri 3.6-cı cədvəldə verilir. Göründüyü kimi, antibiotik aktivliyə malik şamlar arasında həm mikromisetlər, həm də makromisetlər yer alır və antibiotik aktivliyə malik olan şamların xüsusi çəkisi makromisetlər arasında bir qədər yüksəkdir.

Cədvəl 3.6

Ayrılan şamların antibiotik aktivliyə görə xarakteristikası

№	Nümunənin götürüldüyü yer	Ayrılan və aktivlik göstərən şamların sayı(əd)		Şamların ümumidə payı(%)	
		Mikro-misetlər	Makro-misetlər	Mikro-misetlər	Makro-misetlər
1	NT	21/14	0	66,7	0
2	MG	17/9		52,9	
3	TS	9/4		44,4	
4	SM	17/7	12/6	41,2	58,3
Cəmi		64/34	12/7	100/53,1	100/58,3

3.6-cı cədvəldə verilənlərlə bağlı bir məqama da toxunmaq yerinə düşərdi ki, bu da tədqiq edilən şamların antibiotik

aktivliyinin özünün xarakterik xüsusiyyəti ilə bağlıdır, daha dəqiqi ştamların antibakterial və ya antifunqal aktivliyinin yüksək olması ilə bağlıdır. Alınan nəticələrə əsasən qeyd etmək olar ki, bu məsələdə aydın ifadə edilmiş bir asılığa rast gəlinmir. Belə ki, bəzi ştamların antibakterial aktivliyi antifunqal aktivliyə nisbətən yüksək olduğu halda, digərində tərsinə, başqa birində isə demək olar ki eyni səviyyəlidir. Təkcə onu qeyd etmək olar ki, antibakterial aktivliyə malik olan göbələk ştamları eyni zamanda kəmiyyət fərqləri olmaqla antifunqal aktivliyə də malik olurlar. Ayrılan ştamların antibiotik aktivliyinə görə aktiv produsentin seçilməsinin nəticəsi olaraq 6 ştam üzərində dayanıldı. Həmin ştamların seçilməsində isə əsas onların ya yüksək antibakterial, ya antifunqal, ya da hər ikisinin aktivliyinə görə eyni olanlar seçilmişdir. Hər qrup üzrə isə 2 ən aktiv ştamın seçilməsi məqsəduyğun hesab edilmişdir. Seçilən ştamların taksonomik aidiliyatinın müəyyən edilməsi zamanı aydın oldu ki, onların 1-i(*Trametes hirsuta*) makromisetlərə, 5-i(*Aspergillus flavus*, *Chaetomium globosum*, *Penicillium chrysogenum*, *P.citrinum* və *Trichoderma viride*) isə mikromisetlərə aid olmuşdur.

Qeyd etmək lazımdır ki, antimikrob aktivliyin göstəricisinə görə 3 tip aktivlik ayırd edilir ki, burda da əsas göstərici lizis zonasının diametri qəbul edilir. Buna müvafiq olaraq, lizis zonasının diametri 20 mm-dən az olduqda zəif, 29 mm-dən yüksək olduqda güclü, ikisinin arasında olduqda isə orta aktivlik kimi qəbul edilir. Qeyd edilən bölgüyə görə ştamları xarakterizə etdikdə aydın olur ki, təkcə *T.viridii* göbələyin məxsus ştamın antimikrob aktivliyi güclü aktivlik kimi xarakterizə olunur və onun aktivlik göstəricisi istifadə edilən test kulturalardan asılı olaraq 29-34 mm arasında dəyişir.

Fermentativ aktivliyə və antibiotik xüsusiyyətə görə seçilən ştamlardan yalnız 2-i üst-üstə düşür ki, bunlarda *Trametes hirsuta* və *Trichoderma viride* göbələklərinə aid ştamlardır. Beləliklə, fermentativ aktivliyə və antibiotik xüsusiyyətlərə görə seçilən ştamların aid olduğu növlərin sayı 12-ə bərabər olubdur(cə.d. 3.7).

3.5.Skrining nəticəsində fermentativ və antibiotik aktivliyə görə aktiv produsent kimi seçilən göbələk növlərinin annotasiya olunmuş siyahısı

Tədqiqatlarda qeydə alınan göbələklərin skriningi nəticəsində həm antimikrob, həm fermentativ, həm də hər iki aktivliklərə görə aktiv produsent kimi seçilən 12 növ haqqında məlumatlar annotasiya olunmuş şəkildə bu hissədə verilibdir ki, onun tərtibi üçün göbələyin sisteməlik vəziyyəti, ayrıldığı yer və substrat, fermentativ və antibiotik aktivliyə görə Azərbaycanda və dünyada tətqiqi ilə bağlı olan məlumatlardan istifadə edilmişdir.

Cədvəl 3.7

Aktiv produsent kimi seçilən göbələk ştamplarının ümumi xarakteristikası

No	Növün adı	Ayrıldığı yer	Seçimə əsas verən göstərici
1	<i>Aspergillus candidus</i>	MG	hidrolaza
2	<i>Chaetomium thermophile</i>	TS	hidrolaza
3	<i>Bjerkandera adusta</i>	SM	Balanslandırılmış ferment sistemi
4	<i>Humicola lanuginosa</i>	TS	hidrolazalar
5	<i>Penicillium resticulosum</i>	MG	hidrolazalar
6	<i>Mucor hiemalis</i>	NT	hidrolazalar
7	<i>Trametes hirsuta</i>	SM	Oksireduktaza və antimikrob aktivlik
8	<i>Trichoderma viride</i>	SM	Endoqlükanaza və antibakterial aktivlik
9	<i>Penicillium chrysogenum</i>	TS	Antimikrob
10	<i>Chaetomium globosum</i>	NT	Antifunqal
11	<i>Penicillium citrinum</i>	TS	Antibakterial
12	<i>Aspergillus flavus</i>	MG	Antifunqal

FƏSİL IV

EKSTREMAL ŞƏRAİTDƏN AYRILMIŞ PRODUSENTLƏR ÜÇÜN OPTİMAL MÜHİTİN SEÇİLMƏSİ VƏ ONLARIN SİNTEZ ETDİYİ ENDOGEN VƏ EKZOGEN METABOLİTLƏRİN TƏSİR EFEKTİNİN MÜƏYYƏNLƏŞDİRİLMƏSİ

4.1. Antibiotik və fermentativ aktivliklərə görə produsent kimi seçilən ştamlar üçün mühitin optimallaşdırılması

Bu və ya digər orqanizmin hər hansı bir metaboliti sintez etməsi onun genomu ilə bağlı bir xüsusiyyət olsa da, onun ortaya çıxmasında mühit amillərinin də müəyyən rol oynaması da məlumdur. Bunu nəzərə alaraq, tədqiqatların bu mərhələsində aktiv produsent kimi seçilən ştamlar üçün optimal mühitin tapılması ilə bağlı olan məsləhələrə də aydınlıq gətirilmiş və seçilən ştamlar üçün fermentativ aktivliyin maksimal səviyyədə göstərməsini təmin edən mühitin əsas parametrləri, yəni karbon və azot mənbəyi, becərilmə üsulu, temperaturu və pH, əkin materialının hazırlanma üsulu və müddəti və s. dəqiqləşdirilmişdir. Alınan nəticələrdən aydın oldu ki, göbələklər fermentativ aktivliyini göstərməsi üçün tələb olunan göstəricilərin bəziləri hamısı üçün eyni, bəziləri isə fərqlidir (cədv. 4.1). Ümumiyyətlə, optimallaşma ilə əlaqədar aparılan tədqiqatlarda bir sıra elmi və praktiki baxımdan maraq kəsb edən aşağıdakı nəticələri qeyd etmək yerinə düşərdi:

1. İstər mikromisətlərdə, istərsə də makromisətlərə proteolitik fermentlərin sintezi konstitutiv yolla baş verməsi;

2. *Trichoderma viride* göbələyi istisna olmaqla, mikromisətlərin hamısında hidrolazaların konstitutiv yolla sintez olunması;

3. *Trichoderma viride* və makromisətlərdə sellülozanın induktiv yolla sintez olunması və katobolitik represiya ilə sintezin nəzarət olunması;

4. Makromisətlərdə oksidazaların Jakob-Mone modelinə görə konstitutiv, unitar nəzəriyyəyə görə isə induktiv yolla sintez

olunması;

5. İstifadə edilən karbon mənbələrinin polimerləşmə dərəcəsi ilə hüceyrə xarici aktivliyin xüsusi çəkisi arasında mütənasibliyin müəyyən edilməsi və bunun makromisetrəldə daha aydın ifadə formasında müşayət olunması;

6. Aktiv produsent kimi seçilmiş göbələk şamlarından qismən təmizlənmiş texniki ferment preparatlarının alınması üçün üzvi həlledicilərdən(aseton) istifadənin daha əlverişli olması;

7. Makromisetrəldə induktiv sintez olunan fermentlərin bazal səviyyəsinin mikromisetrərlə müqayisədə əhəmiyyətli şəkildə yüksək olması;

8. Mikromisetrəldə azotun nitrat, makromisetrəldə isə ammoniyak formasının daha effektiv təsir göstərməsinin müəyyən edilməsi və s.

O ki, qaldı antibiotik aktivliyə görə aktiv produsent kimi seçilən şamlara, onların qeyd edilən xüsusiyyətinin maksimal dərəcədə ortaya çıxması üçün tələb olunan şəraitin parametrləri ümumi və fərqli göstəricilərlə xarakterizə olunur(cə.d. 4.2). Antibiotik aktivliyin maksimal

meydana çıxması üçün müəyyən edilən mühitdə karbon mənbəyinin miqdarının fermentativ aktivliklə müqayisədə daha az miqdarı əlverişli hesab edilir.

Fermentativ və antibiotik aktivlikləri maksimal səviyyədə ortaya qoyması üçün optimal şəraitin tapılması nəticəsində məqsədli məhsularda görə artım effekti müvafiq olaraq 15-20% və 11-17% təşkil etmişdir.

Beləliklə aparılan tədqiqatların nəticəsi olaraq aktiv produsent kimi seçilən 12 növə aid şamların hansı məqsədlərdə və hansı xüsusiyyətinə görə istifadə edilməsinə aydınlıq gətirilmiş və aktiv produsent kimi seçilən şamların bəzilərinin istifadə sahəsi ilə bağlı məlumatların olmaması (cə.d. 4.3), əldə edilən məlumatlara əsasən ayrılan şamların aqrar sahədə istifadə edilməsinin daha əlverişli olması da müəyyən edilmişdir.

Cədvəl 4.1

Göbələk şamlarında fermentlərin sintezi üçün optimal mühitin əsas parametrləri

№	Növün adı	Mənbə və miqdarı (q/l)		Becərilmə		İlkin pH	Əkin materialının hazırlanma üsulu və müddəti(gün)	Becərilmə müddəti (saat)
		C	N	üsulu	T ⁰ C			
1	<i>A.candidus</i>	Saxaroza, 25	NaNO ₃ , (2,0)	MFF, DB	29±1	6,2	BFF, 7 gün, Spor suspenziyası,	96±2
2	<i>P.resticulosum</i>		NaNO ₃ , (1,9)					
3	<i>B.adusta</i>	Buğda kəpəyi, 15	Pepton(2,9), NH ₄ NO ₃ (1,5)		27±1	5,9	DQPM, DB, 5 gün	110±3
4	<i>T.hirsuta</i>		Pepton(3,0), NH ₄ NO ₃ , (1,4)		28±1			
5	<i>Ch. thermophile</i>	Qlükoza, 20	NaNO ₃ 2,0±0,1		32±1	6,2	BFF, 7 gün, Spor suspenziyası	96±4
6	<i>H.lanuginosa</i>	Saxaroza, 25			30±1			
7	<i>M.hiemalis</i>				30±1			
8	<i>Trichoderma viride</i>	Buğda kəpəyi, 20			28±1			

Cədvəl 4.2

Antibiotik xüsusiyyətlərə görə aktiv produsenti kimi seçilmiş göbələk şamları üçün optimallaşdırılmış mühitin əsas parametrləri

№	Növün adı	Mənbə və miqdarı (q/l)		Becərilmə		İlkin pH	Əkin materialının hazırlanma üsulu və müddəti(gün)	Becərilmə müddəti (saat)
		C	N	üsulu	T ⁰ C			
1	<i>Trametes hirsuta</i>	Buğda kəpəyi, 14	Pepton(2,8), NH ₄ NO ₃ (1,4)	MFF, DB	28±1	5,9	DQPM, DB, 5 gün	113±1
2	<i>Penicillium chrysogenum</i>	Saxaroza, 22	NaNO ₃ (1,7±0,2)		29±1	6,2	BFF, 7 gün, Spor suspenziyası	95±5
3	<i>Trichoderma viride</i>	Buğda kəpəyi, 18						
4	<i>Chaetomium globosum</i>	Saxaroza, 23						
5	<i>Penicillium citrinum</i>	Saxaroza, 22						
6	<i>Aspergillus flavus</i>							

Cədvəl 4.3

Aktiv produsent kimi seçilən göbələk şamlarının mümkün istifadə sahələri

Nö	Növün adı	İstifadə sahəsi	Hansı məqsəd üçün və nə formada
1	<i>Aspergillus candidus</i>	Məlumat yoxdur	Hidrolitik ferment preparatlarının alınması
2	<i>Chaetomium thermophile</i>	Yeyinti sənayesi	Yüksək termostabilliyə malik hidrolitik təsir tipinə malik fermentlərin alınması
3	<i>Bjerkandera adusta</i>	Aqrar	Tullantıların biokonversiyası, canlı kultura və TFP
4	<i>Humicola lanuginosa</i>	Aqrar	Kompost hazırlanmasında, canlı kultura
5	<i>Penicillium resticulosum</i>	Məlumat yoxdur	Hidrolitik təsir effektivə amlıq preparatların alınması
6	<i>Mucor hiemalis</i>	Aqrar və tibb	Kompost hazırlanmasında, fibrinolitik ferment alınmasında
7	<i>Trametes hirsuta</i>	Aqrar və yeyinti	Tullantıların biokonversiyası, yem əlavələrinin alınması, canlı kultura, quru biokütlə, TFP
8	<i>Trichoderma viride</i>	Aqrar	Bioloji mübarizə, hidroliz, canlı kultura və TFP
9	<i>Penicillium chrysogenum</i>	Aqrar və tibbi	Antibiotik təsir effektivə malik preparatların alınması
10	<i>Chaetomium globosum</i>	Baytarlıqda	
11	<i>Penicillium citrinum</i>	Aqrar	
12	<i>Aspergillus flavus</i>	Aqrar	

TƏDQIQATLARDA ƏLDƏ EDİLƏN MƏLUMATLARIN YEKUN TƏHLİLİ

Müasir dövrün diqqəti cəlb edən və demək olar ki, nəticəsini hamının hiss etdiyi xüsusiyyəti insanların ətraf mühitə müdaxiləsinin intensivləşməsi, təbii mühitlərin getdikcə azalması və onların yerini antropogen transformasiya edilmiş mühitlərin tutmasıdır. Bununda nəticəsi stres vəziyyətində olan müxtəlif biotopların yaranmasını da qaçılmaz edir, yəni canlıların yaşaması və normal fəaliyyət göstərməsi üçün tələb olunan parametrlərin normaldan kənarlaşmış gösəricilərlə xarakterizə olunan bir şərait yaranır. Bu xarakteriskaya uyğun gələn şərait həm antropogen, həm də təbii yolla da əmələ gələ bilər ki, ümumi şəkildə də onları ekstremal mühitlər və orada yaşamağa uyğunlaşan canlıları isə ekstromofillər adalandırırlar. Belə mühitlərə demək olar ki, dünyanın hər yerində rast gəlinir ki, onlar da bir-birindən əsasən ekstremallığa səbəb olan amil və ya amillərin kombinasiyasına görə fərqlənirlər. Buna baxmayaraq, eksteremallığa səbəb olan amilləri

əsasən *“fiziki, kimyəvi və bioloji xarakterli olurlar”*²² ki, onların kəmiyyət göstəricilərini normaldan nəzərə cərpacaq dərəcədə yuxarı və ya aşağı olması ekstremallığın formalaşmasını şərtləndirir. Bu şəraitin yaranmasında bəzən bir, bəzən də bir neçə amil iştirak edir. Bu amillərin də hər birinin ayrı-ayrılıqda və ya birlikdə canlıların həyat fəaliyyətlərinə təsir effektləri də fərqli olduğunda, hər bir ekstremal mühitin biotası müəyyən mənada spesifikliyə malik olur ki, onun da aydınlaşdırılması əsasən orada aparılan eksperimental tədqiqatların nəticəsində mümkün olur.

Azərbaycan Respublikasının ərazisində güclü şəkildə duzlaşmaya məruz qalmış və neftlə güclü şəkildə çirklənmiş su və torpaq ekosistemləri, termal sular, palçıq vulkanları, eləcə də yüksək nəmliklə xarakterizə olunan subtropik meşələr buna misal ola bilər.

²² <https://app.studyraid.com/en/read/8997/255902/characteristics-of-extreme-environments>

Bunlarda da mikroorqanizmlərin, o cümlədən göbələklərin yayılması məlumdur, lakin indiyə kimi aparılan tədqiqatlar bu ekstremal şəraitdə yaşamağa uyğunlaşan mikroskopik göbələklərin biotexnoloji potensialını qiymətləndirmək üçün yetərli deyil və bu məsələ tədqiqatlar üçün açıqdır. Bunu nəzərə alaraq təqdim olunan işdə ekstremal şəritə malik biotoplardan yayılan mikroskopik göbələklərin fermentativ və antibiotik aktivliyə görə biotexnoloji potensiallarının qiymətləndirilməsi, onların praktiki baxımdan maraq kəsb edən ştamlarından ibarət kolleksiyasının yaradılması bir məqsəd olaraq qarşıya qoyulmuşdur.

Qarşıya qoyulan məqsədə nail olmaq üçün həlli vacib olan vəzifələrin yerinə yetirilməsi nəticəsində müəyyənləşdirilən vəzifələrin həll edilməsi zamanı əldə edilən nəticələr bir sıra məsələlərə aydınlıq gətirilmişdir ki, onları da ümumiləşdirilmiş şəkildə aşağıdakı 7 bənd ilə ifadə olunan yekun nəticələrlə və 3 bəndlik praktiki tövsiyələrlə ifadə olunmuşdur.

NƏTİCƏLƏR

1. Azərbaycanın neftlə çirklənmiş, yüksək duzluluğa malik, termal su mənbələri və yüksək nəmliyə malik subtropik meşələrindən götürülən nümunələrdən 64-ü mikromisetlərə, 12-i makromisetlərə aid olan 76 təmiz kultura ayrılmış və onlardan ibarət kolleksiya yaradılmışdır[1-5, 7-8].

2. Müəyyən edilmişdir ki, mikromiset ştamlarının 75% temperatura münasibətdə mezofillərə, 25%-i isə yaşama qabiliyyətini 50°C-dən yuxarıda saxlama qabiliyyətinə malik termotolerantlara aiddir. Aydın olmuşdur ki, mikromisetlərin 25,0%-dən 73,4%-ə qədəri, makromisetlərin isə 25,0%-dən 100%-ə qədəri həm hidrolazaların (endoqlükanaza, proteaza, pektinaza, amilaza, ksilanaza və lipaza), həm də oksidazaların (lakkaza və peroksidaza) aktivliyinə malikdir[3, 5-6].

3. Müəyyən edilmişdir ki, *Aspergillus candidus*, *Chaetomium thermophile*, *Penicillium resticulosum*, *Humicola lanuginosa* və *Mucor hiemalis* göbələkləri hidrolitik təsir tipinə malik

fermentlərin, *Bjerkandera adusta* göbələyi balanslaşdırılmış kompleks ferment sisteminə, *Trametes hirsuta* göbələyinin oksidazların və *Trichoderma viride* göbələyi isə endoqlükanzanın aktiv produsenti kimi perspektivlidir[8-10].

4. Aydın olmuşdur ki, mikromisetlərin 53,1%-i, makromisetlərin isə 58,3% istifadə edilən *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeroginoza* *Stafilococcus aureus* və *Candida albicans* kimi test kulturalara münasibətdə antibiotik xüsusiyyətlər göstərir və bu xüsusiyyət ən yüksək səviyyəsinə *Aspergillus flavus*, *Chaetomium globosum*, *Penicillium chrysogenum*, *P.citrinum*, *Trametes hirsute* və *Trichoderma viride* kimi göbələk növlərinin nümunəsində tapır[5, 9].

5. Aktiv produsent kimi seçilən bütün şamlarda proteazanın, mikromisetlərdə digər hidrolazaların sintezi konstitutiv yolla, *Trichoderma viride* və makromisetlərdə endoqlükanzanın sintezi induktiv yolla baş verməsi və katobolitik represiya ilə nəzarət olunması, makromisetlərdə oksidazaların klassik anlamda (Jakob-Mone modelinə) görə konstitutiv, unitar nəzəriyyəyə görə isə induktiv yolla sintez olunması müəyyən edilmişdir[3, 6, 9, 11].

6. Aktiv produsent kimi seçilmiş produsentlərin üçün mühitin optimalaşdırılması zamanı istifadə edilən karbon mənbələrinin polimerləşmə dərəcəsi ilə sintez olunan fermentin hüceyrə xaricinə ifraz olunması arasında zəif də olsa düz asılılıq vardır. Mikromisetlərdə azotun nitrat, makromisetlərdə isə ammoniyak formasının istifadəsi daha effektiv təsirə malikdirlər[6, 9-10].

7.

PRAKTİKİ TÖVSIYYƏLƏR

1. Ekstremal şəraitə malik müxtəlif mənbələrdən ayrılan mikroorqanizmlərin kultural-morfoloji və fizoloji-biokimyəvi xüsusiyyətləri haqqında əldə edilən məlumatlar ayrılan kulturaların identifikasiyası və differensial istifadəsi baxımdan əhəmiyyət kəsb edir və pH və temperaturun geniş diapozonunda aktiv olan BAM-ın yeni produsentlərinin ayrılmasını proqnozlaşdırmağa imkan verir.

2. Müxtəlif ekstremal şəraitdən bioloji aktivliyə malik

maddələrin aktiv produseenti kimi ayrılan təbii şamların kolleksiyası biotexnologiyada fundamental və tətbiqi tədqiqatların aparılması üçün qiymətli genofondur.

DİSSERTASIYANIN MÖVZUSUNA AİD DƏRC EDİLMİŞ ƏSƏRLƏRİN SİYAHISI

1. Азадова А.А., Гусейнова Л.А., Гашимова П.М., Ахмедова Ф.Р. Некоторые особенности микромицетов, выделенных из различных источников вод Азербайджана//Материалы V Международной научно-практической конференции “Актуальные проблемы биологической и химической экологии”. –Москва, -2016, с.64-68
2. Yunusov E.R., Həşimova P.M. Şoranlaşmanın torpağın mikobiotasına təsiri// AMEA-nın Mikrobiologiya İnstitutunun elmi əsərləri, 2018, c. 16, № 1, s.195-199
3. Həşimova P.M. Müxtəlif biotoplardan ayrılan göbələklərin növ tərkibinə və fermentativ aktivliyə görə qiymətləndirilməsi// AMEA-nın Mikrobiologiya İnstitutunun elmi əsərləri, 2018, c. 16, № 2, s.101-104
4. Həşimova P.M., Yunusov E.R. Müxtəlif ekoloji şəraitə malik biotopların mikobiotasının ümumi xarakteriskası // “Biologiyanın müasir problemləri” mövzusunda Respublika elmi konfransının matüerialları. –Sumqayıt, -2018, s.267-269
5. Yunusov E.R., Həşimova P.M. Estremal şəraitdə yayılan göbələklərin növ tərkibi və bəzi bioloji xüsusiyyətləri// “Müasir biologiyanın aktual problemləri” mövzusunda elmi-praktiki konfransın materialları. – Bakı, 2019, s.
6. Bakshaliyeva K.F., Guliyeva N.N., Jabrailzade S.M., Hashimova P.M. Enzymatic Activity of Mikromycetes Isolated from Thermal Water Sources of Azerbaijan. // Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.2019, 8(07): 2473-2477.doi: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.807.304>
7. Юнусов Э.Р., Хашимов П. М., Исаева К.К., Бахшалиева К. Ф. Общая характеристика грибов, распространенных на

- засоленных почвах. //Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки», 2021, №10, с.68-71
8. Гусейнова Г.И., Гасанова А.Р., Сулейман Ф.М., Гашимова П.М. Некоторые особенности протеолитической активности ксилотрофных макромицетов. // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки, сентябрь 2021, №9, с 11-14.
 9. Омар П.М., Юнусов Э.Р., Велиева С.Н., Асадова Ш.Ф. Оценка антимикробной и ферментативной активности некоторых грибов, выделенных из различных экологических условий// «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки» (Россия), 2023, №7/2, с.20-24
 10. Ахмедли А.А., Сейидова Г.М., Гасанова А.Р., Омар П.М. Некоторые особенности синтеза гидролитических ферментов у грибов. //Актуальные научные исследования. Сборник статей XII Международной научно - практической конференции. Пенза, 2023 . ст. 49-52.
 11. Мурадов П.З., Бахшалиева К.Ф., Кулибеков Ф.М., Юсифова М.Р., Омар П.М., Мамедова М.Ю., Нагиева Р.З., Абдуллаева С.А. Экофизиологическая характеристика грибов, выделенных из различных источников// Современная микология в России, 2025, т.11, с.68-69



Dissertasiyanın müdafiəsi 29 oktyabr 2025-ci il tarixində saat 11.00-da AR ETN-nin Mikrobiologiya İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən BFD 1.07/1 Birdəfəlik Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: Az1004, Bakı ş., A.Abbaszaadə 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 29 sentyabr 2025-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 18.09.2025

Kağızın formatı: A5

Həcm: 39726

Tiraj: 100