

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

AZƏRBAYCANDA YAYILAN *PENICILLIUM* LINK VƏ *ARTHROBOTRYS CORDA* CİNSLƏRİNƏ AİD GÖBƏLƏKLƏRİN TOKSİGEN NÖVLƏRİNİN EKOBOLOJİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

İxtisas: 2430.01 – Mikologiya

İstiqamət: Biologiya

İddiaçı: **Əsmər Elman qızı Məmmədova**

Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim olunan dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı – 2025

Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikası ETN Mikrobiologiya İnstitutunun mikrobioloji biotexnologiya və eksperimental mikologiya laboratoriyalarında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: **biologiya elmləri doktoru, professor**
Mirmusa Miriş oğlu Cəfərov

Rəsmi opponentlər: **biologiya elmləri doktoru, dosent**
Nəzakət Şamil qızı Hacıyeva

biologiya elmləri doktoru, dosent
Nizami Rza oğlu Namazov

biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Sabiyə Malik qızı Cəbrayılzadə

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının AR ETN-nin Mikrobiologiya İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən FD 1.07 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,**
Vəfa Yaşar qızı Həsənova

Elmi seminarın
sədri: **biologiya elmləri doktoru, professor**
Gülər Mircəfər qızı Seyidova

GİRİŞ

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Üzvi maddənin olduğu biosenozların sabit komponentlərindən olan göbələklər orada çoxşaxəli və mühüm ekoloji funksiyalar aparır. Belə ki, istənilən ekosistemdə baş verən deqradasiya, produksiya, biomüxtəlifliyin tənzimlənməsi və s. kimi proseslərin hamısının reallaşmasında göbələklərin fəal rol oynaması bu gün elmi ictimaiyyətin birmənalı qəbul etdiyi reallıqlardandır. Buna görə də göbələklər həmişə müxtəlif aspektlərdə aparılan tədqiqatların predmeti olmuş, olur və gələcəkdə də olması heç bir şübhə doğurmur. Çünki insanların ətraf mühitə müdaxiləsinin getdikcə artması nəticəsində göbələklərin yayıldığı ərazilərdə ekoloji vəziyyətinin dəyişilməsi də qaçınılmaz olduğunu göz önünə alsaq, onda dəyişilən şəraitin təbii vəziyyətinin bərpa edilməsi üçün həmin yerlərin zaman-zaman yenidən tədqiq edilməsinin də vacib olması şübhə doğurmayan reallıqlardan olacaqdır, ən azı o səbəbə görə ki, hər hansı bir yerin əvvəlki halının bərpa edilməsi üçün orada canlıların, o cümlədən göbələklərin iştirakı ilə baş verən proseslərin mahiyyətinə aydınlıq gətirilməlidir.

Göbələklərlə bağlı aparılan tədqiqatlarda onların canlıların ayrı-ayrı biosenotik proseslərinə, strukturuna, ekobiologiyasına təsiri bu və ya digər dərəcədə aydınlaşdırılmışdır, lakin bu tədqiqatların əhatə dairəsi və dərinliyi bitkilərlə müqayisədə zəifdir. Buna görə də göbələklər bu gün tədqiqatlar üçün açıq bir obyektədir. Digər tərəfdən, göbələklərin ayrı-ayrı ekotrofiki qruplarının öyrənilmə səviyyəsi də fərqlidir. Məsələn, bu və ya digər biotopda yayılan göbələklər əsasən növ tərkibinə, populyasiyalarının heterogenliyinə görə tədqiq edilsə də, *“fitopatogenlər bu baxımdan daha əhatəli tədqiq edilibdir”*¹. Bu aspektdən qeyd etmək olar ki, təbii və antropogen təsirə məruz qalmış senozlarda yayılan mikromisetlərin saprotrof və ya saprotrofluğa meyilli olan növlərinin tədqiqinə lazımı diqqət yetirilməmişdir.

Tədqiqatlarda diqqət yetirilməyən göbələklər arasında

¹ Peng Y., Li S.J., Yan J. et alş Research Progress on Phytopathogenic Fungi and Their Role as Biocontrol Agents// Front. Microbiol., 2021, 12:670135. doi: 10.3389/fmicb.2021.670135

Penicillium Link və *Arthrotrys* Corda cinsləri də yer alır. Baxmayaraq, ilk antibiotikin mənbəyi olan *Penicillium*, eləcə də nematofaq kimi xarakterizə olunan *Arthrotrys* cinslərinə aid bir sıra göbələk növləri xeyli zamandır müəyyən aspektlərdə aparılan tədqiqatların predmetinə çevrilibdir və onların bu və ya digər biotopda “*yayılan növ tərkibi müəyyənləşdirilib, onlardan ikinci metabolitlərin alınması perspektivli olması göstərilib və hətta onların əsasında rekombinat ştampların yaradılması ilə bağlı*”^{2,3,4} tədqiqatlar da aparılıbdir. Bu qeyd edilənlər isə *Penicillium* Link və *Arthrotrys* Corda cinslərinə aid göbələk növlərinin potensialının axıra kimi açılması anlamına gəlmir, belə ki, bu istiqamətdə tədqiq edilən növlərin sayı qeyd edilən cinslərə aid elmə məlum olan növlərin az bir hissəsini təşkil edir. Məsələn, son illərin məlumatına görə “*Penicillium* cinsinə aid 483”⁵, “*Arthrotrys* cinsinə isə 70 növ daxildir”⁶, lakin əhatəli tədqiq edilən növlər qeyd edilənlərin 10%-ni belə təşkil etmir. Deyilənlərə onu da əlavə etsək ki, “*hazırda elmə məlum olan növlər faktiki təbiətdə olanların cəmişi 7-8%-ni təşkil edir*”⁷, onda tədqiq edilən növlərin sayının 1%-dən də az olmasını qeyd etmək olar.

Azərbaycan Respublikasında da XXI əsrdə də “*Penicillium* Link və *Arthrotrys* Corda cinslərinə aid növlərin bu və ya digər

² Wang, X.C., Chen, K., Zeng, Z/Q. et al. Phylogeny and morphological analyses of *Penicillium* section *Sclerotiora* (Fungi) lead to the discovery of five new species. //Sci Rep, -2017, 7, 8233 (). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-08697-1>

³ El Hajj Assaf, C., Zetina-Serrano, C., Tahtah, N. et al. Regulation of Secondary Metabolism in the *Penicillium* Genus//International Journal of Molecular Sciences, -2020, 21(24), 9462. <https://doi.org/10.3390/ijms21249462>

⁴ Hsueh Y.-P., Gronquist, M.R., Schwarz, E.M. et al. Nematophagous fungus *Arthrotrys oligospora* mimics olfactory cues of sex and food to lure its nematode prey//eLife, 2017, 6:e20023. <https://doi.org/10.7554/eLife.20023>

⁵ Petersen, C., Sørensen, T., Nielsen, M.R. et al. Comparative genomic study of the *Penicillium* genus elucidates a diverse pangenome and 15 lateral gene transfer events// IMA Fungus, -2023, 14, 3. <https://doi.org/10.1186/s43008-023-00108-6>

⁶ <https://www.mycobank.org/>

⁷ Hawksworth, D.L., Lücking R. Fungal Diversity Revisited: 2.2 to 3.8 Million Species. //Microbiol Spectr, -2017, 5: 10.1128/microbiolspec.funk-0052-2016. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.funk-0052-2016>

aspektlərdə tədqiqinə rast gəlinibdir”^{8,9,10}, lakin aparılan tədqiqatların demək olar ki, hamısında bu cinsə aid olan göbələklər əsasən konkret biotopla məxsus ümumi mikobiotanın fonunda tədqiq edilmişdir və cins səviyyəsində bu göbələklərin əhatəli tədqiqinə həsr olunmuş tədqiqatlara rast gəlinmir. Belə ki, Azərbaycanın müxtəlif biotoplarında aparılan tədqiqatlarda qeydə alınan *Penicillium* cinsinə aid növlərin sayı 4-17 növ arasında dəyişir ki, bunlarda ümumilikdə 25 növdən artıq deyil. *Arthrotrys* cinsinə aid göbələklərin sayı isə XXI əsrdə aparılan tədqiqatlara görə 5-6 növ arasındadır. Başqa sözlə, qeyd edilən cinslərə aid göbələklərin tədqiq edilməsi, xüsusən də onların sintez etdikləri ikinci metabolitlərin qiymətləndirilməsi baxımından Azərbaycan şəraitində daha zəifdir.

Məqsəd və vəzifələr. Təqdim olunan işin məqsədi Azərbaycan Respublikasının müxtəlif ərazilərində yayılan *Penicillium* Link və *Arthrotrys* Corda cinslərinə aid göbələk növlərini toksigenliyə və toksigen növlərin ekobioloji xüsusiyyətlərinə görə tədqiq edilməsinə həsr edilibdir.

Qarşıya qoyulan məqsədə nail olmaq üçün tədqiqatların gedişində aşağıdakı vəzifələrin həll edilməsi planlaşdırılmışdır:

1. Azərbaycanın müxtəlif ərazilərindən *Penicillium* və *Arthrotrys* cinslərinə aid növlərin ayrılması, onların müxtəlif ştamlarından ibarət kolleksiyanın yaradılması;

2. *Penicillium* və *Arthrotrys* cinslərinə aid növlərin toksiki aktivliyə görə qiymətləndirilməsi;

3. Yüksək toksiki aktivliyə malik göbələklərin endogen və ekzogen metabolitləri və onların bioloji aktivliyinin müqayisəli

⁸Baxşəliyeva, K.F. Azərbaycanda yayılan toksigen göbələklərin ekobioloji xüsusiyyətləri/biologiya üzrə elmlər doktorluğu dissertasiyanın avtoreferatı/ - Bakı, 2017, -45s.

⁹ Namazov, N.R. Azərbaycan florasına aid olan efiryağlı bitkilərin mikobiotası, onların tərkib elementlərinin bakterisid və fungisid xüsusiyyətləri:/ biologiya üzrə elmlər doktorluğu dissertasiyasının avtoreferatı/-Bakı, 2021, -62s

¹⁰Масмалиев Ф.А. Нематофаговые хищные грибы Пиркулинского Государственного Заповедника. /Материалы Международной конференции «Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России. Махачкала, 2013, с.409-410

qiymətləndirilməsi;

4. *Penicillium* və *Arthrobotrys* cinslərinə aid toksigen növlərin metabolitik aktivliyinin ekofizioloji aspektlərdə tədqiqi və sintez etdikləri mikotoksinlərin dəqiqləşdirilməsi.

Tədqiqat metodları. Dissertasiyada qarşıya qoyulan vəzifələrin həll edilməsi üçün mikologiyanın klassik metodlarına, eləcə də hazırda bu istiqamətdə mikoloji, mikrobioloji və fizioloji-biokimyəvi işlərdə geniş istifadə edilən metodlardan istifadə edilmişdir. Qarşıya qoyulan vəzifələrin yerinə yetirilməsi üçün qoyulan təcrübələrdə istifadə edilən cihaz və avadanlıqların dəqiqliyi, kimyəvi reaktivlərin təmizlik dərəcəsi də tələb olunan səviyyədə olmuşdur, ki tədqiqatlarda qoyulan bütün eksperimentlər ən azı 4 təkrarda qoyulmuşdur ki, bu da alınan nəticələrin statistik işlənməsinə imkan vermişdir. Alınan nəticələrin dürüstlük dərəcəsi isə $P \geq 0,05$ formuluna əsasən müəyyən edilmişdir.

Dissertasiyanın müdafiəyə təqdim olunan müddəaları.

- Abşeron yarımadasının geokoloji xarakterli kritik problemli areal kimi xarakterizə olunması onun ərazisində *Penicillium* və *Arthrobotrys* cinslərinə aid göbələklərin yayılmasına mane olmur;

- *Penicillium* və *Arthrobotrys* cinslərinə aid göbələklərin metabolitləri fitotoksiki aktivliyə malik olsalar da, onların arasında güclü fitotoksiki aktivliyə malik növlər azlıq təşkil edir;

- *Penicillium* və *Arthrobotrys* cinslərinə aid göbələklərin fitotoksiki aktivliyə səbəb olan metabolitləri əsasən ekzogen təbiətli olsa da, onlar zülal təbiətli deyil;

- *Penicillium* və *Arthrobotrys* cinslərinin böyüməsi üçün optimallaşdırılmış mühitdə ümumi mikotoksinlərin sintezi ilə biokütlə çıxımı arasında aydın ifadə olunmuş asılılığa rast gəlinməsə də, optimal mühit parametrlərinin qıtlığı mikotoksinlərin sintezini intensivləşdirir.

Tədqiqatın elmi yeniliyi. Aparılan tədqiqatlarda Azərbaycan Respublikasının Abşeron yarımadasının torpaqlarından 17 növü *Arthrobotrys*, 41-i isə *Penicillium* cinsinə aid ümumilikdə 58 növ ayrılmış, ayrılan növlər fitotoksiki aktivliyə, endogen və ekzogen metabolitlərinin təbiətinə, sintez etdikləri mikotoksinlərə görə kompleks şəkildə tədqiq edilmişdir.

Aydın olmuşdur ki, qeydə alınan göbələklərdən *Penicillium atrovenetum*, *P.clavigerum*, *P.duclauxii*, *P.palitans* və *P.viridicyclonium* kimi növlər Azərbaycan təbiətinə xas olan mikrobiota üçün yenidir.

Penicillium və *Arthrobotrys* cinslərinə aid növlər bu və ya digər dərəcədə toksiki aktivliyə malik olsalar da, onların arasında güclü toksiki aktivliyə malik olanlar kifayət qədər azdır və bu da öz təsdiqini *Penicillium chrysogenum*(41,2%) və *P.cyclopium*(43,7%) kimi növlərin nümunəsində tapır. Qeydə alınan növlərin 58,6%-nin (11,2-35,4%) fitotoksiki aktivliyi orta, 38%-ninki isə zəif dərəcəli(1,1-8,2%) aktivliyə malikdir.

Penicillium və *Arthrobotrys* cinslərinin fitotoksiki aktivliyi ən yüksək olan növlərinin endogen və ekzogen metabolitlərinin müqayisəli tədqiqindən aydın oldu ki, fitotoksiki aktivliyə səbəb olan metabolitlər əsasən ekzogen təbiətlidir, endogen və ekzogen metabolitlərin fitotoksiki aktivliyi arasındakı fərq *Arthrobotrys* cinsində 7,3-16,5 dəfə, *Penicillium* cinsində isə 4,8-10,0 dəfə təşkil edir. *Penicillium* və *Arthrobotrys* cinslərinə aid növlərin fitotoksiki aktivliyə səbəb olan istər endogen, istərsə də ekzogen metabolitlərinin zülal təbiətli olmadığı da tədqiqatların gedişində müəyyən edilmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, biokütlə çıxımı ilə mikotoksinlərin ümumi miqdarı arasında aydın ifadə olunmuş bir xətti asılılıq yoxdu, əksinə mühitin optimallaşdırılması ümumi mikotoksinlərin çıxımının azalmasına səbəb olur, yəni tərs asılılıq müşahidə olunur. Belə ki, vahid biokütləyə düşən mikotoksinlərin miqdarı karbon qıtlığı olan variantla müqayisədə *Arthrobotrys* cinsində 1,07-1,29 dəfə, azot qıtlığı olanla müqayisədə isə 1,05-1,28 dəfə azdır. *Penicillium* cinsində isə bu göstərici müvafiq olaraq 1,12-1,25 və 1,08-1,21 dəfə təşkil edir.

Göstərilmişdir ki, karbon və azot kimi əsas qida maddələrinin mühitdə qıtlığı şəraitində *Penicillium* və *Arthrobotrys* cinslərinə aid növlərin hamısında mikotoksinlərin əmələ gəlməsi daha intensiv baş verir və bu özünü azot qıtlığında daha yüksək səviyyədə biruzə verir.

Penicillium və *Arthrobotrys* cinslərinə aid növlərin optimallaşdırılmış mühitdə əmələ gətirdikləri mikotoksinlər

identifikasiya edilmiş və müəyyən edilmişdir ki, *Penicilium* cinsinə aid olan növlər aflatoksin, oxratoksin, sitrinin, xrizogin, rokfortin, melaqrin, penisilin, ksantosilin X, erqosterol penisilin turşusu və s. kimi farmokoloji baxımdan da əhəmiyyət kəsb edən mikotoksinləri sintez etdikləri halda, *Arthrobotrys* cinsinə aid olan göbələklərin sintez etdikləri və toksiki təsirə malik olan metabolitləri oliqosporan və oliqosporol kimi birləşmələr və onların törəmələrindən ibarətdir və farmokoloji baxımdan zəif aktivliyə malikdirlər.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. Tədqiqatlarda əldə edilən nəticələr *Penicillium* və *Arthrobotrys* cinslərinə aid göbələklər, eləcə də Azərbaycan mikobiotası haqqında təsəvvürlərin genişlənməsinə xidmət edən faktiki materialdır.

Tədqiqatlarda əldə edilən nəticələr mikotoksinlərin sintezinin tənzimlənməsinə imkan verir, bu və ya digər göbələk növündən hansısa mikotoksinin alınmasında daha effektiv nəticələrin əldə edilməsinə imkan verir.

Dissertasiyada bu və ya digər göbələyə aid verilən kultural morfoloji əlamətlər, illüstrativ materiallar mikologiya fənnin tədrisi zamanı əyani vəsait kimi istifadə edilə bilər.

Nəşr, dissertasiyanın aprobasiyası və tətbiqi. Dissertasiyanın mövzusunə aid 14 elmi əsər dərc ediləndir ki, onun da 6 elmi məqalə, 8 isə tezis və konfrans materialıdır. Dissertasiyanın materialları “Qarabağın müxtəlifliyi, torpaq və su ehtiyatları: keçmiş, bu günü və gələcəyi” mövzusunda Respublika konfransında (Bakı, 2021), Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri” mövzusunda Beynəlxalq elmi konfransda (Gəncə, 2022), “Yeni tendensiyalar və innovasiyalar: Azərbaycanda mikrobiologiyanın inkişaf perspektivləri mövzusunda” Respublika elmi praktiki konfransında (Bakı, 2022), III beynəlxalq konfransda (Bakı, 2023), “Tibbi Profilaktikanın Aktual Problemləri” mövzusunda Beynəlxalq Elmi Konfransda (Bakı, 2023), “Müasir tədqiqat istiqamətlərinin aktual məsələləri” mövzusunda V Beynəlxalq elmi-texniki konfransda (Rusiya F., Penza, 2023), “Ətraf mühitin qorunması üçün innovativ biotexnologiyalar: nəzəriyyədən praktikaya” mövzusunda I beynəlxalq elmi praktiki konfransda (Belarusiya R., Minsk, 2024) məruzə edilmişdir.

Dissertasiyanın yerinə yetirildiyi təşkilat. Dissertasiya işi AR ETN-nin Mikrobiologiya İnstitutunun mikrobioloji biotexnologiya və eksperimental mikologiya laboratoriyalarında yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiyanın strukturu və həcmi. Dissertasiya girişdən, ədəbiyyat icmalından (Fəsil I), material və işin metodikasından (Fəsil II), eksperimental hissədən (Fəsil III-IV), tədqiqat materiallarının yekun təhlilindən, əsas nəticələrdən, tövsiyyələrdən, istifadə edilmiş ədəbiyyat və ixtisasların siyahılarından ibarətdir. Dissertasiyanın ümumi həcmi 214500 işarə təşkil edir.

FƏSİL I

***PENICILLIUM* LİNK VƏ *ARTHROBOTRYS* CORDA CİNSLƏRİ: NÖV TƏRKİBLƏRİ, YAYILMASI, EKO FİZİYOLOJİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ VƏ TOKSİGEN METABOLİTLƏRİ**

Dissertasiyanın 1.1-ci hissəsində *Penicillium* və *Arthrobotrys* cinslərinə aid göbələklərin müasir sistemdə yeri və növ tərkibi, 1.2-ci hissəsində onların yayılması qanunauyğunluqları və ekotrofiki əlaqələri və 1.3-cü hissəsində isə toksigen növləri və onların ekofizioloji xüsusiyyətləri haqqında məlumatları analiz edir və tədqiqatda planlaşdırılan məqsədə nail olmaq üçün diqqət yetirilməli məqamlara aydınlıq gətirir.

FƏSİL II

TƏDQIQATLARIN MATERIAL VƏ METODİKASI

2.1. Tədqiqat aparılan ərazilərin ümumi xarakteristikası

Tədqiqatlar Azərbaycan Respublikasının iri geomorfoloji vahidlərində Azərbaycan Respublikasının Böyük Qafqazda yerləşən ərazilərində, ilk növbədə Abşeron yarımadasında, eləcə də Kür-Araz ovalığında aparılmışdır. Tədqiqat üçün nümunələr həm nisbi təmiz, həm də texnogen çirklənməyə məruz qalmış torpaqlardan, eləcə də orada olan bitkilərdən götürülmüş və işin məqsədinə müvafiq analiz edilmişdir.

2.2. Tədqiqatlarda analiz üçün nümunələrin götürülməsində və analizində istifadə edilən metodların ümumi xarakteristikası

Tədqiqatlarda nümunələrin götürülməsi, yerində pasportlaşması, laborator tədqiqatlara hazırlanması, nümunələrdən suspenziyanın və qidalı mühitlərin hazırlanması, suspenziya ilə qidalı mühitlərin inokulyasiyası və inkubasiyası, təmiz kulturanın alınması mikologiya da qəbul edilmiş “klassik”¹¹, eləcə də bu sahədə son illərdə aparılan işlərdə “müxtəlif müəlliflərin istifadə etdiyi metod və yanaşmalara”^{6, 12, 13} əsasən həyata keçirilmişdir.

Göbələklərin ayrılması üçün “standart qidalı mühitlərdən”¹², daha dəqiqi aqarlaşdırılmış səməni şirəsindən, Saburo aqarından, Kartoflu aqardan və s.-dən istifadə edilmişdir.

Təmizliyinə mikroskopla nəzarət edilən kulturaların identifikasiyası kulturaların makroskopik və mikroskopik əlamətlərinə əsasən “məlum təyinedicilərə”^{14, 15, 16, 17} əsasən həyata keçirilmiş, onların taksonomik aidiyyəti və hazırkı adı isə “*Beynəlxalq Mikologiya Assosiasiyasının rəsmi saytında*”⁶ verilənlərə əsasən müəyyənləşdirilmişdir.

Göbələklərin endogen və ekzogen metabolitlərinin ayrılması, fitotoksiki aktivliyinin müəyyən edilməsi üçün göbələklərin duru Çapek mühitində 5 gün müddətində becərilməsi zamanı əmələ gələn

¹¹ Maheshwari, R. 2016. Fungi: Experimental Methods in Biology, 2th Edition. CRC Pres, 358p.

¹² Visagie C.M. . Houbraken J., Frisvad C. Et al. Identification and nomenclature of the genus *Penicillium*//Studies in mycology, 2014, v.78. -p.343–371

¹³Ефимочкина Н.Р., Седова И.Б., Шевелева С.А., Тутьельян В.А. Токсигенные свойства микроскопических грибов // Вестн. Том. гос. ун-та. Биология., 2019. №45., -с.6-33

¹⁴ Гарибова, Л.В. Популярный Атлас Определитель Грибы. /Л.В.Гарибова. - Москва: Просвещение /Дрофа, 2009, 352с.

¹⁵ Kirk P.M., Cannon P.F., Minter D.W., Stalpers J.A. Dictionary of the fungi, 10th edn. CABI publishing – Wallingford (UK), -2008, 784p

¹⁶ Li D.W., Magyar D., Kendrick B. Color Atlas of Fungal Spores. A laboratory identification Guide. ACGIH, 2023, 862p.

¹⁷ Саттон, Д. Определитель патогенных и условно-патогенных грибов -М.: Мир, -2001, -486с.

biokütləsindən və kultural məhlulundan istifadə edilmişdir ki, bu zaman fitotoksiki aktivliyin təyini üçün bitki toxumlarının cücərmə qabiliyyətinə təsiri əsasında həyata keçirilmişdir ki, bu zaman da analoji işlərdə istifadə edilən “*metod və yanaşmalardan*”¹⁸ istifadə edilmişdir.

Göbələklərə məxsus materiallarda mikotoksinlərin ümumi miqdarı xüsusi Veratox immunoferment dəstindən istifadəyə əsaslanan “*ekspres metoda*”¹⁸, ayrı-ayrı mikotoksinləri isə “*immunoferment analizinə (İFA, ELİSA)*”¹⁹ əsasən həyata keçirilmişdir.

Tədqiqatlarda bütün eksperimentlər ən azı 4 təkrarda qoyulmuş və alınan nəticələr “*statistik*”²⁰ işlənmişdir. Bu zaman $\sigma/X_0 \leq 0,05$ formuluna cavab verən nəticələr dissertasiyaya daxil edilmişdir ki, burda σ – orta kvadratik kənarlanma, X_0 - təkrarların orta qiymətidir.

FƏSİL III

***PENICILLIUM* LİNK VƏ *ARTHROBOTRYS* CORDA CİNSLƏRİ VƏ ONLARIN AZƏRBAYCANDA YAYILAN NÖVLƏRİNİN ÜMUMİ XARAKTERİSKASI**

3.1. *Penicillium* və *Arthrobotrys* cinslərinə aid göbələklərin təbii mənbələrdən ayrılması, növ tərkibinin müəyyənəndirilməsi və təmiz kulturalarından ibarət kolleksiyanın yaradılması

Tədqiqat ərazilərindən götürülən 300-ə yaxın nümunənin analizi nəticəsində ümumilikdə 265 ştam təmiz kulturaya çıxarılmışdır ki, klassik mikoloji metodlarla onların identifikasiya edilməsi nəticəsində aydın oldu ki, ayrılan ştamlar arasında həm *Penicillium*, həm də *Arthrobotrys* cinsinə aid olanlar da yer alır (cədv.

¹⁸ <https://soctrade.ua/equipment/shop/test-mikotoksiny-Veratox/>

¹⁹ ГОСТ 31653-2012 Корма. Метод иммуноферментного определения микотоксинов. М., 2012, 15с.

²⁰ Кобзарь, А. И. Прикладная математическая статистика/ А. И. Кобзарь, -М.: ФИЗМАТЛИТ, - 2006, -816 с.

3.1). Göründüyü kimi ümumilikdə qeydə alınan şamların 35,1%-i, 93 ştamı məhz tədqiq edilən cinslərin payına düşür. Bizim tədqiqatların da məqsədi məhz bu iki cinsə aid olan göbələklərin tədqiqinə həsr edildiyinə görə tədqiqatların sonrakı gedişində məhz bu şamlardan istifadə edilmişdir. İlk olaraq müxtəlif biotoplardan ayrılan şamların növ tərkibinin müəyyənləşdirilməsi ilə bağlı tədqiqatlar aparılmışdır ki, bu zamanda klassik mikoloji metodlardan istifadə edilmişdir. Aydın olmuşdur ki, ayrılan 93 ştam növ tərkibinə görə aşağıdakı kimi xarakterizə olunur

Cədvəl 3.1.

Tədqiqatlarda qeydə alınan şamların cinslər üzrə paylanması

Cinslər	Ştam sayı, əd	Ümumidə payı, %
<i>Arthrobotrys</i>	25	9,4
<i>Penicillium</i>	68	25,7
Digərləri (<i>Alternaria</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Trichoderma</i> və s.)	172	64,9
Cəmi	265	100

(cədv. 3.2). Göründüyü kimi, ayrılan şamlar ümumilikdə 58 növə aiddir ki, onun 17-i *Arthrobotrys*, 41-i isə *Penicillium* cinsinə aiddir. Qeydə alınan göbələklər müxtəlif tədqiqatçılar tərəfindən ayrı-ayrı vaxtlarda apardıqları tədqiqatlarda qeydə alınan, yəni elmə məlum olan növlərdir və aralarında elm üçün yeni olanları yoxdur. Buna baxmayaraq, onların arasında Azərbaycan təbiətinə xas olan mikrobiota üçün yeni olan, daha dəqiqi onların Azərbaycan ərazisində yayılması məhz aparılan bu tədqiqatların nəticəsində müəyyən edilən *P.atrovenetum*, *P.clavigerum*, *P.duclauxii*, *P.palitans* və *P.viridicyclonium* (şəkl. 1) kimi növlərdə yer alır.

3.2.Azərbaycanda yayılması qeydə alınan *Penicillium* və *Arthrobotrys* cinslərinə aid növlərin annotasiya olunmuş siyahısı

Qeyd edildiyi kimi, tədqiqatların gedişində nümunə götürülən ərazidə yayılan *Penicillium* və *Arthrobotrys* cinslərinə aid növlərin

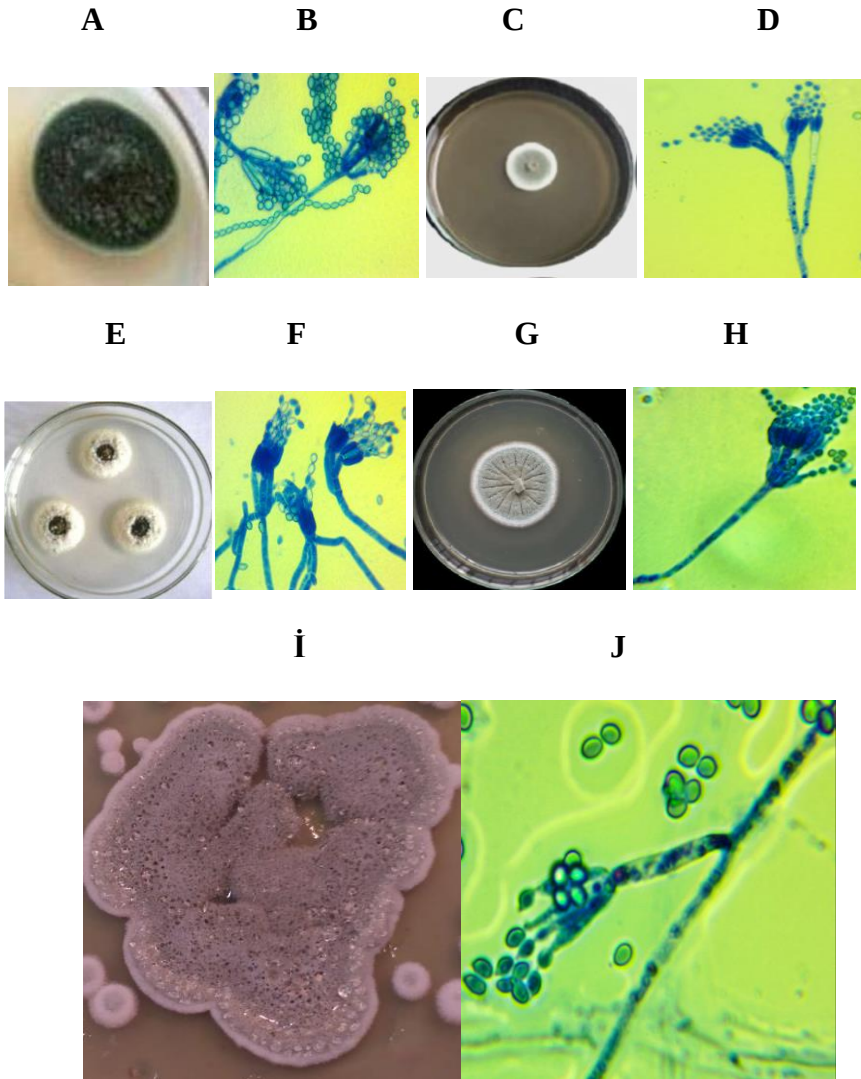
sayı 58-ə bərabər olmuşdur. Mikoloji tədqiqatlarda, bir qayda olaraq qeydə alınan göbələk növlərinin annotasiya olunmuş siyahısı da tərtib edilir ki, onun tərtibatında əsasən göbələklərin taksonomik aidiyyəti, ayrıldığı yer, bəzi xarakterik kultural-morfoloji əlamətləri və s. xüsusiyyətləri haqqında məlumatlar daxil edilir.

Cədvəl 3.2

Tədqiqatlarda yayılması müəyyən edilən *Arthrobotrys* və *Penicillium* cinslərinə aid göbələk növləri

Cins	Növlər
<i>Arthrobotrys</i>	<i>A. aggregatus</i> , <i>A. apsheronica</i> , <i>A. azerbaijanicus</i> , <i>A. bakunika</i> , <i>A. chazaricus</i> , <i>A. conoides</i> , <i>A. doliiformis</i> , <i>A. fruticulosus</i> , <i>A. longiphorus</i> , <i>A. microscaphoides</i> , <i>A. longus</i> , <i>A. musiformis</i> , <i>A. nematopagus</i> , <i>A. oligosporus</i> , <i>A. shahriari</i> , <i>A. soprunovii</i> , <i>A. tabrizica</i>
<i>Penicillium</i>	<i>P. atrovenetum</i> , <i>P. brevicompactum</i> , <i>P. canescens</i> , <i>P. chrysogenum</i> , <i>P. citrinum</i> , <i>P. citreoviride</i> , <i>P. clavigerum</i> , <i>P. corylophiloides</i> , <i>P. corymbiferum</i> , <i>P. cyaneum</i> , <i>P. cyclopium</i> , <i>P. decumbens</i> , <i>P. duclauxii</i> , <i>P. expansum</i> , <i>P. funiculosum</i> , <i>P. galucolanosum</i> , <i>P. granulatum</i> , <i>P. hordei</i> , <i>P. janthinellum</i> , <i>P. jensenii</i> , <i>P. kojigenum</i> , <i>P. lanosogriseum</i> , <i>P. lanosoviride</i> , <i>P. lanosum</i> , <i>P. lavendulum</i> , <i>P. martensii</i> , <i>P. notatum</i> , <i>P. ochraceum</i> , <i>P. olivirinoviride</i> , <i>P. oxalicum</i> , <i>P. palitans</i> , <i>P. puberulum</i> , <i>P. purpurogenum</i> , <i>P. purpurescens</i> , <i>P. resticulosum</i> , <i>P. spinulosum</i> , <i>P. stoloniferum</i> , <i>P. tardum</i> , <i>P. variabile</i> , <i>P. viridicyclopium</i> və <i>P. waksmanii</i>

Bunu nəzərə alaraq, bizim də tədqiqatların gedişində qeydə alınan göbələklərin annotasiya olunmuş siyahısının tərtib olunması məqsədəuyğun hesab edilmişdir. Bu siyahı göbələklərin hazırda BMA-nın rəsmi saytındakı düzgün adı, ayrıldığı ərazi, Azərbaycan şəraitində yayılması ilk dəfə qeydə alınan göbələklərin də bəzi kultural-morfoloji əlamətləri, müvafiq illustrativ materiallar, eləcə də onların praktiki baxımdan maraq kəsb edən metabolitləri haqqındakı məlumatlar əsasında tərtib edilmişdir.



Şəkil 1. 1. Azərbaycan təbiətində yayılması ilk dəfə qeydə alınan *Penicillium atrovenetum*(A, B), *P.clavigerum* (C, D), *P. duclauxii* (E, F) və *P.palitans* (G, H) və *P.viridicyclopium*(İ, J) göbələklərinin koloniyasının ümumi(ACEG), konidi və konididaşıyıcılarının (BDFH) mikroskopik görünüşü.

FƏSİL IV
AZƏRBAYCANDA YAYILAN *PENICILLIUM* VƏ
***ARTHROBOTRYS* CİNSLƏRİNƏ AİD**
TOKSİGEN NÖVLƏRİNİN EKOFİZOLOJİ
XÜSUSİYYƏTLƏRİ

4.1. Azərbaycanca yayılan *Penicillium* və *Arthrobotrys* cinslərinə aid göbələklərin toksiki aktivliyə görə qiymətləndirilməsi.

Qeyd etmək lazımdır ki, göbələklər həyat fəaliyyətlərini davam etdirmək üçün daima ətraf mühitlə enerji, qida mübadiləsində olur və yaşadıqları mühiti həyat fəaliyyətləri nəticəsində əmələ gətirdikləri metabolitlərlə zənginləşdirirlər. Ümumiyyətlə qeyd etmək lazımdır ki, göbələklərin əmələ gətirdikləri metabolitlər ümumi şəkildə endogen və ekzogen olmaqla iki yerə bölünürlər ki, onların da hər biri bu və ya digər dərəcədə oxşar və spesifik funksiyalar daşıyırlar. Biotexnologiya baxımından ekzogen metabolitlər daha qiymətli hesab edildiyinə görə tədqiqatlarda qeydə alınan göbələkləri ilk olaraq ekzogen metabolitlərinin fitotoksiki aktivliyinə görə xarakterizə edilməsi məqsəduyğun hesab edilmişdir. Alınan nəticələrdən aydın oldu ki, *Penicillium* və *Arthrobotrys* cinslərinə aid növlərin aralarında toksiki aktivliyə malik kulturalar yer alsalarda, onların arasında güclü toksiki aktivliyə malik olanlar kifayət qədər azdır və bu da öz təsdiqini *P.chrysogenum* və *P.cyclopium* kimi növlərin nümunəsində tapır (cəđ. 4.1). Göründüyü kimi, qeydə alınan göbələklərin yarıdan çoxu orta, təxminən 1/3-dən çoxu isə zəif dərəcədə fitotoksiki aktivliyə malikdir. Nisbət götürəndə *Penicillium* cinsinə aid göbələklərin ümumi toksigen fonu *Arthrobotrys cinsinə* aid olanlardan daha yüksəkdir ki, bu da onların torpaqda baş verən ekoloji funksiyalarda fərqli rola malik olmalarını qeyd etməyə imkan verir. Bu səbəbdən də tədqiqat obyektini kimi seçilən cinslərin fitotoksiki aktivliyini daha əhatəli qiymətləndirmək üçün sonrakı tədqiqatlar üçün kultura seçimi hər iki cins üzrə aparılmış və hər cinsdən 3 növün seçilməsi məqsəduyğun hesab edilmişdir(cəđ. 4.2).

Cədvəl 4.1

Qeydə alınan göbələk növlərinin fitotoksiki aktivliyə(FTA) görə qiymətləndirilməsi

FTA dərəcəsi (%)	FTA (%)	Uyğun gələn növlər	Ümumidə payı, %
Güclü	41,2-43,7	<i>P.chryzogenum</i> və <i>.cyclopium</i>	3,4
Orta	11,2-35,4	<i>A.nematopagus</i> , <i>A.compactus</i> , <i>A.doliiformis</i> , <i>A.fruticulosus</i> , <i>P.citrinum</i> , <i>P.citreoviride</i> , <i>P.clavigerum</i> , <i>P.duclauxii</i> , <i>P.expansum</i> , <i>P.funiculosum</i> , <i>P.galucolanosum</i> , <i>P.granulatum</i> , <i>P.hordei</i> , <i>P.janthinellum</i> , <i>P.jencenii</i> , <i>P.lavendulum</i> , <i>P.martensii</i> , <i>P.notatum</i> , <i>P.ochraceum</i> , <i>P.olivirinoviride</i> , <i>P.oxalicum</i> , <i>P.palitats</i> , <i>P.puberulum</i> , <i>P.purpurogenum</i> , <i>P.purpurescens</i> , <i>P.resticulosum</i> , <i>P.spinulosum</i> , <i>P.stoloniferum</i> , <i>P.variabile</i> , <i>P.viridicyclopium</i> , <i>P.waksmanii</i>	58,6
Zəif	1,1-8,2	<i>A.gregatus</i> , <i>A.apsheronica</i> , <i>A.azerbaijanicus</i> , <i>A.bakunika</i> , <i>A.chazaricus</i> , <i>A.longiphotrus</i> , <i>A.microsporus</i> , <i>A.longus</i> , <i>A.musiformis</i> , <i>A.oligosporus</i> , <i>A.shahriari</i> , <i>A.soprunovii</i> , <i>A.tabrizica</i> , <i>P.atrovenetum</i> , <i>P.brevicompactum</i> , <i>P.canescens</i> , <i>P.corylophiloides</i> , <i>P.corymbiferum</i> , <i>P.cyaneum</i> <i>P.decumbens</i> , <i>P.tardum</i> ,	38,0

Cədvəl 4.2

Tədqiqatlarda qeydə alınan göbələklərin ilkin skrininqindən sonra aktiv produsent hesab edilən növləri

Cins	Uyğun gələn növlər	Fitotoksiki aktivlik(%)
<i>Arthrotrrys</i>	<i>A.nematopagus</i>	17,6
	<i>A.compactus</i> ,	15,4
	<i>A.doliiformis</i>	16,3
<i>Penicillium</i>	<i>P.chrysogenum</i>	41,2
	<i>P.cyclopium</i>	43,7
	<i>P.janthinellum</i>	35,4

4.2. Aktiv produsent kimi seçilmiş göbələk növlərinin endogen və ekzogen metabolitlərinin fitotoksiki aktivliyinin müqayisəli tədqiqi

Məlum olduğu kimi, göbələklərin geniş müxtəlifliyə malik olması biosintetik genlərin klasterlərinin diversifikasiyası metabolitik variasiya üçün çox böyük potensial və praktiki tələbat baxımından yararlı olan resurslar yaradır. Heç də təsadüfi deyil ki, miselial struktura malik orqanizimlərin planetimizdə məskunlaşmasını məhz onlarda ikinci metabolizmin güclü inkişafı ilə əlaqələndirirlər. Bundan başqa, ikinci mdetabolitlər bioloji aktivliyə malikdir ki, onun da əsasında canlı həyatını qurtaran dərmanlar və aqrokimyəvi maddələrin alınmasına əsas vermişdir. Toksiki metabolitlər, yəni mikotoksinlər də ikinci metabolizmin məhsuludur ki, onlarda insanların qidaların, heyvanların yemlərini, eləcə də ətraf mühiti çirkləndirirlər. Eyni zamanda mikotoksinlər bitki, heyvan və insanların göbələk xəstəliklərinin determinantları hesab edilir ki, onların kimyəvi tərkibi və bioloji aktivliyi geniş müxtəlifliklə xarakterizə olunurlar. Buna baxmayaraq, onlar eyni zamanda oxşar əlamətlərə də malik olurlar ki, mikotoksinlərin bu aspektdən xarakterizə edilməsi hazırda geniş şəkildə tədqiq edilən məsələlərdəndir. Bunu nəzərə alaraq, tədqiqatlarda seçilən aktiv göbələklərin nümunəsində onların metabolizmini, daha dəqiqi

metabolitik aktivliyini həm endogen, həm də ekzogen metabolitlərə görə qiymətləndirilməsi məqsədəuyğun hesab edilmişdir. Alınan nəticələrin təqdimatına keçməzdən əvvəl bir məqama aydınlıq gətirmək məqsədəuyğun olardı ki, bu da endogen və ekzogen metabolitlərlə bağlıdır. Daha dəqiqi, bu “termin”-lər adı altında nə başa düşülür?

Məlum olduğu kimi, bu və ya digər metabolitin sintezi hüceyrə daxilində baş verdikdən sonra o ya hüceyrədaxilində baş verən proseslərə qoşulur, ya da hüceyrəxaricinə və ya hüceyrəarası boşluqlara ifraz olunur. Buna müvafiq metabolitləri də xarakterizə edirlər və onları endogen və ekzogen olmaqla iki yerə bölürlər. Endogen metabolitlər kimi bir qayda olaraq hüceyrədaxilində sintez olunan və hüceyrədən yalnız avtoliziz və ya mexaniki zədə nəticəsində xaricə çıxanları, ekzogen metabolitlər isə sintez prosesindən sonra hüceyrəxaricinə və hüceyrəarası boşluqlara ifraz edilənlər qəbul edilir. Endogen metabolitlərdən fərqli olaraq ekzogen metabolitlərin sintezindən sonra müəyyən hissəsi hüceyrəxaricinə ifraz olunur və onların müəyyən hissəsi isə daxilə qalır. Bu səbəbdən bəzən bu bölgü şərti xarakter daşıyır, endogen və ekzogen metabolitlər arasındakı sərhədi dəqiq müəyyənləşdirə bilmir. Ona görə də biz tədqiqatlarda ekzogen metabolit kimi göbələklərin duru qidalı mühitdə becərilməsi zamanı əmələ gətirdiyi biokütləni ayırdıqdan sonra alınan kultural məhlulu, biokultural məhlulda olan endogen metabolitlərin mənbəyi kimi göbələyin əmələ gətirdiyi biokütlənin hüceyrə strukturunu pozduqdan sonra məhlula keçənlər əsas götürülmüşdür. Bəzi müəlliflərin işində endogen metabolitləri hüceyrə ilə bağlı olan metabolitlər də adlandırırlar, çünki biokütlənin hüceyrə strukturunun pozulması zamanı hüceyrəarası boşluqlarda olan hissəsi də endogen metabolitlərə qarışır.

Seçilən göbələklərin endogen və ekzogen metabolitlərin mənbəyi kimi müvafiq olaraq onların duru Çapek mühitində 5 gün müddətində dərin becərilmə şəraitində əmələ gətirdiyi biokütləsi və ondan filtrasiya yolu ilə ayrılan kultural məhlulu götürülmüş və ilk olaraq onların fitotoksiki aktivliyi müqayisəli olaraq öyrənilmişdir. Alınan nəticələrdən aydın oldu ki, seçilən göbələklərin hamısında

fitotoksiki aktivliyə səbəb olan metabolitlər ekzogen təbiətlidir(cəd. 4.3). Göründüyü kimi, endogen və ekzogen metabolitlərin fitotoksiki aktivliyi arasındakı fərq *Arthrobotrys* cinsində 7,3-16,5 dəfə, *Penicillium* cinsində isə 4,8-10,0 dəfə təşkil edir. Bu fakt da hər iki göbələk cinsində ikinci metabolitlərin ekzogen xarakterli olmasını qeyd etməyə imkan verir.

Cədvəl 4.3

Seçilən göbələk növlərinin endogen və ekzogen metabolitlərinin fitotoksiki aktivliyinin müqayisəli tədqiqi

Uyğun gələn növlər	Fitotoksiki aktivlik(%)	
	endogen	ekzogen
<i>A.nematopagus</i>	2,1	18,1
<i>A.compactus</i>	1,1	16,1
<i>A.doliiformis</i>	1,7	15,4
<i>P.chryzogenum</i>	5,8	40,6
<i>P.cyclopium</i>	7,3	44,1
<i>P.janthinellum</i>	4,4	34,9

Eyni zamanda bunu *Arthrobotrys* cinsinə aid göbələk növlərinin nematofaq və fermentativ aktivliyə səbəb olan metabolitləri haqqında da söyləmək olar. Tədqiq edilən cinslərin toksiki təsirə malik metabolitlərinin daha hansı fərqli və ya oxşar xüsusiyyətlərə malik olması müəyyən edilməsi onların polisaxarid və ya zülal təbiətli olmasına aydınlıq gətirilməklə dəqiqləşdirilmişdir. Alınan nəticələrdən aydın oldu ki, bu məsələdə tədqiq edilən cinslərə aid göbələk növlərinin sintez etdikləri, bu və ya digər dərəcə də fitotoksiki aktivliyə malik olan metabolitləri zülal təbiətli deyil. Belə ki, istər endogen, istərsə də ekzogen metabolitlərdən 1:2 nisbətində asetonla çökdürülən hissəsi deyil, çökməyən hissəsi fitotoksiki aktivliyə malik olur(cəd. 4.4). Belə ki, tətbiq edilən 5000 dövr/dəqiqədə məhluldan həll olan zülallar çökür, polisaxaridlər isə məhlulda qalır. Bu da onu qeyd etməyə əsas verir ki, tədqiq edilən cinslərin toksiki təsirə malik maddələri təbiətinə görə də bir-birinə oxşayır.

4.3. *Penicillium* və *Arthrotrys* cinslərinə aid toksigen növlərin ekofizioloji xüsusiyyətləri

Göbələklərin metabolizmini öyrənilməsi onların təbiətdə həm geniş yayılması, həm də onların müxtəlif təyinatlı, ilk növbədə şiş əleyhinə, antimikrob, antioksidant və s. aktivliyə malik bioloji aktiv maddələr sintez etməsi ilə bağlıdır.

Cədvəl 4.4

Endogen və ekzogen metabolitlərin fitotoksiki aktivliyə səbəb olan hissəsinin biokimyəvi təbiətinin müəyyənəşdirilməsi

Növlər	Fitotoksiki aktivlik(%)			
	endogen		ekzogen	
	Çökən	Məhlulda qalan	Çökən	Məhlulda qalan
<i>A.nematopagus</i>	0	3,2	0	20,5
<i>A.compactus</i>	0	1,8	0	18,6
<i>A.doliiformis</i>	0	2,5	0	17,8
<i>P.chryzogenum</i>	0	8,8	0	43,4
<i>P.cyclopium</i>	0	9,3	0	46,7
<i>P.janthinellum</i>	0	7,2	0	38,2

Bu səbəbdən tədqiqatların sonuncu mərhələsində seçilən aktiv göbələklərin metabolitik aktivliyə görə qiymətləndirilməsi və ona ekoloji amillərin təsirinin xarakterini aydınlaşdırmaq məqsəduyğun hesab edilmişdir.

İlk olaraq biokütlə çıxımı ilə ekzogen metabolitlərin nümunəsində mikotoksinlərin ümumi miqdarı arasında əlaqənin olub-olmamasına aydınlıq gətirilmişdir. Bu məsələnin aydınlaşdırılması üçün hər bir göbələk eyni zamanda eyni qidalı mühitin (Çapek mühiti) tərkibinə görə bir-birindən fərqlənən 3 variantından (optimal, azot və kafrbon qıtlığı olanlar) istifadə edilmişdir ki, həmin variantlardan biri göbələklərin biokütləsinin maksimal çıxımı üçün optimallaşdırılmış olsa da, digər ikisinə isə karbon və azot kimi əsas qida elementləri az əlavə edilmişdir. Alınan

nəticələrdən aydın oldu ki, biokütlə çıxımı ilə mikotoksinlərin ümumi miqdarı arasında aydın ifadə olunmuş bir xətti asılılıq yoxdu, əksinə mühitin optimallaşdırılması ümumi mikotoksinlərin çıxımının azalmasına səbəb olur, yəni tərs asılılıq müşahidə olunur (cədv. 4.5). Göründüyü kimi, vahid biokütləyə düşən mikotoksinlərin miqdarı karbon qıtlığı olan variantla müqayisədə *Arthrobotrys* cinsində 1,07-1,29 dəfə, azot qıtlığı olanla müqayisədə isə 1,05-1,28 dəfə azdır. *Penicillium* cinsində isə bu göstərici müvafiq olaraq 1,12-1,25 və 1,08-1,21 dəfə təşkil edir. Maraqlıdır ki, qida maddələrinin qıtlığı

Cədvəl 4.5

Qidalı mühitin tərkibinin dəyişdirilməsinin mikotoksinlərin ümumi çıxımına təsiri

Göbələk növləri	Optimal variant		Azot qıtlığı		Karbon qıtlığı	
	BK*	MT	BK	MT	BK	MT
<i>A.nematopagus</i>	2,87	0,0120	1,65	0,0073	1,78	0,0081
<i>A.compactus</i>	4,12	0,0178	2,87	0,0130	3,12	0,0143
<i>A.doliiformis</i>	3,12	0,0214	2,04	0,0179	2,25	0,0202
<i>P.chryzogenum</i>	3,74	0,1050	2,15	0,0740	2,54	0,0877
<i>P.cyclopium</i>	4,37	0,1086	3,14	0,0853	3,46	0,0975
<i>P.janthinellum</i>	3,25	0,1001	2,08	0,0697	2,23	0,0811

Qeyd: *BK- biokütlə(q/l), MT- mikotoksin(mkq/l)

hər iki göbələk cinsinə aid növlərin hamısında mikotoksinlərin əmələ gəlməsi daha intensiv baş verir və bütün göbələklər azot qıtlığına daha həssasdırlar və bu özünü biokütlə çıxımında daha qabarıq biruzə verir. Lakin vahid biokütləyə düşən mikotoksinlərin miqdarı karbon qıtlığında daha çox olur. Bu hal özünü bütün növlərdə göstərdiyinə görə qeyd etmək olar ki, hər iki göbələk cinsində ikinci metabolitlərin əmələ gəlməsi oxşar mexanizmlə baş verir.

Tədqiqatlarda qeydə alınan *Penicillium* və *Arthrobotrys* cinslərinə aid toksigen növlərin metabolitik aktivliyinin ekofizioloji aspektlərdə tədqiqi zamanı da aydın oldu ki, onlar bir-birləri ilə həm oxşar, həm də fərqli xüsusiyyətlərə malikdir. Fərqlər cinslər, oxşar

əlamətlər isə eyni cinsə aid növlər arasında daha çox nəzərə çarpır (cə. 4.6). Göründüyü kimi, *Arthrobotrys* cinsinə aid göbələklər becərilmə temperaturuna, mühitin ilkin pH-nın minimal, maksimal və optimal göstəricilərinə görə demək olar ki, eynidir. Analoji hal *Penicillium* cinsinə aid növlərdə də təkrarlanır. Qeyd edilən göstəriciləri cinslər üzrə analiz etdikdə aydın olur ki, *Arthrobotrys* cinsinə aid növlərdə hər iki göstərici həm minimal, həm də maksimal, eləcə də optimal göstəricilərə görə temperatura görə *Penicillium* cinsindən 2-5°C yuxarı, pH-a görə isə 0,4-0,7 qədər yüksəkdir. Bu da onu göstərir ki, bu göbələklərin qeyd edilən parametrlərə həssaslığı cins səviyyəsində tənzimlənir.

Cədvəl 4.6

Seçilən göbələklərin biokütlə çıxımına becərilmə temperaturunun və mühitin ilkin turşuluğunun təsiri

Növlər	Becərilmə temperaturu(°C)			Mühitin ilkin pH		
	MN*	OP	MK	MN	OP	MK
<i>A.nematopagus</i>	5	30	45	3,3	6,2	8,5
<i>A.compactus</i>	5	29	45	3,3	6,1	8,4
<i>A.doliiformis</i>	5	29	45	3,3	6,2	8,4
<i>P.chryzogenum</i>	2	28	41	3,0	5,5	8,0
<i>P.cyclopium</i>	3	28	40	3,0	5,6	8,0
<i>P.janthinellum</i>	3	28	40	2,9	5,5	8,0

Qeyd: * - MN – minimal, OP – optimal və MK - maksimal

Buna görə də tədqiqatların sonunda hər iki göbələyin maksimal mikotoksin əmələ gətirməsi üçün hansı mühitin optimal olması müəyyən edilmişdir. Çapək mühitinin əsasında hazırlanan mühitdən istifadə zamanı alınan nəticələrdən aydın oldu ki, biokütlə çıxımı üçün optimal hesab edilən göstəricilərin bu və ya digər dərəcədə azaldılması ümumi mikotoksin çıxımının ən yüksək göstəricisinin alınmasına imkan verir (cə. 4.7). Əsas qida elementlərinin qıtlığında mikotoksinlərin vahid mitseli kütləsinə düşən miqdarının artması müşahidə olunmuşdu (cə. 4.5), indi isə bu prosesə təsir edən amillərə temperatur və mühitin ilkin pH-ı da yer alır.

Cədvəl 4.7

Tədqiq edilən göbələklərdə maksimal mikotoksinin əmələ gəlməsi üçün optimal mühitin parametrləri

Növlər	Karbon mənbəyi(q/l)	Azot mənbəyi(q/l)	T°C	pH
<i>A.nematopagus</i>	Saxaroza (22)	NaNO ₃ (2,1)	28	6,0
<i>A.compactus</i>	Saxaroza (20)	NaNO ₃ (2,0)	26	5,7
<i>A.doliiformis</i>	Saxaroza (20)	NaNO ₃ (2,1)	27	5,9
<i>P.chrysogenum</i>	Saxaroza (21)	NaNO ₃ (2,0)	26	5,2
<i>P.cyclopium</i>	Saxaroza (22)	NaNO ₃ (2,0)	25	5,2
<i>P.janthinellum</i>	Saxaroza (21)	NaNO ₃ (2,1)	24	5,1

4.4. *Penicillium* və *Arthrobotrys* cinslərinə aid göbələklərin sintez etdikləri mikotoksinlərə görə xarakteristikası

Tədqiqatların yekunu kimi, seçilən göbələklərin optimallaşdırılmış mühitdə hansı mikotoksinləri əmələ gətirməsi müəyyən edilmişdir və aydın olmuşdur ki, *Penicillium* cinsinə aid göbələklərin mikotoksinləri daha geniş müxtəlifliklə xarakterizə olunurlar (cədv. 4.8). Buna baxmayaraq, qeyd etmək yerinə də düşərdi ki, hər iki cinsin mikotoksinləri bioloji aktivliyinə görə fərqlidir və *Penicillium* cinsinə aid olan mikotoksinlər bioloji baxımdan daha aktivdirlər və tibbi baxımdan da əhəmiyyət daşıyırlar. Məsələn, penisilin turşusu bir zamanlar antibiotik erasının başlanmasına səbəb vermiş və bu gün də tibbi məqsədlərdə istifadə edilir.

Cədvəl 4.8

Tədqiq edilən göbələklərin əmələ gətirdikləri mikotoksinlər

Növlər	Karbon mənbəyi(q/l)
<i>A.nematopagus</i>	Oliqosporon, oliqosporol A və B, hidrooksioliqosporon
<i>A.compactus</i>	Oliqosporon, 4',5'-dihidrooliqosporon, oliqosporol A,
<i>A.doliiformis</i>	Oliqosporon, oliqosporol A və B, 10',11'-epoksioliqosporon
<i>P.chrysogenum</i>	Aflotoksin, oxratoksin, sitrinin, xrizogin, rokfortin, melaqrin, penisilin, ksantosilin X və erqosterol
<i>P.cyclopium</i>	Penisilin və tsiklopiazon turşuları, ksantomeqnin, viomellein, patulin, oxratoksin
<i>P.janthinellum</i>	Penisilin turşusu, fumitrmorqin A, B və C, penitrem A, B, C və E

Arthrobotrys cinsinə aid olan göbələklərin sintez etdikləri və toksiki təsirə malik olan metabolitləri oliqosporon və oliqosporol kimi birləşmələr və onların törəmələrindən ibarətdir və farmokoloji baxımdan zəif aktivliyə malikdirlər.

TƏDQIQATLARDA ƏLDƏ EDİLƏN MƏLUMATLARIN YEKUN TƏHLİLİ

Müasir dövrün aktual tədqiqat istiqamətlərindən biri də həyat fəaliyyətləri nəticəsində toksiki təsirə malik metabolitlər sintez edən canlıların, ilk növbədə göbələklərin tədqiqidir. Belə ki, bu göbələklərin fəaliyyəti nəticəsində qida və yem məhsulları, xammallar, onların sintez etdiyi mikotoksinlərlə çirklənirlər. Keçən əsrin 60-cı illərindən başlayaraq bu istiqamətdə aparılan tədqiqatlar nəticəsində aydın oldu ki, bu problemin yaranmasında ən çox təhlükə mənbəyi *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium* və *Alternaria* cinslərinə aid göbələk növləri ilə bağlıdır. Bu və ya digər təyinatlı məhsul və xammallarda bu göbələklərin yayılması üstünlük təşkil etsə də, məhsul və xammalların kimyəvi tərkibinin müxtəlifliyi və onların saxlanma şəraitlərinin fərqli olması həmin göbələklərin fərdi toksin əmələ gətirmə qabiliyyətinin müəyyənləşdirilməsi üçün regional tədqiqatların aparılmasını da zəruriləşdirir. Belə ki, bununla bağlı ədəbiyyat məlumatları kifayət qədər deyil. Digər tərəfdən, təxminən 20 il bundan əvvəl toksigen göbələklərin növ sayı 250-ə, onların sintez etdiyi mikotoksinlərin sayı isə 300 olduğu halda, hazırda bu rəqəmlər müvafiq olaraq 300 və 500 arasında dəyişir, yəni getdikcə bu göbələklərin həm növ, həm də onların sintez etdiyi mikotoksinlərin sayı artmaqda davam edir. Maraqlıdır ki, bir göbələk bir neçə toksin, bir toksini isə bir neçə göbələk növü sintez edə bilir. Deyilənlərə onu da əlavə etsək ki, bir sıra göbələk növləri bu istiqamətdə aparılan tədqiqatların predmetinə çevrilməyibdir, bu və ya digər göbələyin toksiki təsirə malik metabolitlərin sintezinə göbələyin yayıldığı mühitin abiotik və biotik amilləri təsir edir və hazırda elmə məlum olan göbələklər faktiki təbiətdə olanların az bir hissəsini (4-7%) təşkil edir, onda

hətta elmə məlum olan növlərin bu aspektdə belə tədqiq edilməsi olduqca aktual bir məsələ olmasını əminliklə demək olar.

Azərbaycan Respublikasının ərazisində də toksigen göbələklərin yayılması son illərdə aparılan bəzi tədqiqatların predmetinə çevrilsə də, həmin tədqiqatlarda bir çox növlərin nə toksiki metabolitləri, nə də onların identifikasiyası ilə bağlı məsələlərə ümumiyyətlə toxunulmayıb.

Buna görə də yuxarıda qeyd edilənləri nəzərə alaraq, təqdim olunan işdə Azərbaycan şəraitində yayılan *Penicillium* və *Arthrobotrys* cinslərinə aid göbələklərin fitotoksiki aktivliyi, mikotoksinlərin sintezinə təsir edən amilləri, yəni ekofizoloji xüsusiyyətləri, eləcə də sintez etdikləri mikotoksinlərin müəyyənləşdirilməsi bir məqsəd olaraq qarşıya qoyulmuşdur.

NƏTİCƏLƏR

1. Azərbaycan Respublikasının Abşeron yarımadasının torpaqlarından götürülən nümunələrdən ümumilikdə 255 ştam təmiz kulturaya çıxarılmış, klassik mikoloji metodlarla onların identifikasiya edilməsi nəticəsində aydın oldu ki, ayrılan ştamların 35,1%-(93 ştam) *Arthrobotrys* və *Penicillium* cinslərinə aiddir ki, onların növ tərkibinin müəyyənləşdirilməsi nəticəsində *Arthrobotrys* cinsinə aid 17, *Penicillium* cinsinə aid 41 növün olması aydın olmuşdur. *Penicilium* cinsinə aid olan 5(*P.atrovenetum*, *P.clavigerum*, *P.duclauxii*, *P.palitans* və *P.viridicyclonium*) növün Azərbaycan təbiətində yayılmasının aşkar edilməsi ilk dəfədir[1, 5, 7-9, 12, 14].

2. Müəyyən edilmişdir ki, *Penicillium* və *Arthrobotrys* cinslərinə aid növlərin hamısı bu və ya digər dərəcədə toksiki aktivliyə malik olsalar da, onların arasında güclü toksiki aktivliyə malik olanlar kifayət qədər azdır və bu da öz təsdiqini *Penicillium chrysogenum* (41,2%) və *P.cycloium* (43,7%) kimi növlərin nümunəsində tapır. Qeydə alınan növlərin 58,6%-nin (11,2-35,4%) fitotoksiki aktivliyi orta, 38%-ninki isə zəif dərəcəli (1,1-8,2%) aktivliyə malikdir[5, 7, 13].

3. Tədqiq edilən *Penicillium* və *Arthrobotrys* cinslərinin fitotoksiki aktivliyi ən yüksək olan növlərinin endogen və ekzogen metabolitlərinin müqayisəli tədqiqindən aydın oldu ki, fitotoksiki, nematofaq və lipolitik aktivliklərə səbəb olan metabolitlər əsasən ekzogen təbiətlidir. Belə ki, endogen və ekzogen metabolitlərin fitotoksiki aktivliyi arasındakı fərq *Arthrobotrys* cinsində 7,3-16,5 dəfə, *Penicillium* cinsində isə 4,8-10,0 dəfə təşkil edir. *Penicillium* və *Arthrobotrys* cinslərinə aid növlərin fitotoksiki aktivliyə səbəb olan istər endogen, istərsə də ekzogen metabolitlərinin zülal təbiətli olmadığı müəyyən edilmişdir [6-7, 10-11, 13].

4. Aparılan tədqiqatlardan aydın oldu ki, biokütlə çıxımı ilə mikotoksinlərin ümumi miqdarı arasında aydın ifadə olunmuş bir xətti asılılıq yoxdu, əksinə mühitin optimallaşdırılması ümumi mikotoksinlərin çıxımının azalmasına səbəb olur, yəni tərs asılılıq müşahidə olunur. Belə ki, vahid biokütləyə düşən mikotoksinlərin miqdarı karbon qıtlığı olan variantla müqayisədə *Arthrobotrys* cinsində 1,07-1,29 dəfə, azot qıtlığı olanla müqayisədə isə 1,05-1,28 dəfə azdır. *Penicillium* cinsində isə bu göstərici müvafiq olaraq 1,12-1,25 və 1,08-1,21 dəfə təşkil edir [4].

5. Karbon və azot kimi əsas qida maddələrinin mühitdə qıtlığı *Penicillium* və *Arthrobotrys* cinslərinə aid növlərin hamısında mikotoksinlərin əmələ gəlməsi daha intensiv baş verir və bütün göbələklər azot qıtlığına daha həssasdırlar və bu özünü biokütlə çıxımında daha qabarıq büruzə verir. Bu hal becərilmə temperaturunun və mühitin ilkin pH-nın optimala nisbətən azalması halında da büruzə verir. Bu hal özünü bütün növlərdə büruzə verdiyinə görə, hər iki göbələk cinsində ikinci metabolitlərin əmələ gəlməsinin oxşar mexanizmlə baş verməsini qeyd etmək olar [4, 13]

6. *Penicillium* və *Arthrobotrys* cinslərinə aid növlərin optimallaşdırılmış mühitdə əmələ gətirdikləri mikotoksinlər identifikasiya edilmiş və müəyyən edilmişdir ki, *Penicillium* cinsinə aid olan növlər aflatoksin, oxratoksin, sitrinin, xrizogin, rokfortin, melaqrin, penisilin, ksantosilin X, erqosterol və penisilin turşusu və s. farmokoloji baxımdan da əhəmiyyət kəsb

edən mikotoksinləri sintez etdikləri halda, *Arthrobotrys* cinsinə aid olan göbələklərin sintez etdikləri və toksik təsirə malik olan metabolitləri oliqosporon və oliqosporol kimi birləşmələr və onların törəmələrindən ibarətdir və farmokoloji baxımdan zəif aktivliyə malikdirlər [1, 4].

PRAKTIKİ TÖVSİYYƏLƏR

1. Tədqiqatlarda Azərbaycan Respublikasının müxtəlif ekosistemlərindən ayrılan *Penicillium* və *Arthrobotrys* cinslərinə aid növlər haqqında alınan yeni məlumatlar gələcəkdə ekoloji vəziyyətin mikoloji aspektdən qiymətləndirilməsində və bununla bağlı yeni normativ sənədlərin hazırlanması üçün baza məlumatları kimi istifadəsi məqsəduyğundur.

2. Hazırda tədqiq edilən göbələk cinslərinin, xüsusən də *Penicillium* cinsinə aid növlərin praktiki əhəmiyyət kəsb edən ikinci metabolitlərin aktiv produsenti kimi istifadə edilməsinə görə tədqiqatların gedişində əldə edilən nəticələr onlardan daha səmərəli istifadə edilməsinə, eləcə də bu xarakteristikaya uyğun olan digər göbələklərin də gələcəkdə istifadəsi üçün diqqət yetirilməsi vacib olan məqamlara aydınlıq gətirilməsi baxımından faydalıdır.

DİSSERTASIYANIN MÖVZUSUNA AİD DƏRC EDİLMİŞ ELMİ ƏSƏRLƏRİN SİYAHISI

1. Məmmədova Ə.E. Azərbaycanda yayılan *Penicillium* cinsinə aid göbələklərin toksiki metabolitlərinə görə qiymətləndirilməsi// “Müasir biologiyanın aktual problemləri” mövzusunda elmi praktik konfransın materialları. -Bakı, -2019, s.97-98
2. Məmmədova Ə.E., Abdullayeva T.V. Nematoid xüsusiyyətlərə malik nematofaq göbələkləri // “Qarabağın müxtəlifliyi, torpaq və su ehtiyatları: keçmişi, bu günü və gələcəyi” mövzusunda konfransın materialları. Bakı, 2021, s. 90.
3. Babayeva İ.X., Əliyeva L.A., İsayeva V.K., Məmmədova Ə.E. *Arthrobotrys musiformis* göbələyinin bəzi fitopatogen göbələklərlə qarşılıqlı münasibətlərlərinin öyrənilməsi // “Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri” mövzusunda Beynəlxalq elmi konfransın materialları. Gəncə, 2022, II hissə, s. 304-306
4. Babayeva İ.X., Əliyeva L.A., İsayeva V.K., Məmmədova Ə.E. Study of Nematophagous activity of predatory fungi // “Yeni tendensiyalar və innovasiyalar: Azərbaycanda mikrobiologiyanın inkişaf perspektivləri” mövzusunda Respublika elmi praktiki konfransının materialları, Bakı 2022, s. 35-37
5. Babayeva İ.X., Əliyeva L.A., İsayeva V.K., Məmmədova Ə.E. Abşeron yarımadası torpaqlarında yayılan bəzi nematofaq hifomisetlərin tədqiqi //Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin III beynəlxalq konfransının materialları. Bakı, 2023, cild 25, №4, səh.54-59.
6. Babayeva İ.X., Əliyeva L.A., İsayeva V.K., Məmmədova Ə.E. Yırtıcı nematofaq hifomisetlərin ayrılması və onların *Meloidogyne incognita* nematoduna qarşı təsiri //ETTPİ "Tibbi Profilaktikanın Aktual Problemləri" mövzusunda Beynəlxalq Elmi Konfransın materialları. -Bakı, -2023, -

- s.30-31.
7. Бабаева И. Х., Алиева Л. А., Исаева В. К., Мамедова А. Э., Абушова А. Р. Оценка активности хищных грибов-гифомицетов, выделенных из почв Апшерона// Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. - 2023. -№11. -с. 11-14
 8. Мамедова А.Э., Ахмедли А.А. Взаимоотношений микроорганизмов как метод селективного выделения грибов из почвы// Сборник статей V Международной научно-практической конференции “Актуальные вопросы современных научных исследований” (05.07.2023). - Пенза: Международный центр научного сотрудничества «Наука и Просвещение», -2023, -с.30-32
 9. Babayeva İ.Kh., Aliyeva L.A., İsayeva V.K., Mammadova A.E. Study of nematofagous hyfomycetes under various vegetable crops cultivated in Absheron// Advansed Studies in Biology (Bulgaria), 2024, V. 16, № 1, p. 109-115.
 10. Babayeva İ.X., Əliyeva L. A., İsayeva V. K., Məmmədova Ə. E. Изучение липолитической активности хищных нематофаговых грибов, выделенных из почв Апшерона//Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки(Россия), 2024, № 6, с. 7-9.
 11. Babayeva İ.X., Əliyeva L. A., İsayeva V. K., Məmmədova Ə. E., Aboşova A.R. Yirtici nematofaq hifomisətlərin *Meloidogyne arenaria* və *Meloidogyne incognita* nematodlarına qarşı aktivliyinin öyrənilməsi// Azərbaycan Texnologiya Universitetinin Elmi Xəbərləri, 2024, №2, s.12-18
 12. Babayeva İ.X., Əliyeva L. A., İsayeva V. K., Məmmədova Ə. E. Влияние органических загрязнителей на биологический потенциал некоторых почвенных грибов, выделенных с территории Апшерона // ADAU-nun Elmi Əsərləri, Gəncə, 2024, s. 36-41.
 13. Ahmadli A.A., Mammadova A.E., Muradov P.Z. Analysis

of micromycetes found in oilcontaminated soils of Azerbaijan: species composition and biological activity // Материалы I международной научно-практической конференции «Инновационные биотехнологии для охраны окружающей среды: от теории к практике» (Белорусия, г.Минск, 23-25 апрел 2024). -Минск, -2024, с. 114-115

14. Bakhshaliyeva K.F., Mammadova A.E., Tomuyeva G.A., Arabova G.Q., Nagiyeva R.Z., Hasanova V.Y. and Isayeva V.K. New Fungi Species for Azerbaijani Nature//Advanced Studies in Biology, 2025, v.17, № 1, p.83-93

Dissertasiyanın müdafiəsi _____sentyabr 2025-ci il tarixində saat_____da AR ETN-nin Mikrobiologiya İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən FD 1.07 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 _____avqust 2025-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 10.08.2025

Kağızın formatı: A5

Həcm: 39463

Tiraj: 100