

ANTIMICROBIAL ACTIVITY AND PHYTOSTIMULATION POTENTIAL OF EPIPHYTE AND RHIZOSPHERE FUNGI OF COTTON PLANTS IN UCAR DISTRICT



Sabina Shikhaliyeva¹
Sevda Hasanova²
Gulshan Suleymanova³

UDC: 633.51:579.64:632.937
LBC: 42.112:44.912:28.472(5Aze)
HoS: 167
doi: 10.33864/2790-0037.2026.v7.i2.216-227

Keywords:

Pathogenic microorganisms,
Fungal strains,
Germination,
Wheat seeds,
Yeast fungi,
Antimicrobial metabolites,
Antimicrobial activity

Subject area:

Biological and
Medical
Sciences

Research field:

Agricultural
Biotechnology

ABSTRACT

This article examines the antimicrobial activity of fungal strains isolated from the epiphytic and rhizosphere zones of cotton in the Ujar region and their impact on the germination and development of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds.

The primary objective of the study was to evaluate the biological control potential of these fungi against various phytopathogenic microorganisms and their potential to stimulate plant development. Fungi belonging to the genera *Aspergillus niger*, *A. terreus*, *A. flavus*, *Penicillium nigricans*, *P. citrinum*, *P. spinulosum*, *Trichoderma harzianum*, *Mucor*, and *Fusarium solani* were identified from samples collected in spring, summer, and autumn.

The antimicrobial activity of these fungi against the test targets *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, and *Bacillus subtilis* was assessed. The effect of fungal suspensions on germination energy and seed development dynamics was also studied. A literature review revealed that harnessing the biological potential of microorganisms is essential for maintaining cotton health and increasing yields.

The study's results reveal the seasonal distribution dynamics of these fungal species, their potential antimicrobial properties, and their plant growth-promoting effects, paving the way for the development of new biological control strategies for sustainable agriculture.

¹ 2nd year master's student.

Department of Molecular Biology and Biotechnology, Faculty of Biology, Baku State University; Baku, Azerbaijan
E-mail: sbinsixliyeva@gmail.com

² Doctor of Philosophy in Biology, Associate Professor,

Department of Molecular Biology and Biotechnology, Faculty of Biology, Baku State University; Baku, Azerbaijan
E-mail: sevdahasanova@bsu.edu.az

<https://orcid.org/0009-0000-7945-2437>

³ Doctor of Philosophy in Biology, Associate Professor,

Department of Molecular Biology and Biotechnology, Faculty of Biology, Baku State University; Baku, Azerbaijan
E-mail: gulshansuleymanova@bsu.edu.az

<https://orcid.org/0000-0003-0682-5196>

To cite this article: Shikhaliyeva, S., Hasanova, S., & Suleymanova, G. [2026]. Antimicrobial Activity and Phytostimulation Potential of Epiphyte and Rhizosphere Fungi of Cotton Plants in Ucar District. *History of Science journal*, 7(2), pp.216-227.
<https://doi.org/10.33864/2790-0037.2026.v7.i2.216-227>

Article history:

Received: 2 March 2026

Revised: 2 April 2026

Accepted: 1 June 2026

Published: 15 June 2026



UCAR RAYON ƏRAZISİNDƏ PAMBIQ BİTKİSİNİN EPİFİT VƏ RİZOSFER GÖBƏLƏKLƏRİNİN ANTİMİKROB FƏALLIĞI VƏ FİTOSTİMULYASIYA POTENSİALI



Səbinə Şıxəliyeva¹
Sevda Həsənova²
Gülşən Süleymanova³

UOT: 633.51:579.64:632.937
KBT: 42.112:44.912:28.472(5Aze)
HoS: 167
doi: 10.33864/2790-0037.2026.v7.i2.216-227

Açar sözlər:

Patogen mikroorqanizmlər, Göbələk ştammları, Cücərmə, Buğda toxumları, Maya göbələkləri, Antimikrob metabolitlər, Antimikrob aktivliyi

Sahə:

Biologiya və Tibb Elmləri

Tədqiqat sahəsi:

Kənd Təsərrüfatı Biotexnologiyası

ANNOTASIYA

Məqalə, Ucar rayonu ərazisində pambıq bitkisinin epifit və rizosfer zonalarından ayrılmış göbələk ştammlarının antimikrob aktivliyi və pambıq (*Gossypium hirsutum* L.) ilə buğda (*Triticum aestivum* L.) toxumlarının. cücərmə və elmin təsirinin araşdırılmasına həsr edilmişdir.

Tədqiqatın əsas əsasları bu göbələklərin müxtəlif fitopatogen mikroorqanizmlərə qarşı bioloji mübarizə imkanlarını və bitki inkişafını stimullaşdırma potensialını qiymətləndirməkdir. Yaz, yay və payız fəsillərində toplanmış nümunələrdən *Aspergillus niger*, *A.terreus*, *A.flavus*, *Penicillium nigricans*, *P.citrinum*, *P.spinulosum*, *Trichoderma harzianum*, *Mucor* və *Fusarium solani* cinslərinə aid göbələklər identifikasiya edilib. Bu göbələklərin *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* və *Bacillus subtilis* testinin mikroorqanizmlərinə qarşı antimikrob aktivliyi qiymətləndirilmişdir.

Həmçinin, göbələk suspenziyalarının toxumlarının cücərmə enerjisi və inkişaf dinamikasına təsiri öyrənilmişdir. Ədəbiyyat icmalı, pambıq bitkisinin sağlamlığının qorunmasında və məhsuldarlığının qorunmasında mikroorqanizmin bioloji potensialından istifadə təhlükələrinin aradan qaldırılması.

Tədqiqat nəticələri, bu göbələk fəaliyyətinin fəsillər üzrə yayılma dinamikasını, onların potensial antimikrob xüsusiyyətlərini və bitki artımını stimullaşdıran təsirləri ortaya qoyur, dayanıqlı kənd təsərrüfatı üçün yeni biokontrol strategiyalarının inkişafı zəmin yaradır.

¹ 2-ci kurs magistr tələbəsi,

Molekulyar biologiya və biotexnologiyalar kafedrası, Biologiya fakültəsi, Bakı Dövlət Universiteti; Bakı, Azərbaycan

E-mail: sbinsixliyeva@gmail.com

² Biologiya elmləri namizədi, dosent,

Molekulyar biologiya və biotexnologiyalar kafedrası, Biologiya fakültəsi, Bakı Dövlət Universiteti; Bakı, Azərbaycan

E-mail: sevdahasanova@bsu.edu.az

<https://orcid.org/0009-0000-7945-2437>

³ Biologiya elmləri namizədi, dosent,

Molekulyar biologiya və biotexnologiyalar kafedrası, Biologiya fakültəsi, Bakı Dövlət Universiteti; Bakı, Azərbaycan

E-mail: gulshansuleymanova@bsu.edu.az

<https://orcid.org/0000-0003-0682-5196>

Məqaləyə istinad: Şıxəliyeva, S., Həsənova, S., & Süleymanova, G. [2026]. Ucar Rayon Ərazisində Pambıq Bitkisinin Epifit və Rizosfer Göbələklərinin Antimikrob Fəallığı və Fitostimulyasiya Potensialı. *History of Science jurnalı*, 7(2), səh.216-227.

<https://doi.org/10.33864/2790-0037.2026.v7.i2.216-227>

Məqalənin tarixçəsi:

Daxil olub: 02.03.2026

Yenidən baxılıb: 02.04.2026

Təsdiqlənib: 01.06.2026

Dərc olunub: 15.06.2026



АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ И ФИТОСТИМУЛЯЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЭПИФИТНЫХ И РИЗОСФЕРНЫХ ГРИБОВ ХЛОПКОВЫХ РАСТЕНИЙ В РАЙОНЕ УКАР



Сабина Шихалиева¹
Севда Гасанова²
Гульшан Сулейманова³

УДК: 633.51:579.64:632.937
ББК: 42.112:44.912:28.472(5Азе)

НоS: 167

doi: 10.33864/2790-0037.2026.v7.i2.216-227

Ключевые слова:

Патогенные микроорганизмы,
Штаммы грибов,
Прорастание,
Семена пшеницы,
Дрожжевые грибы,
Антимикробные метаболиты,
Антимикробная активность

Область

исследования:

Биология и
медицинские науки

Научная область:

Сельскохозяйственная
биотехнология

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена исследованию антимикробной активности штаммов грибов, выделенных из эпифитной и ризосферной зон хлопчатника в Уджарской области, и их влиянию на прорастание и развитие семян хлопчатника (*Gossypium hirsutum* L.) и пшеницы (*Triticum aestivum* L.).

Основная цель исследования – оценка возможностей биологического контроля этих грибов против различных фитопатогенных микроорганизмов и их потенциала стимуляции развития растений. Из образцов, собранных весной, летом и осенью, были идентифицированы грибы, принадлежащие к родам *Aspergillus niger*, *A. terreus*, *A. flavus*, *Penicillium nigricans*, *P. citrinum*, *P. spinulosum*, *Trichoderma harzianum*, *Mucor* и *Fusarium solani*. Была оценена антимикробная активность этих грибов против тест-мишеней *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* и *Bacillus subtilis*. Также было изучено влияние суспензий грибов на энергию прорастания и динамику развития семян.

На основе обзора литературы установлено, что использование биологического потенциала микроорганизмов имеет большое значение для поддержания здоровья хлопчатника и повышения его урожайности.

Результаты исследования выявляют сезонную динамику распространения этих видов грибов, их потенциальные антимикробные свойства и стимулирующее рост растений воздействие, открывая путь для разработки новых стратегий биологического контроля в целях устойчивого сельского хозяйства.

¹ Студент 2-го курса магистратуры, Кафедра Молекулярной биологии и биотехнологий, Факультет Биологии, Бакинский Государственный Университет; Баку, Азербайджан

E-mail: sbinsixliyeva@gmail.com

² Кандидат биологических наук, доцент,

Кафедра Молекулярной биологии и биотехнологий, Факультет Биологии, Бакинский Государственный Университет; Баку, Азербайджан

E-mail: sevdahasanova@bsu.edu.az

<https://orcid.org/0009-0000-7945-2437>

³ Кандидат биологических наук, доцент,

Кафедра Молекулярной биологии и биотехнологий, Факультет Биологии, Бакинский Государственный Университет; Баку, Азербайджан

E-mail: gulshansuleymanova@bsu.edu.az

<https://orcid.org/0000-0003-0682-5196>

Цитировать статью: Шихалиева, С., Гасанова, С., & Сулейманова, Г. [2026]. Антимикробная активность и фитостимуляционный потенциал эпифитных и ризосферных грибов хлопковых растений в районе Укар. *Журнал History of Science*, 7(2), с.216-227.

<https://doi.org/10.33864/2790-0037.2026.v7.i2.216-227>

История статьи:

Поступила: 02.03.2026

Переработана: 02.04.2026

Принята: 01.06.2026

Опубликована: 15.06.2026



1. Giriş

Pambıq (*Gossypium hirsutum* L.) dünya iqtisadiyyatında mühüm yer tutan strateji kənd təsərrüfatı bitkisidir. Lif, yağ və yem istehsalında geniş istifadə olunan bu bitki, Azərbaycanda, xüsusilə Ucar rayonu kimi pambıqçılıq üçün əlverişli bölgələrdə, ölkə iqtisadiyyatında əhəmiyyətli rol oynayır. Lakin, pambıq bitkisinin məhsuldarlığına təsir edən müxtəlif biotik və abiotik faktorlar, xüsusilə göbələk mənşəli patogenlər, ciddi iqtisadi itkilərə səbəb olur. Kimyəvi pestisidlərdən istifadə bu problemlərin həllində geniş tətbiq olunsada, onların ətraf mühitə mənfi təsirləri, torpağın deqradasiyası və insan sağlamlığı üçün riskləri alternativ və ekoloji cəhətdən təhlükəsiz mübarizə üsullarına ehtiyacı artırır [Abbasova & Şəfiyeva, 2025, s.285-286].

Bu kontekstdə, bitkilərlə assosiasiya olunmuş mikroorqanizmlər, xüsusilə epifit və rizosfer göbələkləri, təbii antimikrob birləşmələrin mənbəyi kimi böyük potensiala malikdir. Epifit göbələklər bitkinin yerüstü hissələrində (yarpaq, gövdə) yaşayır və patogenlərin kolonizasiyasına mane ola bilər, həmçinin bitkinin xarici müdafiə mexanizmlərini gücləndirə bilər. Rizosfer göbələkləri isə bitki kökləri ətrafındakı torpaq zonasında mövcud olaraq, bitkinin qida maddələrinin mənimsənilməsini yaxşılaşdırır, stresə davamlılığını artırır və fitopatogenlərə qarşı müdafiə mexanizmlərini stimullaşdırır [Зубова, 2017, с.13–14]. Bu göbələklərin istehsal etdiyi ikincili metabolitlər (antibiotiklər, fermentlər, sideroforlar və s.) patogen mikroorqanizmlərin böyüməsini inhibə edə bilər, bu da onları bioloji nəzarət agentləri üçün cəlbedici namizədlər edir [Зухриддинова, 2021, с.121-126].

Azərbaycanın Ucar rayonu kimi pambıqçılıq bölgələrində torpaq və iqlim şəraiti müxtəlif mikroorqanizmlərin, o cümlədən göbələklərin inkişafı üçün əlverişlidir. Lakin, bu bölgədə pambıq bitkisi ilə əlaqəli epifit və rizosfer göbələklərinin biomüxtəlifliyi və onların antimikrob fəallığı haqqında məlumatlar məhduddur. Bu tədqiqat, Ucar rayonu ərazisində pambıq bitkisinin epifit və rizosfer zonalarından təcrid olunmuş göbələk ştammlarının antimikrob fəallığını araşdırmaq və onların kənd təsərrüfatında bioloji nəzarət agentləri kimi tətbiq imkanlarını dəyərləndirmək məqsədi daşıyır. Tədqiqat, fəsillər üzrə göbələk populyasiyalarının dinamikasını və onların antimikrob xüsusiyyətlərini müəyyən etməklə, pambıqçılıqda dayanıqlı idarəetmə strategiyalarının inkişafına töhfə verməyi hədəfləyir [Коршикова, 2019].

2. Materiallar və Metodlar

2.1. Nümunə Toplanması

Tədqiqat üçün Ucar rayonunun ərazisində pambıq tarlalarından sağlam pambıq bitkilərinin (*Gossypium hirsutum* L.) yarpaq, qoza, budaq və kök nümunələri toplanmışdır. Nümunələr bitkinin vegetasiya dövrünün müxtəlif mərhələlərini əhatə edən yaz (may), yay (avqust) və payız (sentyabr/noyabr) fəsillərində götürülmüşdür. Kök nümunələri rizosfer torpağı ilə birlikdə, epifit nümunələri isə steril şəraitdə, aseptik qaydalara riayət olunaraq toplanmışdır. Hər fəsildə hər bir zonadan (epifit və rizosfer) ən azı 3 təkrar nümunə götürülmüşdür.

2.2. Göbələklərin ayrılması və Kultivasiyası

Toplanmış yarpaq, budaq, qoza və torpaq nümunələrindən epifit göbələklərin təcrid edilməsi üçün nümunələr steril distillə suyunda durulaşdırılmış və müvafiq durulaşdırılmış nümunələr Səmənilə Agar qidalı mühitində əkilmişdir. İnkubasiya 30 °C temperaturda 4-5 gün ərzində aparılmışdır. Göbələk koloniyaları təmiz kulturalar əldə edilənə qədər təkrar əkilmişdir. Təcrid olunmuş göbələk ştammlarının morfoloji xüsusiyyətlərinə (koloniyanın rəngi, forması, teksturası, sporların quruluşu) əsasən ilkin identifikasiyası aparılmışdır [Мехринигори & Гиясов, 2019, с.231-234].

2.3. Toxumların cücərmə və inkişafına təsirin öyrənilməsi metodikası

Tədqiqatın bu mərhələsində ayrılmış göbələk ştammlarının pambıq və buğda toxumlarının cücərmə enerjisinə və ilkin inkişafına təsiri öyrənilmişdir. Proses aşağıdakı ardıcılıqla həyata keçirilmişdir:

1. *Kultivasiya*: Ayrılmış göbələk ştammları əvvəlcə duru Səmənilə qidalı mühitdə 24 saat ərzində kaçılkada becərilmişdir.
2. *Hazırlıq*: Petri qablarına steril pambıq qatı yerləşdirilmiş, üzərinə pambıq və buğda toxumları düzülmüş və filtr kağızı ilə örtülmüşdür.
3. *İnokulyasiya*: Göbələk olan qidalı mühit süzəgcdən süzülərək əldə olunan göbələk suspenziyası toxumların üzərinə əlavə edilmişdir və petri qablarının ağzı örtülmüşdür. Eyni zamanda əlavə 1 ədəd kontrol nümunə qoyulmuş və onun üzərinə su əlavə edilmişdir.
4. *İnkubasiya*: Hazırlanmış nümunələr 15 gün müddətində sabit temperatur və rütubət rejimini təmin edən xüsusi cücərmə şkafinda saxlanılmışdır.
5. *Qiymətləndirmə*: 15 günlük müddətin sonunda toxumların cücərmə faizi və inkişaf dinamikası ölçülmüşdür.

3.Nəticələrin təhlili

3.1.Fəsillər üzrə göbələk növlərinin yerləşdirilməsi

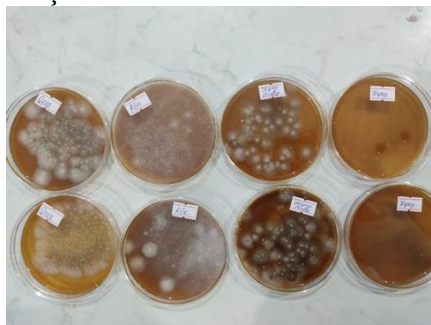
Ucar rayonu ərazisində pambıq bitkisinin epifit və rizosfer zonalarından yaz, yay və payız fəsillərində təcrid olunmuş göbələk növləri və onların rastgəlmə tezliyi **cədvəl 1**-də göstərilmişdir [**Şəkil 1** və **2**] [Тимохина & Лупанова, 2024, с.39-79]:

Fəsil	Zona	Aşkar olunan göbələk növləri
Yaz	Rizosfer	<i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Penicillium spinulosum</i> , (mavi-yaşıl, məxməri), <i>Mucor</i> , <i>Trichoderma harzianum</i> , <i>Fusarium solani</i>
Yay	Epifit	<i>Penicillium nigricans</i> , Maya göbələkləri, <i>Aspergillus niger</i> , <i>Alternaria alternata</i>
Payız	Epifit/ Rizosfer	<i>Penicillium citrinum</i> , <i>P.spinulosum</i> , <i>Aspergillus niger</i>

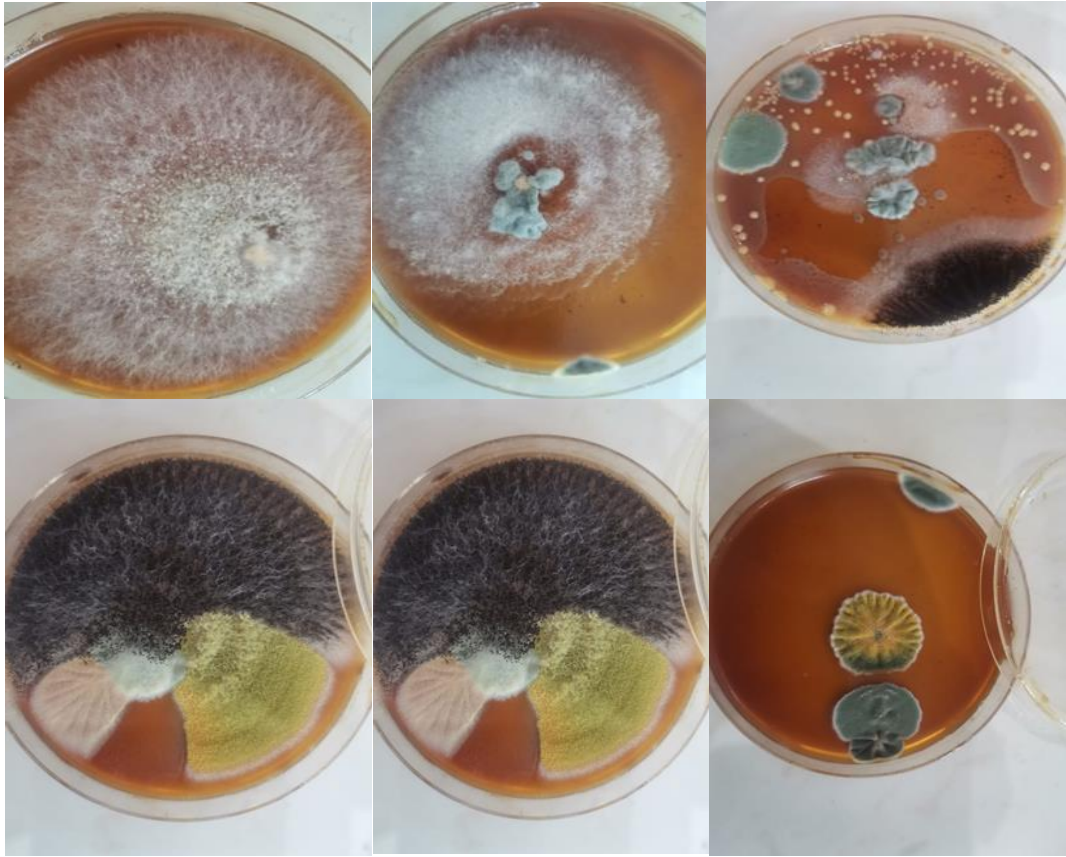
Cədvəl 1. Fəsillər üzrə göbələk növlərinin yayılması

Cədvəldən görüldüyü kimi, *Aspergillus niger* və *Penicillium* növləri bütün fəsillərdə, həm rizosfer, həm də epifit zonalarda rast gəlinən dominant göbələk növlərindəndir. Bu, onların geniş ekoloji adaptasiya qabiliyyətinə malik olduğunu göstərir. Yaz fəslində *Aspergillus flavus*, *Mucor* və *Fusarium solani*, *Trichoderma harzianum* kimi növlər də müşahidə edilmişdir.

Yayda epifit zonada maya göbələklərinin rast gəlinməsi, [**Şəkil 1**] bu fəsildə bitkinin səthindəki mikrobial populyasiyanın müxtəlifliyini əks etdirir. Yay fəslində eyni zamanda *Aspergillus niger*, *Alternaria alternata*, *Penicillium nigricans* kimi növlər də müşahidə olunmuşdur. Payızda isə *Penicillium citrinum*, *P.spinulosum* və *Aspergillus niger* növlərinin davamlı mövcudluğu qeyd edilmişdir.



Şəkil 1. Epifit nümunələri



Şəkil 2. Rizosfer nümunələri

3.2. Göbələk növlərinin antimikrob fəallığı

Seçilmiş göbələk ştamlarının antimikrob fəallığı agar diffuziya üsulu ilə qiymətləndirilmişdir. Test mikroorqanizmləri olaraq *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* və *Bacillus subtilis* istifadə edilmişdir. Test bakteriyaları ƏPA qidalı mühitində, göbələk çtamları isə Səmənilə agar və Çapek-Doks agar qidalı mühitində kultivasiya olunmuşdur. İnkişafdan sonra göbələk kulturalarından disklər kəsilmiş və ƏPA-da becərilən test kulturalarının üzərinə yerləşdirilmişdir [Baazeem & Almanea, 2021, 331]:

Təcrid olunmuş göbələk ştamlarının *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* və *Bacillus subtilis* test mikroorqanizmlərinə qarşı göstərdiyi antimikrob fəallıq cədvəl 2-də ümumiləşdirilmişdir:

Göbələk növü	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>Bacillus subtilis</i>
<i>Aspergillus niger</i>	++	++	++
<i>Aspergillus flavus</i>	+	+	+
<i>Penicillium nigricans</i>	++	+	++
<i>Mucor</i>	+	–	+
<i>Fusarium solani</i>	–	–	+
Maya göbələkləri	+	–	+
<i>Trichoderma</i>	+	+	+

harzianum			
Alternaria alternata	+	-	-

Cədvəl 2. Göbələk ştammlarının antimikrob fəallığı

Cədvəldən görüldüyü kimi, *Aspergillus niger* və *Penicillium nigricans* növləri hər üç test mikroorqanizminə, xüsusilə *Staphylococcus aureus* və *Bacillus subtilis* kimi Gram-müsbət bakteriyalara qarşı yüksək antimikrob fəallıq göstərmişdir. *Escherichia coli* (Gram-mənfi) bakteriyasına qarşı fəallıq Gram-müsbətlərə nisbətən bir qədər aşağı olmuşdur, bu da Gram-mənfi bakteriyaların hüceyrə divarının fərqli quruluşu ilə əlaqədar ola bilər [He et al., 2023, pp.14-18]. *Mucor*, *Fusarium solani* və maya göbələkləri, *Alternaria alternata* isə əsasən zəif fəallıq nümayiş etdirmiş, bəzi hallarda *Escherichia coli*-yə qarşı fəallıq müşahidə olunmamışdır. *Aspergillus flavus* və *Trichoderma harzianum* növləri orta səviyyədə fəallıq göstərmişdir.

Fəillər üzrə göbələk florasının tərkibindəki dəyişikliklər onların antimikrob fəallığına da təsir edə bilər. Yaz fəslində (may) bitkinin inkişafının erkən mərhələlərində rizosfer və epifit göbələklər daha aktiv ola bilər. Bu dövrdə aşkar olunan *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* və *Penicillium nigricans* növləri, xüsusilə *Staphylococcus aureus* və *Bacillus subtilis* kimi Gram-müsbət bakteriyalara qarşı yüksək fəallıq göstərmə potensialına malikdir. *Trichoderma harzianum* və *Fusarium solani* növləri isə daha çox fitopatogen göbələklərə qarşı biokontrol agenti kimi tanınır və həmçinin bəzi bakteriyalara qarşı fəallıq göstərə bilər [Jangid et al., 2026, 133].

Yay fəslində (avqust) bitkinin tam inkişafı və ətraf mühit faktorlarının (temperatur, rütubət) dəyişməsi ilə epifit göbələk populyasiyalarında dəyişikliklər müşahidə oluna bilər. Bu dövrdə yarpaq üzərində rast gəlinən *Penicillium nigricans*, maya göbələkləri və *Aspergillus niger* növləri, bitkinin xarici səthində patogenlərin kolonizasiyasının qarşısını almaqda rol oynaya bilər. Maya göbələklərinin antimikrob fəallığı digərlərinə nisbətən daha zəif ola bilər. Bu fəsilədə yüksək temperatur və rütubət bəzi göbələk növlərinin ikincili metabolit istehsalını artırır ki, bu da onların antimikrob fəallığını gücləndirə bilər [Mancuso et al., 2023, 1912].

Payız fəslində (noyabr) bitkinin vegetasiya dövrünün sonuna yaxınlaşması ilə göbələk florasının tərkibi yenidən dəyişir. Bu dövrdə də *Penicillium citrinum*, *P. spinulosum* və *Aspergillus niger* kimi növlərin dominantlığı, onların müxtəlif ekoloji şəraitə uyğunlaşma qabiliyyətini və davamlı antimikrob potensialını göstərir. Ümumilikdə, fəillər üzrə antimikrob fəallığın dinamikası, bitkinin inkişaf mərhələləri və ətraf mühit şəraiti ilə sıx bağlıdır. Bu dinamika, biokontrol agentlərinin tətbiqi üçün optimal vaxtın müəyyən edilməsində əhəmiyyətli rol oynayır.

Ucar rayonu ərazisində pambıq bitkisinin epifit və rizosfer zonalarından təcrid olunmuş göbələk ştammlarının antimikrob fəallığı və bitki inkişafına təsiri, dayanıqlı kənd təsərrüfatı üçün mühüm perspektivlər açır. Xüsusilə *Aspergillus niger* və *Penicillium nigricans* növlərinin yüksək antimikrob fəallığı, onların müxtəlif patogenlərə qarşı bioloji mübarizə agenti kimi istifadə potensialını göstərir. Bu göbələklər, əsasən, ikincili metabolitlər istehsal edərək patogen mikroorqanizmlərin böyüməsini inhibə edirlər. Məsələn, *Aspergillus* cinsinə aid növlər, penicillin turşusu kimi antibakterial birləşmələr sintez edə bilər ki, bu da müxtəlif bitki patogen bakteriyalarına qarşı güclü təsir göstərir [Li et al., 2023, 277]. Eyni zamanda, *Penicillium* növləri də geniş spektrli antimikrob metabolitlər istehsal etmə qabiliyyətinə malikdir [Mosquera et al., 2020, pp.55-71]. Bu metabolitlər, patogenlərin hüceyrə divarını zədələyərək, ferment fəaliyyətini pozaraq və ya digər həyatı funksiyalarını bloklayaraq təsir göstərə bilər.

3.3. Göbələk suspenziyalarının toxum cücərməsinə təsiri

Aparılan tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, bəzi göbələk şammları, xüsusilə *Trichoderma harzianum* və *Penicillium* növləri toxumların cücərmə enerjisini əhəmiyyətli dərəcədə artırır [Cədvəl 3].

Göbələk şammi	Pambıq cücərmə (%)	Buğda cücərmə (%)	İnkişaf xüsusiyyətləri
Kontrol nümunə	90	95	Standart inkişaf
<i>Trichoderma harzianum</i>	70	75	Sürətli böyümə
<i>Aspergillus niger</i>	60	65	Orta dərəcəli stimullaşdırma
<i>Penicillium nigricans</i>	65	70	Sağlam cücərtilər
<i>Fusarium solani</i>	50	60	Cücərmənin ləngiməsi müşahidə olunur
Maya göbələkləri	80	82	Sürətli böyümə
<i>Mucor</i>	75	80	Sürətli böyümə
<i>Alternaria alternata</i>	60	70	Orta dərəcəli stimullaşdırma

Cədvəl 3. Göbələk suspenziyalarının pambıq və buğda toxumlarının cücərməsinə təsiri

Cədvəl 3-də təqdim olunan nəticələr, tədqiq olunan göbələk şammlarının pambıq və buğda toxumlarının cücərməsinə və ilkin inkişafına müxtəlif dərəcədə təsir etdiyini göstərir. *Trichoderma harzianum*, *Mucor* və maya göbələkləri ilə aparılan təcrübələrdə, kontrol nümunəsinə (su ilə isladılmış) nisbətən cücərmə faizində müəyyən qədər azalma müşahidə olunsada, inkişaf xüsusiyyətləri “sürətli böyümə” kimi qeyd edilmişdir. Bu, həmin göbələklərin fitohormonlar (məsələn, auksinlər və gibberellinlər) sintez edərək kök və gövdənin ilkin inkişafını stimullaşdırması ilə əlaqədar ola bilər. Xüsusilə *Trichoderma* növləri, bitki böyüməsini təşviq edən və eyni zamanda bitkini patogenlərdən qoruyan biokontrol agentləri kimi geniş şəkildə tanınır. Onların bu ikili təsiri, toxumun cücərmə mərhələsində həm qoruyucu, həm də stimullaşdırıcı rol oynadığını göstərir [Parpiev et al., 2020, pp.39-43].

Əksinə, *Fusarium solani* şammi ilə aparılan təcrübədə həm pambıq (50%), həm də buğda (60%) toxumlarında cücərmə faizinin kəskin şəkildə aşağı düşməsi və cücərmənin ləngiməsi müşahidə olunmuşdur. Bu nəticə, *Fusarium solani* növünün bir çox bitki üçün patogen olması və toxum çürüməsinə və ya cücərti xəstəliklərinə səbəb ola bilən mikotoksinlər istehsal etməsi ilə izah oluna bilər. *Aspergillus niger* və *Alternaria alternata* isə orta dərəcəli stimullaşdırıcı təsir göstərmişdir. Bu göbələklər bəzi hallarda bitki inkişafını təşviq edən maddələr istehsal etsələr də, onların təsiri *Trichoderma* qədər güclü olmaya bilər və ya bəzi şərtlərdə zəif patogenlik göstərə bilərlər. Bu nəticələr, kənd təsərrüfatında biostimulyatorların seçilməsi zamanı onların növündən və spesifik şammından asılı olaraq təsirlərinin fərqlənə biləcəyini bir daha təsdiq edir.

Bitki inkişafının stimulyasiyası baxımından, *Trichoderma harzianum* və *Penicillium* növləri xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. *Trichoderma* növləri, toxum cücərməsinə və cücərtilərin inkişafını sürətləndirən, bitkinin qida maddələrini mənimsəmə qabiliyyətini artıran və abiotik streslərə qarşı müqavimətini gücləndirən biostimulyatorlar kimi tanınır [Nekkab et al., 2020, 14910]. Onlar, həmçinin, fitohormonlara bənzər maddələr istehsal edərək kök

sisteminin inkişafını təşviq edir və bitkinin ümumi sağlamlığını yaxşılaşdırır. *Penicillium* növləri də oxşar biostimulyasiya xüsusiyyətlərinə malikdir, toxumların cücərmə enerjisini artıraraq daha sağlam cücərtilərin əmələ gəlməsinə kömək edir [Jayatilake & Munasinghe 2020, 5292571]. Bu göbələklərin biostimulyasiya mexanizmləri, torpaqdakı qida maddələrinin (fosfor, azot) bitki tərəfindən daha asan mənimsənilməsinə təmin etmək, bitki köklərinin səth sahəsini genişləndirmək və bitkinin immunitet sistemini aktivləşdirmək kimi fəaliyyətləri əhatə edir.

3.4. Fəsilələr üzrə göbələk populyasiyalarının ekoloji əhəmiyyəti

Ucar rayonu ərazisində pambıq bitkisinin epifit və rizosfer zonalarda fəsilələr üzrə göbələk növlərinin yayılma dinamikası, onların ekoloji rolunu və bioloji mübarizə potensialını daha dərinlən anlamaq üçün vacibdir. Yaz fəslində, bitkinin inkişafının erkən mərhələlərində, rizosfer və epifit göbələklər, xüsusilə *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* və *Penicillium nigricans*, bitkinin ilkin müdafiə mexanizmlərinin formalaşmasında aktiv rol oynaya bilər. Bu dövrdə, *Trichoderma harzianum* kimi növlərin mövcudluğu, cücərtilərin patogenlərdən qorunması və sağlam inkişafı üçün əlverişli şərait yaradır [Wang et al., 2017, 12271249].

Yay fəslində, yüksək temperatur və rütubət şəraitində, epifit göbələk populyasiyalarında dəyişikliklər müşahidə olunur. Yarpaq səthində *Penicillium nigricans*, maya göbələkləri və *Aspergillus niger* kimi növlərin dominantlığı, bitkinin xarici səthini patogen kolonizasiyasından qorumağa kömək edir. Bu dövrdə bəzi göbələk növlərinin ikincili metabolit istehsalının artması, onların antimikrob fəallığını gücləndirə bilər. Payız fəslində, bitkinin vegetasiya dövrünün sonuna yaxınlaşması ilə, *Penicillium citrinum*, *P. spinulosum* və *Aspergillus niger* kimi növlərin davamlı mövcudluğu, onların müxtəlif ekoloji şəraitə uyğunlaşma qabiliyyətini və uzunmüddətli antimikrob potensialını göstərir. Bu fəsilələr üzrə dinamika, biokontrol agentlərinin tətbiqi üçün optimal vaxtın müəyyən edilməsində və pambıqçılıqda dayanıqlı idarəetmə strategiyalarının inkişafında əhəmiyyətli rol oynayır.

4. Nəticə

Ucar rayonu ərazisində pambıq bitkisinin epifit və rizosfer göbələklərinin antimikrob fəallığının və toxum cücərməsinə təsirinin tədqiqi, pambıqçılıqda fitopatogenlərə qarşı mübarizədə və məhsuldarlığın artırılmasında yeni və ekoloji cəhətdən təhlükəsiz strategiyaların inkişafı üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir. Tədqiqatlar göstərir ki, *Trichoderma harzianum* və *Penicillium nigricans* kimi ştammlar həm antimikrob fəallığa malikdir, həm də pambıq və buğda toxumlarının cücərmə enerjisini yüksəldərək bitki inkişafını stimullaşdırır. Yaz, yay və payız fəsilələrində aşkar olunan *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium nigricans*, *Mucor* və *Fusarium solani* cinslərinə aid göbələk növlərinin *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* və *Bacillus subtilis* test mikroorqanizmlərinə qarşı potensial antimikrob fəallığı, onların bioloji nəzarət agentləri kimi istifadə imkanlarını göstərir. Xüsusilə *Aspergillus niger* və *Penicillium nigricans* növləri yüksək fəallıq nümayiş etdirmişdir. Bu göbələklərin bioloji nəzarət və inkişaf stimulyatoru kimi istifadəsi, dayanıqlı kənd təsərrüfatı sistemlərinin qurulmasına və kimyəvi maddələrdən istifadənin azaldılmasına kömək edəcəkdir.

5. REFERENCES

1. Abbasova, L., & Şəfiyeva, S. (2025, November 18–19). The role of integrated environmental responsibility principles in the training of biotechnology and biomedical specialists. In *Geographical ecology: theory, methodology and practice* (pp. 285–286). Baku State University. (in Azerbaijani)

2. Zubova, R. A. (2017). *Justification of regimes for pre-sowing treatment of hard-coated seeds using ultrasound and a microwave electromagnetic field* (Abstract of Candidate of Technical Sciences dissertation). Barnaul, pp. 13–14. (in Russian)
3. Zukhiddinova, N., Pattaeva, M., Azimova, N., & Khamidov, D. (2021). Influence of micromycetes isolated from the rhizosphere of plants on the growth and development of wheat seedlings. In *Section “Agricultural Biotechnology”* (pp. 121–126). Institute of Microbiology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan. (in Russian)
4. Korshikova, Yu. I. (2019). *Phytotherapy (based on lecture materials)*. Moscow, 487 p. (in Russian)
5. Mehrinigori, B., Giyasov, T. D., & Mirzorakhimov, K. K. (2019). Determination of antioxidant activity of the Gissar cotton plant variety. *Bulletin of the Pedagogical University (Natural Sciences)*, 231–234. (in Russian)
6. Timokhina, A. S., Lupanova, I. A., Mizina, P. G., & Fateeva, T. V. (2024). Problems of determining the antimicrobial activity of medicinal plant preparations and methods for their solution. *Issues of Biological, Medical and Pharmaceutical Chemistry*, 27(5), 39–79. (in Russian)
7. Baazeem, A., Almanea, A., Manikandan, P., Alorabi, M., Vijayaraghavan, P., & Abdel-Hadi, A. (2021). In vitro antibacterial, antifungal, nematocidal and growth promoting activities of *Trichoderma hamatum* FB10 and its secondary metabolites. *Journal of Fungi*, 7(5), 331. <https://doi.org/10.3390/jof7050331> (in English)
8. He, C., Zhang, M. M., Li, X., & He, X. (2023). Seasonal dynamics of phyllosphere epiphytic microbial communities of medicinal plants in farmland environment. *Frontiers in Plant Science*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1328586> (in English)
9. Jangid, H., Ray, A., Sekar, S. K. R., & Kumar, G. (2026). In vitro and in silico antimicrobial activity of *Aspergillus niger* HG3 against carbapenem-resistant *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* and their antioxidant potential. *Discover Applied Sciences*, 8, 133. <https://doi.org/10.1007/s42452-025-08070-2> (in English)
10. Mancuso, G., De Gaetano, S., Midiri, A., Zummo, S., & Biondo, C. (2023). The challenge of overcoming antibiotic resistance in carbapenem-resistant gram-negative bacteria: “Attack on Titan.” *Microorganisms*, 11(8), 1912. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11081912> (in English)
11. Li, H., Fu, Y., & Song, F. (2023). Marine *Aspergillus*: A treasure trove of antimicrobial compounds. *Marine Drugs*, 21(5), 277. <https://doi.org/10.3390/md21050277> (in English)
12. Mosquera, W. G., Criado, L. Y., & Guerra, B. E. (2020). Antimicrobial activity of endophytic fungi from the medicinal plants *Mammea americana* (Calophyllaceae) and *Moringa oleifera* (Moringaceae). *Biomédica*, 40(1), 55–71. <https://doi.org/10.7705/biomedica.4644> (in English)
13. Nekkab, N., Crépey, P., Astagneau, P., Opatowski, L., & Temime, L. (2020). Assessing the role of inter-facility patient transfer in the spread of carbapenemase-producing enterobacteriaceae: The case of France between 2012 and 2015. *Scientific Reports*, 10(1), 14910. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71212-6> (in English)
14. Parpiev, M. P., Kamardin, A. I., Simonov, A. A., & Odinaev, M. I. (2020). Development of a method of pre-sowing treatment of cotton seeds with ozone. *World Journal of Pharmaceutical and Life Sciences*, 6(8), 39–43. (in English)
15. Jayatilake, P. L., & Munasinghe, H. (2020). Antimicrobial activity of cultivable endophytic and rhizosphere fungi associated with “Mile-a-Minute,” *Mikania cordata* (Asteraceae). *BioMed Research International*, 2020, 5292571. <https://doi.org/10.1155/2020/5292571> (in English)

16. Wang, L. L., Hu, C., & Shao, L. Q. (2017). The antimicrobial activity of nanoparticles: Present situation and prospects for the future. *International Journal of Nanomedicine*, 12, 1227–1249. <https://doi.org/10.2147/IJN.S121956> (in English)

ƏDƏBİYYAT

1. Abbasova, L., & Şəfiyeva, S. (2025, November 18–19). İnteqrasiya olunmuş ekoloji məsuliyyət prinsiplərinin biotexnologiya və biotibbi ixtisaslı mütəxəssislərin hazırlanmasında rolu. In “Coğrafi ekologiya: nəzəriyyə, metodologiya və praktika” mövzusunda Respublika elmi konfransı (pp. 285–286). Bakı Dövlət Universiteti.
2. Зубова, Р. А. (2017). *Обоснование режимов предпосевной обработки семян с твердой оболочкой ультразвуком и электромагнитным полем сверхвысокой частоты* (Автореф. дис. канд. техн. наук). Барнаул, с.13–14.
3. Зухриддинова, Н., Патгаева, М., Азимова, Н., & Хамидов, Д. (2021). Влияние микромицетов, выделенных из ризосферы растений, на рост и развитие проростков пшеницы. In Секция «Сельскохозяйственная биотехнология» (pp. 121–126). Институт микробиологии АН РУз, с.121-126.
4. Коршикова, Ю. И. (2019). *Фитотерапия (по материалам лекций)*. Москва, 487с.
5. Мехринигори, Б., Гиясов, Т. Д., & Мирзорахимов, К. К. (2019). Определение антиоксидантной активности гиссарского сорта растения хлопчатника. *Вестник педагогического университета (Естественные науки)*, 231–234.
6. Тимохина, А. С., Лупанова, И. А., Мизина, П. Г., & Фатеева, Т. В. (2024). Проблемы определения антимикробной активности лекарственных растительных средств и методы их решения. *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*, 27(5), 39–79.
7. Baazeem, A., Almanea, A., Manikandan, P., Alorabi, M., Vijayaraghavan, P., & Abdel-Hadi, A. (2021). In vitro antibacterial, antifungal, nematocidal and growth promoting activities of *Trichoderma hamatum* FB10 and its secondary metabolites. *Journal of Fungi*, 7(5), 331. <https://doi.org/10.3390/jof7050331>
8. He, C., Zhang, M. M., Li, X., & He, X. (2023). Seasonal dynamics of phyllosphere epiphytic microbial communities of medicinal plants in farmland environment. *Frontiers in Plant Science*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1328586>
9. Jangid, H., Ray, A., Sekar, S. K. R., & Kumar, G. (2026). In vitro and in silico antimicrobial activity of *Aspergillus niger* HG3 against carbapenem-resistant *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* and their antioxidant potential. *Discover Applied Sciences*, 8, 133. <https://doi.org/10.1007/s42452-025-08070-2>
10. Mancuso, G., De Gaetano, S., Midiri, A., Zummo, S., & Biondo, C. (2023). The challenge of overcoming antibiotic resistance in carbapenem-resistant gram-negative bacteria: “Attack on Titan.” *Microorganisms*, 11(8), 1912. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11081912>
11. Li, H., Fu, Y., & Song, F. (2023). Marine *Aspergillus*: A treasure trove of antimicrobial compounds. *Marine Drugs*, 21(5), 277. <https://doi.org/10.3390/md21050277>
12. Mosquera, W. G., Criado, L. Y., & Guerra, B. E. (2020). Antimicrobial activity of endophytic fungi from the medicinal plants *Mammea americana* (Calophyllaceae) and *Moringa oleifera* (Moringaceae). *Biomédica*, 40(1), 55–71. <https://doi.org/10.7705/biomedica.4644>
13. Nekkab, N., Crépey, P., Astagneau, P., Opatowski, L., & Temime, L. (2020). Assessing the role of inter-facility patient transfer in the spread of carbapenemase-producing enterobacteriaceae: The case of France between 2012 and 2015. *Scientific Reports*, 10(1), 14910. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71212-6>

14. Parpiev, M. P., Kamardin, A. I., Simonov, A. A., & Odinaev, M. I. (2020). Development of a method of pre-sowing treatment of cotton seeds with ozone. *World Journal of Pharmaceutical and Life Sciences*, 6(8), 39–43.
15. Jayatilake, P. L., & Munasinghe, H. (2020). Antimicrobial activity of cultivable endophytic and rhizosphere fungi associated with “Mile-a-Minute,” *Mikania cordata* (Asteraceae). *BioMed Research International*, 2020, 5292571. <https://doi.org/10.1155/2020/5292571>
16. Wang, L. L., Hu, C., & Shao, L. Q. (2017). The antimicrobial activity of nanoparticles: Present situation and prospects for the future. *International Journal of Nanomedicine*, 12, 1227–1249. <https://doi.org/10.2147/IJN.S121956>