

БИОТЕХНОЛОГИИ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

МПНТИ 65.33.03, 65.33.29
https://doi.org/10.53939/1560-5655_2025_4_6

**Zaynitdinova L.I.¹, Lazutin N.A.¹, Juraeva R.N.¹, Khegay T.B.¹,
Ergashev R.B.¹**

¹Institute of Microbiology, Academy of Sciences of the Republic of
Uzbekistan, Tashkent c., Uzbekistan

CREATION OF A COLLECTION OF REPRESENTATIVE CULTURES OF MICROORGANISMS OF TASHKENT BIOTOPES BASED ON A SURVEY OF THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC LOAD ON THE MICROBIOME OF THE URBAN ENVIRONMENT

Abstract. A microbiological survey of the snow cover in Tashkent was conducted. The chemical and microbiological parameters of samples with varying degrees of contamination were determined. It was demonstrated that contaminated samples exhibited higher microbial colonization compared to uncontaminated ones. The microbiological examination of the Chirchik River basin in Tashkent and the Tashkent region revealed the presence of a total number of microorganisms reaching up to 6.0×10^3 , including up to 1.0×10^2 coliform bacteria. The microbiological analysis of soil samples from roadside areas and recreational zones in Tashkent indicated a diversity of identified microbiocenoses, which significantly influence their activity and development in the context of impending urbanization. The microbiological survey highlighted changes in the qualitative composition of soil microbiocenoses in the city, particularly those located at short distances from transport systems. The most representative cultures from the roadside and recreational zones of Tashkent have been identified and characterized, along with their physiological and biochemical indicators. These microorganisms have been classified down to the species level based on morphological features and certain physiological-biochemical characteristics, with confirmation provided through Maldi Tof analysis. A collection has been established comprising the most representative strains of microorganisms from various ecosystems in Tashkent and the Tashkent region, which includes 23 strains of bacteria, 2 strains of actinomycetes, and 3 strains of microscopic fungi, all possessing significant industrial value. This collection may serve as a valuable resource for the study and further utilization of these microorganisms.

Keywords: biodiversity, bacterial community, temperature, urban river network, urban soils, snow cover microbiome, anthropogenic impact.

Introduction. Urban soil represents a unique ecosystem in which various microorganisms, including bacteria, fungi, and archaea, interact. Research indicates that urban conditions can significantly influence the structure of microbial communities, their functions, and biodiversity. Anthropogenic factors, such as pollution, urban development, and waste management systems, have a profound impact on microbial species. For instance, studies demonstrate that intense pollution can lead to a

reduction in species diversity and alterations in community structure [1]. In urban soil fulfill crucial roles, such as the decomposition of organic matter and the maintenance of nutrient cycling. Their diversity is linked to soil health and the resilience of the urban ecosystem. Investigating microorganisms in urban environments contributes to the development of strategies for ecosystem restoration and enhancing resilience in the face of global changes [2].

Urban rivers are typically subject to significant pollution, which impacts the biodiversity of microorganisms. Hydrological changes and anthropogenic factors, such as wastewater and precipitation, lead to alterations in the composition of microorganisms within these rivers. For instance, studies indicate that pollution may result in the dominance of pathogenic microorganisms [3]. The functional structure of microbial communities in rivers is determined by the availability of resources and the level of pollution. Certain groups of microorganisms may exhibit heightened sensitivity to environmental changes, reflecting the overall state of the ecosystem [4]. Microorganisms in rivers play a critical role in processes such as biodegradation, transformation of organic matter, and nutrient assimilation. These processes are vital for maintaining the health of ecosystems [5].

Uzbekistan is currently undergoing a rapid process of urbanization. In this context, significant attention should be devoted to the study of urban biodiversity, as the investigation of the above-ground biodiversity of cities will provide individuals with a foundation for understanding the impact of urbanization on biodiversity. On one hand, the study of urban biodiversity plays a positive role in understanding and conserving biodiversity; on the other hand, it provides a theoretical basis for the development of urban ecology. Urbanization is one of the primary causes of biodiversity loss and homogenization; however, due to the functional diversity of microorganisms and the complexity of the urban environment, the influence of urbanization on the microbial diversity of various ecological niches requires detailed research.

The study of the spatial distribution and characteristics of bacteria that are resilient to changing urban environmental conditions in urban soils allows for an investigation into the role of soil microbial diversity in the enhancement of urban areas and the maintenance of urban soil. Furthermore, it serves as a valuable resource for the isolation and characterization of microorganisms with unique properties. The research in this area will facilitate the establishment of a foundation for the future application of the microorganisms within the created collection as biopreparations for various needs. The abundance and diversity of the planet's inhabitants correspond to the variety of ecological niches in biogeocoenoses. Millions of biological species represent a fundamental resource and the basis for the resilience (homeostasis) of the biosphere. The species diversity of microorganisms is a primary characteristic of the structure and properties of ecosystems.

The conservation of biodiversity, including microbial biodiversity, is an urgent task of contemporary relevance. This is particularly pressing given that anthropogenic impacts on natural ecosystems have led to the extinction of numerous species and alterations in the structural indicators of microbial biocenoses, resulting in their further transformation. This process has accelerated catastrophically

in the 20th century, leading to a loss of resilience in individual ecosystems and in the biosphere as a whole. This underscores the importance of understanding and preserving the biodiversity of microorganisms within urban ecosystems.

Research Methods. The subjects of the study consisted of samples collected from various ecotopes in Tashkent, including soil, snow cover, rainwater, and the waters of the Chirchik River. Soil samples were collected in accordance with GOST 17.4.4.02-84 standards. The collection of water samples for microbiological analysis was conducted following GOST 31942-2012 standards. The study of soil samples was conducted to identify ecological-trophic groups of microorganisms (ETGMs), utilizing dilution methods on diagnostic culture media such as MPA, Chapek, Sabouraud, KAA; Ashby; Endo, and Giltay. The colonies that developed were subsequently subcultured onto appropriate media and then purified. The resulting pure cultures were identified using physiological-biochemical and morphological criteria [6]. The taxonomic identification at the genus level was performed according to the Bergey's manual of determinative bacteriology [1997]. The genus affiliation of micromycetes was determined based on morphological and cultural characteristics [7]. Species identification was carried out using the MALDI-TOF method and molecular-genetic analysis based on 16S rRNA sequencing.

Results. The snow cover, characterized by high sorptive capacity, appears to be the most informative object for detecting anthropogenic pollution not only in atmospheric precipitation but also in atmospheric air, as well as in the subsequent contamination of water and soil. Given the significance of urban ecological issues, this experimental study investigates the snow cover of Tashkent, with the aim of identifying its microbiological composition and the characteristics of chemical pollution against the backdrop of its ecological-geochemical condition. For the analyses, three zones of Tashkent were identified, each exhibiting different levels of anthropogenic impact:

Sidewalks – influenced by human activity,

Roadways, Untouched samples (pristine snow in a garden) (Table 1).

Table 1 - Microbiological Analysis and Characteristics of Snow Samples in Tashkent

#	Coordinates of the sampling location	snow t, °C	pH	MPa	Chapek	Endo	Sabouraud	KAA
1	41°19'27.38"N 69°15'35.5"E	-4,0	4,0	7,5 CFU/ mL	2,7×10 ¹	-	2 CFU/ mL	-
2	41°19'28.19"N 69°15'33.35"E	-9,0	4,0	3,3×10 ⁵	1,5×10 ⁵	8,5×10 ¹	5×10 ²	6,45×10 ²
3	41°19'21.4"N 69°15'40.31"E	-6,0	4,0	3,5 CFU/ mL	1,3×10 ¹	-	1 CFU/ mL	-

Analyzing the microbial composition of snow cover samples, it is important to note that the indicators exhibit significant variability. The results obtained indicate that the sampling location has a profound impact on both the qualitative and quantitative composition of the microbiota. The maximum diversity of microorganisms was observed in samples taken from the roadside, where their concentration reached up to 10^5 CFU/ml. In contrast, in cleaner locations, the concentration of microbial cells was considerably lower, not exceeding 10^1 - 10^2 CFU/ml (Table 1).

It is known that high anthropogenic load poses a potential threat to water quality and disrupts conditions for water use, increasing the risk of intestinal infections and intoxications among the population due to the influx of wastewater containing pathogenic microorganisms, pesticides, heavy metals, and other pollutants. The ecological situation in the Republic of Uzbekistan in recent years has emerged as a problem of regional and national significance, which is significantly reflected in the condition of natural water bodies in the city of Tashkent, particularly the Chirchik River – the primary watercourse of the city that serves as a source for domestic, drinking, and recreational water use for the population. The Chirchik River is classified as fresh surface flowing water. A substantial discharge of pollutants into the surrounding natural environment through wastewater is primarily attributed to the ineffective operation of wastewater treatment facilities, exacerbated by the overall ecological conditions. Samples were collected along the course of the Chirchik River as it flows through Tashkent: Sample 1 (the channel bed of the Anhor Canal, near the Monument to Courage); Sample 2 (the bed of the Chirchik River, in the industrial zone of Sergeli); Sample 3 (the bed of the Chirchik River, at the Gazalkent hydro junction); Sample 4 (the pond in the Chirchik Forestry). According to the results of the study on the water from the Chirchik River, microorganisms belonging to all examined groups were identified, except for sulfate-reducing bacteria (Table 2).

Table 2 - Microbiological Analysis of Water from the Chirchik River, Tashkent

#	Coordinates of the sampling location	t, °C	pH	MPa	Endo	MPB	Giltay	Chapek	Postgate
1	41°19'25.26"N 69°16'16.18"E	+14,0	6,0	$1,25 \times 10^4$	4,5 CFU/ mL	$2,5 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$	$0,5 \times 10^1$	-
2	41°11'09.87"N 69°14'56.12"E	+19,0	5,0	$1,16 \times 10^5$	$1,0 \times 10^2$	$6,0 \times 10^3$	$6,0 \times 10^1$	-	-
3	41°24'53.38"N 69°35'21.42"E	+17,0	6,0	$3,45 \times 10^3$	$4,0 \times 10^1$	$2,5 \times 10^2$	$6,0 \times 10^1$	1 CFU/ mL	-
4	41°22'36.33"N 69°31'29.26"E	+23,0	5,0	$6,15 \times 10^4$	-	$2,5 \times 10^3$	-	-	-

Analyzing the data obtained from the microbiological examination of soil samples in Tashkent, which have been subjected to varying degrees of anthropogenic impact, it has been revealed that the microbial communities in the investigated samples exhibit a number of distinct characteristics. Compared to the soils in park areas (samples 3, 4, 5, 7), the roadside urban soils (samples 1, 2, 6) showed a reduced content of fungal mycelium, which are the primary soil-forming organisms responsible for the decomposition of organic matter (Table 3).

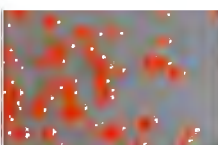
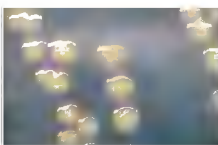
Table 3 - Microbiological Analysis of Soils in the Territory of Tashkent

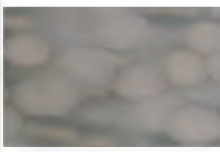
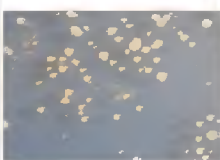
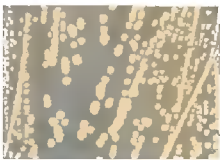
#	Coliform bacteria	Denitrifiers	Oligonitro-philic	Nitrifiers	Sulfate re-ducers	Saprophytes	MPA+ wort	Ammonifiers
1	-	$1,3 \times 10^3$	$3,9 \times 10^6$	$2,5 \times 10^3$	10^1	$5,9 \times 10^5$	-	10^1
2	10^1	$2,0 \times 10^4$	$3,1 \times 10^6$	-	$2,5 \times 10^1$	$1,35 \times 10^6$	$5,2 \times 10^4$	$2,5 \times 10^2$
3	-	$6,0 \times 10^2$	$6,1 \times 10^6$	$2,5 \times 10^3$	$2,5 \times 10^1$	$8,2 \times 10^5$	$3,2 \times 10^4$	$2,5 \times 10^3$
4	$6,0 \times 10^1$	$1,3 \times 10^4$	$8,1 \times 10^6$	-	$2,5 \times 10^1$	$1,22 \times 10^6$	$7,0 \times 10^4$	-
5	-	$2,5 \times 10^2$	$1,15 \times 10^6$	$2,5 \times 10^3$	10^1	$4,4 \times 10^5$	$3,2 \times 10^4$	$2,5 \times 10^2$
6	-	$6,0 \times 10^2$	$5,35 \times 10^6$	$2,5 \times 10^3$	-	$3,6 \times 10^6$	$3,6 \times 10^5$	$2,5 \times 10^3$
7	$1,5 \times 10^1$	$6,0 \times 10^1$	$3,75 \times 10^6$	-	10^1	$6,7 \times 10^5$	$1,8 \times 10^5$	$5,0 \times 10^3$

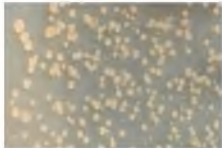
At the same time, the conditions for plant growth deteriorate. A decrease in cellulolytic microorganisms has been observed in roadside soils compared to soils in recreational areas, which possess a higher plant biomass, in accordance with the data provided by the authors [8-11]. As a result of the survey of the eco-niches in Tashkent, a collection of the most representative species of microorganisms has been established, which may serve as a valuable resource for the study and further utilization of the obtained strains (Table 4).

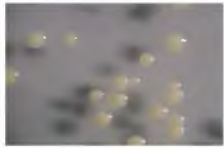
Table 4 - Brief Characteristics of Representative Microorganism Species in the Ecosystem of Tashkent City

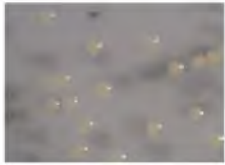
#	Strain Name	Location and Date of Isolation	Brief Description	Photo	Biotechnological Potential
1	Bacillus licheniformis	Tashkent c., soil, 2022	Gram-positive mesophilic bacterium, measuring 2-3 μm . The optimal growth temperature is $+50^\circ\text{C}$.		One of the most significant bacteria in the production of industrial enzymes – alkaline serine protease and alpha-amylase.

2	Bacillus simplex	Tashkent c., soil, 2022	Gram-variable, motile, spore-forming rod-shaped bacterium, with a diameter of 0.7-0.9 μm . The optimal growth temperature is 25-37°		Possesses the potential to enhance crop yield and plant growth.
3	Bacillus cereus	Tashkent c., soil, 2022	Gram-positive motile spore-forming rod, measuring 1x3-4 μm . Chemoorganotrophic. The optimal temperature is 30-32°C.		Indicator test organism for the food industry.
4	Pantoea agglomerans	Tashkent c., soil, 2022	Gram-negative motile aerobic bacterium, measuring 0.5-1x1-3 μm . The optimal growth temperature is 28-30°C.		Competitor of phytopathogens, antibiotic producer; certain products may serve as preservatives.
5	Serratia marcescens	Tashkent c., soil, 2022	Straight, motile (peritrichous) Gram-negative rods measuring 0.9-2.0 by 0.5-0.8 μm . The optimal growth temperature ranges from 25 to 30°C.		Exhibits antimicrobial properties due to the pigment prodigiosin.
6	Listeria grayi	Tashkent c., soil, 2022	Gram-positive, non-spore-forming, non-hemolytic, facultatively anaerobic, motile bacteria measuring 0.4-0.5 by 0.5-2.0 μm . The temperature range for growth is from +3 to +45°C.		Not considered a pathogen for humans and animals.
7	Stenotrophomonas maltophilia	Tashkent c., soil, 2022	Motile, Gram-negative rod-shaped bacteria measuring 0.4-0.7 by 0.7-1.8 μm . The optimal growth temperature is between 32 and 35°C.		Acts as a growth stimulator for tomatoes under salt stress conditions.

8	<i>Achromobacter piechaudii</i>	Tashkent c., soil, 2022	Rod-shaped, motile, aerobic Gram-negative bacteria measuring 0.8–1.2 by 2.5–3.0 μm . The optimal growth temperature is between 30 and 35°C.		Promotes plant growth through the production of indole-3-acetic acid (IAA) and ACC deaminase.
9	<i>Bacillus mycoides</i>	Tashkent c., soil, 2022	Gram-positive, non-motile rods measuring 1.0–1.2 by 3.0–5.0 μm . The temperature range for growth is from +10 to +40°C.		Considered as an active ingredient in plant protection products.
10	<i>Pseudomonas putida</i>	Tashkent c., soil, 2022	Gram-negative motile rods, occurring in pairs, measuring 0.2–0.6 μm , aerobic, capable of producing the pigment pyoverdine. The optimal growth temperature ranges from 28 to 30°C.		Can be utilized as a biodestructor of oil and polystyrene.
11	<i>Pseudomonas trivialis</i>	Tashkent c., soil, 2022	A fluorescent gram-negative mesophilic motile bacterium, with dimensions of 0.8 x 1.6–3.3 μm . The optimal growth temperature is between 28 and 37°C.		Acts as a plant growth stimulant.
12	<i>Pseudomonas stutzeri</i>	Tashkent c., soil, 2022	A gram-negative non-spore-forming rod-shaped bacterium, typically measuring 1–3 μm in length and 0.5–0.8 μm in width. The optimal growth temperature is between 30 and 32°C.		Capable of reducing metals and degrading hydrocarbons.
13	<i>Bacillus</i> sp. [4] CICC 23999-CICC	Tashkent c., snow cover, 2023	Straight rods with rounded ends, weakly motile, measuring 1–1.23–10 μm , occurring in chains of 1-2, with chains extending up to 7. Gram-positive		Grows well at 45°C. Capable of producing thermostable esterase.

14	<i>Bacillus muralis</i>	Tashkent c., snow cover, 2023	The organism is characterized by straight rods measuring 0.7-0.8 μm in diameter. It is gram-variable, with motile single cells and non-motile cells when arranged in chains. The endospores are ellipsoidal in shape and are positioned centrally or paracentrally. The optimal growth temperature ranges from +20 to +30°C.		This organism exhibits resistance to 15% NaCl concentration and is an indole producer.
15	<i>Psychrobacter immobilis</i>	Tashkent c., snow cover, 2023	This is a non-motile gram-negative coccobacillus, measuring 0.4-1.8 by 0.4-1.6 μm . The temperature range for growth spans from -10 to +42°C.		It is known to produce lipase and esterase.
16	<i>Bacillus pumilus</i>	Tashkent c., rainwater, 2023	The organism consists of small straight rods (approximately 0.7 μm) with rounded ends, typically found alone or in pairs, and less frequently in chains. Spore formation occurs according to the bacillary type. It is gram-positive, with an optimal growth temperature of +37°C.		This organism produces gibberellins and indole-3-acetic acid (IAA) and is capable of phosphate solubilization.

17	<i>Pseudomonas chlororaphis</i>	Tashkent Region, mountain river water, 2023	This organism features motile rods with polar flagella, measuring 1-1.5 by 1.5-2.5 μm , exhibiting greenish fluorescence. The optimal growth temperature is +28°C.		It is known to produce antibiotics and serves as a biodestructor of organic compounds, making it suitable for phytoremediation of soils.
18	<i>Staphylococcus hominis</i>	Tashkent Region, mountain river water, 2023	Gram-positive cocci, typically measuring between 1.2 to 1.4 μm in diameter. The optimal temperature for growth ranges from 30 to 37°C.		They may cause infections in patients with compromised immune systems.
19	<i>Bacillus subtilis</i>	Tashkent Region, mountain soil, 2023	A species of gram-positive spore-forming aerobic bacteria, measuring 0.7x2-8 μm . The temperature range for growth is from 5°C to 45°C.		It can act as an antagonist to pathogens and is capable of producing antibiotics, amino acids, vitamins, and other substances.
20	<i>Acinetobacter johnsonii</i>	Tashkent Region, Chirchik River water, 2023	Gram-negative short, plump rods measuring 1.0-1.5x1.5-2.5 μm . The optimal temperature for growth is between 33 to 35°C.		It can be utilized for the degradation of pesticides.
21	<i>Pseudomonas putida</i>	Tashkent Region, Chirchik River water, 2023	Gram-negative motile non-spore-forming single rods measuring 0.2-0.3x0.5-0.8 μm . The optimal temperature for growth is 30°C.		It is applied in bioremediation and as a biodegrader of petroleum products.

22	Lactobacillus murinus	Tashkent Region, Chirchik River water, 2023	Gram-positive, non-motile rods that often form chains, measuring 0.8-1.0 x 2.0-4.0 μm . The optimal temperature for growth is +30°C.		A broad-spectrum probiotic.
23	Acinetobacter bohemicus	Tashkent Region, Chirchik River water, 2023	Gram-negative, strictly aerobic, non-motile coccobacilli, measuring 1.0-1.5 x 1.5-2.5 μm . The optimal temperature for growth is +25-32°C.		They may be responsible for various infectious processes.
24	Trichoderma afroharzianum	Tashkent c., soil, 2022	Colony color is green, with smooth colony edges; conidia are subglobose to ovoid in shape, measuring 3.1-3.4 μm . The shape of the phialide ranges from lageniform to ampulliform, measuring 3.9-7.2 μm .		They play a key role in microbial communities and are utilized in various fields of agriculture and biotechnology.

Conclusion and Recommendations. Thus, the issue of maintaining and protecting microbial diversity within urban ecosystems presents significant challenges that require attention. These include: the impact of anthropogenic factors and ecological changes on the multifunctionality of the microbial ecosystem, the relationship between microbial diversity and human health, as well as the potential for utilizing the valuable properties of microorganisms for human needs. It is particularly noteworthy to emphasize the efforts directed towards isolating the most representative cultures, determining their biotechnological potential, and establishing a collection of the most representative species of microorganisms from various ecosystems in Tashkent and the Tashkent region. This collection comprises 23 strains of bacteria, 2 strains of actinomycetes, and 3 strains of microscopic fungi. All isolated microorganisms possess specific industrial significance, which can serve as a valuable resource for further study and eventual application of the obtained microorganisms.

Scope of Research Application. The collection of the most representative species of microorganisms, created as a result of the survey of various ecosystems in Tashkent, can serve as a valuable resource for studying and further utilizing the obtained strains across various sectors. It may also provide a significant source for the development of biopreparations with a broad spectrum of action.

Source of Research Funding. The research was conducted with funding from the state budget allocated to the Laboratory of Microbial Biodiversity at the Institute of Microbiology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan.

References

- 1 McKinney M.L. Urbanization, Biodiversity, and Conservation. // *BioScience*, Volume 52, Issue 10, 2002, Pages 883–890, [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0883:UBAC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0883:UBAC]2.0.CO;2)
- 2 Gorovtsov A.V., Rajput V.D., Pulikova E., et al. Soil Microbial Communities in Urban Environment // Chapter In book: *Advances in Environmental Research*, Volume 76, Publisher: Nova Science USA, 2020.
- 3 Li X., Zheng H., Li M., Huang J., Sun J. Bacterial Community and Its Response to Environmental Factors in River Sediments from Downtown of Tianjin, China // *Pol. J. Environ. Stud.* Vol. 30, No. 5 (2021), 4059–4068 <https://doi.org/10.15244/pjoes/129691>
- 4 Zhang F., Zhang H., Yuan Y., Liu D., Zhu Ch., Zheng D., Li G., We Y. Different response of bacterial community to the changes of nutrients and pollutants in sediments from an urban river network // *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, Volume 14, article number 28, (2020) <https://doi.org/10.1007/s11783-019-1207-3>
- 5 Aboh A., Diversity M.: Values and Roles in Ecosystems // *Asian journal of biology*, 2020.
- 6 Netrusov A.I., Egorova M.A., Zaxarchuk L.M., Kolotilova N.N. *Praktikum po mikrobiologii. // Uchebnoe posobie dlya studentov vy'sshix uchebny'x zavedenij.* - M.: Akademiya, 2005. - 608 c.
- 7 Satton D., Fotergill A., Rinal'di M. *Opredelitel' patogenny'x i uslovno patogenny'x gribov: perevod s anglijskogo.* M.: Mir, 2001, 486 s.
- 8 Artamonova V.S. Osobennosti mikrobiologicheskix svojstv pochv urbanizirovanny'x territorij // *Sibirskij e'kologicheskij zhurnal.* – 2002. – T. 9. – №. 3. – S. 349-354.
- 9 Burdon F.J., Bai Y., Reyes M., Stamm Ch. Stream microbial communities and ecosystem functioning show complex responses to multiple stressors in wastewater // *Global Change Biology*, 2020. <https://doi.org/10.1111/gcb.15302>
- 10 Monaco P., Baldoni A., Naclerio G., Bucci A. Impact of Plant-Microbe Interactions with a Focus on Poorly Investigated Urban Ecosystems-A Review // *Microorganisms*, 2024, 12(7):1276 <https://doi.org/10.3390/microorganisms12071276>
- 11 *Opredelitel' bakterij Berdzhii.* Izdanie v 2 t. s il. Pod red. Xoul't Dzh. Per. s angl. Zavarzin G.A., M.: «Mir», 1997, 799 s.

**Зайнитдинова Л.И.¹, Лазутин Н.А.¹, Жураева Р.Н.¹, Хегай Т.Б.¹,
Эргашев Р.Б.¹**

¹Ўзбекистон Республикасы Ғылым академиясының микробиология институты, Ташкент қ.,
Ўзбекистон

ҚАЛАЛЫҚ ОРТАНЫҢ МИКРОБИОМЫНА АНТРОПОГЕНДІК ЖҮКТЕМЕНІҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ НЕГІЗІНДЕ ТАШКЕНТ ҚАЛАСЫ МИКРООРГАНИЗМ-ДЕРІНІҢ ТІРШІЛІК ОРТАСЫНЫҢ ТАНЫСТЫРМАЛЫ ДАҚЫЛДАРЫНЫҢ КОЛЛЕКЦИЯСЫН ЖАСАУ

Түйіндеме. Ташкент қаласында қар жамылғысына микробиологиялық тексеру жүргізілді. Ластану дәрежесі әртүрлі сынамалардың химиялық және микробиологиялық көрсеткіштері анықталды. Ластанған сынамалардың таза үлгілермен салыстырғанда микробтық тозандануы жоғары екендігі көрсетілген. Чирчик өзенінің арнасын, Ташкент қаласын және Ташкент облысын микробиологиялық зерттеу $6,0 \times 10^3$ дейін, оның ішінде $1,0 \times 10^2$ бгкп дейін *E. coli* тобының бактерияларының бар екенін көрсетті. Ташкент қала-

сының жол бойындағы аумақтары мен рекреациялық аймақтарының топырақ үлгілеріне жүргізілген микробиологиялық зерттеу нәтижесінде олардың белсенділігі мен дамып келе жатқан урбаногенездегі дамуын анықтайтын анықталған микробиоценоздардың алуан түрлілігі анықталды. Микробиологиялық зерттеу қала топырақтарының, әсіресе көлік жүйелерінен қысқа қашықтықта орналасқан микробиоценоздарының сапалық құрамының өзгеруін анықтады. Ташкент қаласының жол бойындағы және рекреациялық аймақтарының неғұрлым таныстырмалы дақылдары айқындалып, сипатталды және олардың физиологиялық-биохимиялық көрсеткіштері анықталды. Бұл микроорганизмдер морфологиялық және кейбір физиологиялық-биохимиялық белгілері бойынша түріне дейін анықталды және Maldi Tof талдауымен расталды. Ташкент қаласы мен Ташкент облысындағы әртүрлі эконіш микроорганизмдерінің ең танымал түрлерінің жинағы құрылды, оның ішінде бактериялардың 23 штаммы, актиномицеттердің 2 штаммы және микроскопиялық саңырауқұлақтардың 3 штаммы бар. Олар белгілі бір өндірістік құндылыққа ие, сондықтан алынған микроорганизмдерді зерттеу және одан әрі пайдалану үшін құнды дереккөз бол алады.

Түйін сөздер: биоәртүрлілік, бактериялық қауымдастық, температура, қалалық өзен желісі, қалалық топырақ, қар жамылғысының микробиомы, антропогендік әсер.

**Зайнитдинова Л.И.¹, Лазутин Н.А.¹, Жураева Р.Н.¹, Хегай Т.Б.¹,
Эргашев Р.Б.¹**

¹Институт микробиологии АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан

СОЗДАНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ПРЕДСТАВИТЕЛЬНЫХ КУЛЬТУР МИКРООРГАНИЗМОВ БИОТОПОВ Г. ТАШКЕНТА НА БАЗЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА МИКРОБИОМ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Аннотация. Проведено микробиологическое обследование снежного покрова в г. Ташкент. Определены химические и микробиологические показатели проб с различной степенью загрязнений. Показано, что загрязненные пробы имеют большее микробное обсеменение, по сравнению с чистыми. Микробиологическое обследование русла р. Чирчик, г. Ташкент и Ташкентской области показало присутствие общего числа микроорганизмов в них до $6,0 \times 10^3$, в том числе до $1,0 \times 10^2$ БГКП. Проведенные микробиологическое обследование исследуемых образцов почвы придорожных территорий и рекреационных зон г. Ташкента показали разнообразие выявленных микробиоценозов, которые во многом определяют их активность и развитие в наступающем урбаногенезе. Микробиологическое обследование выявило изменение качественного состава микробиоценозов почв города, особенно расположенных на небольших расстояниях от транспортных систем. Выделены и охарактеризованы наиболее представительные культуры придорожных и рекреационных зон г. Ташкента и установлены их физиолого-биохимические показатели. Данные микроорганизмы определены до видовой принадлежности по морфологическим и некоторым физиолого-биохимическим признакам и подтверждены анализом Maldi Tof. Создана коллекция наиболее представительных видов микроорганизмов различных эконіш г. Ташкент и Ташкентской области, включающая 23 штамма бактерий, 2 штамма актиномицетов и 3 штамма микроскопических грибов, имеющих определённую промышленную ценность, которая может служить ценным источником для изучения и дальнейшего использования полученных микроорганизмов.

Ключевые слова: биоразнообразие, бактериальное сообщество, температура, городская речная сеть, городские почвы, микробиом снежного покрова, антропогенное воздействие.

Information about the authors

Zainitdinova Lyudmila Ibrakhimovna – Doctor of Biological Sciences, Professor, Institute of Microbiology, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent c., Uzbekistan, zajn-lyudmila@yandex.ru

Lazutin Nikolay Anatolyevich – Candidate of Biological Sciences, Institute of Microbiology, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent c., Uzbekistan, nickolaz@bk.ru

Zhurayeva Rohila Nazarovna – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Institute of Microbiology, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent c., Uzbekistan, roxila14@mail.ru

Khegay Tatyana Bronislavovna – employee, Institute of Microbiology, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent c., Uzbekistan, tt75@bk.ru

Ergashev Rustambek Bakhtiyor ugli – employee, Institute of Microbiology, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent c., Uzbekistan, rustambek_5889@mail.ru

Авторлар туралы маълумоттер

Зайнитдинова Людмила Ибрахимовна – биология ғылымдарының докторы, профессор, Ўзбекистан Республикасы Ғылым академиясының микробиология институты, Ташкент қ., Ўзбекистан, zajnlyudmila@yandex.ru

Лазутин Николай Анатольевич – биология ғылымдарының кандидаты, Ўзбекистан Республикасы Ғылым академиясының микробиология институты, Ташкент қ., Ўзбекистан, nickolaz@bk.ru

Жураева Рохила Назаровна – биология ғылымдарының кандидаты, Ўзбекистан Республикасы Ғылым академиясының микробиология институты, Ташкент қ., Ўзбекистан, roxila-14@mail.ru

Хегай Татьяна Брониславовна – қызметкер, Ўзбекистан Республикасы Ғылым академиясының микробиология институты, Ташкент қ., Ўзбекистан, tt75@bk.ru

Эргашев Рустамбек Бахтиер угли – қызметкер, Ўзбекистан Республикасы Ғылым академиясының микробиология институты, Ташкент қ., Ўзбекистан, rustambek_5889@mail.ru

Сведения об авторах

Зайнитдинова Людмила Ибрахимовна – доктор биологических наук, профессор, Институт микробиологии АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан, zajn-lyudmila@yandex.ru

Лазутин Николай Анатольевич – кандидат биологических наук, Институт микробиологии АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан, nickolaz@bk.ru

Жураева Рохила Назаровна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Институт микробиологии АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан, roxila14@mail.ru

Хегай Татьяна Брониславовна – сотрудник, Институт микробиологии АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан, tt75@bk.ru

Эргашев Рустамбек Бахтиер угли – сотрудник, Институт микробиологии АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан, rustambek_5889@mail.ru

ПЕРЕВОД СТАТЬИ / МАҚАЛАНЫҢ АУДАРМАСЫ

**Зайнитдинова Л.И.¹, Лазутин Н.А.¹, Жураева Р.Н.¹, Хегай Т.Б.¹,
Эргашев Р.Б.¹**

¹Институт микробиологии АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан

СОЗДАНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ПРЕДСТАВИТЕЛЬНЫХ КУЛЬТУР МИКРООРГАНИЗМОВ БИОТОПОВ Г. ТАШКЕНТА НА БАЗЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА МИКРОБИОМ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Аннотация. Проведено микробиологическое обследование снежного покрова в г. Ташкент. Определены химические и микробиологические показатели проб с различной степенью загрязнений. Показано, что загрязненные пробы имеют большее микробное обсеменение, по сравнению с чистыми. Микробиологическое обследование русла р. Чирчиқ, г. Ташкент и Ташкентской области показало присутствие общего числа микроорганизмов в них до $6,0 \times 10^3$, в том числе до $1,0 \times 10^2$ БГКП. Проведенное микробиологическое обследование исследуемых образцов почвы придорожных территорий и рекреационных зон г. Ташкента показали разнообразие выявленных микробиоценозов, которые во многом определяют их активность и развитие в наступающем урбанизме. Микробиологическое обследование выявило изменение качественного состава микробиоценозов почв города, особенно расположенных на небольших расстояниях от транспортных систем. Выделены и охарактеризованы наиболее представительные культуры придорожных и рекреационных зон г. Ташкента и установлены их физиолого-биохимические показатели. Данные микроорганизмы определены до видовой принадлежности по морфологическим и некоторым физиолого-биохимическим признакам и подтверждены анализом Maldi Tof. Создана коллекция наиболее представительных видов микроорганизмов различных экотипов г. Ташкент и Ташкентской области, включающая 23 штамма бактерий, 2 штамма актиномицетов и 3 штамма микроскопических грибов, имеющих определенную промышленную ценность, которая может служить ценным источником для изучения и дальнейшего использования полученных микроорганизмов.

Ключевые слова: биоразнообразие, бактериальное сообщество, температура, городская речная сеть, городские почвы, микробиом снежного покрова, антропогенное воздействие.

Введение. Городская почва является уникальной экосистемой, где происходит взаимодействие различных микроорганизмов, включая бактерии, грибы и археи. Исследования показывают, что городские условия могут значительно влиять на структуры микробных сообществ, их функции и биоразнообразие. Антропогенные факторы, такие как загрязнение, застройка и системы управления отходами, существенно влияют на виды микробов. Например, исследования показывают, что сильное загрязнение может приводить к уменьшению видового разнообразия и изменению структуры сообществ [1].

Микроорганизмы в городской почве выполняют важные функции, такие как разложение органических веществ и поддержание циклов питательных

веществ. Их разнообразие связано с состоянием почвы и устойчивостью городской экосистемы. Изучение микроорганизмов в городской среде помогает в разработке стратегий по восстановлению экосистем и повышению устойчивости в условиях глобальных изменений [2].

Городские реки, как правило, также подвержены значительному загрязнению, что оказывает влияние на биоразнообразие микроорганизмов. Гидрологические изменения и антропогенные факторы, такие как сточные воды и осадки, приводят к изменению состава микроорганизмов в реках. Например, исследования показывают, что загрязнение может приводить к доминированию патогенных микроорганизмов [3]. Функциональная структура микробных сообществ в реках определяется доступными ресурсами и уровнем загрязнения. Некоторые группы микроорганизмов могут быть более чувствительны к изменениям в среде, что отражает общее состояние экосистемы [4]. Микроорганизмы в реках играют критическую роль в процессах, таких как биоразложение, трансформация органических веществ и усвоение нутриентов. Эти процессы имеют большое значение для поддержания здоровья экосистем [5].

Узбекистан находится в процессе быстрой урбанизации. В связи с этим, изучению городского биоразнообразия должно уделяться большое внимание, а изучение наземного биоразнообразия городов даст людям основу для понимания воздействия урбанизации на биоразнообразие. Изучение городского биоразнообразия, с одной стороны, играет положительную роль в понимании и охране биоразнообразия, а с другой стороны, обеспечивает теоретическую основу для развития городской экологии. Урбанизация является одной из основных причин исчезновения и гомогенизации биоразнообразия, однако, в связи с функциональным многообразием микроорганизмов и сложностью городской среды, влияние урбанизации на микробное разнообразие различных эконис требует детальных исследований. Изучение пространственного распределения и характеристик устойчивых к изменяющимся условиям городской среды бактерий в городских почвах, позволяет изучить роль почвенного микробного разнообразия в благоустройстве населенных пунктов, и поддерживать городскую почву, а также является ценным источником для выделения и характеристики микроорганизмов, обладающих уникальными свойствами, изучение которых позволит создать базу для дальнейшего применения имеющихся в созданной коллекции микроорганизмов для использования в качестве биопрепаратов для различных нужд.

Многочисленность и разнообразие обитателей планеты соответствует разнообразию экологических ниш в биогеоценозах. Миллионы биологических видов – основной ресурс и базис устойчивости (гомеостаза) биосферы. Видовое разнообразие микроорганизмов является первой характеристикой структуры и свойств экосистем. Кроме этого, структурное разнообразие, характеризующее множество микроместообитаний и экологических ниш, и генетическое разнообразие внутри популяций являются важными показателями для формирования адаптационных возможностей экосистемы. Охрана биоразнообразия в том числе микробного биоразнообразия является

актуальнейшей задачей современности, так как в связи с техногенными воздействиями на природные экосистемы многие виды вымирают и сменяются структурные показатели микробного биоценоза, что ведет к его дальнейшему преобразованию. Этот процесс катастрофически ускорился в XX веке и ведет к потере устойчивости отдельных экосистем и биосферы в целом. Это подчеркивает важность понимания и охраны биоразнообразия микроорганизмов в городских экосистемах.

Методы исследований. Объектами исследований служили пробы, отобранные из различных экотопов г. Ташкент: почва, снежный покров, дождевые воды, воды реки Чирчик.

Отбор проб почв проводили согласно ГОСТ 17.4.4.02-84. Отбор проб водных образцов для микробиологического анализа проводили согласно ГОСТ 31942-2012.

Исследование почвенных образцов проводили на наличие эколого-трофических групп микроорганизмов (ЭКТГМ) и проводили методом разведений на диагностических питательных средах МПБ, Чапека, Сабуро, КАА, Эшби, Эндо, Гильтая. Выросшие колонии пересеивались на соответствующие среды, затем расчищались. Полученные чистые культуры идентифицировали с использованием физиолого-биохимических и морфологических показателей [6]. Родовую идентификацию проводили согласно определителю бактерий Берджи [1997]. Родовую принадлежность микромицетов определяли по морфологическим и культуральным признакам [7]. Видовую идентификацию проводили с использованием метода малди тоф и молекулярно-генетическим анализом на основе анализа 16S рРНК.

Результаты. Снежный покров, обладающий высокой сорбционной способностью, представляется наиболее информативным объектом при выявлении техногенного загрязнения не только атмосферных осадков, но и атмосферного воздуха, а также последующего загрязнения вод и почв. С учетом значимости экологических проблем городов, в данной экспериментальной работе изучен снежный покров г. Ташкент, с целью выявления его микробиологического состава и особенностей химического загрязнения на фоне его эколого-геохимического состояния. Для проведения анализов были определены 3 зоны г. Ташкента, имеющие различную степень антропогенной нагрузки:

1. тротуары – человеческий фактор,
2. автотрассы,
3. чистые пробы (нетронутый снег (в саду) (таблица 1).

Таблица 1- Микробиологический анализ и характеристика проб снега на территории г. Ташкент

№	Координаты места отбора проб	t снега, °C	pH	МПА	Чапека	Эндо	Сабуро	КАА
1	41°19'27.38"-N 69°15'35.5"-E	-4,0	4,0	7,5 КОЕ/ мл	2,7×10 ¹	-	2 КОЕ/ мл	-
2	41°19'28.19"-N 69°15'33.35"-E	-9,0	4,0	3,3×10 ⁵	1,5×10 ⁵	8,5×10 ¹	5×10 ²	6,45×10 ²
3	41°19'21.4"-N 69°15'40.31"-E	-6,0	4,0	3,5 КОЕ/ мл	1,3×10 ¹	-	1 КОЕ/ мл	-

Анализируя микробный состав проб снежного покрова, следует отметить, что показатели значительно варьируют. Полученные результаты свидетельствуют о том, что место отбора образцов сильно влияет на качественный и количественный состав микробиоты. Максимальное разнообразие микроорганизмов было выявлено в пробе с обочины проезжей части, их количество достигало до 10⁵ КОЕ/мл тогда как в более чистых локациях концентрация клеток микроорганизмов была значительно ниже и не превышало 10¹-10² КОЕ/мл (таблица 1).

Известно, что высокая антропогенная нагрузка обуславливает потенциальную опасность ухудшения качества воды и нарушения условий водопользования, повышает риск возникновения кишечных инфекций и интоксикаций у населения в связи с поступлением сточных вод, содержащих патогенных микроорганизмы, пестициды, тяжелые металлы и др. Экологическая ситуация в Республике Узбекистан в последние годы является проблемой регионального и общегосударственного характера и это в большой степени отражается на состоянии природных водных объектов города Ташкент и главным образом, р. Чирчик - основного водного русла города, являющегося источником хозяйственно-питьевого и рекреационного водопользования населения города. Река Чирчик относится к пресным поверхностным проточным водам. Значительный сброс загрязняющих веществ в окружающую природную среду со сточными водами связан, прежде всего, с неэффективной работой очистных сооружений и усугубляется общей экологической обстановкой. Пробы отбирались вдоль русла р. Чирчик, протекающей через г. Ташкент: 1 - Проба №1 (русло канала Анкор, Монумент Мужеству); Проба №2 (русло реки Чирчик, промзона Сергели); Проба №3 (русло реки Чирчик, Газалкентский гидроузел); Проба №4 (пруд в Чирчикском лесном хозяйстве). По результатам исследования воды из р. Чирчик были выявлены микроорганизмы, принадлежащие ко всем исследованным группам кроме сульфатредукторов (таблица 2).

Таблица 2 - Микробиологический анализ вод р. Чирчик, г. Ташкент

№	Координаты места отбора проб	t, °C	pH	МПА	Эндо	МПБ	Гильтая	Чапека	Постейта
1	41°19'25.26"N 69°16'16.18"E	+14,0	6,0	1,25x10 ⁴	4,5 КОЕ/мл	2,5x10 ²	2,5x10 ²	0,5x10 ¹	-
2	41°11'09.87"N 69°14'56.12"E	+19,0	5,0	1,16x10 ⁵	1,0x10 ²	6,0x10 ³	6,0x10 ¹	-	-
3	41°24'53.38"N 69°35'21.42"E	+17,0	6,0	3,45x10 ³	4,0x10 ¹	2,5x10 ²	6,0x10 ¹	1 CFU/ mL	-
4	41°22'36.33"N 69°31'29.26"E	+23,0	5,0	6,15x10 ⁴	-	2,5x10 ³	-	-	-

Анализируя полученные данные по микробиологическому обследованию образцов почв г. Ташкента, в разной степени подвергшихся антропогенному воздействию, выявлено, что микробные сообщества в исследуемых образцах имеют ряд особенностей. По сравнению с почвами парковых зон (образцы 3, 4, 5, 7) в придорожных городских почвах (образцы 1, 2, 6) снижено содержание мицелия грибов, основных почвообразующих организмов – деструкторов органических остатков (таблица 3).

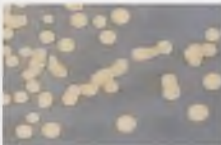
Таблица 3 - Микробиологическое обследование почв территории г. Ташкента

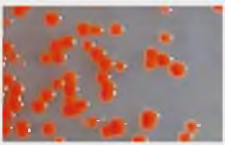
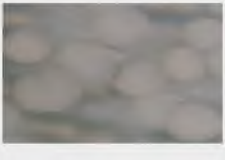
№	БГКП	Денитрификаторы	Олигонитрофилы	Нитрификаторы	Сульфат редуكتورы	Сапрофиты	МПА+сусло	Аммонификаторы
1	-	1,3x10 ³	3,9x10 ⁶	2,5x10 ³	10 ¹	5,9x10 ⁵	-	10 ¹
2	10 ¹	2,0x10 ⁴	3,1x10 ⁶	-	2,5x10 ¹	1,35x10 ⁶	5,2x10 ⁴	2,5x10 ²
3	-	6,0x10 ²	6,1x10 ⁶	2,5x10 ³	2,5x10 ¹	8,2x10 ⁵	3,2x10 ⁴	2,5x10 ³
4	6,0x10 ¹	1,3x10 ⁴	8,1x10 ⁶	-	2,5x10 ¹	1,22x10 ⁶	7,0x10 ⁴	-
5	-	2,5x10 ²	1,15x10 ⁶	2,5x10 ³	10 ¹	4,4x10 ⁵	3,2x10 ⁴	2,5x10 ²
6	-	6,0x10 ²	5,35x10 ⁶	2,5x10 ³	-	3,6x10 ⁶	3,6x10 ⁵	2,5x10 ³
7	1,5x10 ¹	6,0x10 ¹	3,75x10 ⁶	-	10 ¹	6,7x10 ⁵	1,8x10 ⁵	5,0x10 ³

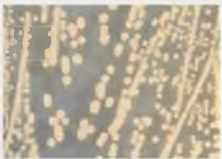
При этом ухудшаются условия роста растений. Отмечено снижение целлюлолитических микроорганизмов в придорожных почвах по сравнению с почвами рекреационных зон, которые обладают более высокой растительной биомассой, что согласуется с данными авторов [8-11].

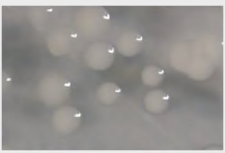
В результате обследования эконис г. Ташкента, создана коллекция наиболее представительных видов микроорганизмов, которая может служить ценным источником для изучения и дальнейшего использования полученных штаммов (таблица 4).

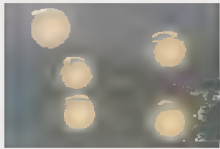
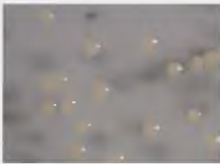
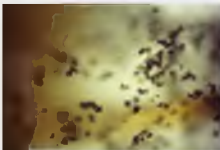
Таблица 4 - Краткая характеристика представительных видов микроорганизмов эконис г. Ташкента

№	Название штамма	Место и дата выделения	Краткое описание	Краткое описание	Биотехнологический потенциал
1	<i>Bacillus licheniformis</i>	г. Ташкент, почва, 2022	Грамположительная, мезофильная бактерия, 2-3 мкм. Оптимальная температура для роста +50°C.		Одна из самых важных бактерий в производстве промышленных ферментов – щелочная сериновая протеаза и альфа-амилаза.
2	<i>Bacillus simplex</i>	г. Ташкент, почва, 2022	Грамвариабельная палочковидная подвижная спорообразующая бактерия, диаметр 0,7-0,9 мкм. Оптимальная температура для роста 25-37°C.		Обладает потенциалом для повышения урожайности и роста растений.
3	<i>Bacillus cereus</i>	г. Ташкент, почва, 2022	Грамположительная подвижная спорообразующая палочка, 1x3-4 мкм. Хеморганогетеротроф. Оптимальная температура – 30-32°C.		Индикаторный тест-организм для пищевой промышленности
4	<i>Pantoea agglomerans</i>	г. Ташкент, почва, 2022	Грамотрицательная подвижная аэробная бактерия, 0,5-1x1-3 мкм. Оптимальная температура для роста 28-30°C.		Конкурент фитопатогенов, продуцент антибиотиков, некоторые продукты могут выступать в качестве консервантов.

5	<i>Serratia marcescens</i>	г. Ташкент, почва, 2022	Прямые подвижные (перитрихи), грамотрицательные палочки. Размеры 0,9–2,0×0,5–0,8 мкм. Оптимальная температура для роста 25–30°C.		Обладает антимикробным свойством благодаря пигменту продигизину.
6	<i>Listeria grayi</i>	г. Ташкент, почва, 2022	Грамположительная, неспорообразующая, негемолитическая, факультативно-анаэробная, подвижная бактерия, 0,4–0,5×0,5–2 мкм. Температурный диапазон +3 – +45°C		Не считается патогеном человека и животных.
7	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	г. Ташкент, почва, 2022	Подвижная грамотрицательная палочковидная бактерия, 0,4–0,7×0,7–1,8 мкм. Оптимальная температура для роста 32–35°C.		Является стимулятором роста томатов в условиях солевого стресса.
8	<i>Achromobacter piechaudii</i>	г. Ташкент, почва, 2022	Палочковидная, подвижная, аэробная грамотрицательная бактерия, 0,8–1,2×2,5–3 мкм. Оптимальная температура для роста 30–35°C.		Способствует росту растений за счет производства ИУК и АЦК-дезаминазы.
9	<i>Bacillus mycoides</i>	г. Ташкент, почва, 2022	Грамположительные палочки, неподвижные, 1,0–1,2×3,0–5,0 мкм. Диапазон температуры для роста от +10 до +40°C.		Рассматривается в качестве активного ингредиента средств защиты растений.
10	<i>Pseudomonas putida</i>	г. Ташкент, почва, 2022	Грамотрицательные подвижные палочки, расположенные парно, 0,2–0,6 мкм, аэроб, вырабатывает пигмент пиовердин. Оптимальная температура для роста +28–30°C.		Может использоваться в качестве биодеструктора нефти и пенополистирола.

11	<i>Pseudomonas trivialis</i>	г. Ташкент, почва, 2022	Флуоресцирующая грамотрицательная мезофильная подвижная бактерия, 0,8х1,6-3,3 мкм. Оптимальная температура для роста 28-37°C.		Стимулятор роста растений.
12	<i>Pseudomonas stutzeri</i>	г. Ташкент, почва, 2022	Грамотрицательная палочковидная неспорообразующая бактерия, длина которой обычно составляет 1-3 мкм, а ширина — 0,5-0,8 мкм. Оптимальная температура для роста +30-32°C		Способны восстанавливать металлы и разлагать углеводороды.
13	<i>Bacillus sp. [4] CICC 23999-CICC</i>	г. Ташкент, снежный покров, 2023	Прямые палочки с закругленными концами, слабоподвижные 1-1,2х3-10 мкм, по 1-2, цепочки до 7. Грамположительные.		Хорошо растет при +450С. Способен продуцировать термостабильную эстеразу.
14	<i>Bacillus muralis</i>	г. Ташкент, снежный покров, 2023	Прямые палочки, диаметром 0,7-0,8 мкм, грамвариабельные, одиночные клетки подвижны, в цепочках — неподвижные. Эндоспоры эллипсоидальной формы, располагаются центрально или парацентрально. Оптимальная температура для роста от +20 до +30°C.		Устойчива к 15% концентрации NaCl. Продукент индола.
15	<i>Psychrobacter immobilis</i>	г. Ташкент, снежный покров, 2023	Неподвижная грамотрицательная коккобактерия, 0,4-1,8*0,4-1,6 мкм. Диапазон температур для роста от -10 до +42°C.		Продукент липазы и эстеразы.

16	<i>Bacillus pumilus</i>	г. Ташкент, дождевая вода, 2023	Небольшие прямые палочки (около 0,7 мкм) с закругленными концами, чаще расположены одиночно или парами, реже - цепочками. Отмечается спорообразование по бациллярному типу. Грамположительна. Оптимальная температура для роста +37°C.		Продуцент гибберелинов и ИУК. Способен к растворению фосфатов.
17	<i>Pseudomonas chlororaphis</i>	Ташкентская область, вода горной реки, 2023	Подвижные палочки с полярными жгутиками, 1-1,5x1,5-2,5 мкм, флюоресценция зеленоватого цвета. Оптимальная температура для роста +28°C.		Продуцент антибиотиков, биодеструктор органических соединений. Используется для фитореимедиации почв.
18	<i>Staphylococcus hominis</i>	Ташкентская область, вода горной реки, 2023	Грамположительные кокки, обычно от 1,2 до 1,4 мкм в диаметре. Оптимальная температура для роста +30-37°C.		Может вызывать инфекцию у пациентов с нарушенным иммунитетом.
19	<i>Bacillus subtilis</i>	Ташкентская область, горная почва, 2023	Вид грамположительных спорообразующих аэробных бактерий, 0,7x2-8 мкм. Диапазон температуры для роста от +50C до +45°C.		Может выступать в качестве антагониста к патогенам. Способен продуцировать антибиотики, аминокислоты, витамины и др.
20	<i>Acinetobacter johnsonii</i>	Ташкентская область, вода реки Чирчик, 2023	Грамотрицательные короткие пухлые палочки размером 1,0-1,5x1,5-2,5 мкм. Оптимальная температура для роста 33-35°C.		Может использоваться для разложения пестицидов.

21	<i>Pseudomonas putida</i>	Ташкентская область, вода реки Чирчик, 2023	Грамотрицательные подвижные неспорообразующие одиночные палочки размером 0,2-0,3x0,5-0,8 мкм. Оптимальная температура для роста +30°C.		Применяется в биоремедиации и в качестве биодеструктора нефтепродуктов.
22	<i>Lactobacillus murinus</i>	Ташкентская область, вода реки Чирчик, 2023	Грамположительные неподвижные палочки, часто собираются в цепочки. Размер 0,8-1,0x2,0-4,0 мкм. Оптимальная температура для роста +30°C.		Пробиотик широкого спектра действия.
23	<i>Acinetobacter bohemicus</i>	Ташкентская область, вода реки Чирчик, 2023	Грамотрицательные строго аэробные неподвижные коккобактерии, размер 1,0-1,5x1,5-2,5 мкм. Оптимальная температура для роста +25-32°C.		Могут быть причиной многих инфекционных процессов.
24	<i>Trichoderma afroharzianum</i>	г. Ташкент, почва, 2022	Цвет колоний зеленый, край колоний гладкий, форма конидий Subglobose to ovoid, размер конидий (μm) 3.1-3.4, форма фиалида от лагениформного до ампулоидного, размер фиалида (μm) 3.9-7.2		Играют ключевую роль в микробном сообществе и используются во многих областях сельского хозяйства и биотехнологии.

Вывод и рекомендации. Таким образом, вопрос поддержания и защиты микробного разнообразия городских экониш ставит важные задачи, которым необходимо уделить внимание, в том числе: влияние антропогенных факторов и изменений экониш на многофункциональность микробной экосистемы, взаимосвязь между микробным разнообразием и здоровьем человека, а также возможность использования ценных свойств микроорганизмов для нужд человечества.

Отдельно следует отметить работу по выделению наиболее представительных культур, определению их биотехнологического потенциала и созданию коллекции наиболее представительных видов микроорганизмов различных экониш г. Ташкент и Ташкентской области, которая включает 23 штамма бактерий, 2 штамма актиномицетов и 3 штамма микроскопических грибов,

так как все выделенные микроорганизмы имеют определённую промышленную важность, которая может служить ценным источником для изучения и дальнейшего использования полученных микроорганизмов.

Область применения исследований. Созданная в результате обследования различных эконис г, Ташкент, коллекция наиболее представительных видов микроорганизмов, может служить ценным источником для изучения и дальнейшего использования полученных штаммов в различных отраслях и служить ценным источником для получения биопрепаратов широкого спектра действия.

Источник финансирования исследований. Исследование проводились за счет средств государственного бюджетного финансирования лаборатории биоразнообразия микроорганизмов Института микробиологии АН РУз.

References /Список литературы (см. страница 16)