

References

- [1] Martins, J., Pinto, G., Canhoto, J., 2022. Biotechnology of the multipurpose tree species *Arbutus unedo*: a review. *Journal of Forestry Research* 33, 377–390.
<https://doi.org/10.1007/s11676-021-01369-x>
- [2] Salem I. B., Ouesleti S., Mabrouk Y., Landolsi A., Saidi M., Boulilla A., 2018. Exploring the nutraceutical potential and biological activities of *Arbutus unedo* L. (Ericaceae) fruits. *Industrial Crops and Products* 122, 726-731.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.06.024>.
- [3] Wojciech, M., Maciej, T., 2011. Color difference Delta E - A survey. *Machine Graphics and Vision* 20(4).

Acknowledgments. The author is grateful to Tintex Textiles S.A. for the supply of textile substrates used in this work and for technical assistance.

UDC 504.06

Lyudmyla Symochko, Prof., PhD.,
Maria Nazaré Coelho Pinheiro, Prof., PhD.,
Department of Life Sciences, University of
Coimbra, Coimbra, Portugal
Polytechnic Institute of Coimbra, Coimbra
Institute of Engineering, Department of
Chemical and Biological Engineering,
Coimbra, Portugal
CEFT-Transport Phenomena Research Center,
Faculty of Engineering, University of Porto,
Porto, Portugal

SOIL MICROBIOME AND RESISTOME IN A CHANGING ENVIRONMENT

Abstract: The main objective of this study is to present the results of long-term monitoring of soil microbiome and resistome in natural ecosystems, with the aim of analyzing changes in the functional structure of soil microbial communities in a changing environment. Specifically, the study seeks to estimate the spread of antibiotic-resistant microorganisms in the soil environment, which is of great importance in the context of the global threat of antimicrobial resistance. By monitoring the microbiome and resistome over time, the study aims to provide insights into the impact of various environmental factors on soil microbial communities, as well as the potential for these communities to serve as a reservoir for antibiotic resistance genes. Ultimately, the findings of this study may inform strategies for the management and preservation of soil microbiomes and the prevention of the spread of antibiotic resistance in the environment.

Key words: soil; microbiome; resistome; changing environment, hot spots.

Introduction

The soil microbiome and resistome of forest ecosystems play critical roles in maintaining ecosystem health and function. However, in the face of changing environmental conditions such as climate change, deforestation, and pollution, these microbiomes and resistomes may be significantly impacted [1, 2].

One potential consequence of changing environmental conditions is a decrease in microbial diversity and abundance. This can have cascading effects on ecosystem processes such as nutrient cycling and carbon storage. Additionally, exposure to pollutants such as heavy metals and pesticides can select for resistant strains of bacteria, leading to an increase in antibiotic resistance genes in the resistome [3, 4].

On the other hand, some studies have shown that certain forest management practices, such as selective logging and prescribed burning, can actually increase microbial diversity and resistance to disturb-

ance. Furthermore, the use of biochar as a soil amendment has shown promise in promoting microbial activity and diversity while also sequestering carbon.

Overall, it is important to understand the potential impacts of changing environmental conditions on the soil microbiome and resistome of forest ecosystems, as well as the potential for management practices to mitigate these impacts and promote ecosystem health and function [4, 5]. The primeval forests offer a unique opportunity for researchers to explore the natural structure, diversity, and genetic composition of unmodified forests, as well as to study the dynamics and relationships within the ecosystem under the influence of ecological factors. Despite this, studies on soil microbial communities in primeval forests have been overlooked, with most research focusing on the biodiversity of flora and fauna [1]. This study aimed to fill this gap by investigating the soil microbiome and its activity, functional and structural successions in natural ecosystems, and identifying hotspots using GIS technology.

Material and Methods

Materials of research were soil samples, which had been collected from natural ecosystems in the Carpathian Biosphere Reserve (CBR). Microbiological study of soil was performed in sterile conditions following the standard protocols. The mapping process and hotspots analysis is carrying out by Geographical Systems Information (GIS) technology through ArcGIS 10.4.1 program.

Results and Discussion

The study found that the structure and functional activity of the soil microbiome change with altitude, with significant changes occurring at 555 m, 776 m, and 1040 m above sea level. At an altitude of 1040 m, the soil was found to have the lowest content of organotrophs. In contrast, at 555m, the content of ammonifiers increased six-fold, indicating the accumulation of organic matter in the soil. The number of bacteria using mineral forms of nitrogen for their nutrition also showed similar changes, with their highest quantity observed in the soil at an altitude of 555 m. Long-term monitoring revealed consistent fluctuations in soil microbiota at different altitudes, allowing researchers to identify hotspots, as well as structural and functional successions of the soil microbiome. The intensity of CO₂ emission from the soil of forest ecosystem for the last 10 years has increased by 30%. Soil microbiome of primeval forest ecosystems characterized by a low content of antibiotic-resistant microorganisms in 2008. In 2018 the number of antibiotic-resistant bacteria has increased in 3 times, what connected with changes of temperature. Increasing on 1,2C degree cused changes not only in microbiome, but also in resistome. The increase of temperature could potentially have a significant impact on the soil microbiome and resistome in forest ecosystems. Higher temperatures can lead to changes in microbial community structure, as well as an increase in antibiotic resistance gene expression and dissemination. This could be due to a variety of factors, such as increased nutrient availability or altered competitive interactions between different bacterial species. Additionally, rising temperatures could also impact the functioning of microbial communities in the soil, leading to an increase in CO₂ emissions. This can further contribute to climate change by exacerbating the greenhouse effect.

Conclusions

These findings highlight the importance of understanding the impact of climate change on soil microbiomes and resistomes, and the need for continued monitoring and research in this area. It also emphasizes the need for sustainable management practices to mitigate the impact of human activities on the environment and reduce the risk of antibiotic resistance development.

References

- [1] Symochko, L., Patyka, V., Symochko, V. Kalinichenko, A. 2015. Soil Microbial Activity and Functional Diversity in Primeval Beech Forests. *Journal of Earth Science and Engineering* 5, pp. 363-371. Doi: 10.17265/2159-581X/2015.06.004
- [2] Symochko L. 2020. Soil microbiome: Diversity, activity, functional and structural successions. *International Journal of Ecosystems and Ecology Sciences (IJEES)*, Vol. 10 (2), pp. 277-284. DOI: <https://doi.org/10.31407/ijeec10.206>
- [3] Symochko L.Yu., Kalinichenko A.V. 2017. Soil Microbiome of Primeval Forest Ecosystems in Transcarpathia. *Microbiol Journal*, 80 (3), pp 3-14. doi: <https://doi.org/10.15407/microbiolj80.03.003>

[4] Symochko, L., Hoxha, E., Hamuda, H. B. 2021. Mapping hot spots of soil microbiome using GIS technology. *Agriculture and Forestry*, 67 (1): 191-203 doi: 10.17707/AgricultForest.67.1.16

[5] Symochko L., Demyanyuk O., Symochko V., Grulova D., Fejer J., Mariychuk R. 2023. The Spreading of Antibiotic-Resistant Bacteria in Terrestrial Ecosystems and the Formation of Soil Resistome *Land* 12, no. 4: 769. <https://doi.org/10.3390/land12040769>

Вітер Н.Г., аспірантка, асистентка кафедри екології та охорони навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету

ГЛОБАЛЬНА ЗМІНА КЛІМАТУ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ І ВІДТВОРЕННЯ ПОЛЕЗАХИСНИХ ЛІСОСМУГ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ

Глобальна зміна клімату – одна з найгостріших екологічних проблем людства, яку ми тривалий час спостерігаємо в Україні. Проаналізувавши частоту аномальних природних явищ, можна відзначити небезпечну тенденцію збільшення посух. Вітчизняні кліматологи відмітили зростання річної температури повітря на 0,1-0,4 °С протягом 1901-1960 рр. В останні 40 років ХХ ст. температура підвищилась у Лісостеповій зоні на 1,3 °С, зоні Полісся – на 1,4 °С, у Степовій зоні – на 0,5 °С. Особливо значне підвищення температури повітря у зимові місяці зафіксовано у Лісостепу та Поліссі на 2,6-3,3° С, у Степу – на 1,1° С [1].

Така ситуація стає сталою, тому що впродовж останніх 20 років середньорічна температура підвищилась ще на 0,8° С, а середня температура січня та лютого – на 1-2° С. Тривалість вегетаційного періоду в Україні зросла на 16 діб за останні 30 років з мінімальним порогом 10° С. І це призвело до зміни ритму сезонних явищ – випадіння снігу, весняних паводків, початку цвітіння рослин. Такі зміни кліматичних умов вносять відповідні корективи у традиційні форми ведення сільського господарства. Тому, дуже швидко посухи стануть постійним явищем. При умові збереження тенденції до потепління, за прогнозами кліматологів, до 2025 року підвищення температури становитиме в зоні Лісостепу 1,5-2 °С, зоні Полісся – 1,2-1,9 °С, у зоні Степу – 2-2,5 °С, а до 2060 року передбачається ще більше потепління [2].

При збереженні сучасного рівня викидів парникових газів у атмосферу середня температура повітря на Землі підвищиться на 1,5-4,5 °С. Тому, при умові збереження темпів підвищення температури повітря виникає потреба у використанні системних та науково-обґрунтованих заходів адаптування аграрного виробництва до нових умов клімату. Відомо, що сучасні форми землеробства далекі від класичних прийомів, які надають можливість нагромаджувати і раціонально використовувати вологість ґрунту. І тому у процесі змін клімату та глобального потепління зростає важливість заходів, які забезпечать накопичення, збереження та раціональне використання вологи. Практичний досвід доводить, що навіть на родючих, окультурених і екологічно чистих ґрунтах не завжди з'являється можливість отримати очікуваний врожай по причині нестачі вологи у ґрунті.

На сучасному етапі основне значення у боротьбі з суховіями, посухою та ерозією ґрунту належить полезахисним лісосмугам, тому що вони є важливою складовою вологозберігаючого ґрунтозахисного землеробства. Незважаючи на те, що частка полезахисних лісосмуг складає тільки 1,4 % орних земель, вони ефективно захищають поля від суховіїв, посух і ерозій, підвищуючи врожайність сільськогосподарських культур у середньому на 15-20 %. Створення нових і підтримка вже існуючих вітрозахисних лісосмуг, які забезпечують формування у приземному шарі сприятливого мікроклімату для сільськогосподарських культур є найрадикальнішим кроком зменшення вітру у приземному шару на орних землях. Правильно сформована система сучасних захисних насаджень включає полезахисні лісосмуги, водорегулюючі прибалкові лісові смуги та насадження у ярах, на схилах і дні балок. Тому, комплекс гідротехнічних, агротехнічних і вітрозахисних заходів значно зменшить небезпечний вплив суховіїв, посух і зможе повністю забезпечити захист полів від впливу вітрової та водної ерозії.