

Księga Abstraktów The Book of Abstracts

VIII Konferencja Doktorantów

„Cztery Żywioły - współczesne problemy w naukach o życiu”

Instytut Agrofizyki
im. Bohdana Dobrzańskiego
Polskiej Akademii Nauk oraz
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
w Warszawie
12 grudnia 2025

VIII Doctoral Students Conference

„Four Elements - Contemporary Problems in Life Sciences”

Institute of Agrophysics
Polish Academy of Sciences
together with
Warsaw University of Life Sciences
December 12, 2025

Komitety Organizacyjny:

mgr Daria Barańska
mgr Marlena Szymańska
mgr Agnieszka Lenga
mgr Priyal Sisodia
mgr Desmond Kwaylea Sama
mgr Piotr Rusin
mgr Artur Wardaszka

Komitety Naukowy:

dr hab. Justyna Franc-Dąbrowska, prof. SGGW
dr hab. Małgorzata Kosicka-Gębska, prof. SGGW
dr hab. Krzysztof Górnicki, prof. SGGW
dr hab. Izabela Krzemińska, prof. IA PAN
dr hab. Artur Nosalewicz, prof. IA PAN
prof. dr hab. Justyna Cybulska, prof. IA PAN

Book of Abstracts

2025

ISBN 978-83-89969-99-6

Contents

Abstract 1: Burgery hybrydowe jako przykład zrównoważonego podejścia w technologii mięsa	3
Abstract 2: Chemical sensitivity of the <i>Neofabraea</i> genus fungi, causing bull's eye rot of apples	4
Abstract 3: Impact of food safety awareness among tourists on food choice in South Asia	5
Abstract 4: Metal(loid) behavior in modified soil environment: adsorption and desorption studies	6
Abstract 5: Intercropping boosts seasonal stability in soil microbiomes and functional pathways	7
Abstract 6: Entomopathogenic Fungi: Opportunities for Sustainable Crop Protection in the Era of Pesticide Reduction	8
Abstract 7: Analiza wpływu bakteryjnego egzopolimeru na syntezę metabolitów przez jednokomórkowe zielenice	9
Abstract 8: Wpływ otwarcia opakowania na zmiany jakościowe soków owocowych w trakcie przechowywania	10
Abstract 9: A glimpse into the realm of culinary safety within the catering industry: Deviations, hurdles, and tactical measures	11
Abstract 10: First Insights into the Colonisation and Distribution of the <i>B. megaterium</i> B107/23 Strain in Microgreens tissues	12
Abstract 11: At the boundary of ecosystems: the importance of ecotones in soil research	14
Abstract 12: Influence of post-harvest maturity on the molecular and nanostructural properties of apple (<i>Malus domestica</i> cv. Golden Delicious) pectin	15
Abstract 13: Bacterial exopolymers as a survival strategy in stressful environments	16
Abstract 14: The role of microbial biodiversity in shaping the resilience of methanotrophic bacteria to a herbicide	18
Abstract 15: Environmental pollution of soil by hormones originating from organic animal-based fertilizers	19
Abstract 16: Zielona synteza nanocząstek tlenku cynku z użyciem prażonych ziaren kawy: porównanie właściwości dwóch wariantów syntezy	20

Abstract 17: A new OpenFOAM solver implementing film flow mechanism for accurate unsaturated hydraulic conductivity calculations	21
Abstract 18: Confirmation of printability of low methoxyl pectin based bio inks through integrated rheological and image analysis techniques	22
Abstract 19: Zagospodarowanie wybranych odpadów lignocelulozowych przemysłu spożywczego w hodowli drożdży z rodzaju <i>Yarrowi</i>	23
Abstract 20: Wpływ cyjanowodoru na szlak regulujący zawartość tlenu azotu podczas ustępowania spoczynku zarodków jabłoni (<i>Malus domestica</i> Borkh.)	24
Abstract 21: Wpływ antropopresji na czasowo-przestrzenną aktywność sarny na kampusie Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego	25
Abstract 22: A new method for assessing the quality and origin of Scots pine wood – DendroSpec project	26
Abstract 23: Effect of spraying calcium on the yield and quality of aubergine (<i>Solanum melongena</i> L.) fruits	27
Abstract 24: Możliwości wykorzystania małowartościowego mięsa zwierzyny łownej w produkcji tradycyjnych kiełbas surowo dojrzewających typu kindziuk	28
Abstract 25: Searching for fungi with the potential to remediation of heavily degraded and long-term petroleum-polluted soils	29

Abstract 1: Burgery hybrydowe jako przykład zrównoważonego podejścia w technologii mięsa

Katarzyna Reder¹, Krzysztof Dasiewicz¹, Marta Chmiel¹

¹ Katedra Technologii i Oceny Żywności, Instytut Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159c, Warszawa, Polska

Współczesne trendy żywieniowe podkreślają konieczność ograniczenia spożycia mięsa czerwonego, co znajduje odzwierciedlenie w zaleceniach instytucji takich jak WHO, czy EFSA [1, 2, 3]. W odpowiedzi na te rekomendacje coraz większą popularność zyskują produkty hybrydowe, które łączą surowce pochodzenia zwierzęcego i roślinnego. Stanowią one kompromis pomiędzy tradycyjnymi wyrobami mięsnymi a całkowicie roślinnymi alternatywami [4, 5]. Przykładem tego typu żywności są burgery hybrydowe, które pozwalają na zmniejszeniu zawartości mięsa przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej wartości odżywczej i jakości sensorycznej produktu [5, 6, 7]. Produkty hybrydowe zapewniają charakterystyczny smak mięsa, a jednocześnie pozwalają na wprowadzenie składników roślinnych do posiłku [6, 8].

Celem pracy było opracowanie i ocena jakości burgerów hybrydowych o różnym udziale mięsa (20%, 35% i 50%) oraz z wykorzystaniem zróżnicowanych komponentów roślinnych (pomidory suszone lub marchew). W recepturach zastosowano także uboczne surowce pochodzenia roślinnego – wyciągi konopne i lniane – jako źródło białka i błonnika, co wpisuje się w ideę gospodarki cyrkularnej. Ocenie poddano parametry fizykochemiczne (wydajność, barwa, tekstura, aktywność wody) oraz właściwości sensoryczne burgerów.

Stwierdzono, że odpowiedni dobór komponentów roślinnych umożliwia ograniczenie zawartości mięsa bez negatywnego wpływu na jakość burgerów. Najwyżej oceniony pod kątem jakości sensorycznej zostały burgery z 50% udziałem mięsa oraz dodatkiem pomidorów suszonych. Dodatek komponentów roślinnych poprawił również wydajność burgerów, co potwierdza potencjał wdrożenia tego rozwiązania w przemyśle mięsnym. Uzyskane wyniki stanowią podstawę do dalszych badań nad optymalizacją struktury i wartości odżywczej produktów hybrydowych w kontekście rozwoju zrównoważonego przetwórstwa mięsa.

Bibliografia:

1. Castellini G. et al. 2024. *Food Qual. Prefer.* 120:105255.
2. Stoś K. et al. 2022. *Foods* 11(20):3283.
3. Caso G. et al. 2025. *Food Qual. Prefer.* 133:105610.
4. Grasso S. 2024. *Int. J. Food Sci. Technol.* 59(11):8693–8696.
5. Grasso S. et al. 2022. *Food Qual. Prefer.* 96:104417.
6. Petrat-Melin B. et al. 2023. *Foods* 12(11):2246.
7. Caputo V. et al. 2023. *Appl. Econ. Perspect. Policy* 45(1):86–105.
8. Grasso S. et al. 2023. *LWT* 173:114235.

Abstract 2: Chemical sensitivity of the *Neofabraea* genus fungi, causing bull's eye rot of apples

Klaudia Zawadzka¹, Karolina Oszust¹, Agata Gryta¹, Jacek Panek¹, Michał Pylak¹, Magdalena Frąc¹

1. Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk, Lublin, Polska

Poland is one of the largest apple producers, ranking third in global fruit production. However, despite their enormous production, apple growers struggle with storage diseases. One of the most common is bull's eye rot (BER), caused by fungi of the genus *Neofabraea*. A way to combat pathogens may be to use biopreparations containing microorganisms, supplemented with additional substances. When selecting supplements, it is essential to determine which of them inhibit or limit pathogen growth.

Therefore, this study aimed to test the chemical sensitivity of selected *Neofabraea* sp. isolates (G111/23, G24/23, G788/22) to determine which of the substrates can be successfully used in a biopreparation for BER biocontrol. Phenotypic analysis was performed using the BiologTM plate system and the PM21D plate according to the manufacturer's protocol. The plate containing lyophilized substrates was inoculated with a 100 μ l suspension of microorganisms. The plate was incubated at 18° C, and absorbance was measured at 750 nm at 24-hour intervals for 10 consecutive days. A chemical sensitivity test was performed on the plate, including cations, anions, membrane compounds, chelators, antibiotics, cyclic compounds, nitrogen compounds, and organic compounds. The PM21D plate included 24 chemical compounds.

The sensitivity of the tested strains to some of the tested compounds was determined by a slight increase or inhibition of biomass growth after several days of incubation in the presence of a given substrate, e.g., sodium selenite, nickel chloride, dodecyltrimethyl ammonium bromide, protamine sulfate, or trifluoperazine. Substances in the presence of which the tested isolates did not show sensitivity were also indicated, e.g., sodium dichromate, guanidine hydrochloride, EDTA, cetylpyridinium chloride or L-aspartic acid β -hydroxamate.

This study highlights the importance of understanding the chemical sensitivity of *Neofabraea* sp. isolates when designing effective biopreparations against bull's eye rot in apples. The findings demonstrate that the tested strains respond differently to various chemical compounds, with some substances inhibiting fungal growth while others show no measurable effect. These differences provide valuable insight into which additives may support or hinder microbial formulations intended for BER control. Overall, the results contribute to improving the strategic selection of supplements for future biological protection methods in apple storage.

Badania powstały w ramach projektu LIDER XII (akronim: APPAT(f)REE), numer umowy LIDER/7/0054/L-12/20/NCBR/2021 sfinansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Bibliografia:

1. Chen C. et al. 2016. *Fungal Biol.* 120:1291–1322. DOI: 10.1016/j.funbio.2015.09.013
2. Oszust K. et al. 2023. *Postharvest Biol Technol.* 204:112442 DOI: 10.1016/j.postharvbio.2023.112442
3. Zawadzka K. et al. 2025. *Int Agrophysics.* 39:145–164. DOI: 10.31545/intagr/200772

Abstract 3: Impact of food safety awareness among tourists on food choice in South Asia

Anwar Ali¹, Aleena Tahir¹, Joanna Trafialek¹

1. Institute of Human Nutrition Sciences, Warsaw University of Life Sciences, Warsaw, Poland

Background: The safety of food is an escalating worldwide issue, particularly for travelers who encounter a variety of food preparation techniques [1]. This research delved into tourists' understanding, views, confidence, and reactions regarding food safety, sustainability, and the integration of artificial intelligence (AI) to promote safer dining experiences[2]. **Methodology:** A physical survey was carried out among local 512 in Pakistan with the help of a structured questionnaire designed and approved by the scientific supervisor. Creative and non-parametric evaluations, such as Chi-square, Kruskal–Wallis, and Mann–Whitney U tests, were utilized [3, 4]. **Results:** Findings revealed that a majority of participants exhibited a moderate to high understanding of foodborne diseases and appropriate handling techniques. Notable disparities were detected among gender, age, and education concerning levels of awareness ($p < 0.05$). Confidence in governmental guidance and opinions on restaurant cleanliness also showed significant variation ($p < 0.01$). **Discussion:** Curiously, while 41 % of travelers were aware of AI tools related to food safety, only a handful had actually utilized them however, more than two-thirds showed enthusiasm for AI-powered monitoring systems. **Conclusion:** These insights underscore that tourists are increasingly aware of food safety and sustainability, yet they still have limited exposure to innovative AI solutions. Enhancing public awareness and incorporating AI-driven monitoring could significantly boost confidence and elevate food safety standards in tourist spots.

The research was carried out as part of the PhD thesis.

Bibliografia:

1. Sharif, Mian Kamran, et al. "Food Security, Food Safety, and Sanitation." Food Security in the Developing World (2024): 191-225.
2. Dixit, Pratap. Tourism and Technology: *The Future*. Educohack Press, 2025.
3. Cochran, William Gemmell. Sampling techniques. *john wiley sons*, 1977.
4. Ahmed, Sirwan Khalid. "How to choose a sampling technique and determine sample size for research: A simplified guide for researchers." Oral Oncology Reports 12(2024): 100662.

Abstract 4: Metal(loid) behavior in modified soil environment: adsorption and desorption studies

Sylwia Kukowska¹, Piotr Nowicki², Marcin Turski³, Iwona Komaniecka⁴, Katarzyna Szewczuk-Karpisz¹

1. Department of Physical Chemistry of Porous Materials, Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, Doświadczalna 4, 20-290, Lublin, Poland

2. Department of Applied Chemistry, Faculty of Chemistry, Adam Mickiewicz University in Poznań, Uniwersytetu Poznańskiego 8, 61-614 Poznań, Poland

3. Department of Soil and Plant System, Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, Doświadczalna 4, 20-290, Lublin, Poland

4. Department of Genetics and Microbiology, Institute of Biological Sciences, Maria Curie-Skłodowska University, 20-033 Lublin, Poland

Heavy metal and metalloid presence in soils poses serious environmental threat due to groundwater contamination and bioaccumulation in plants (Wang et al. 2020). This study examined the effect of activated carbon derived from orange peels (OFM800) and ionic polyacrylamides (Ct-PAM, AnPAM) on the mobility of cadmium (Cd) and selenium (Se) in Haplic Luvisol. Activated carbon significantly enhanced Cd adsorption, while Se remained almost unaffected. In control soil, Cd desorption in water reached 32.6 %, and the presence of polymers further increased Cd desorption up to 48.1 %. Soil modification with OFM800 reduced it to 10.5 % in water, and to 26.6 % in the CtPAM system (Fig. 4), probably due to various adsorption mechanisms, like surface complexation and electrostatic interactions. In Se case, no significant changes were noticed, regardless of polymers and OFM800 presence Overall, the obtained results highlight

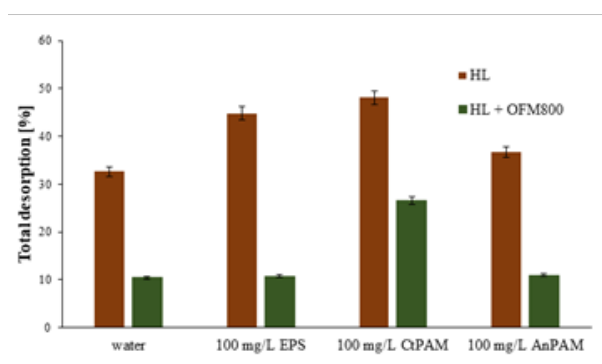


Figure 1: Total desorption (%) of Cd from Haplic Luvisol (HL) and HL amended with activated carbon (HL + OFM800) in the presence of the polymers (EPS, CPAM, AnPAM)

that the proposed soil amendment exhibits strong potential for the remediation of metal(loid)-contaminated soils.

The study was financed by National Science Centre, Poland (OPUS21, 2021/41/B/NZ9/03059).

Bibliografia:

1. Wang F. et al. 2020. Toxics 8(4): 102. DOI: 10.3390/toxics8040102

Abstract 5: Intercropping boosts seasonal stability in soil microbiomes and functional pathways

Priyal Sisodia^{1*}, Agata Gryta¹, Jacek Panek¹, Dominika Siegieda¹, Mateusz Mącik¹, Michał Pylak¹, Karolina Oszust¹, Beata Feledyn-Szewczyk², Shamina Imran Pathan³, Giacomo Pietramellara³, Magdalena Frac^{1**1}

1. Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, Lublin, Poland *p.sisodia@ipan.lublin.pl; **m.frac@ipan.lublin.pl

2. Institute of Soil Science and Plant Cultivation – State Research Institute, Pulawy, Poland

3. Department of Agriculture, Food, Environment and Forestry, University of Florence, Italy

Soil microorganisms regulate the fundamental processes that support plant productivity, nutrient cycling, and overall soil health. However, their seasonal activity patterns and shifts in community structure under different farming systems, especially in intercropping, remain poorly understood. In this study, we examined how intercropping and agricultural production systems influence microbial dynamics in spring wheat cultivated either as a monocrop (CM, IM, OM) or intercropped with red clover (II) or with red clover and grasses (OI). The systems represented conventional (CM), integrated (IM, II), and organic (OM, OI) management. Soil samples were collected across four crop growth stages to track seasonal variation in microbial enzyme activities, metabolic potential, and community composition.

Enzyme activities displayed strong seasonal trends with apparent system-level differences, particularly during late summer. Dehydrogenase activity, reflecting overall microbial respiration, was highest in II at T4. β -glucosidase showed contrasting seasonal trajectories among systems: CM dominated early in the season (T0), while II peaked at T4, indicating a late-season increase in carbon turnover capacity in intercropped soils. Acid phosphatase peaked in CM during early to mid-season (T0–T2), whereas alkaline phosphatase increased sharply in II at T4, suggesting distinct phosphorus-mineralization strategies across systems. Protease and urease showed no significant difference over time.

Biolog ECO profiles mirrored these enzymatic patterns: II soils maintained more even and efficient substrate utilization, whereas CM soils exhibited signs of metabolic strain. Bacterial community analyses (16S, KEGG, PICRUSt2) revealed enrichment of Verrucomicrobia in IM and II, a group associated with decomposition of complex organic matter. II also showed higher representation of xenobiotic-degradation pathways, consistent with a more resilient and functionally versatile microbiome. Collectively, II emerged as the system with the strongest microbial functional advantages, characterized by enhanced respiration, elevated carbon-degrading enzymes, increased late-season phosphatase activity, and balanced metabolic profiles. These coordinated shifts illustrate how intercropping strengthens soil function and agroecosystem resilience throughout the growing season.

This study was supported in the frame of the Horizon Europe Programme, agreement no. Project 101082289 – LEGUMINOSE

Bibliografia:

1. Bai Y.C. et al. 2022. *Front. Microbiol.* 13:852342.doi: 10.3389/fmicb.2022.852342
2. Dai J. et al. 2019. *Front. Plant Sci.* 10:605. doi:10.3389/fpls.2019.00605
3. Pinzari F. et al. 2016. *Res. Microbiol.* 167, 710-722.doi: 10.1016/j.resmic.2016.05.008

Abstract 6: Entomopathogenic Fungi: Opportunities for Sustainable Crop Protection in the Era of Pesticide Reduction

Agnieszka Lenga¹, Dominika Siegieda¹, Sylwia Różalska², Magdalena Frąc*¹

1. Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin. *e-mail: m.frac@ipan.lublin.pl

2, Department of Industrial Microbiology and Biotechnology, Faculty of Biology and Environmental Protection, University of Lodz, Lodz, Poland

Modern agriculture faces a dual challenge: increasing food production to meet the needs of a growing global population while maintaining ecological integrity and restoring the functionality of degraded soils (Sowmiya et al., 2025). Insect pests are one of the main obstacles to global crop production, reducing yields by 30–40 %. According to estimates, global food losses due to pest pressure are equivalent to the resources that could meet the annual nutritional needs of an additional billion people (Lacey et al., 2015). Increased agricultural production will increase the availability of biological compounds for pests, which, in turn, will lead to higher pest populations and greater pest pressure (Lacey et al., 2015). When analysing threats and needs, the focus is on holistic solutions to this multidimensional problem. The transition to regenerative agriculture is one such solution, increasing interest in sustainable plant protection strategies that prioritise ecological balance, soil health, and long-term productivity. Among these, the potential of beneficial microorganisms has gained significant attention due to their ability to strengthen plant defences, control pests and diseases, and improve overall crop resilience (Sowmiya et al., 2025). In the pursuit of sustainable agricultural practices, entomopathogenic fungi (EPF) have emerged as up-and-coming biocontrol agents. These are naturally occurring arthropod control agents that infect and destroy a wide range of insect pests. EPFs act by contact, directly penetrating the victim's cuticle rather than by ingestion, and can therefore infect hidden or non-feeding stages. Their role extends beyond pest control; EPFs also promote microbial diversity and a wide range of plant interactions (Vivekanandhan et al., 2024; Sowmiya et al., 2025). Biopesticides based on entomopathogenic fungi have been considered as a safe alternative to synthetic insecticides and a valuable component of integrated pest management programmes (IPM) because they are highly specific, have minimal impact on non-target organisms, prevent the development of pesticide resistance, and are non-toxic to both humans and the environment (Vivekanandhan et al., 2024).

The research was carried out as part of the project no. 2024/53/B/NZ9/01058 “Mechanisms determining the usefulness of selected species of entomopathogenic fungi in biocontrol – a multi-omics approach”, financed by the National Science Center, Poland

Bibliografia:

1. Lacey L. et al., 2015. *J.Invertebr.Pathol.* 132: 1-41. DOI: 10.1016/J.JIP.2015.07.009
2. Sowmiya A. et al., 2025. *J.Nat. Pestic. Res.* 14: 100170. DOI:10.1016/J.NAPER.2025.100170
3. Vivekanandhan P. et al., 2024. *Front. Microbiol.* 15: 1504175. DOI:10.3389/FMICB.2024.1504175

Abstract 7: Analiza wpływu bakteryjnego egzopolimeru na syntezę metabolitów przez jednokomórkowe zielenice

Marlena Szymańska¹, Monika Janczarek², Izabela Krzemińska¹

1. Laboratorium Biotechnologii Mikroglonów, Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk, ul. Doświadczalna 4, 20-290, Lublin, Polska

2. Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Środowiskowej, Instytut Nauk Biologicznych, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, ul. Akademicka 19, 20-033, Lublin, Polska

Zielenice odgrywają istotną rolę w środowisku naturalnym ze względu na zdolność do prowadzenia procesu fotosyntezy [1]. Procesy fizjologiczne zielenic zachodzące w środowisku naturalnym mogą ulegać zmianom dzięki ich interakcjom z współwystępującymi bakteriami. Interakcje te obejmują głównie wymianę związków chemicznych i genów [2], a transport substancji między komórkami ułatwiają zewnątrzkomórkowe polimery (egzopolimery, EPS). Celem badań była analiza wpływu egzopolimeru syntetyzowanego przez bakterie na proces syntezy metabolitów przez jednokomórkowe zielenice.

Zielenice hodowano na płynnym podłożu BG11 z dodatkiem bakteryjnego EPS. Hodowle naświetlano w cyklu 16 godzin światła/8 godzin ciemności, poddawano wytrząsaniu orbitalnemu i napowietrzano sterylnym powietrzem. Wzrost zielenic monitorowano za pomocą spektrofotometrycznych pomiarów gęstości optycznej oraz grawimetrycznego oznaczania suchej biomasy. Po osiągnięciu przez hodowlę stacjonarnej fazy wzrostu, biomasę mikroglonów analizowano pod kątem zawartości węglowodanów metodą antronową, zawartości białka metodą Bradforda, zawartości lipidów zmodyfikowaną metodą Bligha i Dyera oraz zawartości barwników fotosyntetycznych. Przeprowadzone analizy pozwoliły stwierdzić, że badany egzopolimer bakteryjny wpływa na procesy wzrostowe oraz przebieg procesów metabolicznych w komórkach badanych zielenic. Ponadto otrzymane wyniki wskazały na zróżnicowanie w składzie biochemicznym komórek zależnie od zastosowanych stężeń egzopolimeru bakteryjnego.

Badania powstały w ramach projektu OPUS 26 „Metabolizm jednokomórkowych glonów w obecności bakteryjnych egzopolimerów i ich potencjał biodegradacyjny/bioakumulacyjny nowo pojawiających się zanieczyszczeń środowiska.” finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki (nr projektu 2023/51/B/NZ9/02479).

Bibliografia:

1. You X. et al. 2021. *Environ. Pollut.* 276: 116723. DOI: 10.1016/j.envpol.2021.116723
2. Zhou J.-L. et al. 2022. *Bioresour. Technol.* 364: 128049. DOI: 10.1016/j.biortech.2022.128049

Abstract 8: Wpływ otwarcia opakowania na zmiany jakościowe soków owocowych w trakcie przechowywania

Natalia Polak¹, Stanisław Kalisz¹, Bartosz Kruszewski¹

1. Instytut Nauk o Żywności, Katedra Technologii i Oceny Żywności, Zakład Technologii Owoców, Warzyw i Zbóż, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Polska

Soki, nektary oraz napoje stanowią ponad połowę całej produkcji owocowo-warzywnej. Soki owocowe, w tym soki z owoców kolorowych, cechują się wysoką zawartością węglowodanów, jednakże stanowią również cenne źródło błonnika, składników mineralnych czy innych związków bioaktywnych, takich jak witamina C i związki fenolowe, które mogą ulegać degradacji w trakcie przechowywania. Stąd konieczne jest zastosowanie odpowiednich procesów produkcji oraz zapewnienie optymalnych warunków przechowywania w celu minimalizacji strat pożądaných związków. Nie bez znaczenia ma również postępowanie konsumenta z produktem. Celem podjętych badań była ocena wpływu przechowywania otwartych, handlowych czterech soków z owoców kolorowych (aronii czarnoowocowej, czarnej porzeczki, czerwonej porzeczki, czerwonych winogron) na poziom kwasowości miareczkowej, zawartość składników bioaktywnych (antocyjanów i polifenoli ogółem oraz witaminy C) oraz parametry barwy. Analizy fizykochemiczne wykonano od razu po otwarciu soków oraz po upływie 24 oraz 48 godzin przechowywania w temperaturze pokojowej (22° C).

W przypadku każdego z badanych wyróżników jakościowych wykazano znaczenie zróżnicowania gatunkowego. Poziom kwasowości miareczkowej bezpośrednio po otwarciu mieścił się w przedziale od 0,55 % (czerwone winogrono) do 2,68 % (czerwona porzeczka), zaś podczas przechowywania wielkość zmian sięgała aż 21 %. Najwyższą zawartością antocyjanów i polifenoli ogółem charakteryzował się sok z aronii czarnoowocowej (odpowiednio 23,01 i 1123,98 mg/100 ml), zaś w przypadku witaminy C był to sok z czarnej porzeczki (23,11 mg/100 ml). Najmniej polifenoli, antocyjanów i witaminy C zawierał sok z czerwonych winogron (odpowiednio 93,53, 1,78 mg i 1,49 mg w 100 ml). Biorąc pod uwagę przechowywanie w największym stopniu została zdegradowana witamina C – nastąpiło zmniejszenie zawartości o 15-58 % po 48 h. W przypadku antocyjanów i polifenoli ogółem zmiany po dwóch dniach były rzędu odpowiednio do 11 % i do 6 %. Największe zmiany barwy po 48 h (w porównaniu do próbki po bezpośrednim otwarciu opakowania) zaobserwowano w soku z czerwonych winogron ($\Delta E = 0,64$), zaś najmniejsze w soku z aronii czarnoowocowej ($\Delta E = 0,29$). Przyjmuje się, że istotne zmiany barwy niedoświadczone ludzkie oko rozpoznaje, gdy $E1$, zaś gdy obserwacja zachodzi przez szkło – $\Delta E \geq 5$.

Podsumowując, nie zaobserwowano dużych zmian wartości parametrów barwy czy zawartości antocyjanów i polifenoli ogółem w trakcie dwudniowego przechowywania. Istotny spadek kwasowości w sokach z aronii i porzeczek mógł wiązać się z rozwojem mikroorganizmów lub z procesem utleniania. Zawartość antocyjanów oraz polifenoli ogółem okazały się bardziej stabilnymi wyróżnikami niż zawartość witaminy C, w związku z tym, iż jest ona związkiem termolabilnym oraz wrażliwym na obecność tlenu. W celu skorzystania z wysokiej jakości handlowych soków owocowych należy spożyć je jak najszybciej po otwarciu, najlepiej w ciągu 24h.

Abstract 9: A glimpse into the realm of culinary safety within the catering industry: Deviations, hurdles, and tactical measures

Aleena Tahir¹ and Anwar Ali¹

1. Warsaw University of Life Sciences-SGGW, Warsaw, Poland

The realm of food safety in the catering industry stands as a pivotal concern for public health, given that foodborne diseases (FBDs) persistently pose substantial risks worldwide [1]. This analysis delves into the obstacles linked to food safety and sanitation within catering enterprises, focusing on deficiencies in personal hygiene, waste disposal, sanitation of equipment, water quality, and temperature control [2]. While regulatory standards and food safety protocols exist, there are notable gaps in their application due to inadequate training, insufficient infrastructure, and lax compliance. The analysis provides global data on FBDs, underscoring their alarming prevalence in regions like Asia and Africa, as well as in developed nations, primarily attributed to flawed food safety practices and inconsistencies. Key issues include cross-contamination, poor hand hygiene, and ineffective waste management, exacerbated by limited resources and a lack of awareness [3]. Proposed strategies for enhancement involve fostering a culture of food safety, incorporating artificial intelligence (AI) for oversight, improving staff education, and investing in high-quality equipment. Addressing these challenges requires a united effort from diverse stakeholders, including policymakers, food service workers, and regulatory bodies, to ensure compliance and reduce the occurrence of FBDs [5]. This analysis underscores the urgent necessity for thorough interventions to safeguard public health and elevate food safety standards within catering operations globally.

Bibliografia:

1. Ndlame, Nandisa Nonopa. Occurrence of food-borne diseases among patients presenting at a health facility in the OR Tambo District, Eastern Cape Province, South Africa. MS thesis. University of South Africa (South Africa), 2024.
2. Keddy, Karen H., et al. "Quantifying national burdens of foodborne disease—Four imperatives for global impact." *PLOS Global Public Health* 5.4 (2025): e0004309.
3. Pant, Amba Datt. *MID-DAY MEAL AND ITS MANAGEMENT IN BASIC COMMUNITY SCHOOLS IN NEPAL*. Diss. Open University, 2025.
4. Merab, Annette A. *Compliance to Food Safety Management Systems for Fruits and Vegetable Salads in Fine Dining Hotels in Nairobi County, Kenya*. Diss. University of Nairobi, 2023.

Abstract 10: First Insights into the Colonisation and Distribution of the *B. megaterium* B107/23 Strain in Microgreens tissues

Daria Barańska¹, Jacek Panek¹, Giorgia Pertile¹, Dominika Siegieda¹, Agata Gryta¹, Magdalena Frac^{*1}

1. Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin.
m.frac@ipan.lublin.pl

Microgreens are young seedlings of edible plant species, primarily vegetables, grains, and herbs, which gained popularity among consumers with unusually high content of phytochemicals, which are reported by some to safeguard human health from various chronic diseases, such as inflammation, cancer, diabetes, and many more. Moreover, they are characterised by a low caloric value, a low glycemic index, an appealing appearance, a rich taste, and an interesting texture [1, 2]. However, their cultivation and distribution, besides many advantages, have one major drawback, as microgreens are highly vulnerable to abiotic stresses, especially drought, which leads to rapid water loss, wilting, rotting, and reduced bioactive compounds [3]. To improve their adaptability to drought stress, we proposed a new approach involving bacterial inoculation with the *Bacillus megaterium* B107/23 strain. [4, 5, 6]. *B. megaterium* is a Gram-positive, spore-forming bacterium reported to enhance plant abiotic stress resistance and growth promotion due to its ability to phytohormones biosynthesis, phosphates solubilization, siderophores production, as well as biosynthesis of osmoprotectants and stress-related enzymes [7, 8]. Moreover, it was reported to enhance the resistance of host plants toward the pathogens [9]. In this study, we examined the colonization potential of the *Bacillus megaterium* B107/23 strain in microgreens of herbs (coriander) and vegetables (radish) under controlled cultivation conditions. B107/23 strain was implemented to the cultivation system of microgreens ambivalently: by inoculation of seeds and the cultivation medium. The colonisation capacity and taxonomic distribution were determined with High-throughput high throughput sequencing next-generation sequencing (NGS) on the Illumina MiSeq platform. Moreover, the shifts and modifications of the microbial communities within the microgreens holobiont were measured as a response to inoculation with B107/23 strain. Based on the results, we determined which strain introduction strategy was superior and how it affected the core microbiome of microgreens

The research was carried out as part of the project no. 2022/45/B/NZ9/04254 „Interactions of microgreens and microbiomes as functional regulators of its quality, resistance and shelf-life – a case study for selected herbs (coriander, basil) and vegetables (radish, beet) in response to climate changes”, financed by the National Science Center, Poland

Bibliografia:

1. Xiao et al. 2019. Food Science and Technology 101, 731–737. doi:10.1016/j.lwt.2018.10.076
2. Barańska et al. 2025. Scientia Horticulturae, 350(114303), 114303. doi:10.1016/j.scienta.2025.114303
3. Kyriacou et al. 2016. Agriculture, 11(6), 485. doi:10.3390/agriculture11060485
4. Bhattacharyya et al. 2014. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 28(4), 1327–1350. doi:10.1007/s11274-011-0979-9
5. Kang et al. 2021. Agriculture, 11(6), 485. doi:10.3390/agriculture11060485

6. Park et al. 2025. *Applied Biological Chemistry*, 68(1). doi:10.1186/s13765-025-00989-9
7. Idris et al. 2007. *Molecular Plant-Microbe Interactions: MPMI*, 20(6), 619–626. doi:10.1094/MPMI-20-6-0619
8. Lin et al. 2023. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1140752. doi:10.3389/fmicb.2023.1140752
9. Gowda et al. 2025. *Vegetable Science*, 52(01). doi:10.61180/vegsci.2025.v52.i1.06

Abstract 11: At the boundary of ecosystems: the importance of ecotones in soil research

Adrianna Rafalska¹, Anna Walkiewicz¹

Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, Doświadczalna 4, 20-290 Lublin, Poland

Ecotones, also known as ecological boundaries, are transitional zones between two or more ecosystems, defined by gradual or sharp changes in biological, physical, and chemical characteristics [1,2]. These zones are highly dynamic and often exhibit unique combinations of soil properties, species composition, and biodiversity that differ from the core areas of adjacent ecosystems [1,2,3]. Ecotones are also sensitive to environmental change and can serve as valuable indicators for assessing various ecological responses to climate change [4].

While most research on ecotone biodiversity has focused on flora and fauna (e.g., small mammals, birds, insects), their significance from a soil science perspective has received considerably less attention [3]. Soil properties in these boundary zones may vary significantly due to contrasting land uses, particularly in agricultural landscapes where soil structure and properties are strongly affected by agricultural practices, fertilization, and livestock activity.

Due to the high spatiotemporal variability of ecotones, research methodology also poses a challenge [4]. Studies typically begin with the identification of two adjacent ecosystems and the ecotone between them, followed by the determination of transects along which samples will be collected to capture spatial variability [5,6,7]. This presentation synthesizes recent findings on soil physicochemical and biological properties in ecotones, highlights their ecological importance, and identifies major knowledge gaps and methodological challenges in studying these transitional zones.

Bibliografia:

1. Wang J. et al. 2024. *Ecol Indic.* 160: 111854. DOI: [10.1016/j.ecolind.2024.111854]
2. Shea M. E. et al. 2020. *J. Veg. Sci.* 32(1): e12929. DOI: [10.1111/jvs.12929]
3. Danso Marfo T. et al. *Agriculture* 9(10): 228. DOI: [10.3390/agriculture9100228]
4. Ortiz-Colin P. Hulshof C. M. *Plants* 13(17): 2396. DOI: [10.3390/plants13172396]
5. Du X.-F. et al. 2022. *Ecol Indic.* 139: 108900. DOI: [10.1016/j.ecolind.2022.108900]
6. Banerjee S. et al. 2018. *Ecol. Evol.* 8: 8217-8230. DOI: [10.1002/ece3.4346]
7. Paal J. et al. 2016. *Mires and Peat* 18: 1-19. DOI: [10.19189/MaP.2015.OMB.183]

Abstract 12: Influence of post-harvest maturity on the molecular and nanostructural properties of apple (*Malus domestica* cv. Golden Delicious) pectin

Sainul Abidh Kalappurackal Muhammadaly¹, Justyna Cybulska*¹, Vadym Chibrikov², Karolina Fila¹, Artur Zdunek²

1. Department of Soil and Plant System, Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, Doświadczalna 4, 20-290 Lublin, Poland

2. Department of Microstructure and Mechanics of Biomaterials, Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, Doświadczalna 4, 20-290 Lublin, Poland

Pectin is a plant-derived polysaccharide that is abundant in the cell wall and middle lamella of plants. This study investigated the influence of post-harvest maturity on the molecular and nano-structural properties of water-, chelator-, and dilute alkali-soluble pectin fractions (WSP, CSP, DASP) extracted from Golden Delicious apple pomace, evaluated at three stages: optimum harvest (S1), after six months of cold storage at 4 °C (S2), and twelve days of shelf life (S3). Total pectin yield relative to the dried pomace decreased with post-harvest maturity. Enzymatic depolymerization and solubilization with maturity stage were evident from the increase in galacturonic acid (GalA) content and decrease in arabinose (Ara) and galactose (Gal) content in all three fractions [1,2].

A decline in both degree of methylation (DM) and acetylation (DAc) with maturity stage was observed by high-performance liquid chromatography (HPLC). AFM showed WSP and CSP were aggregated at S1 and S3 but chain-like at S2, while DASP was chain-like at all stages. Chain length distribution of smooth and hairy regions showed a decreasing trend with maturity. The branching extent of pectin was also decreased with postharvest maturity. Persistence length analysis indicated flexible characteristics of the pectin fraction, which increased with later maturity stages. This work could lead to optimization of pectin characteristics for real-life applications in the food, pharmaceutical, and cosmetic fields.

This work was supported by the National Science Centre, Poland [grant number 2023/51/B/NZ9/02121].

Bibliografia:

1. Mierczyńska J. et al. 2015. *Food Bioprocess Technol.* 8: 171–180. DOI: 10.1007/s11947-014-1392-9
2. Zdunek A. et al. 2020. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 20: 1101–1117. DOI: 10.1111/1541-4337.12689

Abstract 13: Bacterial exopolymers as a survival strategy in stressful environments

Anna Bilokinna¹, Klaudia Dębiec-Andrzejewska², Karolina Furtak¹

1. Department of Microbiology, Institute of Soil Science and Plant Cultivation - State Research Institute, Pulawy, Poland

2. Faculty of Biology, Department of Geomicrobiology, Institute of Microbiology, University of Warsaw, Poland

Bacterial exopolymers (EPS) are polymers produced by bacteria, composed mainly of polysaccharides, proteins, lipids, and nucleic acids. Bacteria produce EPS and release it into the environment to protect themselves from extreme environmental conditions, such as drought, salinity, radiation, high/low temperature, and toxic or harmful substances. EPS produced by various bacterial strains improves soil aggregation, enhancement of water absorption and nutrient uptake around roots, as well as the ability to retain bacteria in the soil by forming aggregates, making these bacteria promising candidates for use as biostimulants in plant growth and development stress management strategies [1]. However, in the context of agriculture and soil science, there is a gap in knowledge regarding the presence of natural EPSPB and EPS in soils. Analysing the search results for the keyword 'bacterial exopolymers' in the Publons search engine (Fig. 2), it can be observed that only in the middle of the graph (light blue colour) are mentions related to agriculture. The remaining entries relate to medicine and biotechnology. It is necessary to start from a baseline and first analyse which soil bacteria, under which stress conditions, produce EPS. The aim of the hELPStress project is to identify soil bacteria with high EPS production

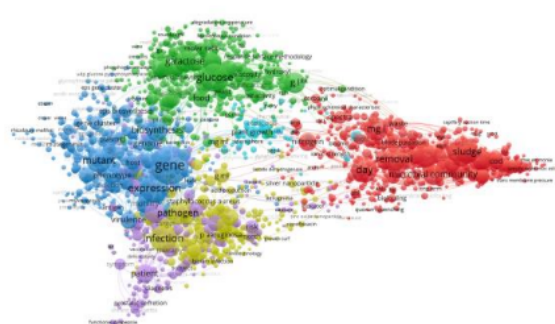


Figure 2: Network of links with the keyword 'bacterial exopolymers' in the Publons search (author's elaboration, VOSviewer ver. 1.6.20)

under stress conditions, which may help to explain one of the strategies of the microbiome, not only to survive in adverse conditions, but also to maintain soil environment homeostasis. The research hypothesis was adopted that bacteria present in stressed soils produce EPS to ensure their survival in unfavourable conditions, and that these bacteria have other properties that are valuable for soil fertility.

The research was carried out as part of the project no 2024/55/D/ST10/02064 "Bacterial exopolymers (EPS) as a survival strategy in stressed environments and an opportunity to improve soil quality (hELPStress)" granted by National Science Centre Poland.

Bibliografia:

Bhagat N. et al. 2021. *J Microbiol Biotechnol.* 31(8):1045-1059. DOI: 10.4014/jmb.2105.05009

Abstract 14: The role of microbial biodiversity in shaping the resilience of methanotrophic bacteria to a herbicide

Adam Furtak¹, Anna Bilokinna², Anna Szafranek-Nakonieczna³, Andrzej Bieganski¹, Anna Pytlak¹

1. Department of Natural Environment Biogeochemistry, Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, Lublin, Poland

2. Department of Microbiology, Institute of Soil Science and Plant Cultivation — State Research Institute, Puławy, Poland

3. Department of Microbiology and Translational Medicine, Institute of Medical Sciences, The John Paul II Catholic University of Lublin, Lublin, Poland

As agriculture becomes more chemically dependent, the natural, “green” alternatives are gaining momentum. The nonanoic acid is one of such potent compounds [1]. This compound is commercially used in various crops including vineyards, sunflowers, corn and peppers [2]. Agricultural soils are also the places, where the methane oxidizing bacteria can be found. Being second to carbon dioxide, methane is a potent greenhouse gas. Microbial-mediated methane oxidation, the methanotrophy, is the essential process of mitigating its emissions. In the soil environment, methanotrophs coexist with other microorganisms. It has been proven, that interactions with heterotrophic bacteria modulate activity of methane oxidizers [3]. However, little is known about 1) the effect of natural herbicides on methanotrophic bacteria, and 2) the role of the heterotrophic microorganisms in shaping methanotrophs activity under exposure to these substances.

This in vitro study focus on the response of methanotrophs under exposure to the natural herbicide – nonanoic acid, and in the presence of heterotrophic microorganisms. Here, with the use of gas chromatography, we measured methanotrophic activity and performed amplicon sequencing of the V4 region of 16S rRNA gene using Next Generation Sequencing [4]. The results indicate, that an increased abundance of heterotrophic microorganisms, helps methanotrophic bacteria to endure the toxic effects of the herbicide, and also stimulates the methanotrophic activity of enriched cultures.

This work was supported by the Project “Effect of glyphosate on the biological methane oxidation in agricultural Soils”, no. 2021/41/B/NZ9/03130, financed by the National Science Centre, Poland.

Bibliografia:

1. Álvarez, F., et al. 2025. *EFSA Journal* Volume: 19/8: e9408. DOI: [doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6813]
2. Webber, C.L., Taylor, M.J., Shrefler, J.W. 2014. *HortTech* Volume: 24/1: 25-29. DOI: [10.21273/HORTTECH.24.1.25]
3. Ho, A., et al. 2014. *The ISME Journal* Volume: 8/9: 1945-1948. DOI: [doi.org/10.1038/ismej.2014.74]
4. Thompson, L., R., et al. 2017. *Nature* Volume: 551.7681: 457-463. DOI: [https://doi.org/10.1038/nature24621]

Abstract 15: Environmental pollution of soil by hormones originating from organic animal-based fertilizers

Agata Bober^{1,2}, Aleksandra Ukalska-Jaruga¹

1. Department Soil Science and Environmental Analyses, Institute of Soil Science and Plant Cultivation - State Research Institute, Puławy, Poland

2. Discipline of Agriculture and Horticulture, Doctoral Schools at UMCS, Lublin, Poland

Soil is a complex formation with a wide range of physical and chemical properties. It serves as a habitat for many organisms, creating ecosystems with diversified components which mutually influence each other. It also performs a number of environmental functions among which productivity is one of the most important in the aspect of crop cultivation and food security. Therefore, various practices have been used to improve soil productivity. One of the most common is organic fertilization which ensures slow release of nutrients for plant growth as well as effectively enhances soil structure. The use of organic animal fertilizers, such as manure and slurry, is crucial for sustainable agriculture in terms of mineral supply and easily assimilable organic matter.

However, they also have some drawbacks. Manure contains substances that negatively affect the environment (Odinga, 2023). In livestock production, the use of medicines and other substances that introduce hormones into animals' bodies is becoming increasingly common. During metabolic processes, some of these compounds are excreted in manure or slurry. Once these hormones and their metabolites enter the soil, they cause various changes in soil biology and chemistry (Zhang, 2014). They can alter microbial activity and change the proportions of different microbial groups. They can also easily migrate into other environments, such as surface water and groundwater (Pollard, 2017). Uncontrolled migration of these compounds also poses a risk to drinking-water safety, as there are no treatment processes capable of removing such contaminants. Therefore, the aim of the research was to assess the problem of soil contamination with biologically active hormones derived from animal fertilizers by analyzing their dynamics in the soil environment and their potential toxic effect based on existing literature studies.

The research was carried out as part of the project BioTreatED - European Partnership Water4All, pt. "Advanced bio-based solutions to monitor and mitigate hormonal risks of irrigation waters originating from manure separation technologies"(DWM/WATER4ALL/II/146/2025)

Bibliografia:

1. Odinga E. et al. 2023. *Journal of Environmental Management* Issue: 344, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118609>.
2. Zhang X. et al. 2014. *Ecotoxicology and Environmental Safety* Issue: 107, Pages: 313-320. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2014.06.010>.
3. Pollard A. et al. 2017. *Environmental Reviews* Issue: 25, Pages: 452-462. DOI: 10.1139/er-2017-0005.

Abstract 16: Zielona synteza nanocząstek tlenku cynku z użyciem prażonych ziaren kawy: porównanie właściwości dwóch wariantów syntezy

Cezary Wawryło ^{1,2}, Marcin Gołębiewski¹, Sławomir Jaworski ²

1. Katedra Hodowli i Żywienia Zwierząt, Instytut Nauk o Zwierzętach, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Polska

2. Katedra Nanobiotechnologii, Instytut Biologii, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Polska

Zielona synteza to bardziej ekonomiczna, bezpieczna i mniej szkodliwa dla środowiska metoda syntezy nanocząstek względem metod fizycznych i chemicznych. W syntezie funkcję reduktorów pełnią przyjazne dla środowiska materiały, takie jak m.in. rośliny, grzyby czy algi [1]. Zapalenie gruczołu mlekowego u krów mlecznych (mastitis) jest natomiast główną przyczyną strat w przemyśle mleczarskim, która dodatkowo pogarsza dobrostan zwierząt. Do głównych przyczyn mastitis zaliczane są mikroorganizmy [2].

Celem pracy była zielona synteza i analiza nanocząstek tlenku cynku z wykorzystaniem dwóch wariantów ekstraktów prażonych ziaren kawy (*Coffea arabica*) oraz analiza ich właściwości przeciwdrobnoustrojowych względem patogenów mastitowych: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis* oraz *Candida albicans*.

Metody obejmowały zieloną syntezę nanocząstek, analizę fizykochemiczną i morfologiczną (transmisyjny mikroskop elektronowy), określenie minimalnego stężenia hamującego wzrost oraz minimalnego stężenia zabijającego badane drobnoustroje.

Wykazano, że nanocząstki tlenku cynku uzyskane z użyciem zarówno maceratu, jak i naparu z prażonych ziaren kawy hamowały wzrost wszystkich badanych patogenów. Wyniki badań wskazują na potencjał wykorzystania nanocząstek tlenku cynku uzyskanych z użyciem zielonej syntezy w środkach przeciwdrobnoustrojowych – w tym w zakresie prewencji zakażeń wymienia u krów mlecznych.

Badania powstały w ramach projektu NCN OPUS nr 2023/49/B/NZ9/03099.

Bibliografia:

1. Al-darwesh, M. Y., Ibrahim, S. S., Mohammed, M. A. (2024). A review on plant extract mediated green synthesis of zinc oxide nanoparticles and their biomedical applications. *Results in chemistry*, 7, 101368. DOI: 10.1016/j.rechem.2024.101368
2. Stanek, P., Żółkiewski, P., Januś, E. (2024). A review on mastitis in dairy cows research: current status and future perspectives. *Agriculture*, 14(8), 1292. DOI: 10.3390/agriculture14081292

Abstract 17: A new OpenFOAM solver implementing film flow mechanism for accurate unsaturated hydraulic conductivity calculations

Kozyra, M.*¹, Lamorski, K.¹ , Sławiński C.¹

¹ Institute of Agrophysics PAS, Doświadczalna 4, 20-290 Lublin *: m.kozyra@ipan.lublin.pl

Water movement within porous media plays a key role in environmental and engineering systems, shaping processes such as soil moisture retention, plant water uptake, and groundwater recharge. This behavior is commonly described using Richards' equation, which relates water transport to soil water content and soil water potential. Although the equation has been refined over many decades, its traditional formulation mainly focuses on the flow of bulk liquid water and, under very dry conditions, vapor transport. Yet both soil water retention models and unsaturated hydraulic conductivity formulations have omitted the influence of film water—a microscopically thin layer adhering to soil particle surfaces that can significantly alter hydraulic behavior in the dry range of the potential spectrum.

Our recent investigations across a wide set of soil types demonstrate that accurately representing unsaturated hydraulic conductivity at relatively low matric potentials (near -10 m HO) requires explicit incorporation of film flow into the governing equations. Simulations that omit this effect frequently struggle to reproduce the transition to -10 m HO during soil drying, revealing a systematic limitation in conventional modeling approaches.

To resolve this shortcoming, we developed an enhanced solver in OpenFOAM that extends Richards' equation by integrating the physics of film water flow. The solver was extensively evaluated using a dataset of 450 soil samples encompassing a broad range of textures and structural features. The results clearly show that accounting for film flow greatly improves the model's performance in simulating drying behavior and predicting unsaturated hydraulic conductivity under low water potential conditions. This advancement provides a more physically coherent framework for modeling water movement in unsaturated porous media and delivers a dependable tool for future research and environmental engineering applications.

The research was founded by NCN within the contract number: 2021/43/B/ST10/03143.

Bibliografia:

Peters, A., Hohenbrink, T. L., Iden, S. C., Durner, W. (2021). *A Simple Model to Predict Hydraulic Conductivity in Medium to Dry Soil From the Water Retention Curve*. *Water Resources Research*, 57(5). <https://doi.org/10.1029/2020WR029211>

Abstract 18: Confirmation of printability of low methoxyl pectin based bio inks through integrated rheological and image analysis techniques

Puzhakkara, V. A.*¹, Chibrikov, V. ,Bandyopadhyay, S.¹, Grygorczuk-Płaneta, K.¹, Szewczuk-Karpisz, K.¹, Cybulska, J., Zdunek, A.*¹.

Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, Doświadczalna 4, 20-290 Lublin, Poland, * : a.zdunek@ipan.lublin.pl

Three dimensional (3D) bio printing has emerged as a powerful and versatile approach for creating biomimetic structures with potential uses in healthcare and nutraceutical industries. Among potential bio inks, low methoxyl pectin (LMP), an anionic heteropolysaccharide has attracted considerable attention due to its shear thinning behaviour and tunable rheological properties, which are essential for extrusion based printing[1]. LMP also forms ionic gels in the presence of divalent cations, such as calcium, enabling modulation of structural integrity post printing[2].

This study investigates the printability of LMP formulations cross linked with calcium chloride (CaCl₂). The commercial pectin was characterized through chemical and structural analyses, with monosaccharide composition determined by GC-FID, degree of methylation by HPLC, hydrodynamic radius by SEC-MALS, and nanoscale morphology by AFM.

A range of bio ink formulations was prepared by varying LMP and CaCl₂ concentrations, and their rheological properties were characterized to assess suitability for extrusion based printing. Lines, meshes, and cylindrical constructs were printed under controlled pneumatic pressures, and structural fidelity was quantified using image analysis parameters such as uniformity factor, pore factor, and perimeter coefficient[3]. Morphological features of the printed constructs were further examined at high resolution using scanning electron microscopy (SEM). Mechanical performance was evaluated through compression testing, including stress at limit, Young's modulus, and work to limit.

Both rheological techniques and image analysis based evaluations enabled a detailed assessment of printability and structural fidelity. Concentrations of LMP and CaCl₂ significantly influenced the shape retention and mechanical performance of printed structures, allowing fine tuning of bio ink properties. Using both evaluation methods, formulations containing 4.4 g/100 ml LMP with 10 and 17 mM CaCl, as well as the formulation with 5 g/100 ml LMP and 17 mM CaCl₂, exhibited superior printability and mechanical integrity. These findings validate the rheological criteria used for selecting optimized bio ink formulations.

The research was carried out as part of the project OPUS25 project (grant nr – 2023/49/B/NZ9/02979).

Bibliografia:

1. Mahendiran B. et al. 2021. Int. J. Biol. Macromol. 183: 564–588. DOI:10.1016/j.ijbiomac.2021.04.179
2. Mierczyńska J. et al. 2017. Carbohydr. Polym. 156: 443–451. DOI: 10.1016/j.carbpol.2016.09.042
3. Merli M. et al. 2022. Front. Bioeng. Biotechnol. 10: 1032542. DOI: 10.3389/fbioe.2022.1032542

Abstract 19: Zagospodarowanie wybranych odpadów lignocelulozowych przemysłu spożywczego w hodowli drożdży z rodzaju *Yarrowia*

Joanna Kobus ¹, Agata Fabiszewska ¹

1. Katedra Chemii, Wydział Technologii Żywności, Instytut Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa, Polska

Drożdże z rodzaju *Yarrowia* stanowią grupę drożdży niekonwencjonalnych, charakteryzujących się unikalnymi cechami metabolicznymi oraz zdolnością do wykorzystania nietypowych substratów i produkcji cennych metabolitów wtórnych [1]. W ostatnich latach opisano nowe gatunki tego rodzaju, wykazujące podobieństwo do *Yarrowia lipolytica*, jednak ich właściwości biochemiczne i potencjalne zastosowania pozostają przedmiotem badań [2]. Odpady lignocelulozowe stanowią potencjalnie wartościowe źródło węgla. Wysłodki buraczane, jako tanie i łatwo dostępne produkty uboczne przemysłu cukrowniczego, charakteryzują się wysoką zawartością celulozy, hemicelulozy oraz pektyn, co czyni je obiecującym substratem fermentacyjnym [3,4]. Skórki pomarańczy zawierają znaczące ilości rozpuszczalnych i nierozpuszczalnych węglowodanów, które po hydrolizie dostarczają fermentowalnych cukrów. Obecne w nich minerały i związki odżywcze wspierają wzrost drożdży i produkcję biomasy, białka jednokomórkowego oraz innych metabolitów [4].

Celem pracy była ocena możliwości zagospodarowania wybranych odpadów lignocelulozowych przemysłu spożywczego: wysłodków buraczanych i skórek pomarańczy, jako źródła węgla w hodowli trzech szczepów drożdży: *Y. lipolytica* W29, *Y. lipolytica* KKP379 oraz *Y. deformans* KKP3841. W badaniach uwzględniono cztery czynniki związane z warunkami hodowli: rodzaj źródła węgla, pH podłoża, suplementację podłoża oraz źródło azotu. Na podstawie analizy statystycznej wytypowano optymalne warianty do hodowli drożdży w bioreaktorze laboratoryjnym.

Wyniki wykazały istotny wpływ rodzaju źródła węgla na plon biomasy u wszystkich badanych gatunków drożdży. Najwyższe stężenie biomasy uzyskano dla hydrolizatu ze skórek pomarańczy w przypadku szczepu *Y. lipolytica* KKP379 oraz hydrolizatu z wysłodków buraczanych dla szczepów *Y. lipolytica* W29 i *Y. deformans* KKP3841. Optymalne pH podłoża mieściło się w przedziale 5-6. Suplementacja medium nie wpływała istotnie na plon biomasy. Najefektywniejszym źródłem azotu był pepton. W hodowlach prowadzonych w bioreaktorze hydrolizaty odpadowe wykazały wyższą wydajność niż glukoza, przy czym najwyższy plon biomasy uzyskano na hydrolizacie ze skórek pomarańczy. Przeprowadzone badania potwierdzają, że odpowiednio przygotowane odpady lignocelulozowe z przemysłu spożywczego stanowią wartościowy, niskokosztowy substrat w hodowli drożdży z rodzaju *Yarrowia*.

Bibliografia:

1. Madzak, C., 2021. J. Fungi, 7, 548 DOI: <https://doi.org/10.3390/jof7070548>
2. Kobus, J., et al., 2025. Foods, 14, 3502. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods14203502>
3. Marzo-Gago C., et al. 2023, Fermentation, 9, 655. DOI: <https://doi.org/10.3390/fermentation9070655>
4. Martins, L.C., et al, 2020, Appl Microbiol Biotechnol 104, 6527–6547. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00253-020-10697-7>

Abstract 20: Wpływ cyjanowodoru na szlak regulujący zawartość tlenku azotu podczas ustępowania spoczynku zarodków jabłoni (*Malus domestica* Borkh.)

Maciej Piekarniak¹

1. Wydział Biologii i Biotechnologii SGGW, Instytut Biologii, Warszawa, Polska

Zarodki jabłoni (*Malus domestica* Borkh.) to modelowy materiał roślinny do badania mechanizmów ustępowania spoczynku nasion typu ortodox [1]. Spoczynek nasion jabłoni można przerwać po min. 40 dniach chłodnej stratyfikacji w 5 °C [2], lub alternatywnie przez krótkotrwałe (5 h) traktowanie cyjanowodorem (HCN) [3]. Pomimo swojego "toksycznego oblicza", HCN jest coraz częściej rozpoznawany jako cząsteczka sygnałowa w fizjologii roślin, odgrywająca rolę w regulacji różnych procesów fizjologicznych, takich jak rozwój roślin, obrona przed patogenami i reakcja na stresy środowiskowe. Po traktowaniu spoczynkowych zarodków jabłoni HCN zaobserwowano stymulację emisji tlenku azotu (NO) [4], co jest obecnie pretekstem do badań nad możliwymi mechanizmami tego zjawiska. NO, główne źródło reaktywnych form azotu (RNS), jest syntetyzowany w roślinach przez różne enzymatyczne i nieenzymatyczne szlaki i produkowany w wielu przedziałach komórkowych [5]. Sygnalizacyjna rola RNS jest zależna od ich stężenia; przy optymalnym poziomie komórkowym regulują liczne procesy wzrostu i rozwoju. Z kolei poziom toksyczny powoduje nieodwracalne zmiany w komórkach, co prowadzi do przyspieszonego starzenia lub śmierci komórkowej [6]. Kontrola zawartości NO odbywa się różnymi drogami, m.in. przez wiązanie tej cząsteczki przez fitoglobiny (Pgb) lub glutation (GSH). W reakcji z GSH powstaje S-nitrosoglutation (GSNO), który bierze udział w S-nitrozacji białek. Zawartość GSNO jest modyfikowana przez reduktazę S-nitrozoglutationu (GSNOR), która zachowuje homeostazę NO w komórce roślinnej [5]. Cykl Pgb – NO działa poprzez wzajemną konwersję azotynów (NO_2^-), NO i azotanów (NO_3^-), przy udziale reduktazy azotanowej (NR) oraz reduktazy metfitoglobiny (MetPgbR) [5]. **Celem badań było wskazanie możliwej interakcji HCN z enzymami cyklu fitoglobiny-NO, który odpowiada za modulację zawartości NO w komórce roślinnej.** Cel zrealizowano poprzez wykonanie następujących pomiarów: zawartości NO_2^- , NO_3^- , ATP, Pgb, wydzielania NO, oddychania tlenowego, analizy poziomu transkryptów kodujących Pgb (*Pgbl*) i NR (*NIA1*), oraz aktywność GSNOR i MetPgbR. Uzyskane wyniki wskazują na możliwą interakcję HCN z Pgb jak i NR, powodując zaburzenia w ich aktywności a tym samym na ograniczoną możliwość wiązania NO.

Bibliografia:

1. Lewak S. 2011. *APP* 33(1): 1-24. DOI: 10.1007/s11738-010-0524-8
2. Ciacka K. et al. 2025. *J Plant Physiol.* 304:154407. DOI: 10.1016/j.jplph.2024.154407
3. Krasuska U. et al. 2014. *J Plant Physiol.* 171(13): 1132-41. DOI: 10.1016/j.jplph.2014.04.015
4. Krasuska i Gniazdowska 2012. *APP* 34: 683–692. DOI: 10.1007/s11738-011-0868-8
5. Gupta J. K. et al. 2022. *Mol Plant.* 15(2): 228-242. DOI: 10.1016/j.molp.2021.12.012
6. Krasuska U. et al. 2015. *Springer, Cham.* DOI: 10.1007/978 – 3 – 319 – 10079 – 1_11

Abstract 21: Wpływ antropopresji na czasowo-przestrzenną aktywność sarny na kampusie Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego

Jakub Kubich¹, Marta Bednarczyk², Aleksandra Rutka², Kacper Lewandowski²

1. Instytut Nauk Leśnych SGGW, Warszawa, Polska

2. Wydział Leśny SGGW, Warszawa, Polska

Rozrastanie się miast jest przyczyną znacznej części konfliktów między ludźmi, a dziką przyrodą. Wynikająca z niego antropopresja zmusza populacje dzikich zwierząt do zawężania arealu występowania lub dostosowania się do życia w środowisku miejskim (synurbizacji). Korzystające z miast ssaki, takie jak sarny (*Capreolus capreolus*), wykorzystują zasoby środowiska miejskiego w taki sposób, by możliwie unikać spotkań z człowiekiem [1]. Celem badań było określenie wzorców czasowo-przestrzennych aktywności sarny na kampusie Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego (SGGW) w Warszawie w odniesieniu do czynników antropopresji, takich jak aktywność ludzi i psów oraz obecność infrastruktury miejskiej.

Badania prowadzone od 10. stycznia do 8. marca 2022 roku wykorzystywały 10 fotopułapek (570 pułapkodni). Fotopułapki rozmieszczone zostały na „starej” części kampusu SGGW, graniczącej od południa z ruchliwą jezdnią ulicy Nowoursynowskiej, a od północy z rezerwatem przyrody „Skarpa Ursynowska”.

Przy pomocy fotopułapek uzyskano 579 obserwacji saren, 893 obserwacje ludzi oraz 289 obserwacji psów. Sarny wykazywały aktywność typowo nocną, ze szczytem aktywności o świcie (Fig. 1.). Unikały one bliskości jezdni ulicy Nowoursynowskiej, wykorzystując najchętniej tereny położone w pobliżu granicy rezerwatu przyrody Skarpa Ursynowska

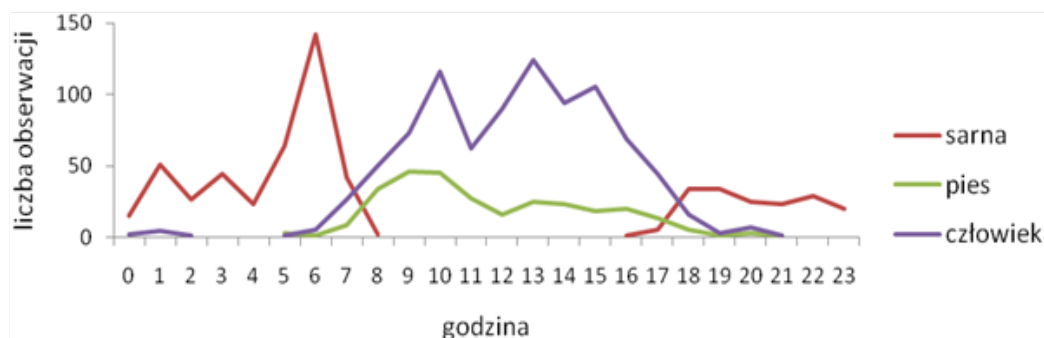


Figure 3: Aktywność dobową sarny na kampusie SGGW wyrażona w liczbie obserwacji ($n = 579$) dokonanych o poszczególnych godzinach, w zestawieniu z aktywnością dobową człowieka ($n = 893$) i psa ($n = 289$).

Sarny pojawiające się na kampusie SGGW wykazują skuteczne strategie unikania interakcji z człowiekiem zarówno w czasie jak i w przestrzeni. W tym celu ograniczają swoją aktywność dobową do godzin nocnych, gdy aktywność ludzi i psów jest najmniejsza, oraz korzystają z terenów położonych w oddaleniu od ruchliwej jezdni, umożliwiając szybkie wycofanie się do rezerwatu w razie potrzeby.

Bibliografia:

1. Jasińska K. et al. 2021. *Forests* 12(8): 970. DOI: 10.3390/f12080970

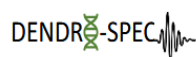
Abstract 22: A new method for assessing the quality and origin of Scots pine wood – DendroSpec project

Rabbia Akhtar¹, Paweł Kozakiewicz et.al ^{1,2,3,4}.

1. Institute of Wood Science and Furniture, Warsaw University of Life Sciences, Warsaw, Poland
2. Institute of Forest Sciences WULS-SGGW
3. InnoRenew CoE, Slovenia
4. Institute of Dendrology of the Polish Academy of Sciences

The project, known as DendroSpec, focuses on the most important forest tree species in Poland, specifically Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), which dominates stands and plays a leading role in the timber industry. The pines were harvested from a unique research area established over 50 years ago (at the Forest Experimental Station in Rogów), where seed material from mother stands from 16 regions of Poland was used in a single location. Wood was also obtained from 3 locations in Slovenia for comparison. This long-term experimental setup enabled us to observe how genetic origin influences tree growth dynamics as well as the structural characteristics and properties (quality) of the wood. A key advantage of the project is its use of the latest research techniques, including hyperspectral imaging, high-resolution anatomical analysis, and advanced statistical modelling [1].

The primary aim of the DendroSpec project is to develop an innovative, non-destructive approach for assessing the genetic origin and quality parameters of Scots Pine wood. By integrating modern techniques and tools, the project aims to establish a diagnostic framework that can distinguish wood from various provenance regions and developmental stages. Although the study is still in progress, the methodological concept illustrates the potential of combining advanced imaging with anatomical analysis to improve wood quality evaluation and support sustainable forest management [2].



The project described above is being implemented by three entities: the leader, the Warsaw University of Life Sciences, with the Institute of Wood Sciences and Furniture, and the supporting Institute of Forestry Sciences, as well as two partners: the Institute of Dendrology of the Polish Academy of Sciences in Kórnik and InnoRenew CoE from Slovenia [3]. The research was carried out as part of the Dendro-Spec project [NCN – National Science Centre (Poland), No. UMO-2021/43/I/NZ9/02809; ARRS – Slovenian Research Agency, No. N4-0274].

Bibliografia:

1. Jankowska A. et al. 2025. *Springer Nature Link*. 59:2-3. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00226-025-01661-7>
2. Szaban J. et al. 2023. *Forests*. 14(3):1-2. DOI: <https://doi.org/10.3390/f14030480>
3. Kozakiewicz P. 2024. *DENDRO-OSPEC. Biuletyn Informacyjny Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Przemysłu Płyt Drewnopochodnych sp. z o.o. w Czarnej Wodzie*, No 3-4, 199-200

Abstract 23: Effect of spraying calcium on the yield and quality of aubergine (*Solanum melongena* L.) fruits

David Williams¹, Małgorzata Mirgos²

1 Faculty of Agriculture and Ecology, Institute of Agriculture, Warsaw University of Life Science, Warsaw, Poland

2 Faculty of Horticulture, Institute of Horticultural Sciences, Warsaw University of Life Science, Warsaw, Poland

Blossom end rot (BER) is one of the main physiological disorders affecting a range of crops, including eggplants, under various environmental stresses. Cell solute leakage through the membrane, membrane disintegration, and cell plasmolysis are all associated with BER symptoms [1, 2]. BER is often referred to as a calcium-related disorder since it is considered that Ca^{2+} plays a crucial role [3], although the occurrence of BER is linked to environmental factors such as water scarcity, high salinity, ammonia nutrition, and high temperature, all of which also contribute to Ca^{2+} deficiency [4, 5].

The study aimed to determine the effect of spraying calcium on the yield and quality of aubergine fruits. The experiment was conducted in 2021 at the Experimental Station of the Warsaw University of Life Sciences, Poland. The plants were sprayed with Ca^{2+} sources for 10 weeks, and fruit harvesting was carried out on two dates: after the 5th and 10th spraying. The spray treatments included calcium formate ($\text{Ca}(\text{HCO}_2)_2$) (0.5 %), calcium nitrate ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) (0.7 %), L-amino acid + Ca (1 %), and water as the control.

The results showed that foliar calcium treatment of eggplant had no effect on total yield, dry matter, and fruit firmness. Application of calcium preparations may have influenced the high proportion of marketable yield and the absence of fruit with BER symptoms observed in this experiment. After treatment with calcium formate, a reduction in the proportion of yellow color in eggplant was observed, along with a higher content of phenolic compounds in eggplant fruit. Spraying with L-Amino + Ca resulted in significantly higher contents of TSS and total sugars in the fruits. The application of L-Amino + Ca also significantly increased the concentration of most phenolic compounds in these fruits. Therefore, it can be suggested that foliar application of various calcium sources, primarily L - Amino + Ca (1 %), can be used as a viable means of improving the vegetable quality of aubergine.

The research was carried out as part of my master's thesis.

Bibliografia:

1. Ho and White 2005. *Annals of Botany*. 95(4): 571-581. DOI: 10.1093/aob/mci065
2. De Freitas et al., 2012. *Journal of Plant Growth Regulation*. 31(2): 221-234. DOI: 10.1007/s00344-011-9233-9
3. Dorais et al., 2001. *Horticult. Rev.* 26: 239-319. DOI: 10.1002/9780470650806.ch5
4. Taylor et al., 2004. *HortScience*, 39(5): 1110-1115. DOI: 10.21273/HORTSCI.39.5.1110
5. Aktas et al., 2005. *Physiologia Plantarum*. 123(1): 67-74. DOI: 10.1111/j.1399-3054.2004.00435.x

Abstract 24: Możliwości wykorzystania małowartościowego mięsa zwierzyny łownej w produkcji tradycyjnych kiełbas surowo dojrzewających typu kindziuk

mgr inż. Marcin Witkowski¹, dr hab. inż. Joanna Żochowska-Kujawska, prof. ZUT¹

1. Wydział Nauk o Żywności i Rybactwa ZUT, Katedra Technologii Mięsa, Szczecin, Polska

Celem pracy było porównanie tekstury, wartości odżywczej i jakości sensorycznej kiełbas surowo dojrzewających, w których część mięsa wieprzowego zamieniono mięsem drobnym dzika. W pracy zbadano wpływ fermentacji kontrolowanej oraz spontanicznej podczas produkcji kiełbas surowo dojrzewających ze zmienną ilością mięsa z dzika. W surowcu oznaczono wielkość elementów struktury, zaś dla wyrobu gotowego zbadano teksturę za pomocą testu TPA, wartość pH, skład chemiczny, dokonano analizy barwy i jakości sensorycznej

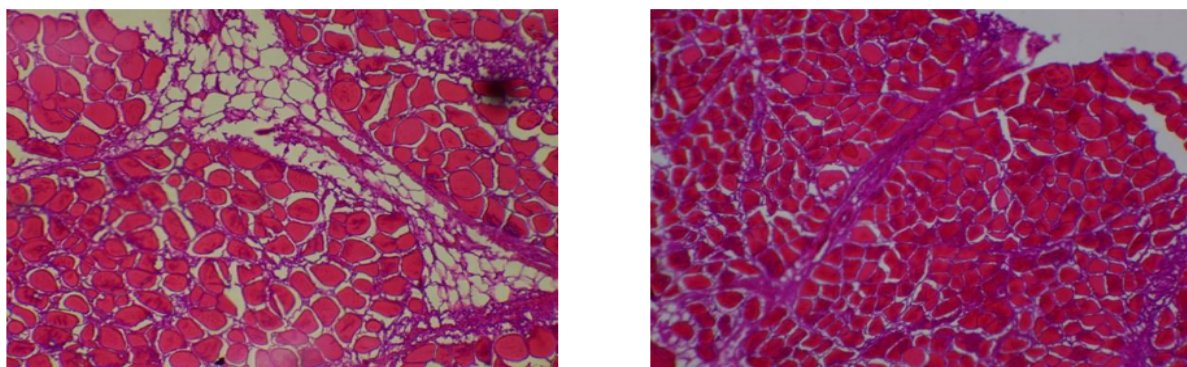


Figure 4: (Lewo) J.Żochowska-Kujawska. Struktura mięśnia INF wieprzowego. (Prawo) J. Żochowska-Kujawska. Struktura mięśnia INF z dzika

Mięso dzika w porównaniu z mięsem wieprzowym cechuje się mniejszym polem powierzchni przekroju włókien mięśniowych, mniejszą ilością tłuszczu śródmięśniowego oraz cieńszym peri- i endomysium. Kiełbasy wyprodukowane na drodze fermentacji kontrolowanej cechowały się większą twardością, gumowatością, żuwalnością oraz niższym pH, a także bardziej czerwoną i nasyconą barwą. Wyroby te były bardziej soczyste, smakowite i o bardziej intensywniejszym zapachu oraz cechowały się wyższą oceną ogólną w porównaniu z kiełbasami wyprodukowanymi przy pomocy fermentacji spontanicznej. Wzrastająca ilość mięsa z dzika w kiełbasach spowodowała wzrost twardości i żuwalności kiełbas, a także wzrost zawartości białka i obniżenie zawartości tłuszczu, ale jednocześnie zwiększyła wodnistość, sprężystość i kruchość wyrobu. Kiełbasy z wyższą zawartością cechowały się bardziej wyczuwalnym zapachem i bardziej czerwoną barwą. Za najbardziej akceptowalne uznano kiełbasy z dodatkiem 50 % mięsa z dzika wyprodukowane na drodze fermentacji spontanicznej oraz z dodatkiem 50 – 75 % dziczyzny uzyskane na drodze fermentacji kontrolowanej. Generalnie wyższymi notami jakości sensorycznej cechowały się kiełbasy, w których do produkcji wykorzystano fermentację kontrolowaną.

Abstract 25: Searching for fungi with the potential to remediation of heavily degraded and long-term petroleum-polluted soils

Katarzyna Wiejak¹

1. Department of Microbiology Institute of Soil Science and Plant Cultivation – State Research Institute, Czartoryskich 8 Street, 24-100 Puławy, Poland

Central and Eastern Europe is characterized by numerous industrial waste dumps and degraded areas, often contaminated with petroleum substances and heavy metals. The high level of petroleum contamination in soils is mainly due to oil extraction and processing. Despite the closure of some mines, oil continues to leak, requiring rapid, inexpensive, and effective monitoring and bioremediation techniques. These areas are partially undergoing natural bioremediation and are covered with relict vegetation, whose rhizosphere is a habitat for a variety of microorganisms, including fungi capable of decomposing pollutants. Mycorrhizal fungi show great potential in soil remediation and can also be used to assess environmental toxicity and bioremediation effectiveness, providing an alternative to chemical methods. The aim of the study was to highlight the importance of biological processes in the reclamation of degraded areas and to find fungi capable of soil bioremediation. Several plant samples were collected from the “Węglówka” oil deposit area and fungi were isolated from their tissues. After obtaining pure cultures, DNA isolation and preliminary genetic characterization of the isolates were performed using the BOX-PCR technique and sequencing of the ITS DNA region using the Sanger method to identify the genus and select specific strains for further research analyses, which will include determining their potential for PAH biodegradation. The results obtained allowed the studied strains to be classified into 44 different genera and isolates to be selected for further analysis. Most strains belonged to *Talaromyces*, *Fusarium*, and *Penicillium*.

The research was funded by the project: NCN 2022/45/B/NZ8/02398 “The interaction between the microbiome, mycobiome and metavirion of the rhizosphere and endorhiosphere of ruderal plants and their role in the passive and active remediation of heavily degraded soils and long-term oil pollution” (2023 – 2027).