



Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

APVV-19-0059

Farebné škvrny na historických papieroch: biologická a chemická charakterizácia spojená s ich odstraňovaním

Zodpovedný riešiteľ **RNDr. Mária Bučková, PhD.**

Príjemca **Ústav molekulárnej biológie SAV, v. v. i.**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Ústav molekulárnej biológie, Slovenská akadémia vied, v.v.i. (Bratislava).

Výskumný ústav potravinársky, Národného poľnohospodárskeho a potravinárskeho centra (Bratislava).

Vysoká škola výtvarných umení v Bratislave.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Dr. Marina Bicchieri a Dr. Daniele Ruggiero - Istituto centrale restauro conservazione patrimonio archivistico librario, Via Milano 76, 00184 Roma, Italy.

Dr. Flavia Pinzari - Institute for Biological Systems (ISB), Council of National Research of Italy (CNR), Area della Ricerca di Roma 1, Via Salaria Km 29,300, 00015 Monterotondo (RM), Italy. - Life Sciences Department, Natural History Museum, Cromwell Road, SW7 5BD, London, UK.

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

Žiadne

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

- Farkas, Z., Puškárová, A., Šišková, A.O., Poljovka, A., Zámocký, M., Vadkerti, E., Urík, M., Farkas, B., Bučková, M., Kraková, L. and Pangallo, D., 2023. Evaluation of enzymatic stamp removal strategies on handmade (cellulose-based) and machine-made (lignin-containing) papers. International Journal of Biological Macromolecules, 242, p.124599.

- Pavlovič, J., Puškárová, A., Planý, M., Farkas, Z., Rusková, M., Kvalová, K., Kraková, L., Bučková, M. and Pangallo, D., 2023. Colored stains: Microbial survey of cellulose-based and lignin rich papers. International Journal of Biological Macromolecules, 241, p.124456.

- Pavlovič, J., Sclocchi, M.C., Planý, M., Ruggiero, D., Puškárová, A., Bučková, M., Šoltys, K., Colaizzi, P., Riccardi, M.L., Pangallo, D. and Pinzari, F., 2022. The microbiome of candle beeswax drops on ancient manuscripts. International Biodeterioration & Biodegradation, 174, p.105482.

- Pavlovič, J., Farkas, Z., Kraková, L. and Pangallo, D., 2022. Color Stains on Paper: Fungal Pigments, Synthetic Dyes and Their Hypothetical Removal by Enzymatic Approaches. Applied Sciences, 12(19), p.9991.

- Kisová, Z., Pavlovič, J., Šefčíková, L., Bučková, M., Puškárová, A., Kraková, L., Šišková,

A.O., Kleinová, A., Machatová, Z. and Pangallo, D., 2021. Removal of overpainting from an historical painting of the XVIII Century: a yeast enzymatic approach. *Journal of Biotechnology*, 335, 55-64.

- Planý, M., Pinzari, F., Šoltys, K., Kraková, L., Cornish, L., Pangallo, D., Jungblut, A.D. and Little, B., 2021. Fungal-induced atmospheric iron corrosion in an indoor environment. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 159, p.105204.

- Pavlovic, J., Cavalieri, D., Mastromei, G., Pangallo, D., Perito, B. and Marvasi, M., 2021. MinION technology for microbiome sequencing applications for the conservation of cultural heritage. *Microbiological Research*, p.126727.

- Kisová, Z., Planý, M., Pavlović, J., Bučková, M., Puškárová, A., Kraková, L., Kapustová, M., Pangallo, D. and Šoltys, K., 2020. Biodeteriogens characterization and molecular analyses of diverse funeral accessories from XVII Century. *Applied Sciences*, 10(16), p.5451.

Uplatnenie výsledkov projektu

Prostredníctvom tohto projektu sme boli schopní vyvinúť rôzne enzymatické stratégie na odstraňovanie škvrín a nežiaducich substrátov z povrchu predmetov kultúrneho dedičstva (papierové dokumenty, knihy a plátno).

Stratégia zahŕňa:

- Výroba mikrobiálnej extracelulárnej enzymatickej zmesi (EEM) na základe substrátu, ktorý sa má odstrániť.

- Aplikácia EEM na povrch objektu (priama aplikácia alebo použitím hydrogélů).

Okrem toho bolo vyvinutých niekoľko stratégií založených na masívnom sekvenovaní (platforma MinION) a bioinformatike, ktoré možno využiť v mikrobiálnej diagnostike predmetov kultúrneho dedičstva, múzejného a archívneho prostredia.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

- Optimalizácia prístupov izolácie a identifikácie mikroorganizmov kolonizujúcich kultúrne dedičstvo schopných produkovať perspektívne hydrolytické extracelulárne enzýmy

- Posúdenie schopnosti izolovanej mikroflóry produkovať významné hydrolytické enzýmy schopné odstraňovať farebné škvrny a nežiadúce substráty na povrchu predmetov kultúrneho dedičstva.

- Vývoj a aplikácia mikrobiálnych extracelulárnych enzymatických zmesí (EEM) schopných odstraňovať farebné škvrny a nežiadúce substráty z povrchu historických predmetov (plátna) a papierov (dokumentov a kníh).

- Molekulárna diagnostika ochrany nášho kultúrneho dedičstva. Identifikácia mikroorganizmov pomocou vysokovýkonného sekvenovania (platforma MinION) a bioinformatických nástrojov na povrchu rôznych typov historických papierových dokumentov a ich okolitého prostredia.

- Identifikácia mikroorganizmov produkujúcich farbivá, ktoré majú účinok na papierové dokumenty.

- Chemická identifikácia mikrobiálnych pigmentov/farbív, ktoré ovplyvňujú papierové dokumenty.

- Optimalizovaná bola svetelná invazívna stratégia na identifikáciu farebných škvrín u modelových vzoriek papiera.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

- Optimization of approaches for isolation and identification of cultural heritage colonizing microorganisms able to produce promising hydrolytic extracellular enzymes.

- Assessing the ability of the isolated microbiota to produce valuable hydrolytic enzymes able to remove colored stains and unwanted substrates on the surface of cultural heritage objects.

- Development and application of microbial extracellular enzymatic mixtures (EEM) able to remove colored stains and undesired substrates from the surface of historical objects (canvas) and papers (documents and books).

- Molecular diagnostic for the safeguard of our cultural heritage. Identification of microorganisms by high-throughput sequencing (MinION platform) and bioinformatics tools

on the surface of various type of historical paper documents and their surrounding environment.

- Identification of the colorant-producing microorganisms that affect paper documents.
- Chemical identification of the microbial pigments / colorants that affect paper documents.
- It was optimized a light invasive strategy to identify the colored stains from model paper samples.