

VMESNO POROČILO PROJEKTA L7-4422: "UPTAKE": PONOVNNA UPORABA VODE IN BLATA IZ ČISTILNIH NAPRAV V KMETIJSTVU: PRIVZEM IN PORAZDELITEV PRIORITETNIH ONESNAŽIL V MODELNI RASTLINI PARADIŽNIKA

1.Poročilo o uresničitvi predloženega programa dela oziroma ciljev na raziskovalnem projektu za obdobje vmesnega poročila

WP 1: UPRAVLJANJE PROJEKTA

Naloga 1.1: Upravljanje projekta

Cilj naloge je uspešno vodstvo in koordinacija projekte, kar je izpolnjeno v celoti.

WP 2: (BIO)ANALITIKA

T. 2.1. Izbira modelnih spojin

Poudarila bi, da je bil v projektu načrtovan zgolj en poskus, vendar smo iz previdnostnih razlogov izvedli predposkus (rastni poskus 1) z manjšim naborom onesnaževal, ki vzbujajo zaskrbljenost (CEC, Contaminants of Emerging Concern, 1). Modelne spojine smo izbrali za oba rastna poskusa in s tem presegli zadane cilje.

T.2.3. Razvoj analiznih metod za določanje prioriternih organska onesnaževal v različnih matrikah

Razvili in validirali smo analizne metode za določitev izbranih CEC v pitni/površinski/odpadni vodi in plodu paradižnika (1,2). Trenutno te metode optimiziramo za analizo CEC v posameznih delih rastlin (korenine, listi, stebila), ki bo omogočila oceno privzema CEC v posamezne dele rastline. V drugi polovici projekta bomo razvili netarčne protokole za analizo odpadne vode in paradižnika zalivanega s to matriko in na ta način ovrednotili prisotnost spojin, ki jih predhodno nismo »ciljali« (tarčna analiza). V okviru naloge pa smo predčasno pričeli z uvajanjem netarčnih protokolov (3,4,5). Poleg v projektu navedenih nalog smo izvedli tudi poskus stabilnosti izbranih CEC v različnih matrikah.

T 2.3 Analiza vzorcev: spojine, ki nas zanimajo v različnih matrikah

Rezultati prvega ravnega poskusa smo objavili v znanstveni publikaciji v J. Haz. Materials (1), rezultati drugega ravnega poskusa pa so v zaključni fazi obdelave.

T 2.4 Mikrobiološka ocena WW, obdelanega blata in plodov paradižnika

Ta del je opravljen po načrtu in bo del načrtovanih publikacij.

T 2.5 Kvantifikacija MP v zemlji

Razvili smo več metod določanja mikro in nanoplastike v vzorcih (6,7). Tudi ta del poteka skladno z napovedano časovnico.

Ocenjujemo, da so napovedane naloge v sklopu WP2 izpolnjene in presežene.

WP 3 EKSPERIMENTALNI DEL

V okviru projekta smo v dveh rastnih sezonah v različnih medijih (hidroponika, lizimetri in lončni poskus z aktivnim blatom), pod različnimi pogoji (zalivanje s pitno in odpadno vodo - z in brez dodatka CEC, gnojenje z aktivnim blatom) in z različno izpostavljenostjo CEC (CEC dodani vodni matriki za zalivanje/gojenje) vzgojili paradižnike. Rezultati prve rastne sezone so že objavljeni (1). Poleg napovedanih poskusov smo izvedli tudi poskus toksičnosti izbranih CEC na rast rastline paradižnika, ki bo strnjen v ločeno publikacijo.

Ocenjujemo, da smo načrtovane cilje presegli (dva rastna poskusa in poskus toksičnosti).

WP 4 UČINKI ODPADNIH VOD/OBDELANEGA BLATA NA KAKOVOST PLODOV

V prvem rastnem poskusu smo ovrednotili sledeče parametre za oceno kakovosti plodu: pridelek (g/rastlino), vsebnost sladkorjev, organskih kislin, askorbinske kisline polifenolov, aminokislin, karotenoidov, VOC in izotopske sestave (1). Z izvedenim naborom parametrov smo presegli načrtovane. Trenutno so v analizi plodovi iz drugega rastnega poskusa.

WP 5 MODELIRANJE PRIVZEMA CEC V RASTLINE in WP 6 OCENA TVEGANJA

Ta cilja sta načrtovana za drugo polovico projekta, ko bodo na voljo obdelani podatki privzema izbranih CEC v posamezne predelke rastline, vključno s plodovi. Kljub temu smo že pričeli z aktivnim razvojem postopkov modeliranja (8) in ocene tveganja (9), in te cilje presegli.

WP 7 DISEMINACIJA REZULTATOV PROJEKTA

Task 7.1. Aktivnosti diseminacije rezultatov projekta

Na osnovi objavljenih člankov (devet publikacij v revijah z visokim faktorjem vpliva, šest A" in en strokovni članek), najmanj 10 člankov je v pripravi oz. v postopku recenzije (glej tudi točko 4) in 12 konferenčnih predstavitev vključno z vabljenimi predavanji na mednarodnih konferencah (glej točko 4) ocenjujemo, da je diseminacija rezultatov projektne naloge izjemno uspešna, program dela projekta pa je v celoti uresničen in presežen.

Objavljeni znanstveni članki:

1. KOVAČIČ et al., *Journal of Hazardous Materials (A'')*, 2023, 448, 130964, DOI: 10.1016/j.jhazmat.2023.130964. [COBISS.SI-ID 141167619]
2. LAIMOU-GERANIOU et al., *Science of the total environment (A'')*, 2023, 903, 166586, DOI: <https://dx.doi.org/doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166586> [COBISS.SI-ID 162438915]
3. KOVAČIČ et al., *Environmental research (A'')*, 2023, 227, 115790, DOI: 10.1016/j.envres.2023.115790. [COBISS.SI-ID 147490051]
4. KOVAČIČ et al., *Journal of Hazardous Materials (A'')*, 2023, 454, 131478, DOI: 10.1016/j.jhazmat.2023.131478 [COBISS.SI-ID 150358787],
5. VEROVŠEK et al., *Environmental research (A'')*, 2023, 237, 2, 117061, DOI: 10.1016/j.envres.2023.117061. [COBISS.SI-ID 163300611]
6. LEKŠE et al., *Environmental sciences Europe (A')*, 2024, 36, 68, DOI: 10.1186/s12302-024-00898-6. [COBISS.SI-ID 191281923]
7. ŽELEZNIKAR et al., *Agrofor*. 2023, 8, 2, 69-76, DOI: [10.7251/AGRENG2302069Z](https://doi.org/10.7251/AGRENG2302069Z). [COBISS.SI-ID 191354115]
8. VEROVŠEK et al., *Science of the total environment (A'')*, 2023, 866, 161257, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.161257, [COBISS.SI-ID 136155651]
9. VEROVŠEK et al., *Science of the total environment (A'')*, 2023, 892, 164364, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.164364, [COBISS.SI-ID 153690883]

Strokovni članki

ZAPUŠEK et al., Številne priložnosti in ovire za izkoriščanje sekundarnega vira vode – ESG 186. *Zelena Slovenija: portal za trajnostni razvoj*. 6. feb. 2024. ISSN 2630-1830. <https://www.zelenaslovenija.si/esg/stevilne-priloznosti-in-ovire-za-izkoriscanje-sekundarnega-vira-vode-esg-186/>. [COBISS.SI-ID 191361795]

Članki v pripravi

ANDREASIDOU, Eirini, HEATH, David, HEATH, Ester. Analytical Methods for Evaluating Emerging Contaminants in Plants from Wastewater and Treated Sludge Reuse: A Review. *Trends in Environmental Analytical Chemistry*

ANDREASIDOU, Eirini, KOVAČIČ, Ana, HEATH, David John, KOSJEK, Tina, PINTAR, Marina, KACJAN MARŠIČ, Nina, BLAZNIK, Urška, HEATH, Ester. Evaluating the Occurrence of Chemicals of Emerging Concern in Tomato Plants: A Field Study on Agricultural Wastewater Reuse. *Journal of Hazardous Materials*

ANDREASIDOU, Eirini, KOVAČIČ, Ana, HEATH, David John, PINTAR, Marina, KACJAN MARŠIČ, Nina, BLAZNIK, Urška, HEATH, Ester. Assessment of Emerging Contaminants Uptake in Tomato Plants: Pot Experiment Investigating Treated Sludge Amendment. *Journal of Hazardous Materials*

ANDREASIDOU, Eirini, KORONAIU, Lelouda-Athanasia, KOVAČIČ, Ana, HEATH, David John, PINTAR, Marina, KACJAN MARŠIČ, Nina, LAMBROPOULOU, Dimitra A., HEATH, Ester. Determination of organic contaminants and their transformation products in tomatoes subsequent to treated wastewater irrigation and sewage sludge amendment: suspect and non-target approaches. *Science of the Total Environment*

ANDREASIDOU, Eirini, KOVAČIČ, Ana, HEATH, David John, PINTAR, Marina, KACJAN MARŠIČ, Nina, MARTÍNEZ BUENO, María Jesús, DOLORES HERNANDO, María; HEATH, Ester. Contaminants of emerging concern (CECs) in tomatoes irrigated with treated wastewater: Evaluating the translocation in different plant parts. *Science of the Total Environment*

ANDREASIDOU, Eirini, MARTELLO, Lorenzo; HEATH, David John; HEATH, Ester; BIKIARIS, Dimitris; LAMBROPOULOU, Dimitra A. Synthesis and Application of a new Porous Acrylic Copolymer for Dispersive Solid-Phase Extraction of Multiple Emerging Contaminants from Urban Wastewater. *Science of the Total Environment*

KACJAN MARŠIČ, Nina, ŽELEZNIKAR, Špela, PINTAR, Marina, ANDREASIDOU, Eirini, HEATH, David, KASTELEC, Damijana, HEATH, Ester. Biochemical profile of tomato fruits grown in a nutrient solution fortified with chemicals of emerging concern

LEBAN, Pia, MARKOVIĆ, Katarina, MARKOVIĆ, Stefan, MILAČIČ, Radmila, ŠČANČAR, Janez, HEATH, Ester, KACJAN MARŠIČ, Nina, PINTAR, Marina, PODLOGAR, Matejka, RADOŠEVIĆ, Tina, VIDMAR, Janja. Investigating the uptake and distribution of metal-doped polystyrene nanoplastics and their influence on element uptake in tomato plants. *Journal of Hazardous Material*

MARKOVIĆ, Katarina, ŠČANČAR, Janez, MILAČIČ, Radmila, MARKOVIĆ, Stefan, VIDMAR, Janja, HEATH Ester, KACJAN MARŠIČ, Nina, PINTAR, Marina. The uptake of cadmium, lead, chromium and zinc from contaminated nutrient solutions and their localization in tomato plant (*Solanum lycopersicum* L. Rally). *Scientific reports*

ŠUNTA, Urška, FINK, Rok, MODIC, Martina, GODIČ TORKAR, Karmen. Characterization of polystyrene-degrading bacteria isolated from plastic processing plants. *International Biodeterioration & Biodegradation*

Konferenčne predstavitve

[COBISS.SI-ID [185827843](#)], [COBISS.SI-ID [184982531](#)], [COBISS.SI-ID [162968579](#)], [COBISS.SI-ID [156636675](#)], [COBISS.SI-ID [155905539](#)], [COBISS.SI-ID [151459331](#)],

[COBISS.SI-ID 151428867], [COBISS.SI-ID [151422211](#)], [COBISS.SI-ID 141880835],
[COBISS.SI-ID [120904963](#)], [COBISS.SI-ID [113699587](#)], [COBISS.SI-ID [121553923](#)].

Na osnovi objavljenih člankov (devet publikacij v revijah z visokim faktorjem vpliva - šest A", glej točko 3) in enega strokovnega članka, najmanj 10 člankov v pripravi (število člankov se bo povečalo v drugi polovici projekta) in 12 konferenčnih predstavitev ocenjujemo, da je diseminacija rezultatov projektne naloge uspešna, program dela projekta pa je v celoti uresničen in presežen.

Poročilo pripravila:

Prof dr Ester Heath

Ljubljana, 8.4.2024

Ocena stopnje uresničitve programa dela raziskovalnega projekta in zastavljenih raziskovalnih ciljev za obdobje vmesnega poročila

Iz objavljenih člankov (devet publikacij v revijah z visokim faktorjem vpliva - šest A", glej točko 3) in en strokovni članek, najmanj 10 člankov v pripravi (število člankov se bo povečalo v drugi polovici projekta) in 12 konferenčnih predstavitev (glej spodaj) ocenjujemo, da je diseminacija rezultatov projektne naloge uspešna, program dela projekta pa je v celoti uresničen in presežen.