

Raziskovalna infrastruktura Odseka za znanosti o okolju



Nagovor



Dejavnost Odseka za znanosti o okolju je pestra in raznolika, kot je okolje samo. Prepletena je z različnimi raziskavami s področja naravoslovnih in družboslovnih znanosti, s katerimi definiramo naše okolje, družbo in človekove dejavnosti. Z našim raziskovalnim delom želimo pojasniti povezave med naravnimi procesi in človekovo dejavnostjo ter vplive te dejavnosti na zdravje ljudi in na okolje. Področja našega raziskovalnega, izobraževalnega in tehnološko-razvojnega udejstvovanja tematsko zajema analizo kemije okolja, biološko in geokemijsko kroženje snovi v okolju, interakcije med okoljem in zdravjem ljudi, varnost in sledljivost živil, koloidno biologijo, okoljske nadzorne meritve, podporo razvoju čistih tehnologij in ravnanja z odpadki, ocene vplivov na okolje in analize tveganja.

Za opravljanje tovrstnih raziskav je potrebna raziskovalna infrastruktura in visokotehnološka oprema. Prav to pa je odsek pridobil v okviru Operativnega programa krepitve regionalnih razvojnih potencialov v obdobju 2007-2013, razvojne prioritete: »Gospodarsko-razvojna infrastruktura«, prednostne usmeritve: »Izobraževalno-raziskovalna infrastruktura«. Ta investicija je odseku omogočila trdno umestitev v evropski raziskovalni prostor, okrepljeno sodelovanje z domačimi in tujimi partnerji, povečano kompetitivnost, kakovostno izobraževanje kadrov ter povečano zaposlovanje na Odseku in pri sodelujočih organizacijah. Odsek je z novo vrhunsko opremo, z infrastrukturo in z znanjem postal tudi privlačna destinacija za izobraževanje in gostovanje vrhunskih tujih znanstvenikov. V letu 2022 smo to raziskovalno infrastrukturo nadgradili z opremo Orbitrap na področju masne spektrometrije, ki smo jo financirali iz lastnih sredstev ob finančni pomoči ARRS.

Namen te publikacije je osvetliti nekatere ključne pridobitve in področja njihove uporabe.

*Prof. dr. Milena Horvat
Vodja Odseka za znanosti o okolju*

Multielementna analitika in speciacija elementov v sledovih

Vloga kemijskega elementa v posameznem delu njegovega biogeokemijskega cikla je odvisna od njegove celotne koncentracije in speciacije oz. porazdelitve med posameznimi kemijskimi zvrstmi. Razvoj in uporaba novih speciacijskih analiznih postopkov predstavlja pomemben del raziskovalne dejavnosti zlasti za naslednje elemente: Al, As, Cr, Ni, Se, I, Pb, Sb, Sn, Br, Pt, Ru in Hg. Masna spektrometrija z induktivno sklopljeno plazmo – ICP MS je instrumentalna tehnika, s katero lahko v vzorcih, ki jih analiziramo, določimo vsebnost in izotopska razmerja večine kemijskih elementov. Je občutljiv, elementno specifični, detektorski sistem v sklopljenih tehnikah, ki omogočajo izvedbo speciacijske analize. Primerna pa je tudi za specifične aplikacije, kot je npr. določitev velikostne porazdelitve nekaterih kovinskih nanodelcev v izbranih vzorcih.

ICP MS

Instrumenti Agilent 7500ce, 7700x, 7900 so zelo občutljivi, avtomatizirani enojni kvadrupolni instrumenti s kolizijsko celico, ki omogočajo hitro izvedbo analiz, učinkovito odpravijo običajne interference merjenja in so z uporabo odgovarjajoče programske opreme relativno enostavni za vsakdanjo uporabo.

Agilent 8800 instrument je zasnovan tako, da je kolizijska celica umeščena med dvema kvadrupolnima analizatorjema, in je namenjen precizni kontroli procesov v reakcijsko/kolizijski celici in izvajanju tandemskih MS/MS operacij. Zagotavlja zanesljivo določitev sledov elementov, katerih razmerje med maso in nabojem je ≤ 80 amu ne glede na kompleksnost sestave vzorcev.



_KAM6190-1015.JPG

Laserska ablacija

Analyte G2

Kombinacija ultra kratke dolžine pulzov in valovna dolžina 193 nm poveča učinkovitost instrumenta. Posledično G2 omogoča višjo energijo za ablacijo, tako da proizvaja manjše delce, ki se ionizirajo, pri čemer se zmanjša šum instrumenta. Z G2 lahko analiziramo različne vrste materialov od prosojnih do trdnih z globino prodiranja 10 nm na strel.

Masna spektrometrija, namenjena analitiki plinov in produktov termičnega razkroja

Pfeiffer Quadropole masni spektrometer - QMS ustreza pogojem, ki zahtevajo izjemno čist vakuumski sistem, katerega signali ozadja (razen vode in zraka) pri pogojih največje občutljivosti ne presegajo 100 cps.



_KAM6194-1015.JPG

Atomska fluorescenca/absorpcija hladnih par

Omogoča določanje vsebnosti *sledov živega srebra in njegovih spojin* v zraku, dimnih plinih, odpadnih in površinskih vodah, sedimentih/tleh ter bioloških vzorcih.

Instrumenti: Tekran 2600 za določanje celotnega Hg, Tekran 2700 za določanje MeHg, Brooks Rand MERX za speciacijo

HPLC s hidridno tehniko in atomsko fluorescenčno spektrometrijo

Omogoča določanje vsebnosti *sledov arzena, selena in antimona in njihovih spojin/metabolitov* v okoljskih vzorcih (vode, rastline, prst, sedimenti ...), v hrani, prehranskih dodatkih in bioloških vzorcih (kri, urin, celice, tkiva ...).

Masna spektrometrija za analizo organskih spojin

Dejavnost obsega: analizo sledov obstojnih in prioritetnih organskih onesnažil v okoljskih vzorcih (sediment, zrak, voda, biološki materiali); kroženje organskih onesnažil v okolju (bioakumulacija, transformacija, biološka razgradnja, fotorazgradnja ...) ter posnemanje teh procesov; analizo produktov transformacije organskih onesnažil, ki se tvorijo v okolju in med čiščenjem odpadnih vod; humani biomonitoring; analizo specifičnih biomarkerjev izpostavljenosti, epidemiologijo odpadnih vod, razvoj zdravil in novih načinov farmakoterapije, določitev izvora onesnažil in biomarkerjev v okolju z uporabo stabilnih izotopov lahkih elementov ter varnost hrane.



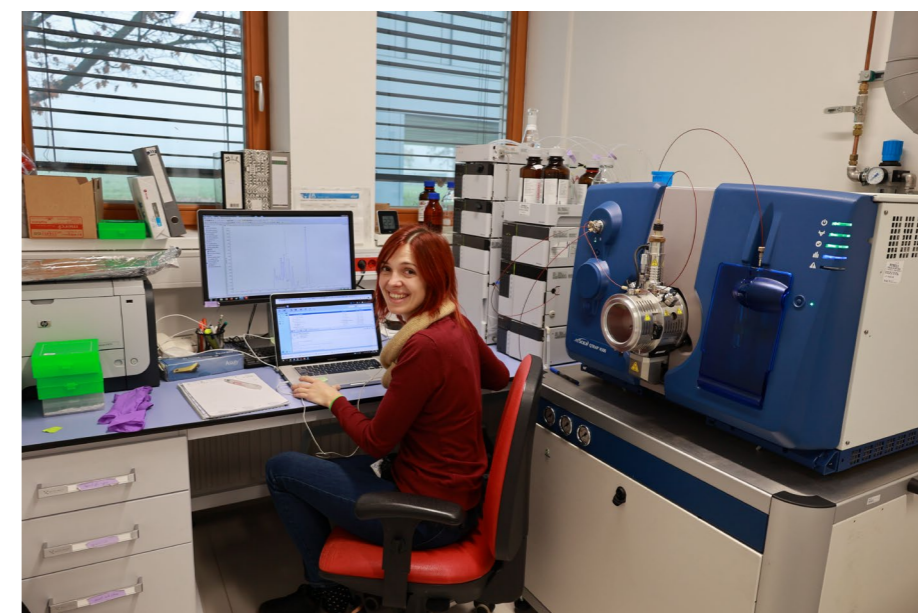
GC-IT-MS plinski kromatograf z masnoselektivnim detektorjem z MS/MS načinom delovanja za analizo novih organskih onesnažil v okoljskih vzorcih v sledovih in biomarkerjev izpostavljenosti.

[_KAM6329-1015.JPG](#)



GC-MSD plinski kromatograf z masnoselektivnim detektorjem za analizo hlapnih organskih onesnažil.

[_KAM6375-1015.JPG](#)



UHPLC-Qtrap tekočinski kromatograf s hibridnim masnim spektrometrom tipa trojni kvadrupol sklopljen z analizatorjem na zajetje ionov za analizo polarnih organskih onesnažil in biomarkerjev izpostavljenosti.

[OP8A2433.JPG](#)

Masna spektrometrija visoke ločljivosti za analizo organskih spojin

V infrastrukturnem centru za masno spektrometrijo z različnimi masnimi spektrometri določamo elementno sestavo in kemijsko strukturo organskih spojin, zdravilnih učinkovin, proteinov in drugih biomolekul, organsko kovinskih kompleksov, novih materialov v keramiki, elektroniki, analiziramo in kontroliramo vzorce iz okolja, hrane in prehranska dopolnila, forenzične ter arheološke vzorce ipd..

Najnovejši masni spektrometer Orbitrap Exploris 240 je hibridni masni spektrometer s sklopitvijo kvadrupolnega in Orbitrap masnega analizatorja, ki na bo omogočil masne analize zelo visoke ločljivosti. Na tem instrumentu bomo izvajali netarčno analizo organskih spojin, identifikacijo in kvantifikacijo sledov onesnažil v okolju, biomarkerjev izpostavljenosti in biomarkerjev učinka v bioloških vzorcih, karakterizacijo organskih spojin v bioloških in okoljskih vzorcih ter v vzorcih hrane.



Orbitrap Exploris 240 masni spektrometer sklopjen s tekočinskim kromatografom je hibridni masni spektrometer tipa kvadrupol - Orbitrap.



LC-Qtof visokoločljivostni tandemski masni spektrometer s tekočinskim kromatografom visoke zmogljivosti za identifikacijo in karakterizacijo organskih spojin.

[_KAM6387-1015.JPG](#)

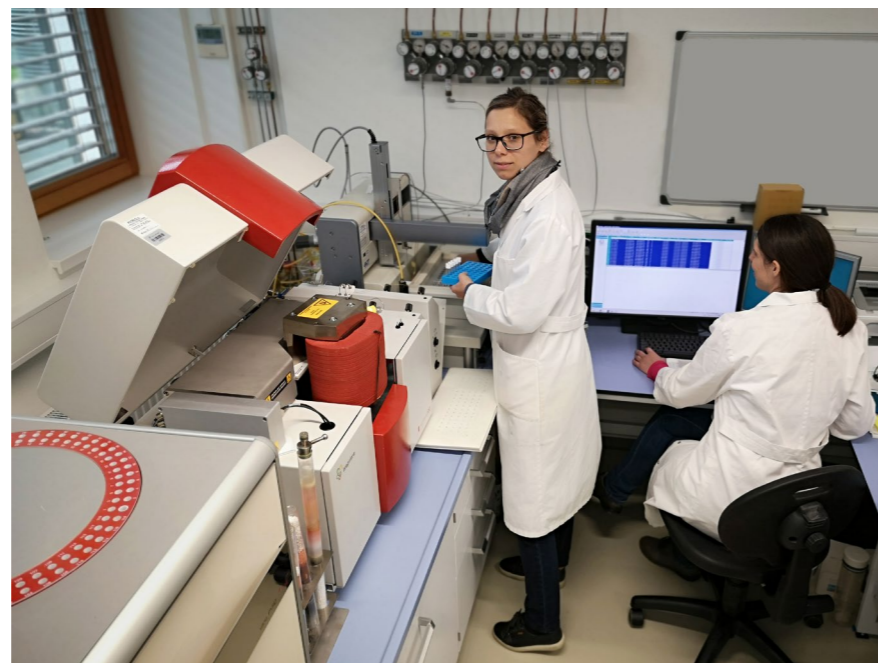
Masna spektrometrija za analitiko stabilnih izotopov elementov

Namen izotopske analize je določitev izotopske sestave lahkih elementov H, C, N, O in S ter težjih elementov, kot so Sr, Pb in Hg v različnih vzorcih iz okolja (trdnih, tekočih, plinastih), vzorcih živil (olje, mleko, med, vino, sadni sokovi, arome, sadje in zelenjava) in arheoloških vzorcih (kolagen, keramične posode).

IsoPrime GV masni spektrometer s plinskim kromatografom in sežigno enoto za analizo izotopske sestave organskih spojin (GC-C-IRMS) in z nastavkom Multiflow za analizo plina v nadprostoru. GC-C-IRMS je namenjen določitvi izotopske sestave za analizo specifičnih biomarkerjev in določitev izvora onesnažil in biomarkerjev v okolju. Multiflow pa se uporablja za določitev izotopske sestave kisika v različnih matrikah.

Europa Scientific 20-20 masni spektrometer s preparacijskima nastavkoma za tekoče in trdne vzorce (ANCA-SL) ter plinaste vzorce (ANCA-TG) je namenjen določitvi izotopske sestave C in N v različnih trdnih, tekočih in plinastih vzorcih.

Finnigan MAT DELTA plus masni spektrometer z dvojnimi uvajalnimi sistemom ter avtomatskim CO_2 - H_2O in H_2 - H_2O ekvilibratorjem HDOeq48 in programsko opremo ISODAT™ NT 2.0 za določanje izotopske sestave vodika ($\delta^2\text{H}$) in kisika ($\delta^{18}\text{O}$) v vzorcih vode (padavine, površinske in podzemne vode, sneg).



IsoPrime100 - Vario PYRO Cube (OH/CNS Pyrolyser/Elemental Analyser) masni spektrometer z elementnim analizatorjem in pirolizo za analizo stabilnih izotopov OH/CNS v trdnih in tekočih vzorcih.

[_KAM7842-1115.JPG](#)



Nu Instruments – Multikolektorski – ICP MS je namenjen določitvi izotopske sestave težjih elementov, kot sta Pb in Hg, za določanje izvora onesnažil in Sr za določitev geografskega porekla živil.

[_KAM7791-1115.JPG](#)

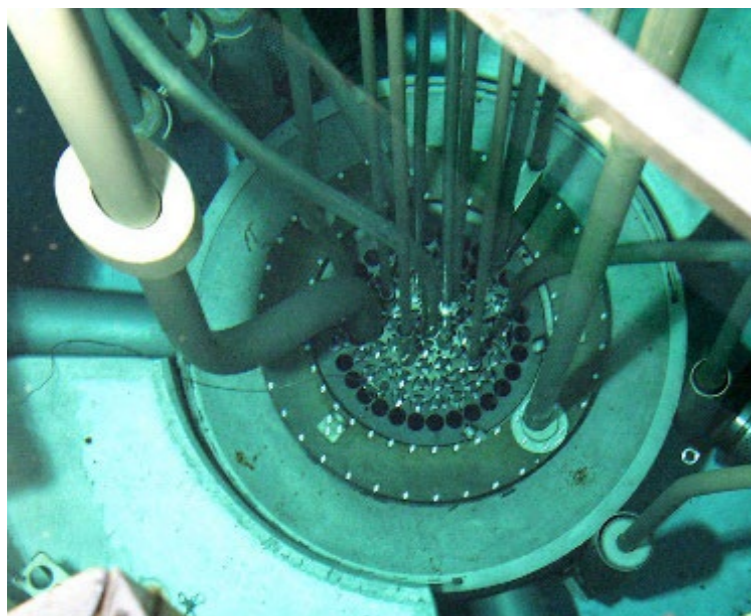
Radiokemija in radioekologija

Raziskovalni jedrski reaktor TRIGA Mark II omogoča izvedbo nevtronske aktivacijske analize, s katero lahko ugotovljamo vsebnost kemijskih elementov v okoljskih, bioloških in industrijskih vzorcih. Področje radioekologije obsega raziskave kroženja, pretvorb in mobilnosti naravnih radionuklidov v ekosistemih in na kontaminiranih območjih, privzem v rastline in razvoj metod okoljskega biomonitoringa. Raziskave radona in radonovih kratkoživih razpadnih produktov preučujemo v zraku bivalnega in delovnega okolja (domovi, vrtci, šole, različni delovni prostori, zdravilišča, kraške jame, rudniki) in ugotovljamo izvore radona ter njegovo časovno in prostorsko porazdelitev v različnih medijih (zrak, površinska in podtalna voda, morje).

Nevtronska aktivacijska analiza

Omogoča določanje vsebnosti elementov v sledovih v različnih vzorcih -

TRIGA Mark II jedrski reaktor



Tekočinska scintilacija

PerkinElmer' QUANTULUS 1220 tekočinski scintilacijski spektrometer

Omogoča določanje vsebnosti alfa in beta sevalcev v različnih vzorcih.



_KAM7750-1115.JPG

Proporcionalno štetje

Canberra LB4100 proporcionalni števec

Omogoča določanje koncentracij aktivnosti alfa in beta sevalcev v različnih vzorcih.

Spektrometrija alfa

Canberra Alpha Analyst™ alfa spektrometer

Omogoča določanje koncentracij aktivnosti naravnih in umetnih alfa sevalcev v različnih vzorcih.

Spektrometrija gama

HPGe Canberra in Ortec detektorji



OP8A0107.JPG

Rn-222, Rn-220

Za detekcijo radona in torona ter njihovih produktov uporabljamo spektrometre alfa, ionizacijske in scintilacijske celice ter detektorje jedrskih sledi.

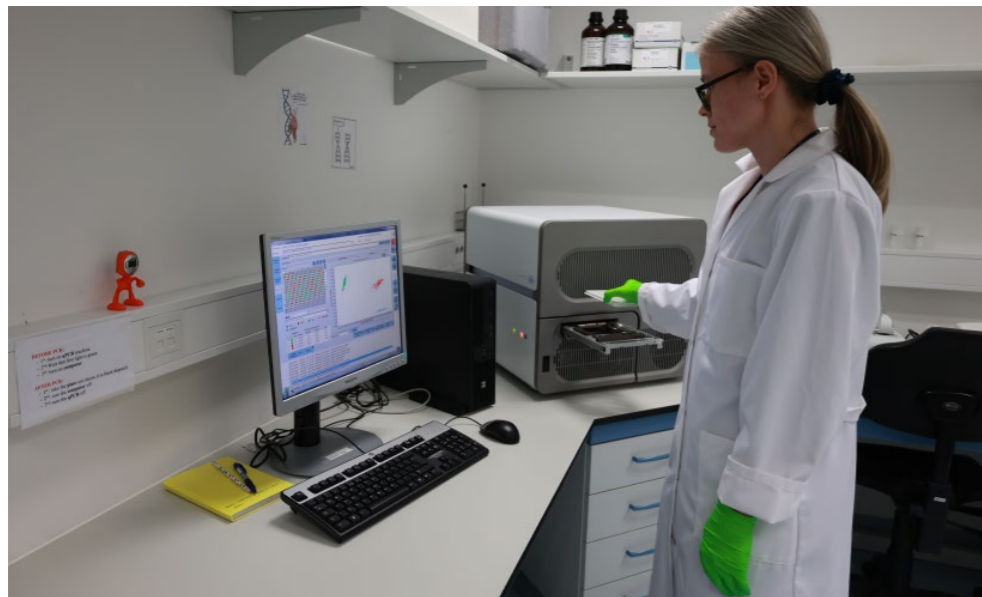
20210831_114904.JPG



AlphaGUARDs in AlphaPM za merjenje koncentracije radona in njegovih produktov

Molekularna biologija

Molekularne metode nam omogočajo inter-disciplinarnost pri proučevanju osnovnih presnovnih procesov okoljskih onesnaževal ter njihov vpliv na ekosistem in človeka v tesni povezavi z *mikrobiomom*. Molekularno biološka oprema nam skupaj z analizo-kemijskimi sistemi omogoča analize (epi)genetske in fenotipske variabilnosti med posamezniki ter analizo sestave, transformacij in delovanja mikrobnih združb, v posredni ali neposredni povezanosti s človekom. Raziskave mikrobnih združb so osredotočene predvsem na mikrobo, ki so v tesnem fizičnem stiku s človeškim gostiteljem, s koloidi v raztopini in z neživo podlago. Pri humani populaciji pa smo usmerjeni na povezave med okoljskimi onesnaževali oziroma zdravili in njihovim učinkom na posameznike. Iščemo predvsem vzroke, ki pogojujejo značilno večjo ali pa manjšo občutljivost posameznika na prisotnost določenega stresorja v telesu.



OP8A3105.JPG (Jačko)

Visoko-zmogljiva PCR sistema za zaznavanje nukleinskih kislin ter analizo (epi)genetske variabilnosti, *kvantitativni PCR v realnem času*, **LightCycler® 480, Roche**.



OP8A3115.JPG (Jačko)

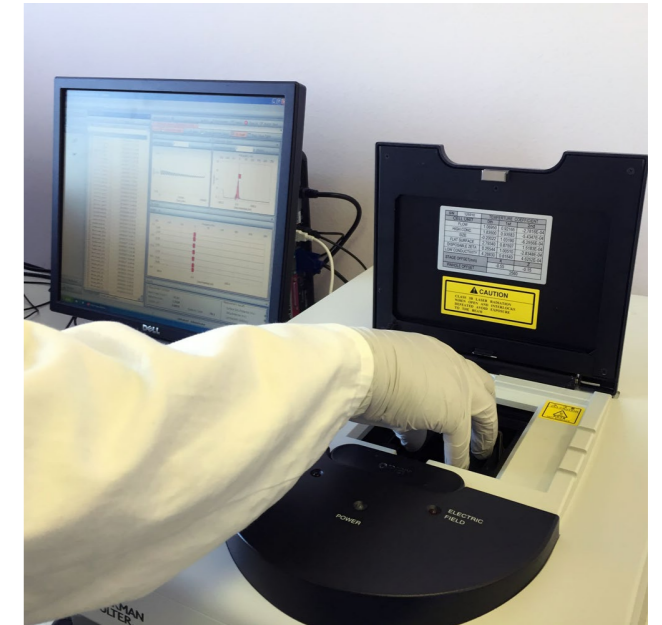
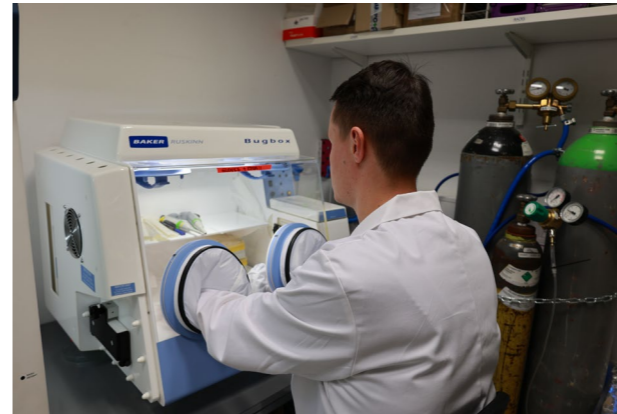
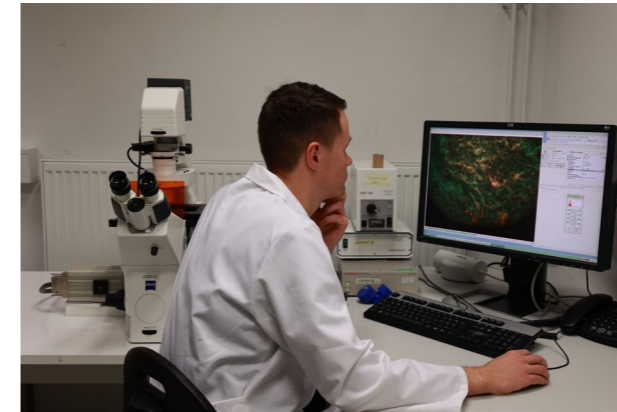
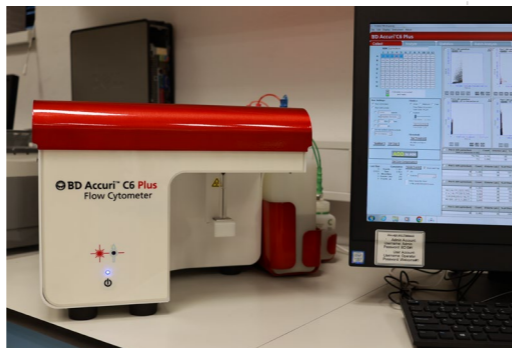
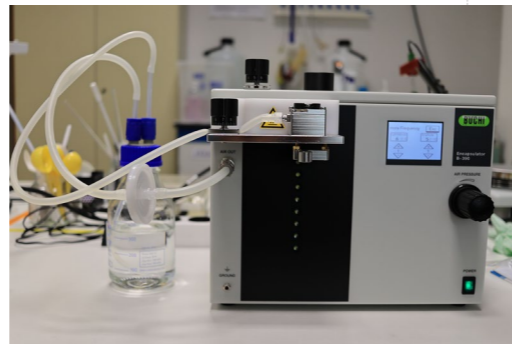
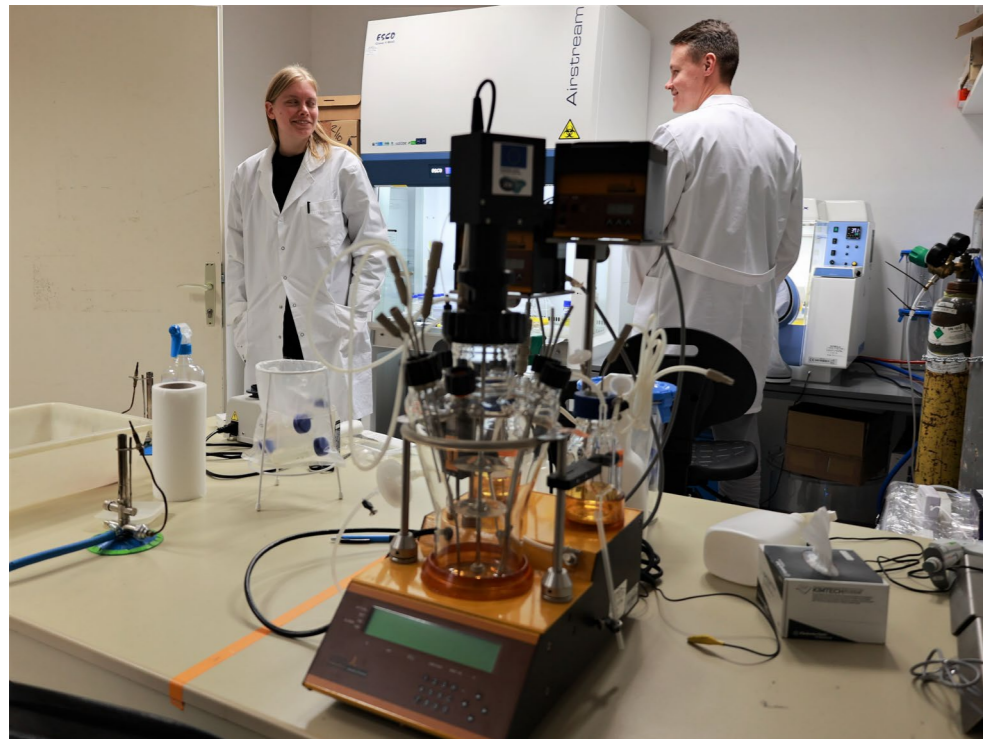


_KAM7811-1115.JPG

- DNA/RNA čistilne komore, *BioSan*
- Spektrofotometer Nanodrop 2000c, *Thermo Scientific*
- Agarozna gelska elektroforeza, *Compact Multi-Wide System, Biometra*
- Elektroforezni sistem DGGE (Ingeny PhorU)
- Gel doc system (Biometra Biodoc Analyze)
- Hlajena centrifuga (max30000 x g), *Eppendorf 5430R*
- Zamrzovalniki -80 °C

Koloidna biologija

Koloidna biologija je novo znanstveno interdisciplinarno področje, ki se osredotoča na razumevanje interakcije biokoloidov z različnimi površinami, delci ali drugimi biokoloidi. Biokoloid je lahko ločena celica, združena skupina celic ali kompoziti celic, ki vsebujejo kakršne koli nežive delce kot so to npr. nanodelci ali polimeri, ki takšnim skupkom dodajo nove lastnosti. Zaradi fizikalno kemijskih lastnosti celic ter njihovih bioloških značilnosti je koloidna biologija na stičišču med koloidno fiziko, koloidno kemijo in biologijo. Ker so biokoloidi celice, so pojavne lastnosti biokoloidnih sistemov podane z biološkimi lastnostmi posamezne celice. Biokoloidne strukture, kot so to agregati celic, imobilizirane mikrobnne celice in kompoziti, je mogoče uporabiti v bioremediacijskih postopkih čiščenja onesnaženih voda in zemljin, v medicinskih postopkih pri uporabi mikrobnih celic za zdravljenje ter v biotehnologiji v primerih biotehnološke izdelave različnih koristnih substanc, ki so pomembne za energetski, farmacevtski, medicinski in prehrabeni sektor.



NAŠA METODOLOGIJA:

- KARAKTERIZACIJA VELIKOSTI IN NABOJA BIKOLOIDNIH DELCEV
- PRETOČNA CITOMETRIJA
- MIKROFLUIDIKA IZDELANA PO MERI
- INKAPSULIRANJE IN IMOBILIZIRANJE CELIC
- UV/VIS SPEKTROSKOPIJA TER LUMINISCENCA BIKOLOIDNIH DELCEV
- ELEKTROSTATSKO SPREMINJANJE POVRŠIN
- RAMANSKA SPEKTROSKOPIJA
- MIKROSENZORSKA ANALIZA BIKOLOIDNIH KOMPOZITOV
- FLUORESCENČNO MIKROSKOPSKA ANALIZA SPREMINJANJA BIKOLOIDOV V REALNEM ČASU
- MOLEKULARNO KLONIRANJE
- KVANTITATIVNI PCR V REALNEM ČASU
- SEKVENCIRANJE Z NANOPOR SISTEMOM
- BIOINFORMATIKA (OMICS).
- STROJNO UČENJE
- METABOLNO MODELIRANJE

Varno in čisto delo

Za delo z nevarnimi kemikalijami in radioaktivnim sevanjem je prvenstveno potrebno zagotoviti varne pogoje dela, ki so v skladu z najnovejšimi standardi. Prav tako pa narava dela zahteva izjemno čiste pogoje, v katerih shranjujemo in pripravljamo vzorce pred kemijskimi analizami.

Mikrovalovni razklopi: Milestone UltraWave System, CEM MARS 5 Microwave Acceleration Reaction System



Čisti laboratoriji - razred čistosti 8 po ISO 14644-1



Banka bioloških vzorcev



Sodobni prežračevalni sistemi v skladu z zahtevami in standardi za doseganje energetske učinkovitosti.

Prenova laboratorijev in varno delo

Delo v vroči celici z obsevanimi vzorci v reaktorju TRIGA



OP8A0753.JPG

Prenova nadzorovanega območja O-2 in kletnih prostorov



IMG_2027.JPG



OP8A2444.JPG



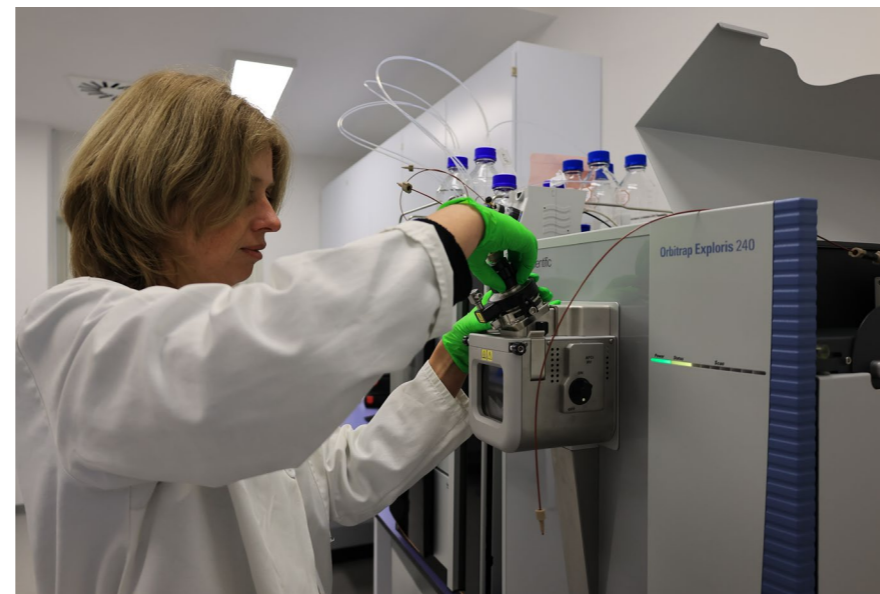
OP8A1797.JPG

Orbitrap pred instalacijo



IMG_0221.JPG

Orbitrap v K24



OP8A2665.JPG

MC-ICP-MS



OPA2911.JPG

Kontakt:

Institut „Jožef Stefan“
Odsek za znanosti o okolju

Jamova cesta 39
SI-1000 Ljubljana, Slovenija

Rektorski center, Brinje 40
SI-1262 Dol pri Ljubljani, Slovenija

Tel. št. 01/588-5355

E-pošta: environment@ijs.si

Spletna stran: <http://www.environment.si>



IMG_1881a.JPG

Tekst: IJS, Odsek za znanosti o okolju
Fotografije: Miran Kambič u.d.i.a., dr. Radojko Jaćimović