

„AOȘR-TEAMS-III” EDIȚIA 2024-2025
„TRANSFORMAREA DIGITALĂ ÎN ȘTIINȚE”

Domeniul: Științe biologice

RAPORT INTERMEDIAR II



**Contaminarea microbiană a apelor recreaționale: un
algoritm de supraveghere și intervenție punctuală bazat pe
inteligența artificială cu relevanță pentru sănătatea publică**

Echipa de implementare:

Șef lucr. dr. Andra-Cristina BOSTĂNARU-ILIESCU

Drd. Robert CAPOTĂ

Drd. Paula LORENT (CUCU)

Drd. Mălina Maria ȘURUBARU

RAPORT INTERMEDIAR II

pentru perioada Iulie – Decembrie 2024

1. Titlul proiectului: *Contaminarea microbiană a apelor recreaționale: un algoritm de supraveghere și intervenție punctuală bazat pe inteligența artificială cu relevanță pentru sănătatea publică*

Cuvinte cheie: *apele recreaționale, nisipul de coastă, enterococi, coliformi termotoleranți, levuri, dermatofiți, biofilm*

1.1. Domeniul științific: Științe biologice

1.2. Echipa de implementare:

- Director de proiect: Șef lucr. dr. Andra-Cristina BOSTĂNARU-ILIESCU
- Membru: Drd. Robert CAPOTĂ
- Membru: Drd. Paula LORENȚ (CUCU)
- Membru: Drd. Mălina Maria ȘURUBARU

Colaboratori:

- Prof. univ. dr. Mihai MAREȘ, Microbiologie și Micologie clinică și micotoxicologie
- Georgia Vrioni MD, PhD, Department of Microbiology, Medical School, National and Kapodistrian University of Athens, Athens, Greece
- Dr. João BRANDÃO, Microbiology at National Institute of Health Dr. Ricardo Jorge, National representative to the European Microbiology Experts sub-Group (for the European Bathing and Drinking Water Directives), Centre for Environmental and Marine Studies (CESAM), Human and Environmental Health Laboratory (HuEHL)
- Drd. Dana CIAUȘU-SLIWA, Microbiologie-Imunologie

2. Scopul proiectului

Principalii parametri microbiologici din continuumul nisip-apă cu relevanță pentru sănătatea publică și legătura acestora cu sursele de contaminare. Plajele sunt interfețe dinamice între țărm și apă, oferind diverse habitate microbiene care variază foarte mult în spațiu și timp. Plajele joacă un rol important pentru om prin activitățile recreative oferind oportunități de contact cu microorganismele patogene. Oamenii se așteaptă ca pe nisip și în apă să fie în siguranță, ceea

ce nu este cazul în cazul evacuării canalizării și altor surse de **deșeuri fecaloide ce contaminatează plajele cu enterococci și coliformi termotoleranți** [11, 16-19, 79].

Oamenii expuși la plajele cu apă și nisipul contaminat cu fecale prezintă un risc crescut de infecții care cauzează **gastroenterită, micoze și alte boli emergente sau re-emergente** [17-23, 57-69]. Expunerea omului la agenți patogeni poate apărea pe măsură ce aceștia interacționează cu apa și/sau nisipul contaminat cu microorganisme patogene din deșeurile umane sau din alte surse cu origine animală (Figura 1). Studiile epidemiologice efectuate în SUA [23, 37] au estimat că **riscul de gastroenterită acută este atribuit contactului cu apa în timpul înotului la 15 persoane din 1000** [34, 48, 81].

Reglementarea la nivel mondial a calității apei de agrement este în mare măsură dependentă de cuantificarea bacteriilor fecaloide cum ar fi **coliformii totali, Escherichia coli și enterococii; din anul 2021, au fost introduși parametri microbiologici și pentru nisip** [12, 44-57].

În apă, bacteriile fecaloide patogene și depășirea limitelor admise sunt influențate de temperatură, salinitate, precipitații, localizarea razelor solare (apă, sediment, vegetație), nutrienți, microbiota normală și structura nisipului [28,56-63]. Puține studii efectuate în habitatele de nisip au descoperit că umiditatea, comunitatea microbiană, structura, temperatura, algele marine eșuate și insectele asociate afectează supraviețuirea indicatorilor bacterieni [24, 57-58].

Studiile epidemiologice au arătat că expunerea la plajele contaminate bacterian poate crește riscul de gastroenterită prin activități care includ transferul de la mână la gură a microbiotei patogene [27, 33, 41]. Nisipul poate oferi, de asemenea, o posibilitate de **contaminare cu agenți patogeni oportuniști de origine non-fecaloidă**, cum ar fi **dermatofii și levurile**, care sunt transportați de organismele care utilizează plajele recreative [5, 7, 34-41].

Prin cuantificarea tuturor agenților patogeni posibili din apă și nisip, **evaluarea cantitativă a riscurilor microbiene** (ECRM) a presupus o creșterea estimării rezultatelor negative asupra sănătății umane din apele recreative asociate cu nisip pe plaje. Datele generate prin **metoda ECRM** poate fi de asemenea, utilizată în dezvoltarea modelelor predictive. Cadrul ECRM poate ajuta evaluarea impactului schimbărilor condițiilor de mediu pe plajă și poate **permite acțiuni de management mai precise** pentru a preveni efectele asupra sănătății determinate de schimbările climatice [12, 35-45].

Provocările și costurile protejării sănătății publice de agenții patogeni din apă și nisip cresc continuu odată cu creșterea populației și urbanizării ce sporesc poluarea apelor de suprafață din canalizare și scurgere. Schimbările climatice modifică temperatura, precipitațiile, nivelul mării și intensitatea furtunilor din întreaga lume.

În cele din urmă, menționăm și impactul surselor de contaminare asupra microbiotei din nisipul de pe plajă și din apă cu efecte negative evidente asupra mărilor [1, 2-7, 10-11]. Totodată, prin încălzirea globală și populația umană continuă să crească și zonele de coastă din întreaga lume suferă un stres asociat cu multitudinea de activități umane sau altfel spus cu este asociat cu gama largă de surse de contaminare contaminate (Figura 1). Astfel, activitățile de agrement de pe litoralul Mării Negre sunt bune pentru relaxare, dar nu sunt neapărat lipsite de potențiale riscuri infecțioase.

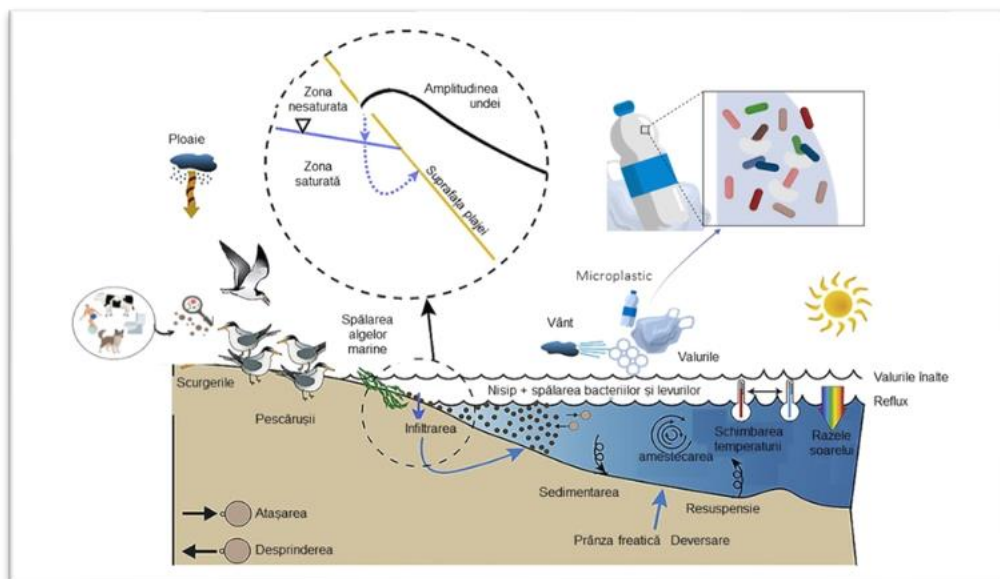


Figura 1 – Diagrama conceptuală care ilustrează procele cheie ce influențează microbiota în zona de lângă țărm. Nu sunt indicați factorii de mediu cum ar fi salinitatea, pH-ul, OD-ul, COD-ul sau AOD-ul în coloană de apă, ceea ce ar putea modula multe dintre procesele ilustrate

Microorganismele oportuniste și patogene pot contamina habitatele apelor recreaționale, prin: (1) materiile fecale directe depuse pe plajă de oameni, păsări și animale, (2) fluxul de ape de suprafață, (3) scurgeri de ape pluviale sau ape subterane care au fost anterior contaminate (Figura 1). Odată prezente, habitatele extraintestinale, cum ar fi macrofitele acvatice și sedimentele pot facilita, de asemenea, persistența și creșterea acestora, care ulterior pot reintroduce microorganismele în coloana de apă [11].

În ultimii ani, pe plajele de pe litoralul Mării Negre au fost înregistrate numeroase cazuri de enterocolită bacteriană severă, atât la copii cât și la adulți. În acest context, prin intermediul acestui proiect am realizat supraveghere epidemiologică a plajelor, prin evaluarea următorilor indicatori microbieni:

- coliformii termotoleranți,
- enterococii,
- levurile și dermatofii.

Astfel, contaminarea microbială a plajelor a fost stabilită atât prin metode convenționale cât și prin evaluarea unor metode noi, ce vor fi analizate la finalul proiectului cu ajutorul inteligenței artificiale după algoritmul de supraveghere epidemiologică propus.

În anul 2021, Organizația Mondială a Sănătății (OMS) a restabilit parametrii microbiologici pentru a asigura siguranța apelor recreaționale. Recent, Organizația Mondială a Sănătății a recomandat ca nisipurile de plajă și apele recreaționale să fie monitorizate pentru evaluarea contaminării bacteriene, inclusiv agenții patogeni enterici și fungici.

Prin urmare, scopul general al proiectului constă în evaluarea cantitativă și calitativă a coliformilor termotoleranți, a enterococilor, a levurilor oportuniste și patogene, a dermatofitelor, precum și evaluarea rezistenței antimicrobiene a izolatelor cu implicații în patogenitate.

2. Obiectivele proiectului

Obiectivele propuse pentru perioada iulie – decembrie 2024 au constat în *evaluarea microbiologică a poluării apelor recreaționale în sezonul estival (iunie, iulie, august) cu izolarea și identificarea bacteriilor și fungilor cu semnificație clinică* prin parcurgerea următoarelor etape:

1. Recoltarea și pregătirea probelor de apă și nisip în luna august. Astfel, recoltarea s-a realizat din 4 zone diferite cu scopul de a identifica contaminanții bacterieni și fungi cu semnificație clinică. În această etapă am utilizat pe lângă metoda standardizată (Guidelines on recreational water quality: Volume 1 Coastal and fresh waters, WHO – 12 iulie 2021) am introdus un sistem nou portabil multifuncțional de recoltarea probelor de apă în vederea concentrării microorganismelor prin ultrafiltrare.

Pentru a investiga abundența și diversitatea microorganismelor, au fost recoltate *probe de pe 44 de plaje din zone urbane și non-urbane din 7 țări (România, Bulgaria, Grecia, Croația, Cipru, Turcia și Israel) care se învecinează cu Marea Neagră, Marea Mediterană, Marea Egee, Marea Ionică și plajele Mării Adriatice.*

2. Screening-ul periodic pentru evaluarea microbiologică a apei și a nisipului din cele 44 de plaje a constat în evaluarea următorilor parametrii microbieni: coliformii termotoleranți, enterococii, levurile și dermatofitii. O altă problemă care trebuie luată în considerare în ceea ce privește expunerea plajei atât cu bacterii cât și cu levuri; odată cu creșterea serioasă a rezistenței antimicrobiene (AMR), reprezintă un alt studiu care nu s-a realizat până în prezent. Genele de rezistență se răspândesc în mediu și orice mediu trebuie privit ca un posibil rezervor de surse infecțioase rezistente. Rezistența fungilor unicelulari și pluricelulari la azoli despre care se crede că s-a epicentrat în Europa de Est se consideră că se răspândește rapid în cadrul unor specii din

cadrul genului *Candida*, un alt aspect pe care l-am evaluat pentru prima dată prin intermediul acestui proiect. Acest obiectiv a implicat:

- (A) evaluarea încărcăturii bacteriene și fungice;
- (B) izolarea și identificarea agenților patogeni;
- (C) evaluarea profilului de rezistență la antibiotice și antifungice a izolatelor bacteriene și fungice (coliformii termotoleranți, enterococii și speciile din genul *Candida*).

3. **Evaluarea prezentei biofilmului** în nisipul de pe plajele luate în studiu cu **propunerea unui model conceptual matematic** care descrie eliberarea bacteriilor și levurilor din nisip. Biofilmele sunt în mare parte neexplorate din cauza unui decalaj semnificativ de cunoștințe care împiedică efortul de a estima riscul pentru sănătatea umană prin contactul cu nisipul.

3. Materiale și metode

Activitatea 1 – Recoltarea și pregătirea probelor de apă și nisip din 44 de plaje din zone urbane și non-urbane din 7 țări care se învecinează cu Marea Neagră, Marea Mediterană, Marea Egee, Marea Ionică și plajele Mării Adriatice. Următoarele plaje au fost eșantionate pentru acest studiu: Marea Neagră cu 22 de plaje - (RO): Mamaia Nord, Mamaia Sud, Constanța Modern, Constanța 3 Papuci, Golful Pescarilor, Eforie Nord 1, Eforie Nord 2, Eforie Sud, Tuzla , Navodari, Costinesti 1, Costinesti 2, Venus, Neptun, Olimp, Jupiter, Cap Aurora, Mangalia 1, Mangalia 2, Saturn, 2 Mai, Vama Veche și 5 plaje – (BG): Balcic, Obzor Theopolis, Obzor Central, Obzor Bunker, Old Nessebar; Marea Egee cu 7 plaje pe insula Thassos – (GR): Porto Vathi, Marina Golden Sands, Golden Sands, Golden Beach, Nisida Kinira, Paradise Beach, Aliki Beach; Marea Mediterană cu 5 plaje pe insula Creta (GR): Balos, Falassarna, Stavros, Plakias, Preveli; 1 plajă - (CY): Pantachou; 1 plajă - (TR): Belek și 1 plajă - (IL): Bat Galim; (GR): Marea Ionică cu 1 plajă (GR): Sykia; Marea Adriatică cu 1 plajă (HR): Trogir.

Prelevarea s-a bazat pe anumite criterii de selecție originale și ce au inclus apa și nisipul din 4 zone diferite: zona uscată, zona de nisip atinsă de apă, de la o plajă de coastă și de la o plajă interioară.

Recoltarea s-a realizat în luna august atât din zonele urbane, cât și din zonele non-urbane (Figura 2-3-4). Probele au fost eșantionate cât mai des în sezonul estival și săptămânal în afara sezonului. În același timp au fost monitorizați următorii parametri meteorologici: temperatura aerului și umiditatea relativă (HR).

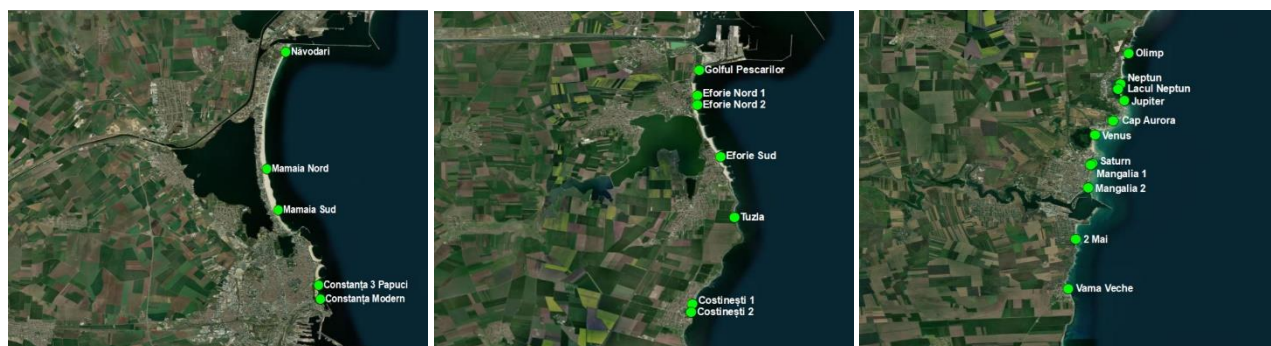


Figura 2 - Distribuția geografică a punctelor de eșantionare folosind cartografierea cu QGIS (Versiunea 3.10.0-A Coruța). Punctele din cadrul formelor indică locurile de prelevare a probelor de apă și nisip.

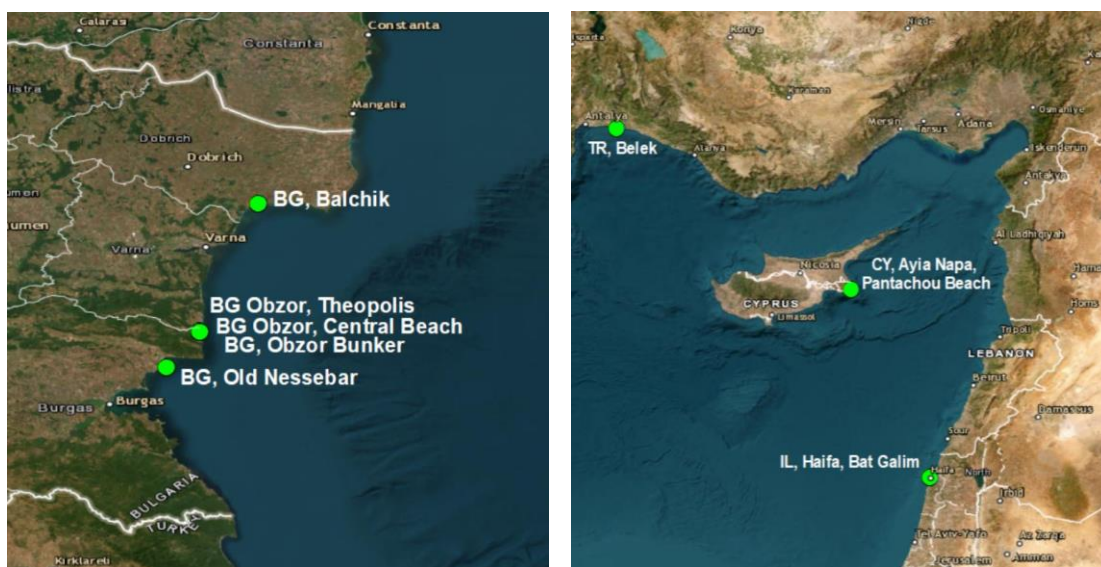


Figura 3 - Recoltarea probelor din Bulgaria și Cipru în luna august



Figura 4 - Recoltarea probelor din Grecia în luna august



Figura 5- Recoltarea probelor din Grecia în luna august

Pregătirea probelor și incubarea s-a realizat după metoda descrisă anterior în cadrul proiectului Mycosands - Brandão J., Bostănuș-Ilieșcu A.C., 2021 – **metodă clasică** inclusă în ghidul apelor recreative. Pe lângă metoda convențională a fost introdusă o **metoda originală de recoltarea probelor** ce constă utilizarea unui sistem de concentrare portabil care este un dispozitiv de ultrafiltrare (Figura 3). **Această metodă oferă următoarele avantaje majore:**

- 1.) permite detectarea agenților patogeni care sunt într-o încărcătură mai redusă
- 2.) izolarea speciilor din cadrul genului *Vibrio*, *Pseudomonas*;
- 3.) permite cuantificarea corectă a levurilor și a fungilor filamentoși cu semnificație clinică;
- 4.) reduce variabilitatea probelor în programele de monitorizare pe termen lung.

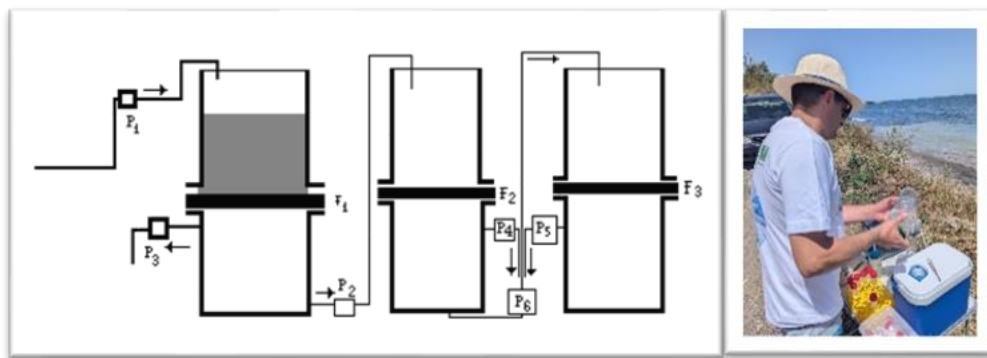


Figura 6 - Diagrama sistemului de ultrafiltrare și concentrarea agenților patogeni din apă

Volume adecvate din fiecare probă de apă au fost filtrate aseptice folosind filtre Millipore (Merck, Darmstadt, Germania) cu un diametru al porilor de 0,22 μm folosind un colector de vid (Sartorius, Marea Britanie). Membranele au fost plasate pe mediu selectiv și incubate la 30°C timp de 4 ore, apoi la 37°C timp de 14 ore pentru detectarea prezumtivă de *Escherichia coli* sau incubate la 37°C timp de 44 de ore pentru detectarea prezumtivă de enterococi. Numărul de unități formatoare de colonii (UFC) a fost apoi calculat și exprimat ca CFU/100 mL.

Numărul total de drojdii și ciuperci filamentoase a fost înregistrat pentru fiecare probă.

Pentru a evalua riscurile potențiale pentru sănătatea publică, speciile de ciuperci au fost clasificate după cum urmează: levuri legate de contaminarea fecală, levuri legate de infecții

cutanate, levuri asociate cu alergii și ciuperci care reprezintă o amenințare pentru persoanele imunodeprimare.

Activitatea 2 – Screenig-ul periodic pentru evaluarea microbiologică a apei și a nisipului s-a realizat prin evaluarea următorilor parametri microbieni: coliformii termotoleranți, enterococii, levurile și dermatofiții.

(A) Evaluarea încărcăturii bacteriene și fungice a fost efectuată după ISO 13528:2015 pentru determinarea valorilor totale cu o precizie de 95%. Rezultatele analitice au fost evaluate după recomandările OMS-ului: 60 MPN/g (MPN-metoda numărului celui mai probabil) pentru enterococii, echivalent cu 200 UFC/100 ml în apă, cu un risc de îmbolnăvire mai mic de 5%; pentru levuri: 90 UFC/g pentru toate speciile. Testele pentru detectarea speciei *Escherichia coli* și *Enterococcus spp.* pentru estimarea MPN-ului au implicat utilizarea unor medii fluorogene, prin folosirea microplăcilor standardizate MUD și MUD - EN ISO 9308-3 (1999) și EN ISO 7899-1 (1999).

(B) Izolarea și identificarea coliformilor termotoleranți, enterococilor, levurilor și dermatofiților. Izolarea s-a realizat prin metode fenotipice utilizând medii neselective și selective/cromogene (RAPID' *E.coli* 2 Agar, Bio-Rad, RAPID' *Enterococcus*, Bio-Rad); confirmarea identificării s-a realizat prin metode proteomice și moleculare - MALDI-TOF MS (Burker și Autobio Autof ms1000) și secvențierea ITS. În vederea izolării levurilor și dermatofiților s-au folosit mediile Sabouraud Dextroză Agar (SDA) și agar Mycosel (cicloheximidă, cloramfenicol). Plăcile au fost incubate timp de 5 zile pe SDA și 21 de zile pe Mycosel, ambele la $27,5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

(C) Evaluarea profilului de rezistență la antimicrobiene. Pentru a determina izolatele rezistente, a fost utilizată metoda difuzimetrică Kirby-Bauer. Toate izolatele au fost testate pentru producerea de ESBL-uri și AmpC utilizând testul difuzimetric cu cefpodoximă 10 μg, cefotaximă 30 μg și ceftazidimă 30 μg. Diametrele zonelor de inhibiție au fost comparate cu criteriile EUCAST pentru a determina dacă izolatele au fost susceptibile sau rezistente.

Activitatea 3 – Evaluarea prezenței biofilmului în nisipul de pe plaje va fi analizată cu un microscop electronic cu scanare Verios G4 UC (Thermo Scientific, Waltham, MA, SUA) echipat cu un analizor de spectroscopie cu raze X cu dispersie de energie (detectorul Octane Elect Super SDD (AMETEK, Tokyo, Japonia). Având în vedere dinamica dintre biofilme și energia valurilor, se recomandă utilizarea unui model conceptual care descrie eliberarea bacteriilor din biofilm în

nisip, prin aplicarea formulei: $X_{CF, nisip} = f(T, M, r_{eps})$; unde T este timpul de când ultimul eveniment energetic a fost mai mare, M este magnitudinea evenimentului peste înălțimea medie a valului, iar reps este rata de depunere a biofilmului pe nisip.

Activitatea 4 – Rapoartele climatice pentru toate zonele de plajă de agrement au fost colectate de la WeatherSpark.com.

3. Rezultate și discuții

Parametrii climatici. Evaluarea parametrilor meteorologici a fost semnificativă din punct de vedere statistic pentru unii indicatori microbieni evaluați din nisip. Cu toate acestea, oarecum surprinzător, zonele mai calde nu sunt neapărat cele mai puțin (mico-)populate de pe plajă.

În timpul acestui proiect, umiditatea relativă medie a prezentat valori mai ridicate în luna iulie și mai scăzute în luna iunie (Figura 4). Valorile ridicate ale UR în luna iulie sunt corelate și cu o încărcătură mai ridicată de specii din cadrul genului *Candida* (*C. albicans*, *C. parapsilosis*, *C. glabrata*, *C. guilliermondii*).

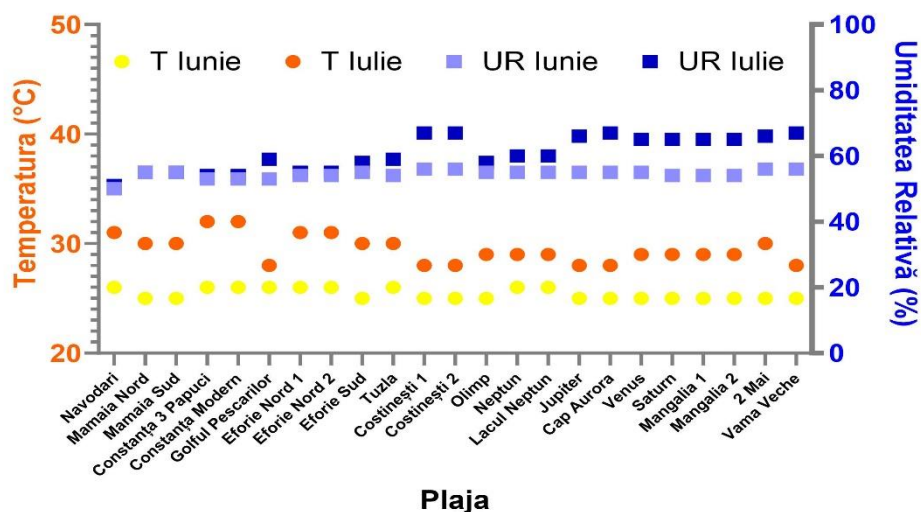


Figura 7 - Evaluarea temperaturii aerului și a umidității relative din plajele selectate pentru recoltare

Numărul de bacterii din nisip (UFC/ml) a variat între <15-18563 (enterococi) și <15-2748 (coliformi termotoleranți) în probele de nisip pe plajele din România. În apa de mare, numărul de

enterococci (UFC/mL) este mai mic decât în nisip atingând valori între 0-647 (enterococi), 0-350 (coliformi termotoleranți) (Figurile 8-11).

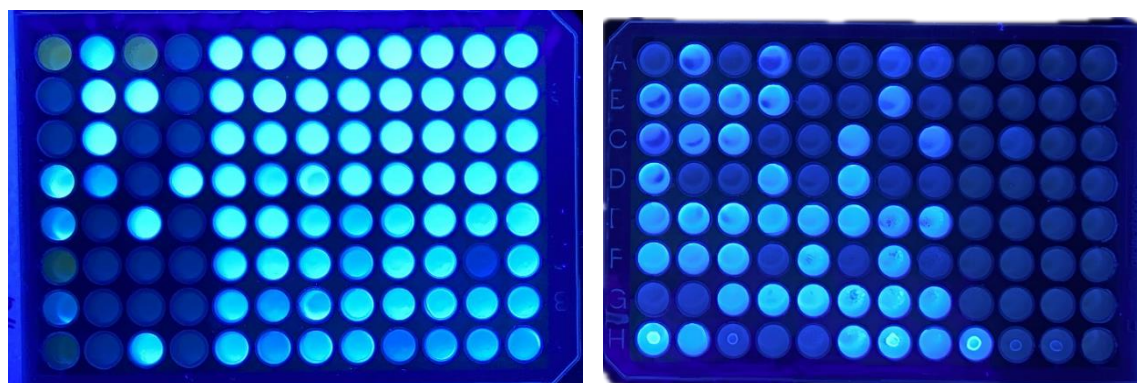


Figura 8 - Testele pentru detectarea coliformilor termotoleranți și *Enterococcus spp.* pentru estimarea MPN-ului (România)

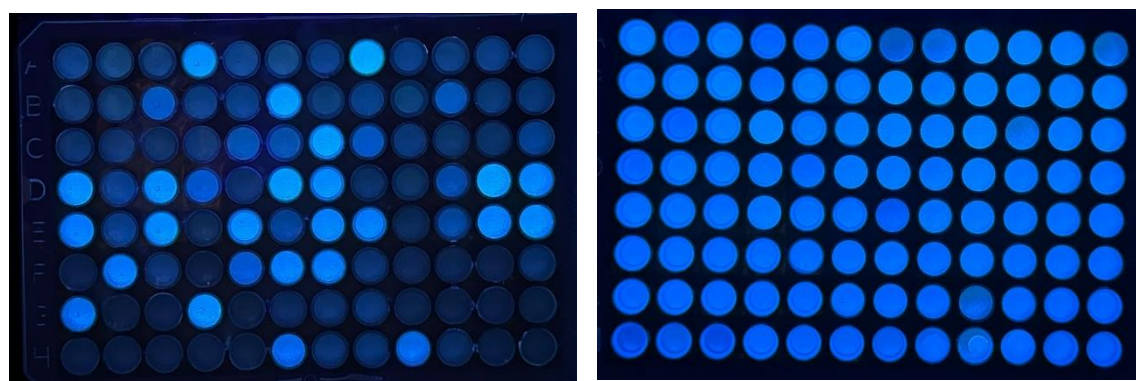


Figura 9 - Testele pentru detectarea coliformilor termotoleranți și *Enterococcus spp.* pentru estimarea MPN-ului (Israel – stânga; Bulgaria – dreapta)

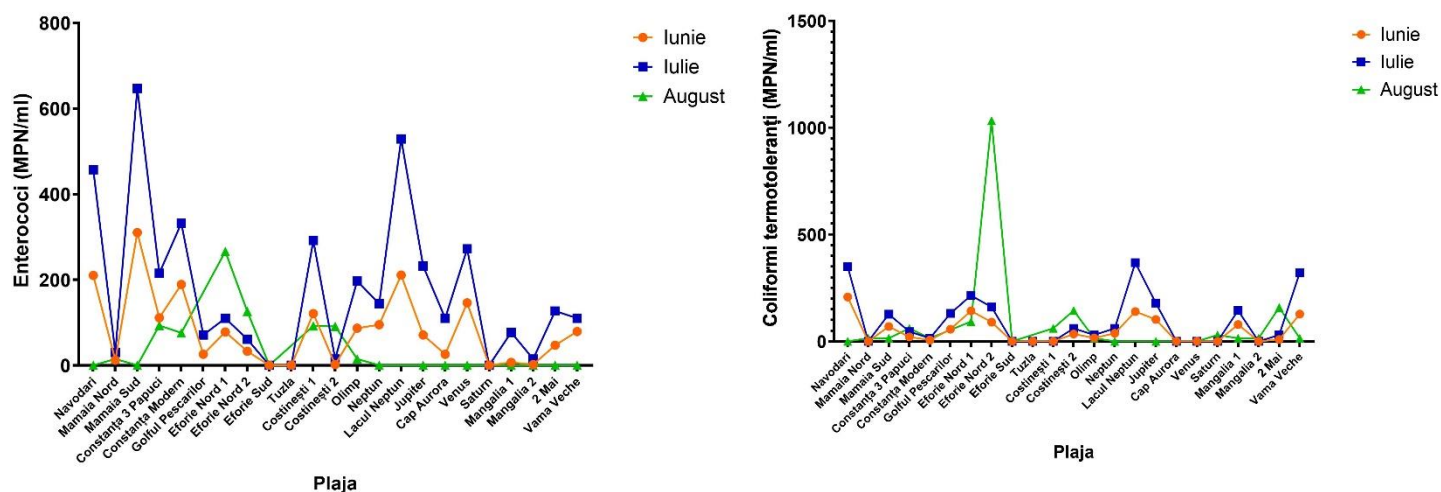


Figura 10 - Evaluarea numărului cel mai probabil de enterococi și coliformi termotoleranți din apă

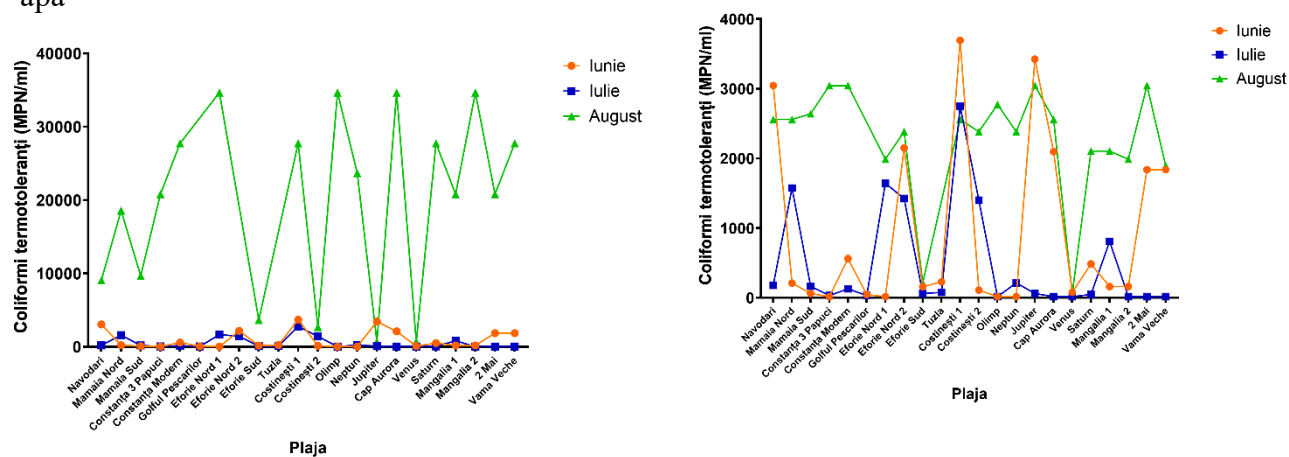


Figura 11 - Evaluarea numărului cel mai probabil de enterococi și coliformi termotoleranți din nisip

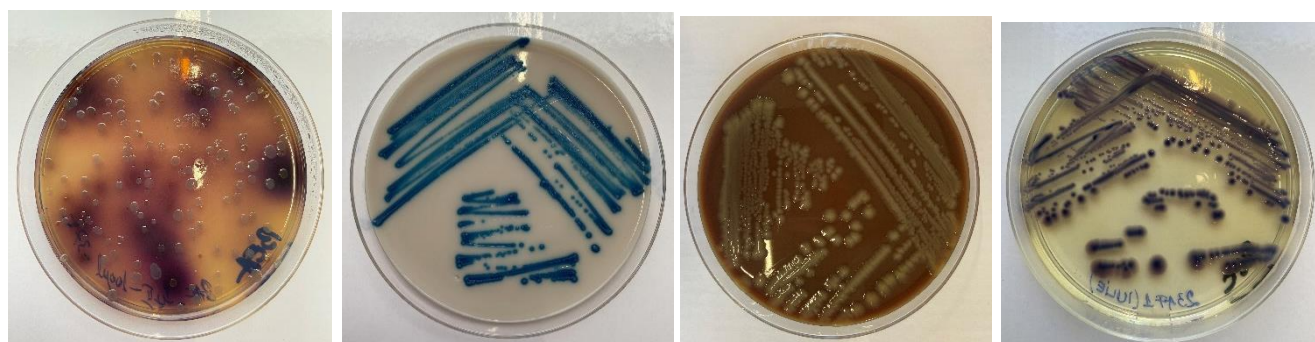


Figura 12 - Izolarea speciilor de *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Escherichia coli* în probele de apă și nisip



Figura 13 – Compararea încărcăturii bacteriene (*Enterococcus spp.*) în lunile luate în studiu de pe plajele din regiunea de sud a litoralului Mării Negre



Figura 14 – Compararea încărcăturii bacteriene (*Enterococcus spp.*) în lunile luate în studiu de pe plajele din centrul litoralului Mării Negre



Figura 15 – Compararea încărcăturii bacteriene (*Enterococcus spp.*) în lunile luate în studiu de pe plajele din nordul litoralului Mării Negre



Figura 16 – Compararea încărcăturii coliformilor termotoleranți de pe plajele din sudul litoralului Mării Negre



Figura 17 – Compararea încărcăturii coliformilor termotoleranți în lunile luate în studiu de pe plajele din centrul litoralului Mării Negre



Figura 18 – Compararea încărcăturii coliformilor termotoleranți în lunile luate în studiu de pe plajele din sudul litoralului Mării Negre

Numărul de fungi din nisip (UFC/g) a variat între <10-2170 (fungi filamentoși) și <10-1150 (levuri). În apa de mare, numărul de levuri (UFC/mL) este mai mic decât în nisip, atingând valori de <5-205 (fungi filamentoși), <5-10 (levuri) (Figura 16).

În ceea ce privește distribuția izolatelor fungice în raport cu proporțiile fungilor filamentoși față de levuri, se poate observa că atât nisipul, cât și apa de mare au prezentat în principal fungi filamentoși (Figura 15).



Figura 19 - Diferite aspecte macroscopice ale culturilor de nisip (stânga) și apă de mare (dreapta)

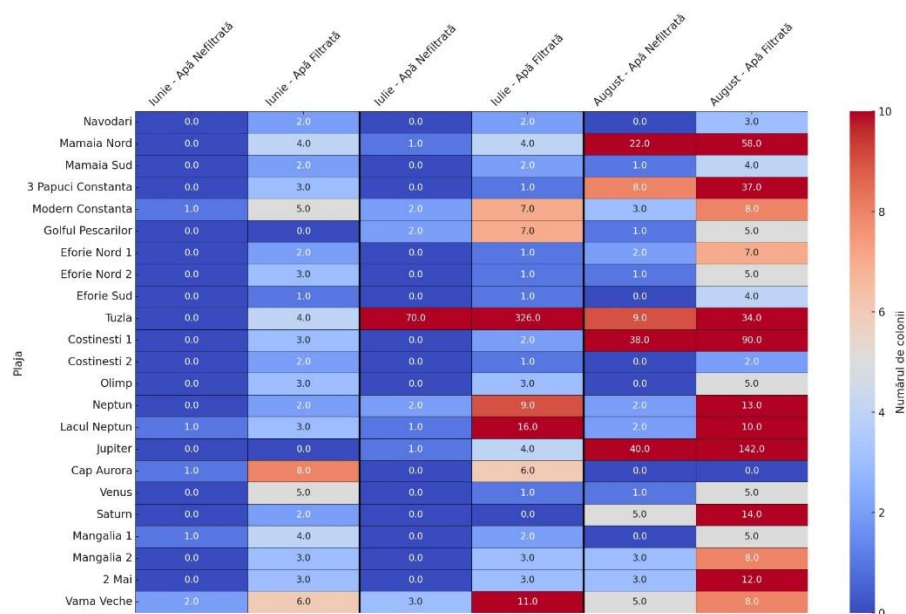


Figura 20 – Incărcătura levuristică din apa filtrată, comparativ cu apa nefiltrată

Încărcătura fungică și diversitatea speciilor din nisip este mai mare comparativ cu cea izolată din apa de mare. O creștere sezonieră a încărcăturii fungice a fost semnalată pe unele plaje, probabil legată de activitatea umană și de surse specifice de poluare. Deoarece capacitatea de creștere la 37°C este considerată a fi un indicator potențial de patogenitate la om, am analizat și acest parametru în izolatele noastre fungice.

Genurile cel mai frecvent izolate au fost *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Rhizopus*, *Talaromyces* cu puține diferențe în funcție de lună și plajă.

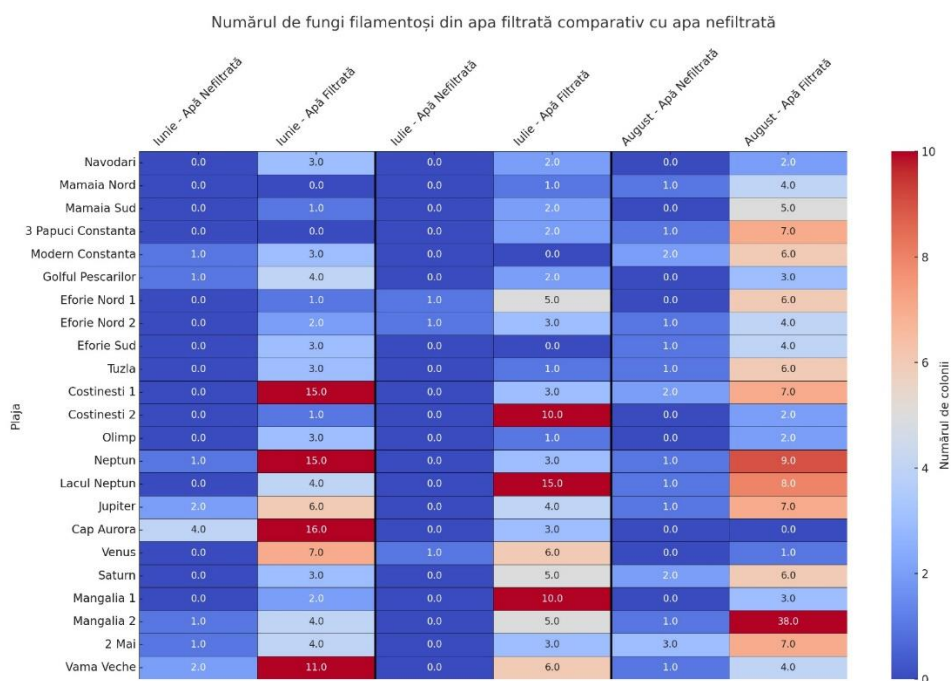


Figura 21 - Încărcătura fungilor filamentoși din apa filtrată, comparativ cu apa nefiltrată

Genurile de levuri izolate cel mai frecvent atât în nisip, cât și în apa de mare din Marea Neagră au fost *Candida* (inclusiv teleomorfii lor), *Cryptococcus* și *Rhodotorula* (Figura 12).

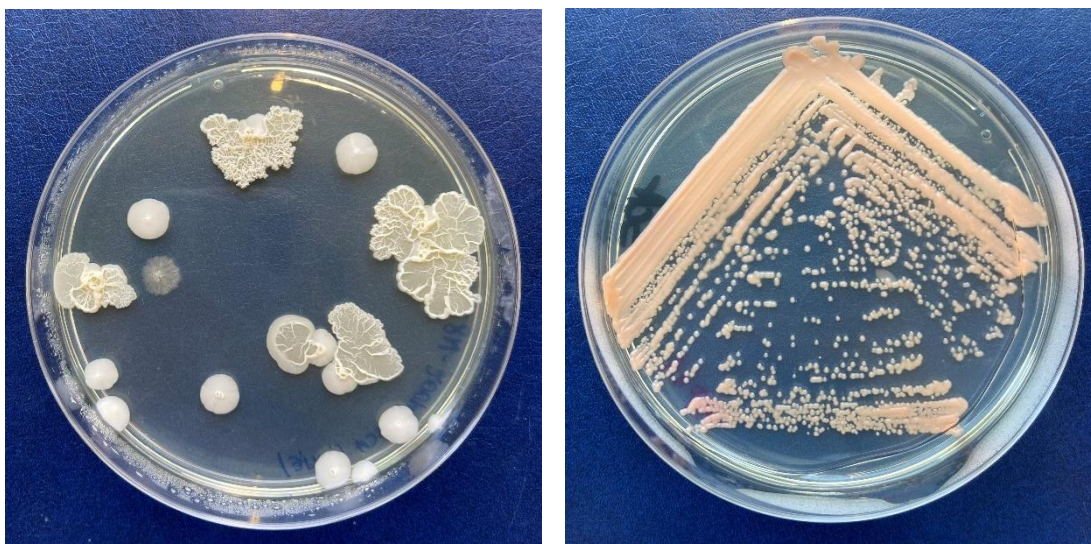


Figura 22 – Diferite aspecte macroscopice ale culturilor de levuri din nisip (*Candida* și *Rhodotorula*)

Dintre speciile relevante clinic cele mai frecvente specii au fost cele din cadrul genul *Candida*: *albicans*, *glabrata*, *guilliermondii*, *parapsilosis*. Speciile de levuri precum *C. albicans*, *C. guilliermondii* sunt asociate cu microbiomul intestinal uman și pot fi considerate markeri ai contaminării fecaloide

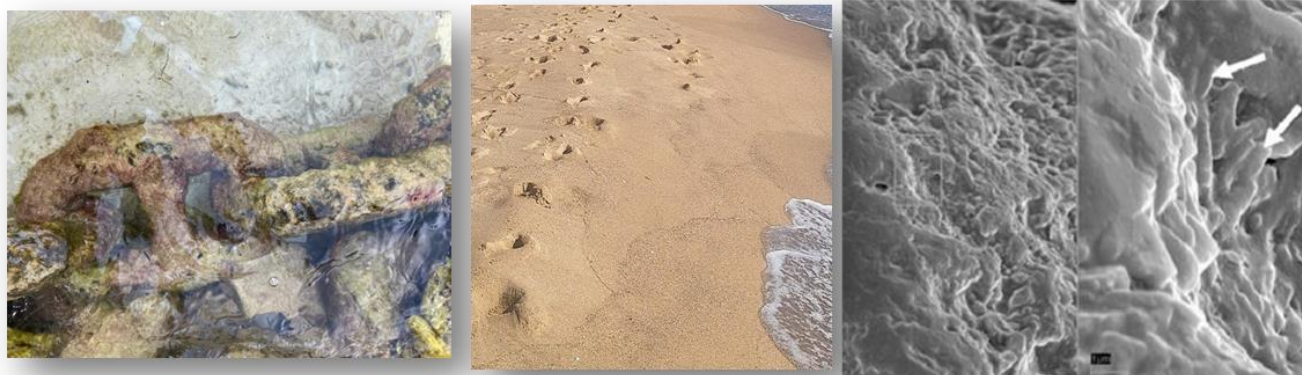
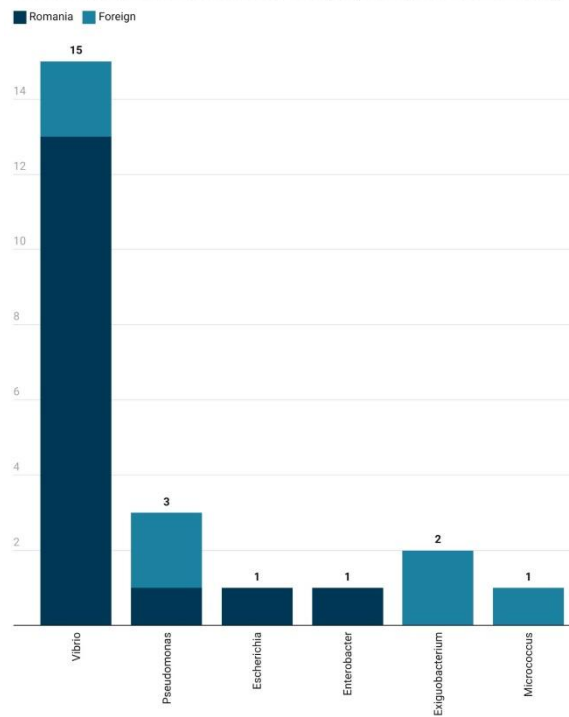


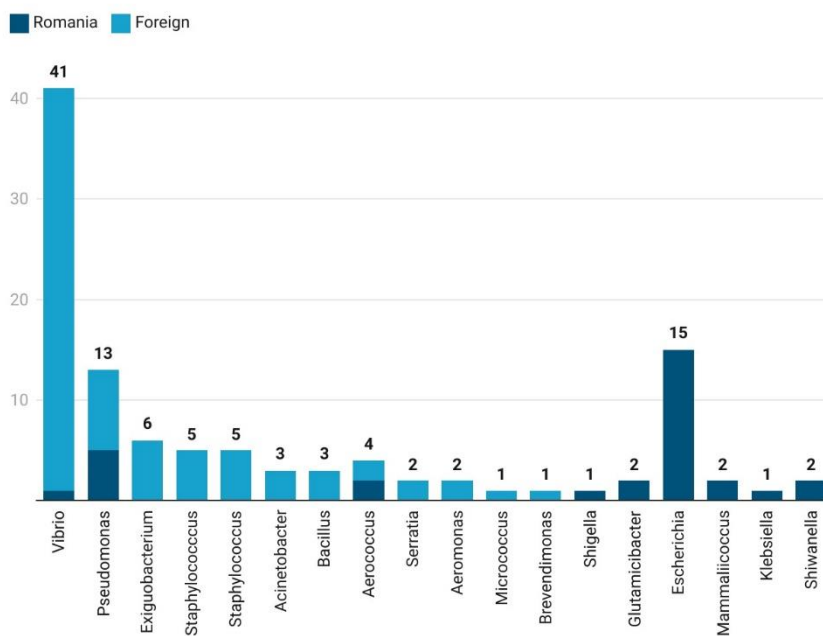
Figura 23 - SEM (prezența biofilmului pe suprafața granulelor de nisip)

Genuri bacteriene identificate în apă (număr de identificări)



Created with Datawrapper

Genuri bacteriene identificate în nisip (număr de identificări)



Created with Datawrapper

Figura 24 - Reprezentarea grafică a principalelor genuri de bacterii identificate din apă și nisip

Concluzii:

- ✓ Creșterea numărului total de coliformi termotoleranți și levuri de pe plaje poate fi corelată cu sezonul estival.
- ✓ Rezultatele au arătat că atât zonele urbane cât și cele non-urbane din toate țările prezintă microbiotă diferită de fungi filamentoși, dar au un panou similar de specii de levuri.
- ✓ Rezultatele indică o variație regională semnificativă a contaminării bacteriene și fungice, subliniind nevoia de monitorizare regulată a mediului și de asemenea stabilirea unor strategii de gestionare a riscului infecțios.
- ✓ Acest studiu oferă date importante asupra amplitudinii contaminării cu tulpini patogene în zonele de agrement și subliniază importanța protejării sănătății publice în aceste spații frecvent vizitate.

Referințe bibliografice

1. Boggild, A.K., Libman, M., Greenaway, C., McCarthy, A.E., 2016. Committee to Advise on Tropical M, Travel. CATMAT statement on disseminated strongyloidiasis: prevention, assessment and management guidelines. Can. Commun. Dis. Rep. ¼ Releve des maladies transmissibles au Canada 42, 12e19.
2. Brandao, J., Solo-Gabriele, H.M., Gordon, B., Ferguson, A.C., 2015. Recreational ~ environment - pathogenic fungi in public places, information gaps in assessing public health risk. In: Viegas, C., Pinheiro, C., Verissimo, C., Sabino, R., Brandao, J., Viegas, S. (Eds.), Environmental Mycology in Public Health. Elsevier.
3. Brandao, J., Verissimo, C., Rosado, M.L., Falc ~ ao, M.L., Giraldez, A., Rosado, C., et al., ~ 2002. Qualidade microbiologica de areias de praias litorais, relat ~ orio final. In: Ambiente Id, editor. Associaçao Bandeira Azul da Europa (ABAE) ~. Britton, E., Hales, S., Venugopal, K., Baker, M.G., 2010. The impact of climate vari ~ ability and change on cryptosporidiosis and giardiasis rates in New Zealand. Water Health 8, 561e571.
4. Brown, J.S., Stein, E.D., Ackerman, D., Dorsey, J.H., Lyon, J., Carter, P.M., 2013. Metals and bacteria partitioning to various size particles in Ballona creek storm water runoff. Environ. Toxicol. Chem. 32, 320e328. Brown, K.I., Boehm, A.B., 2016. Transport of fecal indicators from beach sand to the surf zone by recirculating seawater: laboratory experiments and numerical modeling. Environ. Sci. Technol. 50, 12840e12847.
5. Brown, K.I., Graham, K.E., Boehm, A.B., 2017. Risk-based threshold of gull-associated fecal marker concentrations for recreational water. Environ. Sci. Technol. Lett. 4, 44e48.
6. Brown, S.J., Caesar, J., Ferro, C.A.T., 2008. Global changes in extreme daily temper ~ ature since 1950. J. Geophys. Res. Atmos. 113, 11.
7. Burge, C.A., Eakin, C.M., Friedman, C.S., Froelich, B., Hershberger, P.K., Hofmann, E.E., et al., 2014. Climate change influences on marine infectious diseases: implications for management and society. In: Carlson, C.A., Giovannoni, S.J. (Eds.), Annual Review of Marine Science, 6. 6. Annual Reviews, Palo Alto, pp. 249e277.
8. Cosgrove, S.E., Carmeli, Y., 2003. The impact of antimicrobial resistance on health and economic outcomes. Clin. Infect. Dis. 36, 1433e1437
9. Eichmiller, J.J., Borchert, A.J., Sadowsky, M.J., Hicks, R.E., 2014. Decay of genetic markers for fecal bacterial indicators and pathogens in sand from lake superior. Water Res. 59, 99e111

10. Gast, R.J., Gorrell, L., Raubenheimer, B., Elgar, S., 2011. Impact of erosion and accretion on the distribution of enterococci in beach sands. Cont. Shelf Res. 31, 1457e1461.
11. Zhang, Q., Eichmiller, J.J., Staley, C., Sadowsky, M.J., Ishii, S., 2016. Correlations between pathogen concentration and fecal indicator marker genes in beach environments. Sci. Total Environ. 573, 826e830.

Semnătura:

Şef lucr. dr. Andra-Cristina BOSTĂNARU-ILIESCU –

Drd. Robert CAPOTĂ -

Drd. Paula LORENT (CUCU) -

Drd. Mălina Maria ŞURUBARU -