

RECEȚIONAT

Agenția Națională pentru Cercetare
și Dezvoltare _____

_____ 2022

AVIZAT

Secția Științe Exacte și Inginerești a AȘM

_____ 2022

RAPORT ȘTIINȚIFIC ANUAL 2022

privind implementarea proiectului din cadrul Programului de Stat (2020–2023)
cu titlul: „*Studiul și gestionarea surselor de poluare pentru elaborarea
recomandărilor de implementare a măsurilor de diminuare a impactului negativ
asupra mediului și sănătății populației*”, cifrul proiectului 20.80009.7007.20

Prioritatea Strategică: III. Mediul și Schimbări climatice

Directorul Institutului de Chimie
Președintele Consiliului științific

Dr. hab. Aculina ARÎCU

Conducătorul proiectului

Dr. hab. Igor POVAR



Chișinău 2022

1. Scopul etapei anuale conform proiectului depus la concurs

1. Dezvoltarea tehnologiei de prelucrare a sedimentelor provenite de la stațiile de epurare a apelor reziduale – amestec de sedimente brute și exces de nămol activ, care permite separarea simultană a părților organice și minerale prin utilizarea procesului combinat aerob-anaerob și separarea optimă a solidelor organice la SEB Căușeni.
2. Elaborarea și utilizarea programelor de calcul computerizat al expresiilor termodinamice globale pentru planificarea și optimizarea proceselor de separare a poluanților din apele uzate.
3. Elaborarea recomandărilor științifice argumentate pentru implementarea tehnologiilor de remediere a terenurilor contaminate cu poluanți organici persistenti (POP). Elaborarea metodelor de evaluare a riscurilor pentru mediu și sănătatea populației.
4. Testarea *in situ* a biotehnologiilor de remediere a solului contaminat cu POPs elaborate *ex situ*.
5. Elaborarea cursului de studiu a metodelor de evaluare a riscurilor pentru mediu și sănătatea populației „*Estimarea riscului chimic și de mediu*”.

2. Obiectivele etapei anuale

1. Intensificarea proceselor de deshidratare a solidelor rezultante din epurarea apelor uzate; reducerea suprafețelor pentru concentrarea sedimentelor (platformelor de uscare); reducerea capacităților de volum ale utilajelor SEB; diminuarea mirosului pestilențial; diminuarea impactului negativ asupra mediului; utilizarea sedimentelor concentrate la fermentarea metanică și/sau digestia aerobă cu utilizarea ulterioară în agricultură ca fertilizator organic/produs de ameliorare a solurilor.
2. Elaborarea metodelor termodinamice de calcul al condițiilor de precipitare chimică a hidroxizilor metalelor grele din soluția saturată multicomponentă; determinarea condițiilor optime de realizare a proceselor de îndepărtare a ionilor metalici din apele uzate în funcție de compoziția chimică a apelor uzate.
3. Dezvoltarea soluțiilor științifice și celor de inginerie durabile pentru caracterizarea, evaluarea, monitorizarea, reabilitarea și remedierea zonelor contaminate pentru managementul eficient al acestora.
4. Realizarea *in situ* a celor mai efective biotehnologii de remediere a solului contaminat cu POPs, elaborate în condiții *ex situ*; determinarea parametrilor microbiologici a solului remediat *in situ*; identificarea fitotoxicității solului remediat *in situ*.
5. Elaborarea curriculei disciplinare „*Estimarea riscului chimic și de mediu*”; elaborarea suportului didactic pentru disciplina „*Estimarea riscului chimic și de mediu*”.

3. Acțiunile planificate pentru realizarea scopului și obiectivelor etapei anuale

1. Proiectarea, construirea și punerea în funcție a instalației pilot pentru separarea solidelor

organice din ape reziduale la SEB. Selectarea și determinarea subansamblelor utilajului - componente ale instalației (motoare, senzori de presiune, robinete semi-automate, etc.). Asamblarea instalației pilot la ÎM ”Apă Canal Căușeni”. Verificarea regimurilor de funcționare a instalației pilot, ajustarea parametrilor dispozitivelor conform schemei tehnologice elaborate. Testarea instalației pilot pe ape reziduale și sisteme eterogene disperse „solid organic – apa de separare” în diferite regimuri de funcționare. Optimizarea procesului de separare a sedimentelor organice în scopul obținerii concentrării maxime a solidelor organice cu consum minim de energie.

2. Crearea modelului matematic în limbajul de programare BASIC, utilizând condițiile de echilibru al bilanțului de masă și echilibru termodinamic în sistemele studiate; deducerea unui șir de corelații dintre funcțiile termodinamice globale și datele experimentale, care caracterizează cantitativ procesul de precipitare – dizolvare a hidroxizilor greu solubili, cum sunt gradul de precipitare și concentrațiile reziduale ale componentelor fazei solide în soluțiile saturate în condiții reale, ținându-se cont de reacțiile secundare de formare a complecșilor și cele de hidroliză; determinarea condițiilor optime de realizare a proceselor de îndepărtare a ionilor metalici din apele uzate prin precipitare chimică în funcție de compoziția chimică a apelor uzate; calculul termodinamic al speciației chimice a ionilor metalelor grele în soluția de soluri tratate cu nămol de epurare, luându-se în considerație reacțiile de complexare a ionilor metalelor grele cu compușii organici solubili în nămoluri; calculul repartiției speciilor solubile și insolubile ale metalelor grele în soluția de sol în stare de echilibru folosind constante de stabilitate termodinamică, concentrațiile totale de metal și liganzi cât și pH-ul soluției.
3. Testarea biotehnologiei de remediere a loturilor contaminate cu POP pentru un studiu de caz; elaborarea recomandărilor pentru implementarea tehnologiilor de remediere și aspectele de reglementare a activităților de remediere care vor fi propuse pentru includerea în documentele normative; elaborarea cursurilor speciale pentru studenți privind utilizarea metodelor moderne de analiză a calității mediului.
4. Vor fi realizate experimente de activare a microbiotei pentru remedierea solului contaminat în condiții dirijate; vor fi determinați parametrii microbiologici a solului remediat *in situ*; va fi apreciată starea solului remediat din punct de vedere microbiologic, prin prezența și raportul grupelor funcționale ale microorganismelor; va fi identificată fitotoxicitatea solului remediat în *in situ*.
5. Analiza literaturii de specialitate și a articolelor de ultimă oră din domeniu în vederea evaluării riscului chimic și estimării daunelor produse populației și mediului; elaborarea curriculei cursului „Estimarea riscului chimic și de mediu”, cursului de studiu și a suportului didactic.

4. Acțiunile realizate pentru atingerea scopului și obiectivelor etapei anuale

(1) a) În urma estimărilor procesului de flotare în regim continuu și ciclic a fost proiectată instalația pilot și s-a construit corpul de bază, la care s-au conectat dispozitivele care asigură funcționarea de

recepționare, mixare, încărcarea instalației, încălzirea încărcăturii și separarea solidului flotat și a apei de separare. Au fost ajustate dispozitivele pentru un proces integrat.

b) La Stația de Epurare Biologică (SEB) Căușeni a fost asamblată instalația pilot pentru procesarea solidelor organice, a fost ajustat utilajul și metodele de analiză chimică. Analiza concentrației speciilor NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- a demonstrat că solidul flotat fixează amoniu din partea lichidă, adică din apa separată. Astfel, concentrația acestuia variază în funcție de intensitatea procesului de flotare. În urma distrugerii structurii solidului flotat are loc migrarea azotului amoniacal în apa de separare. Prin urmare, separarea solidelor organice flotante fără a interveni în structura acestuia conduce și la separarea unor cantități impunătoare de ioni de amoniu. În urma rezultatelor pozitive în experiențele cu reziduuri de NA (nămol activ) din SEB Dondușeni au fost cercetate solidele flotante prin spectroscopie IR pentru a identifica variația compoziției în urma procesului de separare prin flotare. Experiențele de separare a solidelor organice prin flotare au fost făcute, folosind reziduurile de NA din diferite SEB (Chișinău, Căușeni și Dondușeni) pentru a dovedi că acest procedeu este comun pentru stațiile atât cu aerare obișnuită, clasice, cât și cele cu aerare prelungită.

Pentru studierea compoziției probelor s-au utilizat Spectrometrul IR cu transformanta Furie "Spectrum 100 FT-IR" (Perkin Elmer, USA). Spectrele s-au înregistrat în forma de pulbere cu aplicarea accesoriului ATR (attenuated total reflectance) în intervalul de $4000\text{-}650\text{ cm}^{-1}$. Analiza elementală a fost efectuată la aparatul Vario EL III, Elementar (German). S-a determinat conținutul de carbon, azot, hidrogen și sulf. Au fost studiate spectrele IR ale probelor de nămol activ din SEB Dondușeni înainte și după separarea prin flotare. Din spectrele IR reiese că în urma procesului de flotare compoziția solidelor organice separate nu se deosebește esențial de cea a rezidului de NA.

Conform datelor din literatura de specialitate privind spectroscopia IR a compușilor care conțin sulf, benzile de absorbție C-S și S-H sunt slab intense. Deoarece probele de nămol activat investigate au o compoziție complexă, proporția grupelor $\text{R}^1\text{-S-R}^2$, C-SH și S-H este mică în comparație cu alte componente constitutive și este aproape imposibil să se identifice schimbările presupuse.

c) A fost efectuată testarea hidraulică a instalației pilot pe ape reziduale. De asemenea a fost monitorizată dinamica termică (Tabelul 1).

Tabelul 1. Dinamica de încălzire a instalației pilot

Timpul	Temperatura	Grade/Timp
14 ₄₀ min.	20,0	
15 ₂₅ min.	21,5	2°/oră
15 ₄₀ min.	23,0	6°/oră
16 ₂₀ min.	25,1	3,2/oră
17 ₂₀ min.	28,2	3,1 /oră

Pentru estimarea componentei de economisire a energiei s-a recurs la formarea unui gradient de creștere a temperaturii pentru inițierea procesului de separare prin flotare. Aceasta este binevenită și constituie un mod de raționalizare datorită faptului că cercetările paralele au demonstrat posibilitatea

de a efectua separarea prin flotare la temperaturi mult mai joase decât cele de condiționare a proceselor mezo-termofile.

d) Au fost studiate proprietățile de flotare a solidelor organice din diferite zone de formare a reziduurilor solide de la SEB Căușeni. De exemplu la raportul (7:93%, 5:95%) flotarea are loc, însă apa de separare are o turbiditate înaltă, totodată valorile concentrațiile de CCO_{Cr} , azot amoniacal etc. sunt foarte mari. Pentru raporturile 3:97%, 2:98% și 1:99% parametrii turbidității, CCO_{Cr} , azot amoniacal ș.a. scad brusc, astfel pentru proba 1:99% acești parametri au valori apropiate de normele de conformare pentru deversarea apelor epurate în ecosistemele acvatice naturale. Determinarea efectelor de flotare în funcție de raporturile SP (solid primar) : NA demonstrează că dozarea pentru obținerea unei eficiențe optime este necesară pentru fiecare stație de epurare biologică și zonă de formare a NA aparte.

Combinarea SP cu NA a fost efectuată, reieșind din multiple experiențe efectuate la SEB Chișinău și SEB Căușeni. Primele experiențe au fost experimentate la SEB Chișinău. În cadrul acestei stații biologice de epurare NA este utilizat pentru o sedimentare și concentrare mai bună atât a SP, cât și o descărcare a apei reziduale de o cantitate semnificativă de materie organică solubilă și în suspensia stabilă. Astfel cca 80% de NA în raport cu cca 20% SP va forma nămolul primar (NP) care este expedit la o deshidratare prin centrifugare. În experiențele noastre NP a fost combinat cu NA în proporții de la 90%NA cu 10%NP până la 60%NA cu 40%NP. Aplicând experiența anterioară de la SEB Chișinău am continuat cercetări de concentrare prin flotare a solidelor organice la SEB Căușeni. De asemenea, s-a luat în vedere densitatea SP din separatoarele primare SEB Căușeni, care este mai mare de câteva ori în comparație cu cel de la separatorul primar SEB Chișinău și astfel au fost obținute variantele optime indicate în experiențele anterioare mai sus 1,5-0,5% SP din SEB combinat în total cu NA. Aceste experiențe au dat posibilitate de a crește eficiența de concentrare prin flotare a solidelor organice la SEB Căușeni.

Au fost realizate încercări cu instalația pilot (IP) considerând procesul de flotare la diferite regimuri (staționar și debit diferit). Cea mai bună maturizare a procesului este obținută în regim staționar (altfel spus „ciclic”). În regim continuu, creșterea debitului provoacă pierderea efectului de flotare controlată. Cu mărirea debitului materia organică în apa de separare atinge valori sub concentrația admisibilă de vărsare în obiectele acvatice naturale (Tabelul 2). Odată cu creșterea debitului și micșorarea timpului de retenție are loc o creștere deosebit de mare a concentrației particulelor în suspensie și, corespunzător, a indicelui materiei organice (CCO_{Cr}). Micșorarea timpului de retenție (creșterea debitului) conduce la creșterea concentrației particulelor de solide organice în apa de separare. Este evidentă o schimbare a speciilor azotului în care are loc scăderea amoniului și creșterea nitriților (parțial, din contul nitraților) în apa de separare. Se disting anumite valori ale concentrațiilor diferite forme azotului în (micșorarea până la câteva unități a concentrației NH_4^+ , cca 10 mg/L pentru NO_3^- și creșterea valorilor concentrației până la cca 25 mg/L NO_2^-), la care procesul de separare a atins un anumit grad maturizare a procesului de flotare.

Tabelul 2. Dinamica speciilor azotului și materiei organice în funcție de timpul de retenție a sistemului SP/NA în instalația pilot.

Probe / Indici	NH ₄ ⁺ , mg/L	NO ₂ ⁻ , mg/L	NO ₃ ⁻ , mg/L	CCO _{Cr} mg O/L
Staționar	4,30	25,50	11,33	48,2
Debit 2 L/oră 4 ore retenție	3,37	23,48	10,7	91,7
Debit 3 L/oră 3 ore retenție	10,5	21,7	21,7	354,0
Debit 4 L/oră 2 ore retenție	10,1	15,36	26,3	401,0

Din datele prezentate în Tabelul 3 se observă o creștere treptată a azotului total în solidele organice din straturile de flotant. Astfel, diminuarea azotului amoniacal în apa de separare și creșterea treptată a sulfului în solidul organic cu mărirea timpului de retenție servește drept dovadă a rolului amoniului și sulfului în procesul de flotare. Descreșterea concentrației amoniului în apa de separare servește drept dovadă a migrării acestuia în solidele flotante, fapt observat și în experiențe anterioare.

Tabelul 3. Compoziția solidelor organice obținute în funcție de timpul de retenție a sistemului SP/NA în instalația pilot.

Probe / Indici	N	C	S	H
Debit 2 L/oră 4 ore retenție	5,3735	33,79	2,715	5,449
Debit 3 L/oră 3 ore retenție	5,1445	33,505	1,225	5,294
Debit 4 L/oră 2 ore retenție	5,0785	33,575	0,9005	5,103

Stratul de solid flotat a fost separat în trei părți: stratul superior (SS), stratul de mijloc (SM) și stratul inferior (SI). Gradul de concentrare în SS și SM este aproximativ același, SS având compoziție cu densitate specifică mai mică în comparație cu cel de mijloc și ar putea fi mai dens ca materie organică.

Tabelul 4. Parametrii de concentrare/umiditate a diferitor niveluri de stratificare din solidul flotant.

Probă / Indici	Umiditate	Concentrație g/L	K/Concentrare
Strat superior	96,067	39,4	9,381
Strat mijloc	96,054	39,5	9,405
Strat inferior	97,425	25,8	6,143

Tabelul 5 ilustrează schimbarea compușilor azotului și indicele materiei organice (CCO_{Cr}) în apa de separare ca rezultat al procesului de flotare a compozițiilor NR (nămol rezidual)/NA. Primul indice important în apa de separare este valoarea CCO_{Cr} care nu depășește limita de deversare în emisare naturale. O altă notă este diminuarea concentrației ionului de amoniu în funcție de creșterea părții cote NP. NP din care cca 20% este SP conține concentrații mari de la zeci până la sute de mg/L NH₄⁺. Astfel cu creșterea părții cote a NP concentrația ionilor de amoniu în complex se majorează în apa de separare, reieșind că în urma procesului de flotare are loc consumarea de cantități mari de NH₄⁺. Un alt moment de menționat este creșterea liniară a valorilor concentrației

nitraților (de la cca 9 până la cca 25 mg/L) în funcție de schimbarea compoziției NP (de la 10 până la 22%) în combinația de tipul NP/NA.

Tabelul 5. Compoziția speciilor azotului și materiei organice în apa de separare obținute în funcție raportul NP/NA.

NP/NA	NH ₄ ⁺ mg/L	NO ₂ ⁻ mg/L	NO ₃ ⁻ mg/L	CCO _{Cr} mgO/L
Pr. Referință (NA100%)	18,60	12,00	7,90	78,8
10 /90%	18,53	8,83	8,33	51,7
14 /86%	13,20	15,50	20,33	58,8
18 /82%	15,67	18,00	22,00	55,3
20 /80%	14,30	15,50	21,33	48,2
22 /78%	14,60	24,67	34,00	56,4
25 /75%	13,80	23,17	34,67	56,4

Paralel cu experiențele de optimizare a instalației pilot au fost modelate o serie de separări prin flotare folosind și alte procedee în afară de combinarea mezo-termofilă. Astfel a fost încercată separarea prin flotare a NA învechit (cca 60 zile) printr-o încălzire de la 18 la cca 25 °C care a dat un efect concentrare la separarea prin flotare aproape de 10 ori în comparație cu NA brut sedimentat. Pentru modelarea procesului de flotare au fost utilizate preparate combinate de inhibare a microbiotei NA. Fig. 1 ilustrează procesul de flotare obținut prin diferite modalități. În cazul NA învechit se presupune crearea condiții de diminuare/dispariție a oxigenului dizolvat în mediul acvatic, moartea și descompunerea microorganismelor aerobe, liza acestora. Ca și în cazul învechirii NA, adausul de SP induce un mediu acvatic anaerob cu aceleași consecințe: moartea și descompunerea microbiotei aerobe din NA. Tratarea cu preparate în scopul intoxicării microorganismelor conduce în final la același rezultat. Din Fig. 1a se vede că procesul de separare prin flotare nu este complet pentru toate probele din experiment. De exemplu pentru o bună parte din probe (Fig. 1a) a existat o parte de solid și în formă de sediment. Din datele 6 reiese că odată cu creșterea volumului de reactive adăugat scade concentrația ionilor de amoniu. Începând cu proba 6, procesul de separare prin flotare devine stabil și eficient.

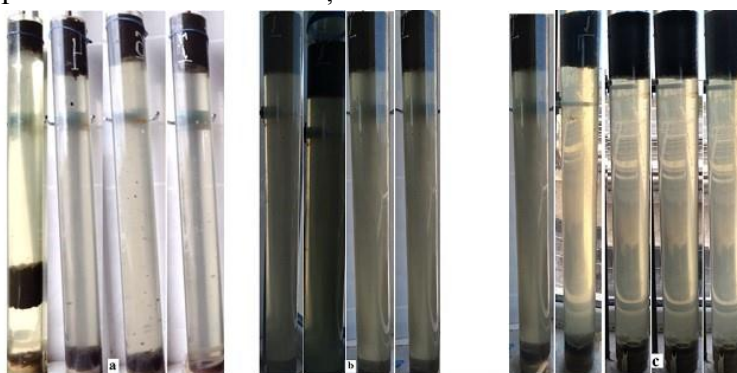


Fig. 1. Flotarea reziduurilor organice prin:

- Tratarea NA cu preparat condițional și specific bactericid,
- Combinarea sedimentului primar (SP) cu nămol activ (NA);
- Flotarea nămolului activ învechit în sedimentatorul secundar (cca 60 zile).

Tabelul 6. Compoziția speciilor azotului și materiei organice în apa de separare obținute în funcție raportul volumul soluție de reactiv adăugat.

mL (Reactiv D-100) la 1600 mL	NH ₄ ⁺ mg/L	NO ₂ ⁻ mg/L	NO ₃ ⁻ ,mg/L	CCO _{Cr} mg O/L
Pr. Rep (0 mL)	18,60	12,00	7,90	78,8
1 (45 mL)	14,30	17,60	32,33	47,1
2 (50 mL)	13,77	18,20	36,67	33,0
3 (55 mL)	4,93	38,47	117,33	93,0
4 (60 mL)	12,47	17,47	34,00	55,3
5 (65 mL)	13,33	21,53	37,33	54,1
6 (70 mL)	6,00	7,60	13,33	45,9
7 (75 mL)	3,93	32,93	58,00	116,4
8 (80 mL)	7,87	7,27	22,00	55,3

Studiul speciilor de azot în apele de separare demonstrează asemănarea chimismului acestor trei procese de flotare și un analog parcurs, dar obținut prin diferite căi: 1) Combinarea sedimentului primar (SP) cu nămol activ (NA), 2) Învechirea nămolului activ în sedimentatorul secundar (cca 60 zile) și 3) Tratarea NA cu preparate condițional și specific bactericide. Are loc hidroliza și generarea de fragmente din sistemul proteic microbial. Apa sistemului dispers conține nitriți și nitrați, dar și materie organică proaspăt descompusă care are calități de reducător a speciilor oxigenate ale azotului. Astfel în proxima apropiere a celulelor bacteriene degradate ar avea loc reducerea NO₂⁻ și NO₃⁻ până la azot molecular și formarea de microbule.

În cazul combinării NP (SP+NA) și NA are loc procesul de diminuare/dispariție a oxigenului solvit în mediul acvatic. În condițiile de lipsă a oxigenului are loc moartea apoi descompunerea, liza microorganismelor aerobe aglomerate în NA. Apriori acest proces are loc în NP care este o combinație a SP și NA. În urma reacțiilor redox a resturilor celulelor bacteriene descompuse cu ionii azotați și azotiți ar putea avea loc același proces de generare a micro-bulelor de azot molecular. La temperatura de 39–42 °C (zona termo-mezofilă) procesul de flotare are loc în decurs de 1 oră și concentrarea solidelor organice crește în timp, atingând concentrarea optimă în 20 ore. Odată cu micșorarea temperaturii are loc diminuarea vitezei de flotare (Tab. 7).

Tabelul 7. Parametrii de concentrare/umiditate a diferitor raporturi NP/NA din solidul flotant

Probă / Indici	Umiditate	Concentrație, g/L	K/Concentrare
Namil activ brut	99,58	4,2	1
PrR (NA învechit)	96,281	37,19	8,855
SP1 (NP/NA 10/90%)	95,835	41,65	9,917
SP3 (NP/NA 14/86%)	96,712	32,88	7,829
SP5 (NP/NA 18/82%)	97,89	21,11	5,026
SP6 (NP/NA 20/80%)	96,602	34,0	8,095
SP7 (NP/NA 22/78%)	95,714	42,86	10,20
SP8 (NP/NA 25/75%)	95,402	46,0	10,952

În cazul aplicării preparatelor de blocare a dezvoltării populațiilor de microorganisme fixate în cadrul granulelor de NA se petrece oxidarea celor mai sensibile părți redox a materiei organice.

Experiențele procesului de separare a solidelor organice prin flotare în cazul combinării NP (SP+NA) + NA scoate în evidență o eficiență de deshidratare/concentrare comparativ cu NA brut, proaspăt și cel învechit. Dinamica valorii coeficientului de concentrare este inițial în scădere. Cu creșterea părții cote a NP coeficientul de concentrare crește până aproape de cifra 11 (Tab. 7). Astfel, se presupune că la concentrarea obișnuită prin flotare ar putea acționa un efect de compactare prin complexare, care ar putea avea loc la anumite proporții NP/NA.

Au fost studiate spectrele IR ale probelor obținute în diferite condiții de separare prin flotare.

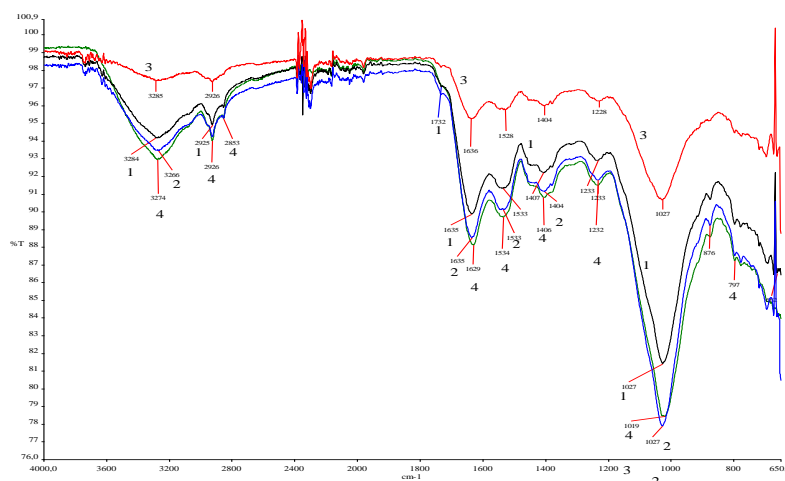


Fig. 2. Spectrele IR ale solidelor organice separate prin flotare în funcție de debitul instalației pilot. 1 – P1, 2 – P2, 3 – P3 și 4 – R (Pr. Referință, NA fără adaosuri).

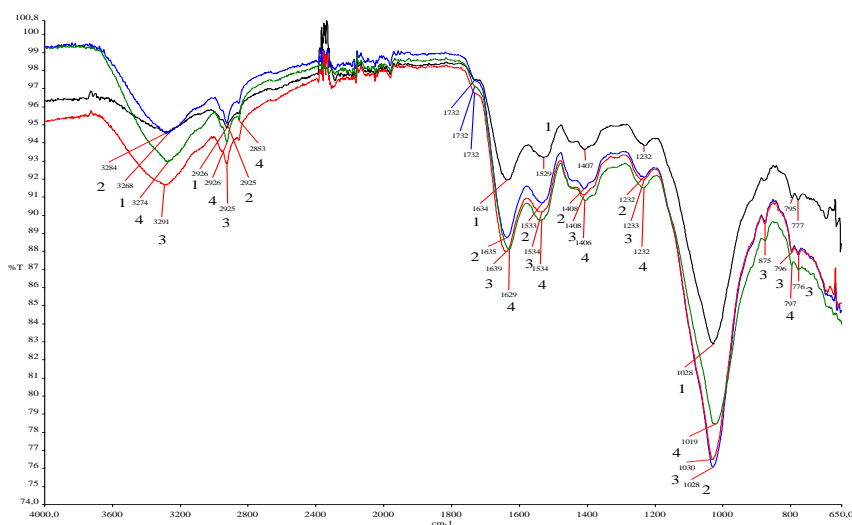


Fig. 3. Spectrele IR ale solidelor organice separate prin flotare în funcție de debitul instalației pilot. 1 – SS, 2 – SM, 3 – SI și 4 – R (Pr. Referință, NA fără adaosuri)

Prima serie în cercetări ține de timpul de retenție și dinamica debitului sistemului dispers în instalația pilot (probele "P"). Da asemeni au fost testate din sistemul flotant trei straturi - stratul de jos (proba SJ), stratul de mijloc (proba SM) și stratul de sus (proba SS). A treia serie cercetează impactul raporturilor nămol primar – NP (sediment primar SP+NA) / nămol activ (NA). În linii mari

spectrele sunt asemănătoare (Fig. 2-4). De aici concluzionăm că compoziția flotanților obținuți în condiții diferite de debit nu au impact asupra schimbărilor compoziției acestor solide.

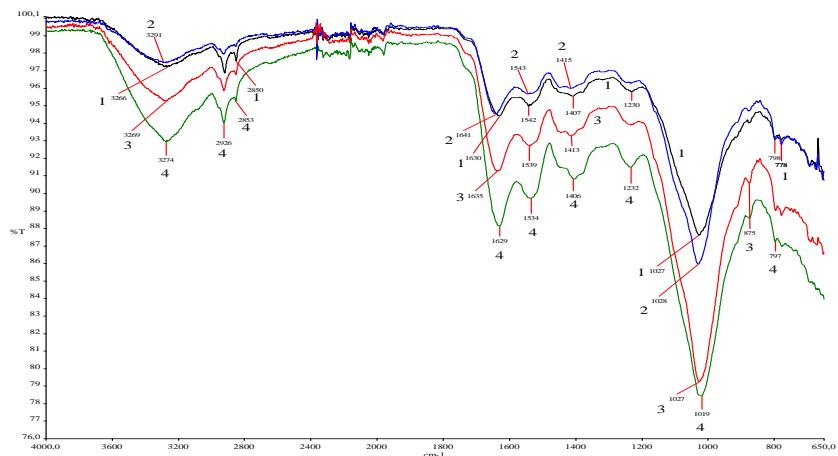


Fig. 4. IR spectrele solidelor organice separate prin flotare în funcție de debitul instalației pilot. 1 – SP1, 2 – SP5, 3 – SP8 și 4 – R (Pr. Referință, NA fără adaosuri)

Deoarece analiza elementală a probelor a evidențiat prezența azotului, se poate presupune că acestea conțin o anumită cantitate de fragmente structurale legate de nitrați, amide secundare de aminoacizi și peptide, amine, ion NH_4^+ , nitrocompuși, nitrozamine, etc.

Pentru a investiga posibilitatea de a intensifica și optimiza procesele de epurare a apelor uzate în stațiile de talie medie sub 20000 LE (majoritate pe teritoriul Republicii Moldova în afară de mun. Chișinău și Bălți), testările au fost efectuate pe baza SEB Căușeni data în exploatare în anul 2021 ce canalizează apa uzată de la 12000 locuitori și un agent economic major Fabrica de conserve “OrheiVit” cu un debit de 2400 m³/zi. Treapta de epurare biologică este compusă din bazin de omogenizare, patru bazine consecutive cu sisteme de aerare dotate cu senzori de oxigen solvit, decantor secundar, în anul 2022 configurată și echipată cu posibilitatea demarcării a diferitor zone funcționale.

S-au modelat trei variante de funcționare a SEB Căușeni în scopul optimizării procesului de epurare. Au fost aplicate metode fizico-chimice pentru evaluarea schimbărilor în faza lichidă (apa uzată) și solidă (nămol activ), pentru diferite etape de epurare. Au fost efectuate cercetări și investigații de laborator (determinarea CCO_{Cr} , NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+), analiza dinamicii schimbării formelor azotului pe tot cursul de tratare pentru a estima procesele ce se petrec în fiecare compartiment din complexul SEB și efectele de migrare a azotului. La SEB Căușeni au fost testate schemele tehnologice de epurare avansată de eliminare a azotului din apele uzate.

Prima variantă testată a epurării cu aerare în patru bazine consecutive de aerare 1; 2; 3; 4 (punctele delimitare 2-3-4-5-6) și decantorul secundar (6-7) cu parametrii: vârsta nămolului 20-30 zile, doza după volum 100-150 mL/dm³, doza după greutate 2.4-3.2 g/dm³. S-a demonstrat o eficacitate de 80% după eliminarea azotului total, dar totuși insuficientă, deoarece nu se încadrează în normele de evacuare în mediu acvatic după NH_4^+ , NO_3^- . Procesul de eliminare a substanței

organice și nitrificare decurge complet, dar procedeul de denitrificare decurge numai în decantorul secundar, fiind un fapt inacceptabil ce duce la o instabilitate a procesului tehnologic cu evacuare necontrolabilă a nămolului în exces.

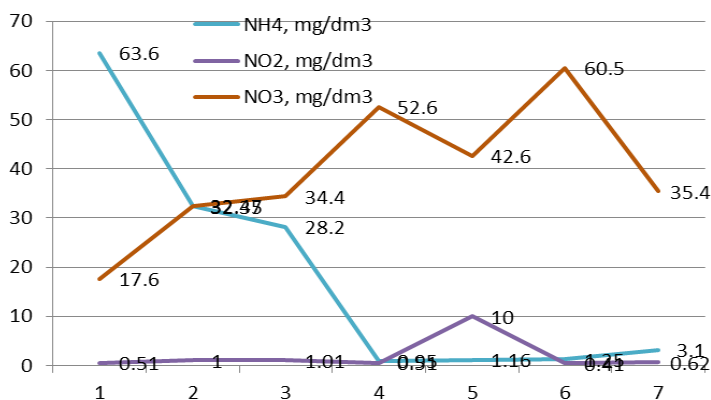


Fig. 5. Diagrama transformării compuşilor anorganici al azotului în fluxul tehnologic SEB în varianta nr. 1

Varianta 2 a fost testată cu includerea în ciclul de epurare a procesului de pre-denitrificare sub denumirea A2/0. Primul reactor (punctele delimitare 2-3) a fost modelat ca zonă anoxă cu menținerea oxigenului solvit până la o concentrație de 0,15 mg/dm³ cu fluxul nămolului reciclat în ea, reactoarele 2; 3; 4 (3-4-5-6) fiind zone de aerare. Parametrii tehnologici fiind menținuți ca și în varianta 1. S-a obținut o eficiență de 85% după eliminarea azotului total, ceea ce este suficient conform cerințelor legale HG 950 (anexa 5), dar nu se încadrează în normele de evacuare în mediu acvatic după NH₄⁺, NO₃⁻ NO₂⁻ (anexa 1) explicându-se prin deficitul de oxigen în reactorul 3 și 4 (4-5-6) (din motive tehnice a posibilității agregatelor de aer și poate fi depășită prin ajustarea lor), ce denotă faptul că la concentrația de oxigen solvit sub 2 mg/dm³ viteza de înmulțire a masei bacteriene de prima etapă NH₄⁺ - NO₂⁻ este mai mare decât viteza de înmulțire a masei bacteriene din a doua etapă NO₂⁻ - NO₃⁻, ce duce la acumularea nitriților în apele în tot fluxul tehnologic. Cu toate că prin avansarea schemei tehnologice prin introducerea zonei de pre-denitrificare s-a majorat cota de eliminare a azotului total, *procedeul de denitrificare decurge intens și în decantorul secundar cu flotarea nămolului denitrificat.*

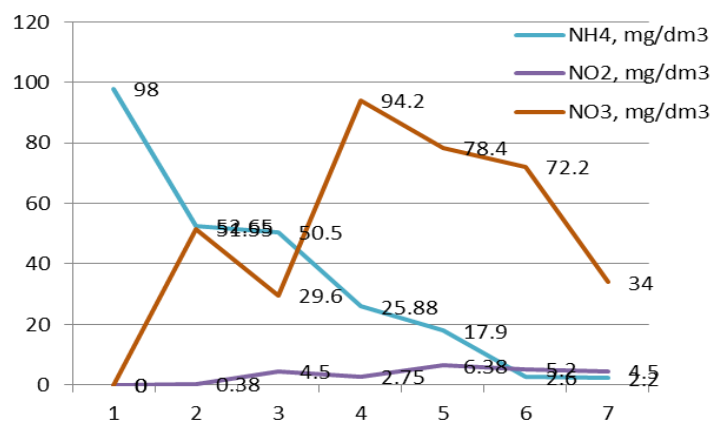


Fig. 6. Diagrama transformării compușilor anorganici al azotului în fluxul tehnologic SEB (varianta 2)



Fig. 7. Flotarea nămolului denitrificat în decantorul secundar (varianta 2)

Varianta 3 testată cu includerea în ciclul de epurare a procesului de pre-denitrificare și post-denitrificare, numită –BARDENPHO. Primul reactor (punctele delimitare 2-3) a fost modelat ca zonă anoxă cu menținerea oxigenului solvit până la o concentrație de 0,15 mg/dm³ cu fluxul nămolului reciclat în ea, reactoarele 2 și 3 (3-4-5) fiind zone de aerare, iar reactorul 4 (5-6) a fost completat cu substrat submersibil din fibre de polietilenă, zonă numită selector, cu proces simultan nitrificare-post-denitrificare. S-a demonstrat o eficacitate suficientă de eliminare a compușilor anorganici al azotului. În varianta testată 3 sunt evidențiate două zone de denitrificare cu o eliminare avansată a azotului 2-3 (pre-denitrificare) și 5-6 (post-denitrificare).

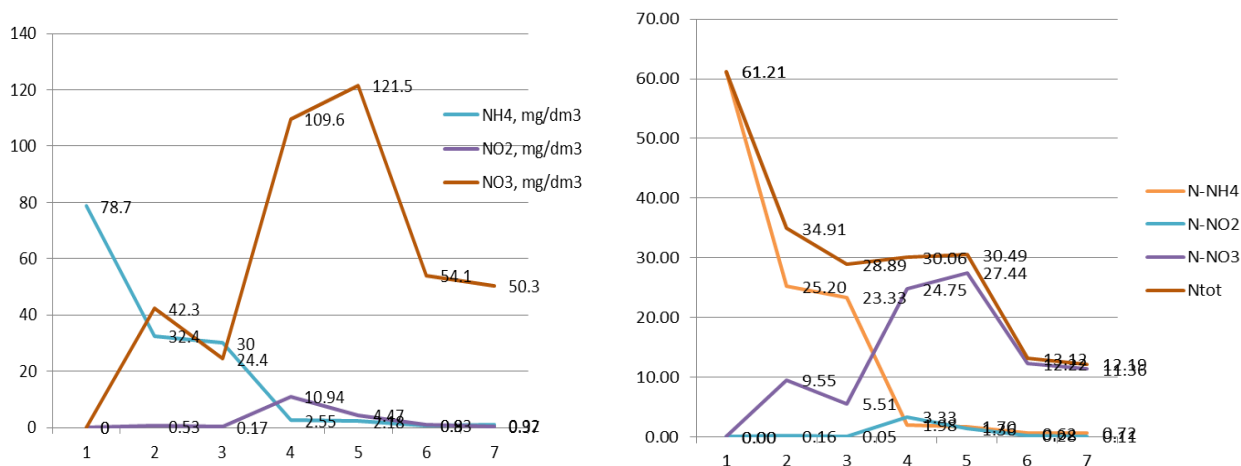


Fig. 8. Diagrama transformării compușilor anorganici al azotului în fluxul tehnologic SEB (varianta nr. 3)

(2) Evaluarea eficacității metodei de precipitare chimică pentru epurarea apelor uzate

Poluarea cu metale grele a devenit astăzi una dintre cele mai grave probleme de mediu. Tratarea metalelor grele prezintă o preocupare deosebită datorită recalcitranței și persistenței lor în mediu. În ultimii ani, au fost studiate pe larg diferite metode de îndepărtare a metalelor grele din apele uzate. Scopul etapei a constat în optimizarea separării metalelor din ape uzate.

Cea mai utilizată tehnică de precipitare chimică este precipitarea hidroxizilor ionilor metalelor grele datorită simplității sale relative, costului scăzut și ușurinței controlului pH-ului. Procesul de precipitare a hidroxidului metalic are multe avantaje. Este o tehnică relativ simplă, costurile de implementare sunt scăzute, iar pH-ul acesteia este ușor de controlat. Pentru precipitarea metalelor grele din soluție pot fi utilizați carbonatul de calciu, hidroxidul de calciu (var stins), oxidul de calciu (var neted), carbonatul de sodiu (din cenușă), hidroxidul de sodiu și hidroxidul de amoniu.

În literatura de specialitate existentă, sunt puține date privind solubilitatea hidroxizilor metalici. Se știe doar că, pentru majoritatea ionilor metalici, hidroxizii corespunzători sunt compuși greu solubili. Calculul solubilității minime a hidroxizilor metalici este complicat de absența în majoritatea cazurilor a unor date suficient de complete și fiabile privind constantele de echilibru și produsele de solubilitate. Valorile pH-ului precipitării hidroxizilor metalici sunt, de asemenea, foarte controversate.

Calculul termodinamic al solubilității și pH-ului solubilității minime a oxizilor și hidroxizilor puțin solubili în condițiile hidrolizei polinucleare a ionului metalic

Conținutul de ioni metalici din apa uzată tratată este determinat de solubilitatea fazei solide. Prin urmare, eficacitatea metodei de reactiv poate fi estimată prin compararea solubilității hidroxizilor de metale grele într-un mediu apos cu valorile concentrației maxime admisibile (CMA) ale ionilor metalici în rezervoarele de apă pentru diferite aplicații. De obicei, solubilitatea compușilor slab solubili este calculată din produsul de solubilitate. Totuși, așa cum s-a stabilit experimental, pentru a determina solubilitatea hidroxizilor metalici în soluții apoase, este necesar să se ia în considerare în mod cantitativ procesul de hidroliză, care crește semnificativ solubilitatea

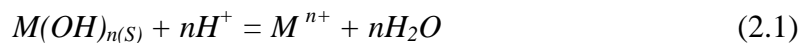
hidroxizilor. Pentru calculul solubilității, au fost utilizate constantele de hidroliză disponibile în literatură sau constantele de formare a hidroxocomplecșilor, precum și valorile produselor de solubilitate caracteristice sedimentelor proaspăt precipitate și produsul ionic al apei (K_w). Vom menționa că discrepanța/diferența datelor din literatură cu privire la valorile produselor de solubilitate a hidroxizilor metalici este foarte semnificativă și, în unele cazuri, poate ajunge la opt ordine de mărime. Motivul unor astfel de discrepanțe semnificative poate fi modificarea compoziției și proprietăților hidroxizilor din cauza existenței mai multor modificări ale acestora, inclusiv a celor pseudo-stabile, precum și procesul de îmbătrânire, care duce la o modificare a compoziției, structurii, proprietăților și, în primul rând, la o scădere a solubilității. Deci, pentru hidroxizii proaspăt precipitați, produsul de solubilitate este întotdeauna mai mare decât pentru cei îmbătrâniți. Totodată, discrepanțele observate în constantele de formare a hidroxocomplecșilor metalici, date în literatura de referință, pot fi explicate prin diferența dintre metodele și condițiile experimentului efectuat de diferite colective de cercetători.

În modelul termodinamic de echilibru elaborat un șir de parametri de bază sunt necesari de a identificați: (1) pH-ul inițial, (2) concentrația inițială a ionilor metalici, (3) produsul de solubilitate a hidroxidului metalic și (4) hidroxocomplecșii formați în rezultatul hidrolizei ionului metalic. Vom prezenta deducerea termodinamică succintă a ecuațiilor pentru calculul pH-ului solubilității minime (pH_{min}) a hidroxizilor și oxizilor puțin solubili de compoziție și natură diferită în condițiile hidrolizei polinucleare a ionului metalic. În ecuația dedusă figurează o mărime, care caracterizează gradul de formare a hidroxocomplecșilor polinucleari. Pe exemplul hidroxidului $Cu(OH)_{2(S)}$ este arătată dependența considerabilă a pH_{min} de concentrația totală a ionului metalic în soluție.

Pentru rezolvarea multor probleme practice este necesar de a cunoaște condițiile de formare a precipitatelor, în particular valoarea pH-ului soluției, pentru care precipitarea este cea mai completă sau, cu alte cuvinte, valoarea pH-ului solubilității minime (pH_{min}). Este cunoscut faptul, că solubilitatea hidroxizilor (oxizilor) de metale într-o măsură puternică depinde de valoarea pH-ului soluției. În culegeri, ca de exemplu (Lurie, 1989; Goronovski et al., 1981), de obicei se prezintă doar o singură valoare pH_{min} pentru hidroxizi (oxizi) pentru diferite valori ale concentrațiilor totale ale ionului metalic C_M în soluție. Evident, în condițiile de formare a hidroxocomplecșilor polinucleari ai ionului metalic solubilitatea fazei solide va depinde și de valoarea C_M . Acest fapt este menționat în lucrarea (Ivanov, 1992), unde se remarcă deplasarea maximului stabilității termodinamice a hidroxidului de cupru, care corespunde valorii pH_{min} la creșterea concentrației totale a ionului de cupru în soluție.

Aici se prezintă o metodă termodinamică de calcul al pH_{min} hidroxizilor și oxizilor puțin solubili, care permite evidența posibilității de hidroliză polinucleară a ionului metalic.

Deducerea detaliată a ecuațiilor de calcul pe exemplul echilibrului hidroxidului puțin solubil $M(OH)_{n(S)}$ cu soluția apoasă saturată a fost prezentată de unul de autori în lucrarea (Povar, 1994):

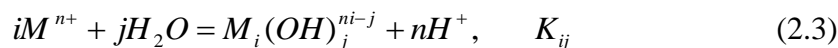


Constanta termodinamică a reacției este egală cu

$$K_S^0 = \frac{a_{M^{n+}}}{a_{H^+}^n}, \quad (2.2)$$

unde $a_{M^{n+}}$ și a_{H^+} sunt activitățile speciilor respective.

În cazul formării hidroxocomplecșilor polinucleari în conformitate cu ecuația:



funcția $\alpha_M = f(pH, C_M)$ poate fi redată prin relația (sarcinile particulelor sunt omise):

$$\alpha_M = 1 + \sum_{i=1} \sum_{j=1} iK_{ij} [M]^{i-1} [H]^{-j} = \frac{C_M}{[M]}, \quad (2.4)$$

unde K_{ij} reprezintă constanta reacției de hidroliză (2.3):

$$K_{ij} = \frac{[M_i(OH)_j][H]^n}{[M]^i}.$$

Ținând cont de ultima expresie, vom formula definițiile a două funcții secundare de concentrație

$$f_{ij} = \frac{i[M_i(OH)_j]}{C_M} = \frac{iK_{ij}[M]^{i-1}[H]^{-j}}{1 + \sum_{i=1} \sum_{j=1} iK_{ij}[M]^{i-1}[H]^{-j}}, \quad (2.5)$$

$$\bar{m} = \frac{\sum_{i=1} \sum_{j=1} ijK_{ij}[M]^{i-1}[H]^{-j}}{1 + \sum_{i=1} \sum_{j=1} iK_{ij}[M]^{i-1}[H]^{-j}} = \sum_{i=1} \sum_{j=1} jf_{ij} \quad (2.6)$$

Aici f_{ij} reprezintă fracția molară parțială a compusului complex $M_i(OH)_j$, iar \bar{m} - funcția de formare.

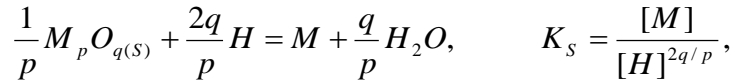
Anterior grupul nostru a demonstrat, că condiția solubilității minime a precipitatului $M(OH)_{n(S)}$ poate fi redată prin expresia:

$$\frac{\bar{m}}{\sum_{i=1} \sum_{j=0} if_{ij}} = \bar{m}\Phi = n. \quad (2.7)$$

Aici funcția Φ este descrisă prin intermediul expresiei:

$$\Phi = \frac{1 + \sum_{i=1} \sum_{j=1} i K_{ij} [M]^{i-1} [H]^{-j}}{1 + \sum_{i=1} \sum_{j=1} i^2 K_{ij} [M]^{i-1} [H]^{-j}}$$

În cazul reacției de formare-dizolvare a precipitatului de oxid cu compoziția M_pO_q :
în conformitate cu ecuația:



unde K_S este constanta de echilibru s-a obținut următoarea condiție de solubilitate minimă a precipitatului de oxid cu compoziția M_pO_q :

$$\bar{m}\Phi = \frac{2q}{p}$$

Pentru calculul funcțiilor termodinamice deduse au fost elaborate și utilizate programe de calcul computerizat al expresiilor termodinamice globale.

În Fig. 2.1 sunt prezentate rezultatele calculului funcției $\Delta G_S = f(pH)$ pentru sistemul $Cu(OH)_{2(s)}$ - soluție apoasă pentru diferite concentrații ale ionului de cupru în soluție. În acest sistem se formează hidroxocomplecșii mononucleari $Cu(OH)_j^{2-j}$, dar și complexul polinuclear $Cu_2(OH)_2^{2+}$. Precipitatul $Cu(OH)_{2(s)}$ se formează în condițiile $\Delta G_S > 0$ (domeniile hașurate în Fig. 2.1).

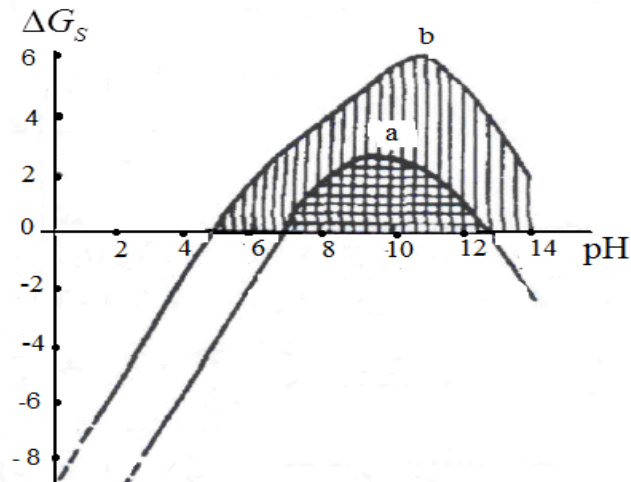


Fig. 2.1. Variația energiei Gibbs a reacției de formare-dizolvare a hidroxidului de cupru (II) în funcție de valoarea pH-ului pentru diferite concentrații ale ionului de cupru, mol/L:
 $a - 1 \cdot 10^{-5}$; $b - 1 \cdot 10^{-1}$.

După un șir de transformări ale relațiilor deduse mai sus, vom obține un sistem de 2 ecuații cu două necunoscute $[H]^{-1}$ și $[Cu]$:

$$-K_{11}[H]^{-1} + K_{13}[H]^{-3} + 2K_{14}[H]^{-4} - 4K_{22}[Cu][H]^{-2} \quad (I)$$

$$[Cu](1 + K_{11}[H]^{-1} + K_{12}[H]^{-2} + K_{13}[H]^{-3} + K_{14}[H]^{-4} + 2K_{22}[Cu][H]^{-2}) = C_{Cu}. \quad (II)$$

În Tabelul 2.1 sunt prezentate rezultatele calculului pH_{min} , Φ și \bar{m} pentru diferite concentrații ale cuprului în soluție. Cum putem observa, există o dependență considerabilă a pH_{min} de C_M .

Tabelul 2.1. Valorile pH-ului solubilității minime a $Cu(OH)_{2(S)}$

C_{Cu} , mol/L	pH_{min}	\bar{m}	Φ
1	11.315	2.717	0.736
1×10^{-1}	11.092	2.645	0.756
1×10^{-3}	10.605	2.448	0.817
1×10^{-5}	10.102	2.152	0.929
*	9.900	2.000	1.000

Pentru sistemul cercetat condiția (2.7) se formulează în modul următor:

$$\frac{\sum_{j=1} jf_{ij} + 2f_{22}}{1 + f_{22}} = 2. \quad (2.8)$$

Dacă vom descompune funcția \bar{m} în termeni separați, care caracterizează formarea hidroxocomplecșilor mononucleari și polinucleari \bar{m}_1 și \bar{m}_π , respectiv:

$$\bar{m} = \bar{m}_1 + \bar{m}_\pi = \sum_{j=1} jf_{ij} + 2f_{22}, \quad (2.9)$$

atunci obținem relații neobișnuite:

$$\bar{m}_1 = n, \quad \Phi = \frac{\bar{m}_1}{\bar{m}_1 + \bar{m}_\pi} = \frac{\bar{m}_1}{\bar{m}}. \quad (2.10)$$

Valorile solubilității minime și valorile pH-ului corespunzătoare acestora, calculate conform ecuației (2.7) ale hidroxizilor de zinc (II), cupru (II), fier (II), mangan (II), nichel (II), cobalt (II), cadmiu (II), plumb (II), fier (III) și crom (III) sunt date în Tabelul 2.

Tabelul 2.2. Intervalul de pH corespunzător solubilității minime, pH opt. și solubilitatea minimă a hidroxizilor metalici în apă

Me^{n+}	Intervalul de pH	pH _{opt.}	S_{min} , mol/L
Zn^{2+}	9.5 – 10.5	10.0	$1.8 \cdot 10^{-6}$
Cu^{2+}	10.0	10.0	$3.2 \cdot 10^{-10}$
Fe^{2+}	10.5 – 11.0	11.0	$1.1 \cdot 10^{-7}$
Ni^{2+}	10.0 – 10.5	10.0	$8.4 \cdot 10^{-9}$
Mn^{2+}	13	13.0	$1.1 \cdot 10^{-6}$
Pb^{2+}	10.0 – 10.5	10.0	$6.0 \cdot 10^{-5}$
Co^{2+}	10.0 – 11.5	11.0	$3.3 \cdot 10^{-7}$
Cd^{2+}	11.0 – 12.0	11.5	$2.2 \cdot 10^{-7}$

Fe^{3+}	7.0 – 9.0	8.0	$3.3 \cdot 10^{-10}$
Cr^{3+}	8.5 – 9.0	9.0	$1.6 \cdot 10^{-6}$

Tabelul 2.2 arată că solubilitatea hidroxizilor variază foarte mult, de la $5.34 \cdot 10^{-5}$ mol/L pentru $Pb(OH)_2$ până la $3.31 \cdot 10^{-10}$ mol/L pentru $Fe(OH)_3$. În urma analizei datelor obținute, solubilitatea hidroxizilor metalici poate fi dispusă în următorul rând: $Pb^{2+} > Zn^{2+} > Cr^{3+} > Co^{2+} > Cd^{2+} > Mn^{2+} > Fe^{2+} > Ni^{2+} > Cu^{2+} > Fe^{3+}$.

Pentru hidroxizii de diferite compoziții, a fost obținută o expresie matematică care raportează solubilitatea la constantele corespunzătoare, produsele de solubilitate și valorile pH-ului soluției de deasupra precipitatului.

Pentru studiul efectului hidroxocomplecșilor asupra solubilității hidroxizilor metalelor grele, după calcularea solubilității minime folosind ecuațiile (2.5) s-a calculat fracția molară a fiecăruia dintre hidroxocomplecși ca contribuție în solubilitatea totală a unuia sau altui hidroxid de metal. Calculele arată că, la solubilitate minimă, contribuția principală la aceasta nu este realizată de cationii metalici, ci esențial de complecșii cu încărcarea zero, ai căror contribuție depășește de obicei 75%. Calculele au arătat că creșterea solubilității cu scăderea pH-ului se explică prin conținutul predominant al hidroxocomplecșilor neutri și încărcăți pozitiv, iar odată cu creșterea pH-ului, are loc mărirea conținutului de hidroxocomplecși încărcăți negativ, de tip anionic. Tabelul 2.3 prezintă datele calculate cu privire la valorile pH-ului care asigură solubilitatea minimă. Din punct de vedere al solubilității, hidroxizii metalici sunt dispuși astfel: $Ni^{2+} > Cd^{2+} > Pb^{2+} > Zn^{2+} \approx Fe^{3+} > Cu^{2+} \approx Co^{2+} > Mn^{2+} > Cr^{3+}$, ceea ce nu coincide cu datele din literatura de specialitate: $Cu^{2+} > Mn^{2+} > Zn^{2+} > Cd^{2+} > Pb^{2+} > Ni^{2+}$, $Co^{2+} > Cr^{3+} > Fe^{3+}$, obținute din calculele bazate doar pe valorile produselor de solubilitate.

Astfel, atunci când se calculează solubilitatea hidroxizilor metalici în medii apoase, ar trebui să se țină seama de constantele de formare a hidroxocomplecșilor, deoarece luarea în considerare doar a valorilor produselor de solubilitate duce la concluzii eronate. Pentru a evalua eficacitatea metodei de reactiv de tratare a apelor uzate, valorile minime calculate ale solubilității hidroxizilor au fost comparate cu valorile CMA pentru rezervoarele de uz casnic, potabil și piscicol. Din Tabelul 2.3 rezultă că metoda luată în considerare nu asigură îndeplinirea cerințelor CMA pentru rezervoarele de apă de uz piscicol pentru niciunul dintre metale grele, cu excepția cromului. Pentru rezervoarele de uz casnic și potabil, realizarea CMA este posibilă numai pentru astfel de metale precum cromul, cuprul și manganul.

Tabelul 2.3. Condițiile optime pentru precipitarea hidroxizilor metalelor grele în comparație cu CMA pentru rezervoare de uz divers

Hidroxidul $M(OH)_n$	Intervalul de pH	Solubilitate minimă estimată, mg/L	Valorile CMA pentru rezervoarele de apă de uz casnic și potabil, mg/L	Valorile CMA pentru rezervoarele de apă de uz piscicol, mg/L
Fe^{3+}	4.0 – 12.0	2.6	0.3	0.1
Cr^{3+}	8.5 – 10.0	0.002	0.5	0.07
Zn^{2+}	9.0 – 11.0	3	1.0	0.01

Cd^{2+}	11.0 – 13.0	10	0.001	0.005
Co^{2+}	10.0 – 12.0	0.15	0.1	0.01
Ni^{2+}	9.7 – 10.7	110	0.1	0.01
Cu^{2+}	8.0 – 12.0	0.17	1	0.001
Mn^{2+}	11.2 – 12.5	0.1	0.1	0.01
Pb^{2+}	10.5 – 11.5	5	0.03	0.1

Din intervalul de valori ale pH-ului (Tabelul 2.3) care asigură solubilitatea minimă, rezultă că precipitarea hidroxizilor metalelor grele într-un interval restrâns de pH este imposibilă. Pentru a minimiza solubilitatea hidroxizilor metalelor grele, este recomandabil, după cum reiese din diagrama prezentată, să se împartă apa uzată în 4 fluxuri și să se producă precipitarea pentru valorile date ale pH-ului, al căror interval și metalele precipitate sunt prezentate în Tabelul 2.4. Folosind diagrama indicată, se pot forma și alte fluxuri în funcție de compoziția specifică a apei uzate.

Tabelul 2.4. Optimizarea intervalelor de pH pentru recuperarea metalelor din apele uzate

Fluxul	Metale îndepărtate la solubilitatea minimă a hidroxizilor	Intervalul de pH
1	Cr, Zn, Cu, Fe	9.0 – 10.0
2	Ni, Co, Zn, Cu Fe	10.0 – 10.7
3	Pb, Cd, Co, Cu, Fe	11.0 – 11.5
4	Mn, Cd, Co, Cu, Fe	11.2 – 12.0

3) A fost selectat drept studiu de caz un amplasament contaminat ce se află în raionul Criuleni, comuna Slobozia Dușca, în partea de mijloc a pantei din dreapta a râulețului fără nume, care se revarsă în râul Nistru. Acest sector a fost studiat detaliat și în baza lui au fost testate unele metode de bioremediere a solurilor contaminate cu concentrații înalte ale poluanților organici persistenți. Locația lotului este prezentată în figura 3.1.

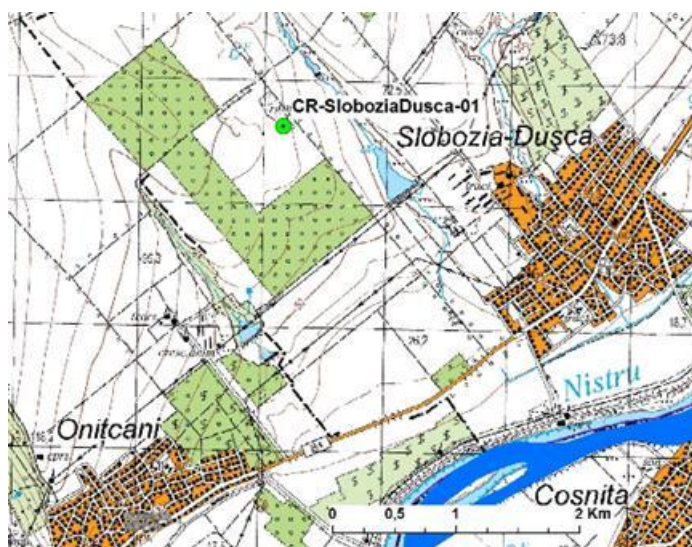


Fig. 3.1. Locația lotului selectat pentru testarea metodologiei de remediere a solurilor contaminate cu POP.

Pe lotul dat se află doar fundațiile clădirilor vechi, care au fost distruse. Teritoriul este acoperit cu asfalt, materialul pământos conține resturi de materiale de construcție de diferite dimensiuni. În

partea de sud-est este vizibilă o poluare intensă a solului. Lotul este înconjurat de câmpuri agricole și o zonă forestieră artificială. Mai jos pe relief se află un lac de acumulare. Printre receptorii de risc afectați se pot enumera: câmpurile agricole, lacul artificial, lucrătorii agricoli și localitatea, care se află la distanța de aproape 3.0 km de la lotul examinat.

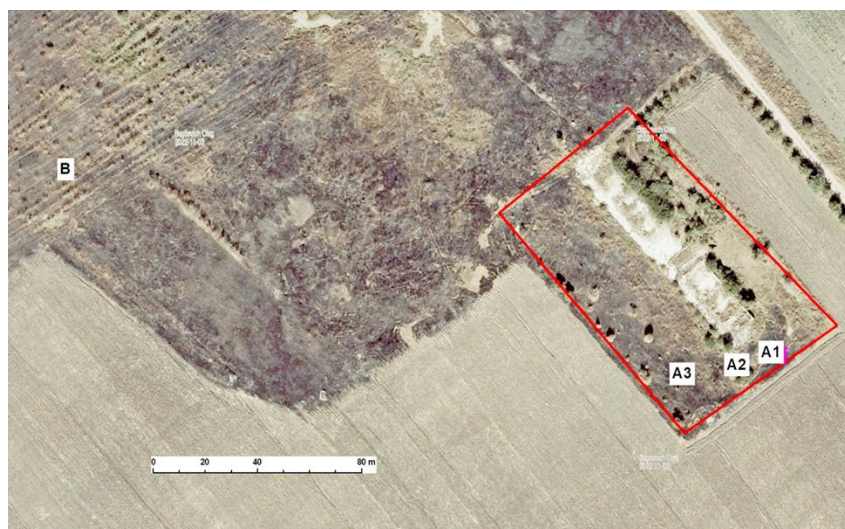


Fig. 3.2. Locația gropilor pentru studiu impactului nivelului de contaminare la biodiversitate a solului

Evaluarea calității solurilor și a impactului asupra biodiversității organismelor a fost efectuată prin analiza calitativă și cantitativă a acestora în câteva zone cu nivel diferit de contaminare. În acest scop au fost efectuate patru săpături. Pentru fiecare au fost prelevate probe de sol și colectate organismele nevertebrate găsite. Locația punctelor de prelevare este prezentată în figura 3.2. Trei săpături au fost făcute în zona cu urme evidente de contaminare (punctele A1, A2, A3), iar a patra - în zona forestieră adiacentă (punctul B).

Prelevarea probelor pentru analiza concentrației POP și studiul organismelor simple în ecosistemul solului contaminat studiat a fost executată de la cinci intervale de adâncime: 0 – 10 cm, 10 – 20 cm, 20 – 30 cm și 40 – 50 cm. Analiza organismelor nevertebrate din sol a fost efectuată în colaborare cu Institutul de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului „Nicolae Dimo”, dna dr. Senicovscaia Irina. Analiza POP a fost efectuată în cadrul Laboratorului de Monitoring al Calității mediului. Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelul 3.1.

Tabelul 3.1. Numărul și biomasa nevertebratelor în materialul pământos din teritoriul fostului depozit de pesticide Slobozia-Dușca

Zona analizată	Adâncimea, cm	Numărul, exemplarilor m ⁻²		Biomasa, g m ⁻²		Suma substanțelor POPs, mg/kg
		total	fam. <i>Lumbricidae</i>	totală	fam. <i>Lumbricidae</i>	
Zona A1,	0-10	64,0	0	4,8	0	1011.41
	10-20	16,0	0	1,6	0	212.52

	20-30	48,0	24,0	5,2	4,0	29.09
	30-40	8,0	0	0,4	0	9.44
	> 40	0	0	0	0	3.36
	Total	136,0	24,0	12,0	4,0	
Zona A2,	0-10	280,0	24,0	28,8	8,0	126.47
	10-20	144,0	8,0	36,0	0,4	211.83
	20-30	16,0	8,0	0,8	0,4	270.00
	30-40	16,0	0	0,8	0	32.95
	> 40	0	0	0	0	2.49
	Total	456,0	40,0	66,4	8,8	
Zona A3,	0-10	112,0	0	6,4	0	17.40
	10-20	48,0	16,0	6,4	4,8	2.94
	20-30	8,0	0	0,12	0	2.02
	30-40	0	0	0	0	0.86
	> 40	0	0	0	0	7.45
	Total	168,0	16,0	12,9	4,8	
Zona B,	0-10	112,0	48,0	15,2	13,8	0.68
	10-20	144,0	136,0	27,6	27,0	1.12
	20-30	56,0	32,0	6,6	6,0	0.72
	30-40	8,0	0	0,4	0	0.81
	> 40	0	0	0	0	0.93
	Total	320,0	216,0	49,8	47,0	

Numărul și biomasa organismelor ecosistemului solului depinde de concentrația substanțelor toxice și caracteristicile generale ale profilului pedologic: prezența resturilor materialelor de construcție, structura solului, umiditatea, conținutul humusului, concentrația substanțelor nutritive etc. În locurile contaminate mai intens numărul organismelor și biomasa este mai mică în comparație cu loturile cu contaminare redusă. Caracteristicile generale ale solului sunt importante pentru selectarea metodelor de remediere, precum și planificarea și implementarea lor. Diversitatea organismelor identificate în zonele A și B este prezentată în tabelul 3.2 și figura 3.3.

Tabelul 3.2. Diversitatea nevertebratelor (ex m⁻²) la nivelul de familie în materialul pământos din teritoriul depozitului Slobozia-Dușca

Nr	Famiile și specii de nevertebrate	Zona A1	Zona A2	Zona A3	Zona B
1	<i>Lumbricidae (Apporrectodea caliginosa)</i>	24,0	0	0	0
	<i>Lumbricidae (Octilasion lacteum)</i>	0	40,0	0	0
	<i>Lumbricidae (alte specii)</i>	0	0	16,0	216,0
2	<i>Enidae (Chondrula tridens)</i>	48,0	224,0	80,0	0
3	<i>Helicidae (Cepaea vindobonensis)</i>	24,0	40,0	0	0
4	<i>Discidae (Discus ruderatus)</i>	0	8,0	0	0
5	<i>Hygromiidae (Euomphalia strigella)</i>	0	0	8,0	0

6	<i>Oniscidae</i>	0	8,0	0	0
7	<i>Pentatomidae (Aelia acuminata)</i>	8,0	8,0	0	0
8	<i>Pentatomidae (Eurydema ventralis)</i>	0	8,0	0	0
9	<i>Pentatomidae (Aelia rostrata)</i>	0	8,0	0	0
10	<i>Nabidae (Nabis rugosus)</i>	0	8,0	0	0
11	<i>Coreidae (Coreus marginatus)</i>	0	8,0	0	0
12	<i>Miridae</i>	0	0	8,0	0
13	<i>Thomisidae (Xysticus ulmi)</i>	0	8,0	0	0
14	<i>Clubionidae</i>	0		0	8,0
15	<i>Julidae</i>	0	8,0	0	0
16	<i>Carabidae (imago+larve)</i>	0	8,0	8,0	0
17	<i>Carabidae (Harpalus affinis)</i>	0	0	8,0	0
18	<i>Aphrophoridae (Philaenus spumarius)</i>	0	0	8,0	0
19	<i>Coccinellidae</i>	0	0	0	8,0
20	<i>Staphylinidae</i>	0	0	0	48,0
21	<i>Forficulidae (Forficula auricularia)</i>	0	0	0	16,0
22	<i>Rhyparochromidae (Rhyparochromus vulgaris)</i>	0	0	0	8,0
23	<i>Formicidae</i>	+	+	+++	+++++
24	Specii neidentificate	32,0	72,0	32,0	16,0
	În total	136,0	456,0	168,0	320,0

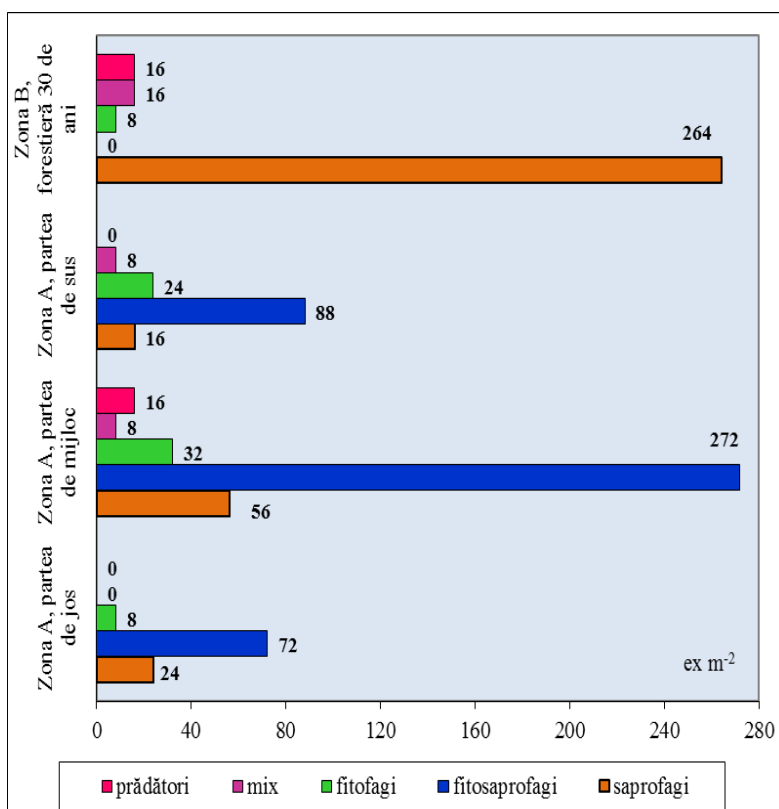


Fig. 3.3. Compoziția nevertebratelor în funcție de modul de nutriție în materialul pământos

Pentru amplasamentul cercetat a fost testată metoda de recultivare biochimică fără îndepărtarea materialului pământos contaminat. Această tehnologie prezintă o modificare a tehnologiei DAREMENT, care este utilizată, pe scară largă, pentru recultivarea solurilor poluate. Tehnologia dată reduce semnificativ timpul de procesare în comparație cu compostarea tradițională. În procesul de remediere au fost utilizate fier reciclat și subproduse agricole, ceea ce oferă mai multe avantaje față de alte metode.

Schema experimentului.

Experimentul de remediere a solurilor contaminate a fost realizat în condiții de laborator. Pentru tratarea solurilor contaminate au fost preparate următoarele adaosuri:

- adaosul 1: 40% aşchii de fier (deșeuri metalice cu diferite dimensiuni), 50% aşchii de lemn, 10% amendament organic (gunoi de grajd fermentat);
- adaosul 2: 40% pulbere de fier industrial (fracția 0.2–0.5 mm, <https://bonustrade.com.ua/ua/g17152219-poroshok-zheleznyj>, 50% aşchii de lemn, 10% amendament organic (gunoi de grajd fermentat).

Materialul pământos prelevat de pe amplasamentul cercetat, contaminat intens cu substanțe POP (concentrația inițială de 500 – 650 mg/kg) a fost omogenizat și tratat cu adaosurile menționate. Pe parcurs au fost realizate cinci scheme experimentale: patru cu adaos și una fără adaos (blanc). Două scheme cu adaos au fost realizate în două repetări, celelalte – în trei repetări. Concentrația substanțelor POP și parametrii microbiologici au fost determinați după fiecare ciclu.

Analiza substanțelor POP.

Pentru analiza pesticidelor a fost utilizat cromatograful de gaz Agilent 6890, echipat cu detector ^{63}Ni μECD , injector split-splitless și coloană capilară HP5. Condițiile metodei sunt prezentate în Tabelul 3.3. POP-urile au fost confirmate printr-o comparație a intensității ionilor caracteristici ai compușilor din probă cu spectrul de referință într-o soluție standard și asemănările în timpii de retenție dintre compusul de interes și compusul standard corespunzător.

Concentrațiile POP în probele de sol au fost calculate folosind metoda standardului intern conform procedurii operaționale elaborate pe baza ISO 10382:2008 „Calitatea solului. Determinarea pesticidelor organoclorurate și a bifenililor policlorurați. Metoda cromatografică gazoasă cu detecție prin captură de electroni”.

Tabelul 3.3. Parametrii metodei utilizate în analiza POP

Elementele sistemului GC	Parametrii metodei
Portul de injecție	Split/splitless inlet; split 5:1, 2 μL , temperatura inletului 300°C
Coloana	HP-5: 30 m lungimea, 320 μm diametrul intern, 0.25 μm grosimea stratului de absorbție, temperatura maximă 325°C
Gazul purtător	Helium, 1.2 ml min^{-1} cu viteza medie of 28 cm/s, flux constant
Cuptor	Prima rampă: 80°C (reținere 1 min) creșterea până la 200°C cu rata 20°C min^{-1} reținere 2 min; rampa al doilea: 200°C creștere până la 280°C cu rata 10°C min^{-1} , timpul de reținere 4 min
Detectorul	^{63}Ni μECD , 320°C, N_2 gazul, 60 ml min^{-1}
Prelucrarea datelor	Softul ChemStation

Dinamica schimbării concentrației substanțelor POP.

Analiza concentrațiilor inițiale ale substanțelor POP a arătat că grupurile principale de contaminanți sunt izomerii HCH (α -, β -, γ -, δ -) și izomerii DDT, cu produșii lor de transformare (o-p-DDE, p-p-DDE, o-p-DDD, p-p-DDD, o-p-DDT, p-p-DDT). Datele obținute după realizarea experimentului sunt prezentate în figurile 3.4, 3.5, 3.6. Rezultatele obținute demonstrează micșorarea concentrațiilor substanțelor POP în fiecare schemă experimentală.

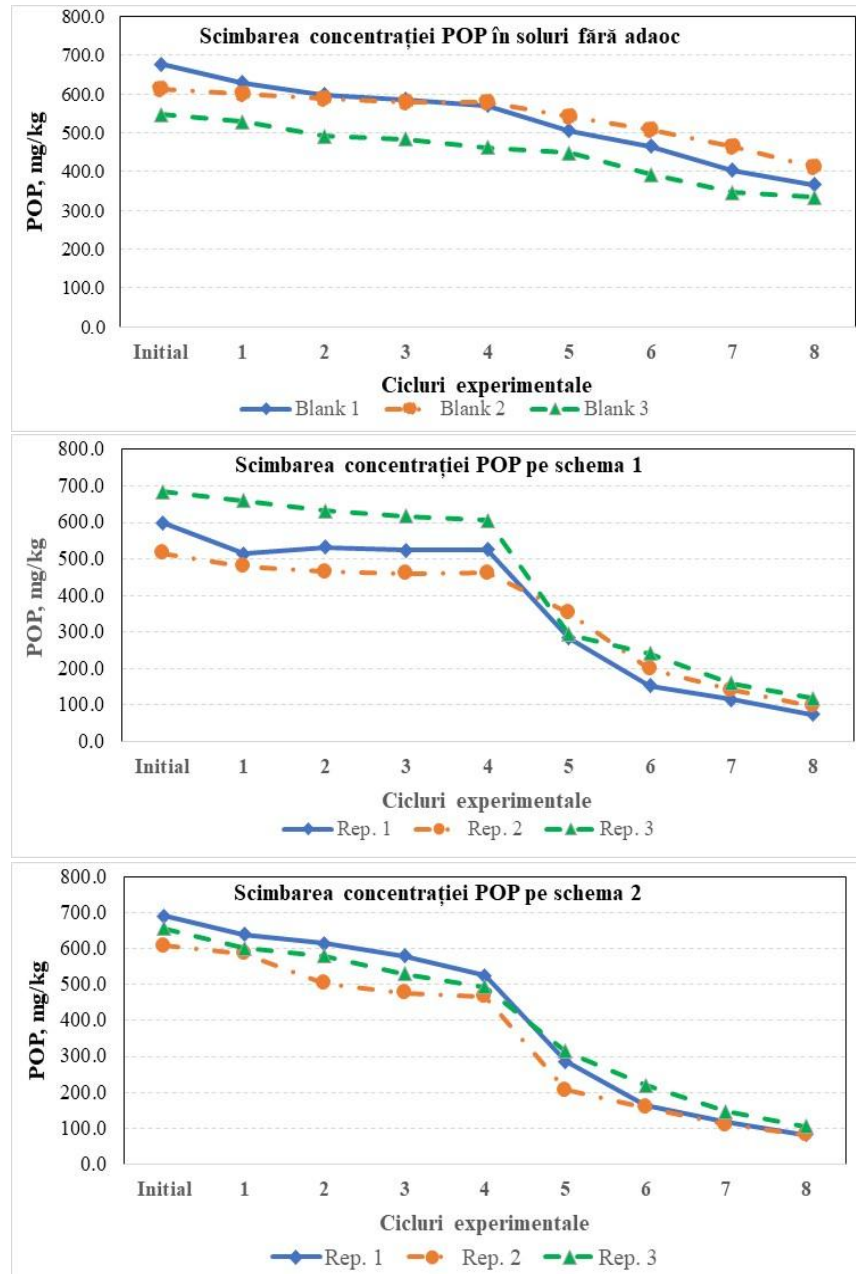


Fig. 3.4. *Dinamica schimbării concentrațiilor substanțelor POP în experimentul de bioremediere a solurilor intens poluate (blanc, schema 1 și schema 2).*

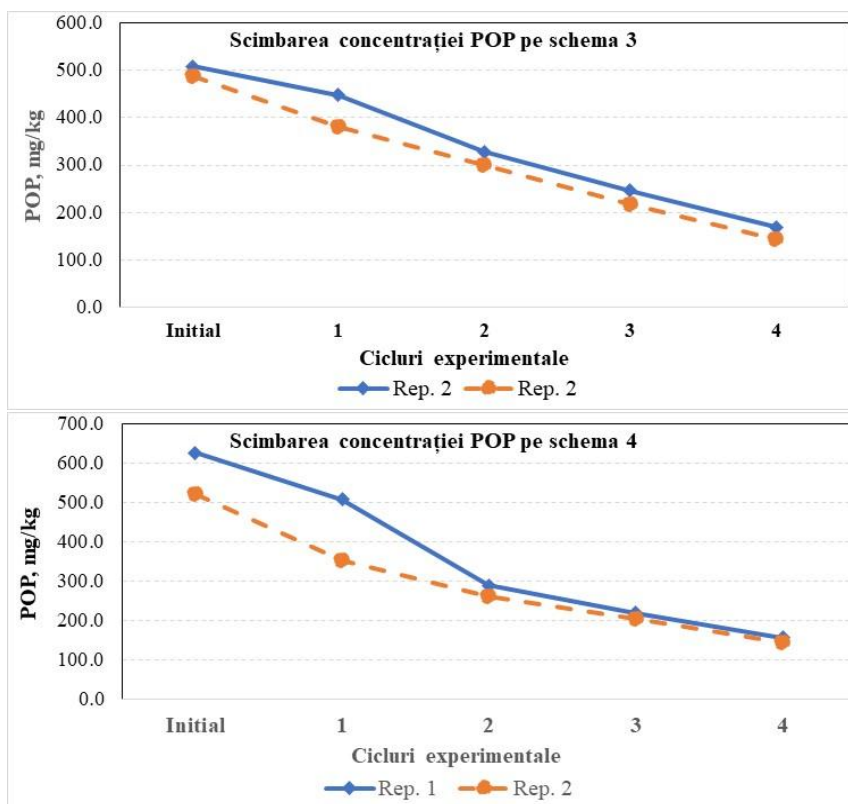


Fig. 3.5. Dinamica schimbării concentrațiilor substanțelor POP în experimentul de bioremediere a solurilor contaminate intens (schema 3 și schema 4).

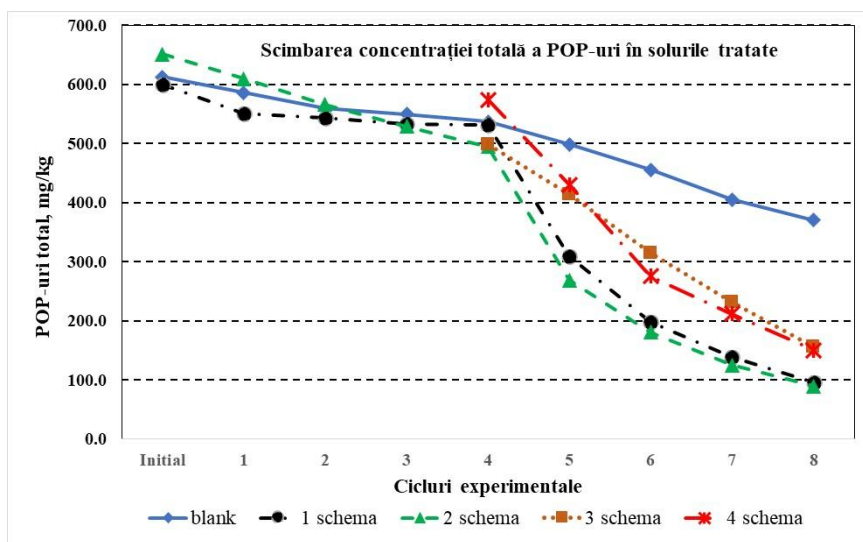


Fig. 3.6. Dinamica schimbării concentrațiilor medii ale substanțelor POP în diferite scheme ale experimentului de bioremediere a solurilor intens contaminate.

Introducere în tehnologia de analiză a izotopilor. În cadrul realizării proiectului dat a fost instalat un echipament de analiză a izotopilor stabili de apă pentru evaluarea ciclului apelor naturale și

formarea rezervelor de apă subterană. Grupul științific a participat în exerciții inter-laboratoare de nivel internațional, organizate de către Agenția Internațională a Energiei Atomice (AIEA) în anul 2022. Au fost obținute rezultate bune în această direcție.

În cadrul Universității de Stat din Tiraspol (actualmente Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”) a fost elaborat și implementat, în colaborare cu acad., prof. Gheorghe Duca, un curs de specializare destinat studenților-masteranzi cu denumirea „*Metode de determinare a calității factorilor de mediu*” (18 prelegeri/ 20 lucrări practice). În cadrul cursului sunt abordate diverse tematici cu referire la etapele de analiză a factorilor de mediu, pornind de la noțiuni generale și planificarea procesului de analiză și finalizând cu întocmirea raportului de analiză și elaborarea recomandărilor. O parte din lucrările practice au fost realizate în cadrul Laboratorului de monitoring al calității mediului, unde studenții-masteranzi au fost familiarizați cu metodele cromatografice de analiză a POP și metodele spectroscopice de determinare a metalelor. Cursul dat este audiat de studenții-masteranzi ai facultății de Biologie și Chimie, specialitatea Chimie ecologică, în anul I de studii.

(4) Conform schemei tehnologice experimentale, elaborate pentru bioremedierea solului contaminat din teritoriul fostului depozit de pesticide CR-Slobozia Dusca-01, au fost lansate 12 experimentele incubationale, divizat în două compartimente: 1) condiții aerobe și 2) alternarea condițiilor aerobe-anaerobe, cu continuarea experimentelor din anul precedent (Blanc, Schemele 1-2), introducerea de noi variante (Schemele 4-10).

Compartimentul 1: în toate variantele experimentale în condiții aerobe era menținută umiditatea constantă de 60% CRA. Martor aerob – menținerea umidității suficiente a solului la 60% CRA.

Compartimentul 2: alternarea condițiilor aerobe-anaerobe. Fiecare ciclu are două faze – aerobă și anaerobă. Condițiile anaerobe erau create prin saturarea solului poluat cu apă (80-90% CRA), în vase acoperite cu peliculă, la întuneric și temperatura 30-35°C. La începutul fiecărei faze aerobe pelicula era înlăturată, solul afânat cu spatula de metal și se lăsa să se usuce până la 60% CRA. Durata fazei anaerobe – 14 zile, fazei aerobe – 7 zile. Blanc – menținerea umidității suficiente a solului la 90% CRA, realizarea ciclurilor fără adăugarea amendamentelor.

La montarea experimentului în sol a fost aplicat un amendament în cantitate de 5% (Schema 1), 10% (Schema 2), 6% (Schema 3) și 12% (Schema 4) în raport cu masa solului. Compoziția fertilizantului (în raport de masa): rumeguș de lemn – 50.0%; pulbere de fier – 40.0%; îngrășământul organic – 10.0%.

Variantele adiționale: La montarea experimentului în sol au fost introduse diferite adsorbante (cărbune) în cantitate de 0.3% în raport cu masa solului (Schema 5 0AKU, Schema 7 0BAY, Schema 9 0CA). La montarea experimentului în sol au fost introduse diferiți cărbuni și un fertilizant în cantitate de 12% în raport cu masa solului (Schema 6 1AKU, Schema 8 1BAY, Schema 10 1CA). La toate probele de sol remediat a fost determinată valoarea pH-ului.

Au fost determinate grupele funcționale de microorganisme, care sunt implicate în procesele de transformare a azotului. Pentru caracterizarea microbiologică a fost utilizată metoda de calcul al numărului total de microorganisme.

A fost evaluat gradul de fitotoxicitate a solului de referință și solului poluat prin metoda plăcilor de sol, cu aplicarea semințelor de ovăz și dovlecel.

(5) Analiza literaturii de specialitate a permis evaluarea riscului chimic pentru a fi estimate toate daunele care sunt produse populației și mediului. În urma activităților realizate a fost elaborat curriculum disciplinar „Estimarea riscului chimic și de mediu” care include mai multe compartimente, cum ar fi: preliminarii, administrarea disciplinei, tematica și repartizarea orientativă a orelor, competențe profesionale și finalități de studiu, unități de învățare, formele lucrului independent, bibliografia cursului. Pentru dobândirea competențelor în acest domeniu sunt create ore de curs, seminar și lucru individual.

În baza materialelor acumulate a fost elaborat capitolul “Concepte generale și principii de evaluare a riscurilor”, unde sunt descrise: noțiuni introductive, o gamă largă de situații de risc pentru sănătate și mediu, etapele de analiză a riscurilor, originile riscului de mediu, ș.a. Evaluarea nivelurilor de risc stimulează oamenii ca să-și îmbunătățească condițiile de muncă și de mediu, pentru a lua măsuri de trecere de la nivelurile de risc mai mari la cele mai inferioare. Adoptarea legii pentru protejarea sănătății publice și a mediului a creat o creștere rapidă a analizei riscului în diferite domenii și aplicări tehnice, cum ar fi: evaluarea impactului asupra mediului, toxicologia, siguranța muncii, științe sociale, etc. Astfel, în baza cunoștințelor/analizelor obținute se poate de evaluat și de identificat riscul asupra mediului, se poate de identificat expunerea umană asupra riscului, de evaluat rolul oamenilor și organizațiilor în caracterizarea riscului, etc.

Pentru activitățile de seminar și lucru individual au fost planificate asimilarea și dobândirea cunoștințelor referitor la diferite riscuri prezente în societatea noastră și luarea deciziilor pentru diminuarea sau prevenirea efectelor negative asupra mediului sau a omului. Identificarea riscului este o problemă de complexitate foarte mare, astfel, studenții vor învăța să prevină accidente majore prin experiența acumulată.

În alt capitol al acestui curs sunt descrise cerințele și evaluarea securității chimice și expunerea asupra riscului. Astfel, au fost enumerate și descrise etapele de gestionare a unui produs chimic. Prin urmare, a fost atins un alt aspect important: relația doză și expunere asupra riscului, care implică determinarea dozei de risc primită; estimarea relației doză-efect și amplitudinea efectelor adverse. Formarea cadrelor în acest domeniu va duce la dorința de a schimba mediul în care trăim.

5. Rezultatele obținute (descrierea narativă 3-5 pagini)

(1) A fost proiectată, construită și pusă în funcție instalația pilot pentru separarea solidelor organice din ape reziduale la SEB. Instalația pilot asamblată la SEB Căușeni s-a dovedit a fi utilă pentru modelarea procesării solidelor organice. A fost modelată separarea mezotermofilă prin flotare cu rezidul de NA obținut în procesul de epurare cu aerare prelungită la SEB Căușeni. În cazul separării prin flotare a NA rezultat din epurarea prin aerare obișnuită, clasică (SEB Chișinău, SEB Dondușeni) procesul decurge mai simplu. Experiențele efectuate cu instalația pilot (IP) demonstrează că la diferite regimuri (staționar și debit diferit) are loc maturizarea procesului de flotare cu micșorarea debitului, în special în staționar. S-a adeverit a fi sigură modelarea anterioară practică la SEBM Chișinău, care a constat în combinarea SP cu NA și recombinația amestecului

obținut cu NA proaspăt. Eficiența separării prin flotare a reziduurilor obținute din epurarea apelor menajere depășește nivelul de concentrare de cca zece ori în comparație cu NA brut. Concomitent cu combinarea NP(SP)/NA, cercetată anterior, au fost modelate alte două procedee de separare prin flotare: a) Învechirea nămolului activ în sedimentatorul secundar (timp de cca 60 zile) și b) Tratarea NA cu preparate specifice microbicide. Studiul speciilor de azot în apele de separare arată un chimism comun al celor trei procese de flotare cu un parcurs asemănător, însă obținute prin diferite procedee: 1) Combinarea sedimentului primar (SP) cu nămol activ (NA), 2) Învechirea nămolului activ în sedimentatorul secundar (cca 60 zile) și 3) Tratarea NA cu preparate specifice bactericide. A fost optimizat procesul de separare a sedimentelor organice în scopul consumului minim de energie. În perioada de vară procesul modelat investigat a decurs fără consum de energie electrică. În scopul optimizării procesului de epurare echipa Institutului de Chimie a modelat trei variante de funcționare a SEB-ului Căușeni. Pentru evaluarea schimbărilor compoziției chimice în faza lichidă (apa uzată) și solidă (nămol activ), pentru diferite etape de epurare au fost aplicate metode chimice și fizico-chimice de cercetare. Pentru estimarea proceselor care au loc în fiecare compartiment din complexul SEB și efectelor de migrare a diferitor forme ale azotului au fost efectuate investigații de laborator ai parametrilor de concentrație CCO_{Cr} , NO_2^- , NO_3^- și NH_4^+ , cât și analiza dinamicii schimbării formelor azotului pe tot parcursul de epurare.

La SEB Căușeni în a treia schema tehnologică în calitate de substraturi pentru post-denitrificare au fost utilizate substanțele organice rezultante lizei microbiene (nămolului activ) acumulate pe suprafața ramificată a substratului submersibil din fibre de polietilenă. În bioreactorul 4, datorită faptului că în pelicula biologică formată pe substrat se desfășoară simultan trei tipuri de procese: aerob (nitrificare completă), anox (post denitrificare) și anaerob (liza celulară a nămolului activ), aceasta servește ca sursă energetică pentru procesul precedent (anox). Evident, procesele care au loc în bioreactorul nr. 4 nu sunt absolut stabile și depind esențial de raportul carbon/azot, precum și de alți mulți factori cum ar fi, temperatura apelor uzate (la temperaturi sub 15°C procesele de dezvoltare a masei bacteriene și microflorei nitrificatoare - denitrificatoare diminuează exponențial), încărcătura organică, persistența substanțelor inhibatoare și altele, care nu pot fi remediate prin monitoring și acțiuni tehnologice în afară de menținerea concentrației de oxigen solvit.

În concluzie, s-a demonstrat că tratarea aerobă nu majorează esențial efectul de eliminare a elementelor biogene, totodată includerea în schema consecutivă a tratării biologice a zonelor anoxe-oxe-anoxe-oxe și folosirea selectoarelor amplifică substanțial acest efect în aceleași volume tehnologice cu reducerea consumului de aer, pentru oxidare fiind folosit oxigenul din azotați.

(2) A fost creată o bază de date de valori ale constantelor de echilibru (sau ale energiilor Gibbs standarde) în sistemele artificiale și reale care conțin compușii ionilor metalici. Pe baza unei analize critice, au fost selectate valorile unui număr mare de constante de stabilitate necesare (hidroliza ionilor metalici, protonarea liganzilor anorganici și organici, formarea de complecși binari și micști etc.) și a produselor de solubilitate pentru planificarea și optimizarea procesului de separare a ionilor metalici în diferite stări de oxidare din apele uzate.

A fost elaborat și fundamentat un model chimic de echilibru, ținând cont de natura, compoziția și stabilitatea formelor chimice solubile și insolubile ale ionilor metalici din sistemele omogene și eterogene de echilibru care conțin ionii metalelor grele.

Au fost deduse două tipuri de relații de calcul al variației energiei Gibbs a procesului global de precipitare-dizolvare a hidroxizilor, oxizilor și oxizilor micști puțin solubili, luând în considerație un set mare de reacții secundare concomitente, cum sunt formarea complexilor solubili cu liganzi de natură organică și anorganică, hidroliza ionului metalic, protonarea liganzilor. Primul tip de relații conțin în formă explicită gradul de complexare a ionilor metalici, iar al doilea tip conțin datele experimentale obținute prin intermediul metodei concentrațiilor reziduale.

S-a realizat un model matematic de sisteme și programe în limbajul de programare BASIC, ținând cont de condițiile de echilibru material și de echilibru termodinamic din sistemele studiate. Totodată, a fost rezolvată problema calculului stărilor de echilibru omogene și eterogene ale sistemelor. Modelul matematic ia în considerare formarea diferitelor forme solubile și insolubile de ioni metalici în diferite grade de oxidare și distribuția acestora în funcție de compoziția chimică și aciditatea apelor uzate. A fost creat un program pentru optimizarea condițiilor de separare a particulelor care conțin ioni metalici din soluțiile omogene și eterogene, pe baza unei baze de date de constante de echilibru, a ecuațiilor de bilanțului de masă, condițiilor și rezultatelor experimentului. Programele computerizate fac posibilă descrierea teoretică, planificarea unui experiment și optimizarea procesului de separare a particulelor care conțin ioni metalici din apele uzate. Fiabilitatea rezultatelor lucrării va fi evaluată în continuare prin compararea rezultatelor calculului pe baza modelelor chimice și matematice elaborate și datelor experimentale existente.

Au fost determinate condițiile optime de realizare a proceselor de îndepărtare a ionilor metalici din apele uzate prin precipitare chimică în funcție de compoziția chimică a apelor uzate. Pentru determinarea speciilor chimice ale ionilor de metale grele s-a efectuat o analiză termodinamică a compoziției chimice a apelor uzate pe baza datelor experimentale publicate. Au fost elaborate și utilizate programele de calcul computerizat al expresiilor termodinamice globale deduse în această etapă pentru planificarea și optimizarea proceselor de separare a metalelor grele din apele uzate. În baza expresiilor termodinamice deduse s-a demonstrat că valorile pH-ului care asigură solubilitatea minimă a hidroxizilor metalici sunt foarte diferite între ele și se află în intervalul de la 4 la 13, ceea ce, în principiu, nu permite optimizarea procesului de precipitare a hidroxidului cu prezența simultană a diferitelor metale în soluție. La valorile pH-ului 6.5 - 8.5, permise pentru evacuarea apelor uzate în rezervoarele de apă, doar hidroxidul de fier este precipitat în măsura maximă. Hidroxizii de fier, crom, zinc și cupru în prezența comună a ionilor metalici în apele uzate precipită complet numai la pH 9 - 10, la pH 10.0 - 10.7 hidroxizii de cobalt, zinc, nichel, cupru și fier pot fi precipitați împreună, la pH 11.0 - 11.5 - hidroxizi de cadmiu, plumb, cobalt, cupru și fier precipită împreună, iar la pH 11.2 - 12.0 este posibilă co-precipitarea hidroxizilor de mangan, cadmiu, cobalt, cupru și fier. Astfel, metoda termodinamică elaborată în această etapă pentru calcularea solubilității minime a hidroxizilor metalici face posibilă stabilirea unei relații între constantele de formare a hidroxocomplexilor metalici și valorile pH-ului precipitării hidroxidului, pentru a evalua eficiența

metodei hidroxide pentru purificarea apelor uzate de ioni metalici și pentru a determina valoarea exactă a pH-ului corespunzătoare solubilității minime a hidroxizilor în soluții apoase și, de asemenea, a estima intervalul aproximativ al valorilor optime ale pH-ului. Datele obținute fac posibilă îmbunătățirea proceselor de purificare a apelor naturale și industriale de ioni de metale grele.

(3) Materialul pământos fără adaos (blanc) a arătat o micșorare a concentrației POP pentru toate ciclurile de schimbare a condițiilor redox. Această micșorare constituie 40% din valoarea concentrației inițiale (aproximativ 5% pentru fiecare ciclu al experimentului). Micșorarea concentrației POP pentru primele patru cicluri constituie aproximativ 13%. Dinamica micșorării concentrației POP este similară și pentru primele patru cicluri ale schemelor experimentului 1 și 2 (12 și, respectiv, 24 %). După adăugarea adaosului 2, procesul de micșorare a concentrației POP să accelerează, constituind 83% pentru schema 1 și 87% pentru schema 2. Micșorarea concentrațiilor substanțelor POP pentru schemele 3 și 4 constituie 69% și, respectiv, 73%.

Această dinamică reflectă foarte bine impactul schimbării potențialului redox în prezența fierului fin, care accelerează procesele de transformare a substanțelor POP și de detoxificare a solurilor contaminate intens. Concentrația substanțelor toxice după patru cicluri se poate micșora de la 600 – 700 mg/kg până la 100 – 150 mg/kg. Acest proces este însoțit de o creștere a activității microorganismelor din sol, care constituie agentul principal de degradare a substanțelor POP.

Tabelul 3.4. Concentrația totală a substanțelor din grupul POP pe cicluri experimentale

Concentrația inițială, mg/kg	Concentrația totală a substanțelor POP pe cicluri experimentale, mg/kg							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Blanc								
677.49	628.78	597.66	585.95	569.83	505.22	465.22	403.55	365.85
614.48	600.44	589.69	578.12	579.18	542.91	509.02	465.89	410.60
547.15	528.32	491.77	484.50	462.05	447.72	392.84	345.92	334.22
Schema 1								
599.81	514.35	532.59	523.51	525.21	284.16	153.16	114.97	74.17
516.24	480.17	465.38	460.09	462.23	352.64	199.08	141.54	97.62
683.56	659.82	632.44	616.54	605.14	292.92	240.20	159.63	118.24
Schema 2								
690.41	639.27	614.78	580.22	524.72	285.60	162.92	118.57	81.77
607.50	586.95	503.79	476.52	466.32	207.36	158.32	110.03	81.50
656.14	601.96	579.04	530.37	494.19	313.76	220.00	147.60	105.43
Schema 3								
508.20	448.33	328.03	246.52	168.59				
488.68	380.16	301.24	215.90	143.53				
Schema 4								
626.32	508.05	289.20	218.26	155.90				
522.59	352.20	261.96	204.90	144.40				

(4) Pe parcursul experimentelor au fost determinate grupele funcționale de microorganisme, care sunt implicate în procesele de transformare a azotului. Pentru caracterizarea microbiologică a fost utilizată metoda de calcul al numărului total de microorganisme. A fost stabilit că după primul ciclu de incubare, în toate variantele experimentale în care a fost suplimentar adăugat amendament, numărul total al microorganismelor, care participă la transformarea azotului, a crescut de 40 – 120 ori față de martor aerob. Această creștere a numărului de microorganisme se datorează înmulțirii și dezvoltării microorganismelor din toate grupele funcționale implicate în transformarea azotului. A fost observat că numărul bacteriilor amonificatoare și oligonitrofile a crescut în toate variantele de bioremediere în dependență de cantitatea de amendament adăugat.

În varianta martor aerob la finele ultimului ciclu experimental din anul 2022, al 4-lea, datorită menținerii constante a umidității solului la nivelul de 60% din CRA, numărul total de microorganisme implicate în transformarea azotului a crescut de 3 ori. Viceversa, în solul variantei experimentale Blanc (fără aditivi), a fost stabilită scăderea de 4 ori a numărului microorganismelor. Cu excepția variantei Blanc, în restul variantelor experimentale numărul total al microorganismelor care participă la transformarea azotului era mai mare decât în martor aerob, în intervale largi de la 50×10^6 (Schema 1) până la 900×10^6 (Schema 2) UFC/g sol uscat.

Cea mai mare diversitate în populației de microorganisme a fost înregistrată în martor aerob, unde au fost observate până la 5 specii în cadrul unor grupe de microorganisme. Populația din Schema 4 era reprezentată de 4 specii în fiecare dintre grupele de microorganisme, în restul variantelor au fost notate 2-4 specii. Predominau 1-2 specii de microorganisme, cel mai frecvent reprezentanți al g. *Pseudomonas*.

Spre finele ciclului 5, în toate variantele experimentale a fost stabilită apariția micromicetelor, cu excepția Schemei 4. Concentrația micromicetelor în toate variantele nu era mare, de la 0.25×10^3 (Schema 2) până la 0.96×10^3 (Schema 3) UFC/g sol uscat. Numărul speciilor de micromicete a variat de la 1 (martor aerob și Schema 2) la 4 (Blanc).

După introducerea în sol a adsorbantului (cărbune), la finele ciclului 3, numărul microorganismelor în solul din Schema 5 a rămas la nivel cu martorul aerob, iar la variantele 7 și 9 a crescut de 3.3 și 4.9 ori respectiv, comparativ cu martorul. Adăugarea suplimentară a amendamentului la începutul experimentului a contribuit la o ușoară creștere a numărului de microorganisme din sol la variantele experimentale 8 și 10 – cu 11.2% și 23.7% respectiv, comparativ cu variantele în care a fost introdus doar adsorbantul. Numărul microorganismelor în solul din Schema 6 s-a majorat semnificativ – de 5.4 ori, în comparație cu Schema 5 (unde a fost adăugat doar cărbune) și de 6.8 ori comparativ cu martorul.

Conform rezultatelor obținute anterior, am stabilit, că solul poluat neremediat este toxic pentru semințele de ovăz și dovlecel; gradul de toxicitate a solului a constituit 63.5-65,8%. Observările efectuate la finele experimentului au demonstrat, că în comparație cu solul poluat neremediat pe variantele 1-4 a fost înregistrată o diminuare a toxicității solului poluat. Procedeele de bioremediere permit reducerea a toxicității solului – cu 20.5-43.7%.

Analiza rezultatelor a fost efectuată în colaborare cu cercetătorii Institutului de Chimie. Analiza substanțelor POP a fost făcută în cadrul Laboratorului de Monitoring al Calității mediului, șef de laborator dr. Oleg Bogdevici, executor Elena Nicolau.

(5) Substanțele chimice contribuie la îmbunătățirea nivelului de viață, dar unele dintre acestea sunt periculoase și pot avea efecte negative/grave asupra sănătății umane și a mediului înconjurător. De aceea, este necesară utilizarea diferitor mijloace pentru a proteja sănătatea și mediul înconjurător de efectele adverse provenite în urma expunerii la substanțe chimice periculoase. Cursul *Evaluarea riscului chimic și de mediu* urmărește procesul de identificare a pericolului, evaluarea, determinarea semnificației și comunicarea riscului pentru a duce controlul și pentru a lua decizii corecte pentru societate. Astfel, în urma activităților realizate au fost elaborate curriculum și suportul didactic la disciplina *Evaluarea riscului chimic și de mediu*, destinat studenților anului III-IV, ciclul I, specialitățile: chimie, biologie, biologie moleculară, ecologie și geografie. Suportul didactic conține 2 capitole. Primul capitol cu denumirea “*Concepte generale și principii de evaluare a riscurilor*” este structurat în: Introducerea în caracterizarea riscului chimic, Evaluarea riscului chimic și Evaluarea și identificarea riscului pentru mediu. Al doilea capitol are denumirea “*Managementul riscului*” cu următoarea structură: Evaluarea expunerii umane asupra riscului, Rolul oamenilor și organizațiilor în caracterizarea riscului, Caracterizarea riscului în practică, Cerințe și evaluarea securității chimice, Relația doză și expunere asupra riscului, Deșeurile din Republica Moldova și riscul acestora asupra mediului și Legislația Republicii Moldova în examinarea riscului chimic și de mediu.

6. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de publicații

Lista publicațiilor din anul 2022 în care se reflectă doar rezultatele obținute în proiect, perfectată conform cerințelor față de lista publicațiilor (a se vedea anexa)

Notă: Lista va include și brevetele de invenții și alte obiecte de proprietate intelectuală, materiale la saloanele de invenții (conform Anexei 1A)

1. **Monografii** (recomandate spre editare de consiliul științific/senatul organizației din domeniile cercetării și inovării)

1.2. monografii naționale

1. POVAR, I., PINTILIE, B., SPINU, O. *Aplicații practice la reacțiile în sisteme omogene și eterogene apoase (echilibre chimice complexe)*. Chișinău: CEP USM, 2021, 280 p. ISBN 978-9975-158-99-2. (editat în 2021, desfășurat în 2021). https://ichem.md/sites/default/files/2022-05/Monografia_Povar.pdf

2. Capitole în monografii naționale/internaționale

2. BOGDEVICH, O., DUCA, Gh., SIDOROFF, M.E., STANICA, A., PERSOIU, A., VESEASTA, A. Groundwater Resource Study by Isotope Technology in International Centre for Advanced Studies on River-Sea Systems. In: *Handbook of Research on Water Sciences and Society*. IGI Global, 2022, pp. 87–100. ISBN13 978-1799-873-56-3. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-7356-3.ch004>
3. POVAR, I., SPINU, O., SPATARU, P., SHEPEL, D., PINTILIE, B., VISNEVSCHI, A.

Termodinamica proceselor chimice complexe în amestecurile de surfactanți. In: *Chimie ecologică: istorie și realizări: Academicianul Gheorghe Duca, 70 ani de la naștere*. Chișinău: CEP USM, 2022, pp. 268-283. ISBN 978-9975-159-05-0. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/268-283.pdf

4. POVAR, I., SPINU, O., MUCCI, A. pH-Metric Determination of the Equilibrium Constants in Aqueous Heterogeneous Systems. In: *Handbook of Research on Water Sciences and Society*. IGI Global, 2022, pp. 222-255. ISBN13 978-1799-873-56-3. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-7356-3.ch010>
5. POVAR, I., SPINU, O., LUPASCU, T., DUCA, Gh. Thermodynamic Stability of Natural Aqueous Systems. In: *Research Anthology on Ecosystem Conservation and Preserving Biodiversity*. IGI Global, 2022, pp. 531-563. ISBN13 9781668456781. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-5678-1.ch028>

3. Editor culegere de articole, materiale ale conferințelor naționale/internaționale

4. Articole în reviste științifice

4.1. în reviste din bazele de date Web of Science și SCOPUS (cu indicarea factorului de impact IF)

6. NAGAVCIUC, V., PERSOIU, A., BĂDĂLUTĂ, C. A., BOGDEVICH, O., BĂNICĂ, S., BÎRSAN, M. V., BOENGIU, S., ONACA, A., IONIȚA, M. Precipitation Stable Isotope Framework in the Wider Carpathian Region. In: *Water*. 2022, vol. 14, 2547. <https://doi.org/10.3390/w14162547> (IF 3.53)
7. POVAR, I., SPINU, O. Thermodynamics of complex chemical equilibria in surfactant mixtures. In: *Tenside Surfactants Detergents*. 2022. <https://doi.org/10.1515/tsd-2022-2473> (IF 1.058)
8. SPATARU, P. Influence of organic ammonium derivatives on the equilibria between NH_4^+ , NO_2^- and NO_3^- ions in the Nistru River water. In: *Scientific Reports*. 2022, vol. 12, 13505. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-17568-3> (IF 5.516)

4.2. în alte reviste din străinătate recunoscute

9. POVAR, I., SPINU, O., PINTILIE, B. pH-metric method for determining the solubility and solubility products of slightly soluble hydroxides and acids. In: *Romanian Journal of Ecology & Environmental Chemistry*. 2021, vol 3, nr. 2, pp. 32-41. ISSN-L: 2668-5418. <https://doi.org/10.21698/rjeec.2021.204>. <http://www.dspace.incdecoind.ro/bitstream/123456789/1769/1/Articol%2004%20Proceedings.pdf> (editat în 2021, desfășurat în 2021)
10. POVAR, I., SPINU, O., PINTILIE, B. pH-metric method determining the solubility and solubility products of slightly soluble salts of arbitrary composition. In: *Romanian Journal of Ecology & Environmental Chemistry*. 2021 vol 3, nr. 2, pp. 61-70. ISSN-L: 2668-5418.

<https://doi.org/10.21698/rjeec.2021.208>.

<http://www.dspace.incdecoind.ro/bitstream/123456789/1774/1/Articol%2008%20Proceedings.pdf> (editat în 2021, desfășurat în 2021)

4.3. în reviste din Registrul National al revistelor de profil, cu indicarea categoriei

- Categoria B

11. POVAR, I., PINTILIE, B., SPINU, O. Dozarea cronovoltametrică indirectă a metalelor alcalino-pământoase. Contribuția savantului chimist Ion Vatamanu la dezvoltarea metodelor electrochimice de analiză. In: *Akadosmos*. 2022, vol. 1, pp. 70-80. ISSN 1857-0461. <https://doi.org/10.52673/18570461.22.1-64.10>.
https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/70-80_7.pdf

6. Articole în materiale ale conferințelor științifice

6.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

12. POVAR, I., SPINU, O. Necessary condition for the appearance of chemical synergism. В: *Материалы V-го Конгресса с международным участием и научно-технической конференцией молодых ученых «Фундаментальные исследования и прикладные разработки процессов переработки и утилизации техногенных образований»*, Екатеринбург, Россия, 23-26 ноября 2021 г., pp. 72-74. ISBN 978-5-907502-31-4. <http://doi.org/10.34923/technogen-ural.2021.41.83.015> (editat în 2021, desfășurat în 2021)

13. SPATARU, P., VISNEVSCHI, A., SPINU, O., PINTILIE, B., POVAR, I. Method of concentration of the organic solids in wastewater. In: *Scientific papers of the 20th International Scientific-Practical Conference “Resources of natural waters in Carpathian Region/Problems of protection and rational exploitation”*, dedicated to the 150th Anniversary of Chemical-Technological Education and Science at Lviv Polytechnic, 26-27 May 2022, Lviv, Ukraine, pp. 208-211.

14. SPATARU, P., VISNEVSCHI, A., SPINU, O., PINTILIE, B., POVAR, I. Wastewater pretreatment method to reduction of the soluble and suspended organic matter in wastewater. In: *Scientific papers of the 20th International Scientific-Practical Conference “Resources of natural waters in Carpathian Region/Problems of protection and rational exploitation”*, dedicated to the 150th Anniversary of Chemical-Technological Education and Science at Lviv Polytechnic, 26-27 May 2022, Lviv, Ukraine, pp. 212-215.

6.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

15. POVAR, I., SPINU, O. Evaluarea eficienței metodei de precipitare chimică în procesul de epurare a apelor uzate. In: *Proceedings of the International Conference “Transboundary Dniester River Basin Management and EU Integration – Step by Step”*, October 27-28, 2022, Chisinau, Moldova, pp. 188-192. ISBN 978-9975-3201-9-1. https://www.eco-tiras.org/docs/Dniester-Conf-2022-Proc_14%20mb.pdf

6.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

16. POVAR, I., SPINU, O. Metode de calcul al produsului de solubilitate a sărurilor acide puțin solubile. In: *Lucrările Conferinței științifice naționale cu participare internațională „Integrare prin Cercetare și Inovare”, dedicată Zilei Internaționale a Științei pentru Pace și Dezvoltare*, Atelierul Chimie și Tehnologie Chimică, 10-11 noiembrie, 2022, Chișinău,

7. Teze ale conferințelor științifice

7.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

17. BOGDEVICH, O., PERSOIU, A., NICOARA, I. The stable isotope composition of the precipitation as a tool for evaluation of the transboundary aquifers recharging patterns. In: *ISARM 2021 - 2nd International Conference on Transboundary Aquifers*, 6 – 9 December, 2021, Paris, France, p. 176. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380029>. (editat în 2021, desfășurat în 2021)
18. BOGDEVICH, O., IURCIUC, B., NICOARA, I., JELEAPOV, V. The conceptual model of the recharge of Transboundary Aquifers between Prut – Dniester Rivers. In: *ISARM 2021 - 2nd International Conference on Transboundary Aquifers*, 6 – 9 December, 2021, Paris, France, p. 115. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380029>. (editat în 2021, desfășurat în 2021)
19. HENRICH, C., KRACHT, O., AKTAYEV, M., BAKIRI, I., BOGDEVICH, O. and other. Regional Capacities for Isotope Based Assessment of Transboundary Water Resources from the View of a Large-Scale Technical Cooperation Project in Europe and Central Asia. In: *ISARM 2021 - 2nd International Conference on Transboundary Aquifers*, 6 – 9 December, 2021, Paris, France, p. 246. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380029>. (editat în 2021, desfășurat în 2021)
20. POVAR, I., SPINU, O. The nature of synergism in chemical processes. In: *Abstracts of the International Halich Congress on Multidisciplinary Scientific Research*, October 29-30, 2021, Istanbul, Turkey, p. 69. ISBN: 978-625-7464-45-1 https://www.researchgate.net/profile/Kayhan-Ahmetogullari/publication/356788972_BANKA_MUSTERILERININ_YATIRIM_TERCIHLERININ_FARKLI_KRITERLERE_GORE_DEGERLENDIRILMESI/links/61ad3b44ade5b1bf50aaa49/BANKA-MUeSTERILERININ-YATIRIM-TERCIHLERININ-FARKLI-KRITERLERE-GOeRE-DEGERLENDIRILMESI.pdf. (editat în 2021, desfășurat în 2021)
21. POVAR, I., SPINU, O. Thermodynamics of redox processes in homogeneous and heterogeneous multicomponent system. In: *Lucrările Conferinței Naționale de Chimie - CNChim-2022, ed. a XXXVI-a*, 4-7 octombrie 2022, Călimănești – Căciulata, România, P.S.I - 1.
22. POVAR, I., SPINU, O., SPATARU, P., SHEPEL, D., PINTILIE, B., VISNEVSCHI, A. Thermodynamic determination of the areas of solid phase stability in mixtures of anionic and cationic surfactants. In: *Abstracts of the Ahi Evran International Conference on*

- Multidisciplinary Scientific Research*, December 1-2, 2021, Kırşehir, Turkey, p. 592. ISBN 978-625-7464-54-3. https://ziraat.ahievran.edu.tr/uploads/6746/AHI_EVRAN_-ozet.pdf. (editat în 2021, desfășurat în 2021)
23. POVAR, I., SPINU, O., SPATARU, P., SHEPEL, D., PINTILIE, B., VISNEVSCHI, A. Thermodynamic prediction of precipitation conditions in the mixture of anionic and amphoteric surfactants. In: *Abstracts of the Ahi Evran International Conference on Multidisciplinary Scientific Research*, December 1-2, 2021, Kırşehir, Turkey, p. 235. ISBN 978-625-7464-54-3. https://ziraat.ahievran.edu.tr/uploads/6746/AHI_EVRAN_-ozet.pdf. (editat în 2021, desfășurat în 2021)
24. POVAR, I., SPINU, O., SPATARU, P., SHEPEL, D., PINTILIE, B., VISNEVSCHI, A. Thermodynamic study of the precipitation processes of anionic surfactants by calcium and magnesium ions. In: *Abstracts of the Ahi Evran International Conference on Multidisciplinary Scientific Research*, December 1-2, 2021, Kırşehir, Turkey, p. 236. ISBN 978-625-7464-54-3. https://ziraat.ahievran.edu.tr/uploads/6746/AHI_EVRAN_-ozet.pdf. (editat în 2021, desfășurat în 2021)
25. RASTIMESINA, I., POSTOLACHI, O., VORONA, V., NICOLAU, E., BOGDEVICH, O. The assessment of phytotoxicity of soil contaminated with persistent organic pollutants. In: *Book of Abstracts, 25th International Symposium "The Environment and the Industry"*, E-SIMI, 2022, pp. 66-67. ISSN-L: 1843-5831. <http://doi.org/10.21698/simi.2022.ab22>
26. SPATARU, P., VISNEVSCHI, A., SPINU, O., POVAR, I., FERNANDEZ, F., SPATARU, T. Influence of soluble nitrogen species upon the meso-termophilic flotation. In: *Abstracts of the International Conference and Expo on Catalysis, Chemical Engineering and Technology*, October 28-30, 2021, USA, p. 24. (editat în 2021, desfășurat în 2021).
27. SPATARU, P., VISNEVSCHI, A., POVAR, I. Separation of surfactants from river waters on calcium carbonate particles. In: *Proceedings Books of the 3rd International 5 Ocak Congress on Applied Sciences*, January 4-5, 2022, Adana, Turkey, p. 350. ISBN: 978-625-8423-74-7
28. SPATARU, T., FERNANDEZ, F., SPATARU P., POVAR, I. The influence of the Pseudo-Jahn-Teller effect on the catalytic activity of the vitamin B12 active forms catalytic processes. In: *Abstracts of the Inaugural Modeling, Estimation and Control Conference (MECC 2021)*, October 24-27, 2021, Online and UT Austin, USA, p. 109. (editat în 2021, desfășurat în 2021)
29. SPATARU, T., FERNANDEZ, F., SPATARU P., POVAR, I. The bio-catalysis of the vitamin B₁₂ active forms in human body. The preliminary step. In: *Abstract of the 2nd Global Virtual Summit on Catalysis & Chemical Engineering*, March 14-16, 2022, USA, p. 40.

7.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

30. BOGDEVICH, O., BICOVA, E., DRUCIOC, S., CULIGHIN, E. Spatial mapping of

- national emissions of short-lived climate pollutants in Republic of Moldova. In: Abstract Book of the 7th *International Conference "Ecological and Environmental Chemistry-2022"* dedicated to the 70th Anniversary of Academician, Professor Gheorghe Duca. March 3-4, 2022, Chisinau, Republic of Moldova, p. 137-138. ISBN 978-9975-159-06-7. <http://dx.doi.org/10.19261/eec.2022.v1>
31. BOGDEVICH, O., CULIGHIN, E., NICOLAU, E., CADOCINICOV, O., GRIGORAS, M. Review of the management of POPs contaminated sites in Republic of Moldova. In: Book of the 7th *International Conference "Ecological and Environmental Chemistry-2022"* dedicated to the 70th Anniversary of Academician, Professor Gheorghe Duca. March 3-4, 2022, Chisinau, Republic of Moldova, p. 154-155. ISBN 978-9975-159-06-7. <http://dx.doi.org/10.19261/eec.2022.v1>
32. CULIGHIN, E. Changes over time in persistent organic pollutants (POP) concentrations in soils in lower Dniester region, Republic of Moldova. In: Book of the 7th *International Conference "Ecological and Environmental Chemistry-2022"* dedicated to the 70th Anniversary of Academician, Professor Gheorghe Duca. March 3-4, 2022, Chisinau, Republic of Moldova, p. 182-183. ISBN 978-9975-159-06-7. <http://dx.doi.org/10.19261/eec.2022.v1>
33. CULIGHIN, E., CASTRAVET, T., VELICINSCI, A. Climate box as a tool for environmental education. In: Book of the 7th *International Conference "Ecological and Environmental Chemistry-2022"* dedicated to the 70th Anniversary of Academician, Professor Gheorghe Duca. March 3-4, 2022, Chisinau, Republic of Moldova, p. 196-197. ISBN 978-9975-159-06-7. <http://dx.doi.org/10.19261/eec.2022.v1>
34. DUCA, Gh., BOGDEVICH, O., NICOLAU, E. Persistent organochlorine pesticides and their impact on human health. In: Book of the 7th *International Conference "Ecological and Environmental Chemistry-2022"* dedicated to the 70th Anniversary of Academician, Professor Gheorghe Duca. March 3-4, 2022, Chisinau, Republic of Moldova, p. 194-195. ISBN 978-9975-159-06-7. <http://dx.doi.org/10.19261/eec.2022.v1>
35. POSTOLACHI, O., RASTIMESINA, I., VORONA, V., BOGDEVICH, O. The effect of fertilizer on the abundance of microorganisms during soil remediation. In: *International Conference "Microbial Biotechnology"*, 5th edition. 12-13 octombrie, 2022, Chişinau, Republic of Moldova, p. 40. ISBN 978-9975-3178-8-7. <https://doi.org/10.52757/imb22.26>
36. POVAR, I., SPATARU, P., SHEPEL, D., PINTILIE, B., SPINU, O., VISNEVSCHI, A. Thermodynamic determination of the precipitation conditions in mixtures of anionic and cationic surfactants. In: Abstract Book of the 7th *International Conference "Ecological and Environmental Chemistry-2022"* dedicated to the 70th Anniversary of Academician, Professor Gheorghe Duca. March 3-4, 2022, Chisinau, Republic of Moldova, p. 49. ISBN 978-9975-159-06-7. <http://dx.doi.org/10.19261/eec.2022.v1>
37. POVAR, I., SPINU, O., PINTILIE, B. What is the chemical synergism? In: Abstract Book of the 7th *International Conference "Ecological and Environmental Chemistry-2022"* dedicated to the 70th Anniversary of Academician, Professor Gheorghe Duca. March 3-4,

- 2022, Chisinau, Republic of Moldova, p. 51-52. ISBN 978-9975-159-06-7. <http://dx.doi.org/10.19261/eec.2022.v1>
38. POVAR, I., SPATARU, P., SHEPEL, D., PINTILIE, B., SPINU, O., VISNEVSCHI, A. Thermodynamic analysis of precipitation conditions of anionic surfactants by calcium and magnesium ions. In: Abstract Book of the 7th International Conference "Ecological and Environmental Chemistry-2022" dedicated to the 70th Anniversary of Academician, Professor Gheorghe Duca. March 3-4, 2022, Chisinau, Republic of Moldova, p. 53. ISBN 978-9975-159-06-7. <http://dx.doi.org/10.19261/eec.2022.v1>
39. POVAR, I., SPATARU, P., SHEPEL, D., PINTILIE, B., SPINU, O., VISNEVSCHI, A. Thermodynamic analysis of precipitation conditions in the mixture of anionic and amphoteric surfactants. In: Abstract Book of the 7th International Conference "Ecological and Environmental Chemistry-2022" dedicated to the 70th Anniversary of Academician, Professor Gheorghe Duca. March 3-4, 2022, Chisinau, Republic of Moldova, p. 54-55. ISBN 978-9975-159-06-7. <http://dx.doi.org/10.19261/eec.2022.v1>
40. RASTIMESINA, I., POSTOLACHI, O., BOGDEVICH, O., JOSAN, V., NICOLAU, E., CULIGHIN, E. Microbiological characteristic of soil for the bioremediation of POPs contaminated sites. In: Abstract Book of the 7th International Conference "Ecological and Environmental Chemistry-2022" dedicated to the 70th Anniversary of Academician, Professor Gheorghe Duca. March 3-4, 2022, Chisinau, Republic of Moldova, p. 178. ISBN 978-9975-159-06-7. <http://dx.doi.org/10.19261/eec.2022.v1>
41. SHEPEL, D., RUSU, M. Infrared spectroscopy of urinary stones of patients from Republic of Moldova in 2016-2021. In: Abstract Book of the 7th International Conference "Ecological and Environmental Chemistry-2022" dedicated to the 70th Anniversary of Academician, Professor Gheorghe Duca. March 3-4, 2022, Chisinau, Republic of Moldova, p. 53-54. ISBN 978-9975-159-06-7. <http://dx.doi.org/10.19261/eec.2022.v1>
42. SHEPEL, D., SPATARU, P., RUSU, M. Application of infrared spectroscopy in qualitative analysis of activated sludge. In: Abstract Book of the 7th International Conference "Ecological and Environmental Chemistry-2022" dedicated to the 70th Anniversary of Academician, Professor Gheorghe Duca. March 3-4, 2022, Chisinau, Republic of Moldova, p. 58-59. ISBN 978-9975-159-06-7. <http://dx.doi.org/10.19261/eec.2022.v1>
43. SPATARU, P., MAFTULEAC, A., VISNEVSCHI, A., POVAR, I., COSTRIUCOVA, N. Research on the composition and properties of underwater sediments of the Ghidighici Lake. In: Abstract Book of the 7th International Conference "Ecological and Environmental Chemistry-2022" dedicated to the 70th Anniversary of Academician, Professor Gheorghe Duca. March 3-4, 2022, Chisinau, Republic of Moldova, p. 117. ISBN 978-9975-159-06-7. <http://dx.doi.org/10.19261/eec.2022.v1>
44. VELIȘCO, N. Formare profesională continuă în domeniul chimie. In: Abstract Book of the 7th International Conference "Ecological and Environmental Chemistry-2022" dedicated to

the 70th Anniversary of Academician, Professor Gheorghe Duca. March 3-4, 2022, Chisinau, Republic of Moldova, vol. II, p. 12. <http://dx.doi.org/10.19261/eec.2022.v2>

45. VISNEVSCHI, A., SPATARU, P., POVAR, I. Technological processes for removal of nitrogen compounds at new WWTP in the Causeni city. In: Abstract Book of the 7th International Conference "Ecological and Environmental Chemistry-2022" dedicated to the 70th Anniversary of Academician, Professor Gheorghe Duca. March 3-4, 2022, Chisinau, Republic of Moldova, p. 55-56. ISBN 978-9975-159-06-7. <http://dx.doi.org/10.19261/eec.2022.v1>

7.4. în lucrările conferințelor științifice naționale:

46. BOGDEVICI, O., CULIGHIN, E., NICOLAU, E. POPs contaminated sites in Republic of Moldova: problem definition and possible solutions. In: Lucrările seminarului științific „Chimia ecologică asigură un mediu ambiant sănătos”, consacrat aniversării a 50 ani de la fondarea Laboratorului de Resurse Minerale și Chimie a Apei, 30 de ani de la organizarea Laboratorului Chimie Ecologică (Institutul de Chimie) și comemorării talentatului chimist și ecolog dr. Valeriu ROPOT (20 ani de la trecerea în neființă), 16 septembrie, 2022, Chișinău, Republica Moldova, p. 17. ISBN 978-9975-62-466-4. <http://dx.doi.org/10.19261/enece.2022>
47. CULIGHIN, E., BOGDEVICI, O., LUPASCU, T. Changes over time in persistent organic pollutants concentrations in soils in lower Dniester region, Republic of Moldova. In: Lucrările seminarului științific „Chimia ecologică asigură un mediu ambiant sănătos”, consacrat aniversării a 50 ani de la fondarea Laboratorului de Resurse Minerale și Chimie a Apei, 30 de ani de la organizarea Laboratorului Chimie Ecologică (Institutul de Chimie) și comemorării talentatului chimist și ecolog dr. Valeriu ROPOT (20 ani de la trecerea în neființă), 16 septembrie, 2022, Chișinău, Republica Moldova, p. 23. ISBN 978-9975-62-466-4. <http://dx.doi.org/10.19261/enece.2022>
48. POVAR, I., SPINU, O. Distribution of soluble and insoluble species of metallic ions as a result of sludge application on the soils. In: Lucrările seminarului științific „Chimia ecologică asigură un mediu ambiant sănătos”, consacrat aniversării a 50 ani de la fondarea Laboratorului de Resurse Minerale și Chimie a Apei, 30 de ani de la organizarea Laboratorului Chimie Ecologică (Institutul de Chimie) și comemorării talentatului chimist și ecolog dr. Valeriu ROPOT (20 ani de la trecerea în neființă), 16 septembrie, 2022, Chișinău, Republica Moldova, p. 13. ISBN 978-9975-62-466-4. <http://dx.doi.org/10.19261/enece.2022>
49. SPATARU, P., VISNEVSCHI, A., POVAR, I. Flotation procedures with participation of nitrogen- and sulfur-containing compounds. In: Lucrările seminarului științific „Chimia ecologică asigură un mediu ambiant sănătos”, consacrat aniversării a 50 ani de la fondarea Laboratorului de Resurse Minerale și Chimie a Apei, 30 de ani de la organizarea Laboratorului Chimie Ecologică (Institutul de Chimie) și comemorării talentatului chimist și ecolog dr. Valeriu ROPOT (20 ani de la trecerea în neființă), 16 septembrie, 2022, Chișinău, Republica Moldova, p. 13. ISBN 978-9975-62-466-4.

<http://dx.doi.org/10.19261/enece.2022>

9. Brevete de invenții și alte obiecte de proprietate intelectuală, materiale la saloanele de invenții

50. ROBU, Șt., GHIOCA, P., IANCU, L., PRISACARI, V., SAVA, V., SPATARU, P., ȚIULEANU, P. *Procedeu de obținere a unui material polimeric cu proprietăți antibacteriene*. Hotărâre pozitivă nr. 9981 din 19.01.2022, nr. depozit a 2020 0046, data depozit 2020.05.25.
51. SPĂȚARU, P., VIȘNEVSCHI, AL., SPÎNU, O., POVAR, I. *Utilizarea reziduurilor de nămol activ în etapa de pre-epurare a apelor uzate din fabricile de procesare a alimentelor*. Editia a XII-a - 2021 a Târgului Internațional de Invenții și Idei Practice INVENT - INVEST - CONSTANTIN-MARIN ANTOHI, Iași, România, 10 decembrie 2021. http://www.inventica-sir.ro/doc/rezultate/premii_SIR31_d.htm
52. SPĂȚARU, P., MAFTULEAC, A., POVAR, I., PINTILIE, B., SPÎNU, O. *Procedeu de tratare biologică a sedimentelor provenite din apele reziduale*. Ediția a VIII-a a Salonul Internațional de Invenții și Inovații „TRAIAN VUIA” Timișoara, România, 8 - 10 octombrie 2022.

10. Lucrări științifico-metodice și didactice

10.3. alte lucrări științifico-metodice și didactice:

1. Curs de specializare destinat studenților-masteranzi cu denumirea „*Metode de determinare a calității factorilor de mediu*” (18 prelegeri/ 20 lucrări practice), elaborat și implementat, în colaborare cu acad., prof. Gheorghe Duca în cadrul Universității de Stat din Tiraspol (actualmente Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”).
2. Două cursuri lucrări științifico-metodice și didactice pentru doctoranzii Școlii Doctorale USM (dr. hab. Povar I.):
3. Cursul 1. Specialitatea: 145.01. Chimie ecologică. *Termodinamica proceselor chimice complexe în sisteme eterogene*;
4. Cursul 2. Specialitatea: 145.01. Chimie ecologică. *Aplicații practice la reacțiile chimice în sisteme multicomponente apoase*.

7. Impactul științific, social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute în cadrul proiectului

S-a demonstrat că instalația pilot asamblată la Stația de Epurare Biologică (SEB) din orașul Căușeni este utilă pentru modelarea procesării solidelor organice. Reziduul de nămol activ (NA) obținut după epurarea cu aerare prelungită la SEB Căușeni a fost utilizat pentru separarea mezo-termofilă prin flotare. Experiențele efectuate cu instalația pilot (IP) demonstrează procesul de flotare la diferite regimuri (staționar și debit diferit), cât și schimbarea maturizării procesului de flotare cu

micșorarea debitului și în special în regimul staționar de separare. Eficiența separării prin flotare a reziduurilor din epurarea apelor menajere depășește nivelul de concentrare de cca zece ori în comparație cu NA brut. În scopul optimizării procesului de epurare echipa Institutului de Chimie a modelat trei variante de funcționare a SEB-ului Căușeni. La SEB Căușeni în a treia schema tehnologică în calitate de substraturi pentru post-denitrificare sunt utilizate substanțele organice rezultante lizei microbiene (nămolului activ) acumulate pe suprafața ramificată a substratului submersibil din fibre de polietilenă. În bioreactorul 4, datorită faptului că în pelicula biologică formată pe substrat se desfășoară simultan trei tipuri de procese: aerob (nitrificare completă), anox (post denitrificare) și anaerob (liza celulară a nămolului activ), aceasta servește ca sursă energetică pentru procesul precedent (anox). Procesele care au loc în bioreactorul nr. 4 nu sunt absolut stabile și depind esențial de raportul carbon/azot, precum și de alți mulți factori cum ar fi, temperatura apelor uzate (la temperaturi sub 15°C procesele de dezvoltare a masei bacteriene și microflorei nitrificatoare - denitrificatoare diminuează exponențial), încărcătura organică, persistența substanțelor inhibatoare și altele, care nu pot fi remediate prin monitoring și acțiuni tehnologice în afară de menținerea concentrației de oxigen solvit. A fost demonstrat că tratarea aerobă nu majorează esențial efectul de eliminare a elementelor biogene, totodată includerea în schema consecutivă a tratării biologice a zonelor anoxe-oxe-anoxe-oxe și folosirea selectoarelor amplifică substanțial acest efect în aceleași volume tehnologice cu reducerea consumului de aer, pentru oxidare fiind folosit oxigenul din azotați.

Metoda termodinamică elaborată permite economisirea substanțelor chimice și energiei necesare pentru precipitarea ionilor metalelor grele la scară industrială. S-a demonstrat că valorile pH-ului care asigură solubilitatea minimă a hidroxizilor metalici sunt foarte diferite între ele și se află în intervalul de la 4 la 13, ceea ce, în principiu, nu permite optimizarea procesului de precipitare a hidroxidului cu prezența simultană a diferitelor metale în soluție. La valorile pH-ului 6.5 - 8.5, permise pentru evacuarea apelor uzate în rezervoarele de apă, doar hidroxidul de fier este precipitat în măsura maximă. Hidroxizii de fier, crom, zinc și cupru în prezența comună a ionilor metalici în apele uzate precipită complet numai la pH 9 - 10, la pH 10.0 - 10.7 hidroxizii de cobalt, zinc, nichel, cupru și fier pot fi precipitați împreună, la pH 11.0 - 11.5 - hidroxizi de cadmiu, plumb, cobalt, cupru și fier precipită împreună, iar la pH 11.2 - 12.0 este posibilă co-precipitarea hidroxizilor de mangan, cadmiu, cobalt, cupru și fier.

Au fost formulate recomandări pentru reglementarea proiectelor de remediere a loturilor contaminate, care includ cerințele pentru studiile de evaluare a riscurilor și selectarea metodelor de remediere. Etapele de studii ale loturilor contaminate includ: elaborarea planului de prelevare a mostrelor, prelevarea probelor, determinarea nivelului și spectrului de poluare; calculul volumului solului poluat și evaluarea riscurilor, selectarea tehnologiei, efectuarea remedierii, analiza eficacității tehnologiei selectate.

Rezultatele cercetării contribuie la acumularea cunoștințelor noi privind starea microbiotei solului, implicate în procesele transformării azotului, pe durata desfășurării experimentului de bioremediere a solului poluat. Rezultatele obținute deschid oportunități pentru eficientizarea substanțială a biotehnologiilor de remediere a solurilor contaminate cu POP.

În țările din Uniunea Europeană reglementarea substanțelor chimice este realizată prin lege

strictă. Baza acestor reglementări este protejarea atât a omului, cât și a mediului de expunerea la substanțe chimice. Astfel, activitățile realizate vor avea un impact benefic asupra societății. Prin cunoașterea unor norme se va putea gestiona și utiliza în siguranță oarecare produs chimic pentru a nu crea primejdii societății și mediului înconjurător. Specialiștii vor cunoaște riscul chimic asupra mediului și vor putea aplica legislația Republicii Moldova în diminuarea acestora.

8. Infrastructura de cercetare utilizată în cadrul proiectului

Birourile și laboratoarele din Institutul de chimie: 129, 133, 135, 139; 141, 142, 218, 234, 402, 406, 407, 418, 420, 421

Birourile și laboratoarele din Institutul de Microbiologie și Biotehnologie: La realizarea investigațiilor din cadrul etapei 3.4 a fost utilizată infrastructura de cercetare constituită din 3 camere cu suprafața totală de 90 m² (inclusiv 2 dotată cu nișă chimică, 1 – cu boxă microbiologică)

- ✓ Spectrometru de Absorbție Atomică *AAAnalyst 800*, producător Perkin Elmer (SUA), fabricat în 2000;
- ✓ Cromatograf de gaze *Agilent 6890* cu detector de captare de electroni (mECD) și de ionizare în flacără(FID);
- ✓ Cromatograf de gaze cu detector de masă *Agilent 6890/5973*;
- ✓ Spectrometru *Spectrum 100, FT-IR*, producător Perkin Elmer(SUA), fabricat în 2000;
- ✓ Titrator automat *TITRINO PLUS 848*, producător Metrohm, fabricat în 2009;
- ✓ Potentiostat Galvanostat *PGSTAT 128N*, producător Metrohm, fabricat în 2007;
- ✓ Elemental Analyzer VARIOEL III, fabricat în 2007;
- ✓ Aparat de cântărit cu funcționare neautomată ESJ210-4A, Max. 210 g, d = 0,0001 g, producător Shenyang Longteng Electronic Co LTD, China;
- ✓ 13 calculatoare cu acces la rețele digitale (rețea locală, Internet);
- ✓ Etuva cu convecție naturală LDO-030E;
- ✓ Termostat POL-ECO,
- ✓ Inolab pH 720
- ✓ Agitator Heidolph Vortexer;
- ✓ Balanța Kern;
- ✓ Box microbiologic;
- ✓ Aparat pentru producerea apei ultrapure;
- ✓ Cântar;
- ✓ balanța Axis AD
- ✓ 3 centrifuge rotative pentru mostre de diverse volume;
- ✓ Spectrofotometru UNICO2100 cu software;
- ✓ Termobalanța Kern model DLB 160-3A;
- ✓ METERS - table top cu agitator - pH/ORP/Temp/Con./TDS/Salt/DO/O₂;
- ✓ Compresor SunSun ACO-001;
- ✓ SPECTROPHOTOMETER Selecta "UV-2005

✓ Plită electrică VEGAS infraroșu VEC-1300.

9. Colaborare la nivel național în cadrul implementării proiectului

- **Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu”** - Acord de colaborare cu Catedra Urologie și Nefrologie Chirurgicală. dr. hab. Emil Ceban. PhD Pavel Banov în baza căruia se efectuează studiul compoziției chimice a calculilor renali, folosind spectroscopia IR.
- **Institutul de Microbiologie și Biotehnologie** – Acord de parteneriat.
- **Universitatea de Stat din Moldova** - Acord de parteneriat.
- **Institutul de Geologie și Seismologie** - Acord de colaborare pentru realizarea proiectelor AIEA.
- **Institutul de Inginerie Electronică și Nanotehnologii „D. Ghițu”** – Contract de achiziționare a serviciilor de cercetare științifică privind determinarea materialelor chimice conform specificației din contractul din 26 mai 2022.
- **Liceul Teoretic Republican „Aristotel”,** dr. Diana Șepeli - coordonarea activității științifice la disciplina Chimie. A fost prezentată lucrarea științifică „*Analiza calitativă a calculilor renali prin metoda spectroscopiei IR*” de către eleva clasei a XI (chimie/biologie) Andreea Spînu la Conferința Științifico-practică a elevilor, ed. a XVI-a cu genericul „Tinere Talente” pentru care a fost oferită diploma de gr. I.
- **Expediția Hidrogeologică din Moldova** - Cooperarea în monitoring calității apelor subterane.
- **Primăria s. Măgdăcești, SA „Apă Canal Măgdăcești”** - Acord de colaborare științifico-practic.
- **SRL “Glorin Inginering”, mun. Bălți** - Acord de colaborare științifico-practic.
- **SRL “IzodromGaz”, or. Ialoveni** - Acord de colaborare științifico-practic.
- **SA „United Chemical Group”, mun. Chișinău** - Acord de colaborare științifico-practic.
- Prestări de servicii în laboratoare neacreditate: înregistrarea spectrelor IR (M. Rusu), analiza elementală (V. Ceban).
- Prestări de servicii în laborator pentru analiza calității mediului (Dr. Bogdevici Oleg, Cadociniov Oleg, Grigoras Marina, Culighin Elena, Nicolau Elena)

10. Colaborare la nivel internațional în cadrul implementării proiectului

- **Columbia University**, Department of Chemistry, New York, SUA, dr. Tudor Spătaru - cercetare științifică în comun, publicarea materialelor în reviste internaționale și culegeri la conferințe internaționale.
- **McGill University**, Department of Earth and Planetary Sciences, Montreal, Canada, prof. A. Mucci – cercetare științifică pe tematica etapei 2 a proiectului.
- **TÜBİTAK Marmara Research Center**, Turkey, Dr. Volkan Pelitli – cercetare științifică pe

tematica etapei 1 și 2.

- **Institutul Unificat de Cercetări Nucleare**, Dubna, Federația Rusă, dr. hab. Igor Povar - participarea la sesiunile Consiliului Științific în calitate de membru, cercetarea științifică în comun în baza protocolului nr. 5033-4-21/22.
- **Agencia Internațională pentru Energie Atomică** - participarea în două proiecte internaționale: ”*Establishing Capacities for Isotope Hydrology Techniques for Water Resources and Climate Change*”; ”*Studying of underground water reserves using isotope methods in the context of adaptation to climate change*”.
- **UNDP Moldova, Climate Clean Air Coalition** - participarea în proiectul „*Institutional strengthening support to scale up action on short-lived climate pollutants*”.

11. Dificultățile în realizarea proiectului. Financiare, organizatorice, legate de resursele umane etc.

- Imposibilitatea de a atrage în proiect tineri cercetători, a angaja specialiști calificați în condițiile actuale, în rezultatul reducerii forțate a unităților de la începutul proiectului;
- Condiția ce prevede modificarea componenței echipei de cercetare doar de 30%, în cazul când sunt angajați doar 4 membri ai echipei, permite înlocuirea doar a unei singure persoane pe parcursul a 4 ani de realizare a proiectului. Astfel, devine imposibil menținerea procentului de tineri cercetători angajați, care de obicei sunt înrolați din cadrul studenților (3 ani de studii) și masteranzilor (2 ani de studii). De asemenea apar dificultăți când membrii echipei pleacă peste hotarele țării, în concedii de maternitate, finisează studiile universitare etc. sau renunță din alte motive la activitatea de cercetare. Din aceste considerente se propune majorarea acestei limite, astfel încât să fie posibil înlocuirea a cel puțin 2 angajați în decurs de 4 ani.
- Lipsa de acces la revistele internaționale recunoscute, cu factor de impact. Se propune abonarea bibliotecilor instituțiilor de cercetare la aceste reviste.

12. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de prezentări la foruri științifice

Lista forurilor la care au fost prezentate rezultatele obținute în cadrul proiectului de stat se va prezenta separat (conform modelului) pentru:

➤ **Manifestări științifice internaționale (în străinătate)**

Povar Igor, dr. hab.; 3rd International 5 Ocak Congress on Applied Sciences, Adana, Turkey, January 4-5, 2022; *Improving nitrogen removal into WWTP with complete oxidation.* (prezentare orală)

Povar Igor, dr. hab.; 3rd International 5 Ocak Congress on Applied Sciences, Adana, Turkey, January 4-5, 2022; *Separation of surfactants from river waters on calcium carbonate particles.* (prezentare orală)

Spataru Tudor, dr.; 2nd Global Virtual Summit on Catalysis & Engineering, SUA, March 14-16, 2022; *The bio-catalysis of the vitamin B₁₂ active forms in the human body. The preliminary step.* (prezentare orală)

Spataru Tudor, dr.; Global Experts Meet on Chemical Engineering and Technology (GEMCET-22); SUA, July 14-15, 2022; *The bio-catalysis of the vitamin B₁₂ and of the heme-porphyrin active forms in human body.* (prezentare plenară)

Spataru Tudor, dr.; 8th Edition on Global Conference on Catalysis, Chemical Engineering and Technology; SUA, 27-28 September, 2022; *The mechanism of the vitamin B₁₂ active forms catalytic processes in the human body.* (prezentare plenară)

Rastimesina, Inna, dr. șt. biol.; Postolachi, Olga, dr. șt. biol.; Vorona, Valentina; Nicolau, Elena; Bogdevich, Oleg, dr. șt. biol.; 25th International Symposium "The Environment and the Industry"; SIMI, Bucharest, Romania, 29th September, 2022; *The assessment of phytotoxicity of soil contaminated with persistent organic pollutants.* (Poster)

➤ **Manifestări științifice internaționale (în Republica Moldova)**

Povar Igor, dr. hab.; 7th International Conference "Ecological and Environmental Chemistry-2022" dedicated to the 70th Anniversary of Academician, Professor Gheorghe Duca; Chisinau, Republic of Moldova, March 3-4, 2022; *Thermodynamic determination of the precipitation conditions in mixtures of anionic and cationic surfactants.* (prezentare orală)

Rastimesina, Inna, dr. șt. biol.; Postolachi, Olga, dr. șt. biol.; Bogdevich, Oleg, dr.; Vorona, Valentina; Nicolau, Elena; Culighin, Elena; 7th International Conference "Ecological and Environmental Chemistry-2022" dedicated to the 70th Anniversary of Academician, Professor Gheorghe Duca; Chisinau, Republic of Moldova, March 3-4, 2022; *Microbiological characteristic of soil for the bioremediation of POPs contaminated sites.* (Poster)

Spătaru Petru, dr.; International Scientific Conference „Universitas Europaea: Towards a Knowledge-based Society through Europeanisation and Globalisation”, anniversary edition ULIM – 30 years of excellence 1992-2022, secția „Starea mediului ambiant și dezvoltarea

durabilă”; Chișinău, Republica Moldova, 17-20 octombrie 2022; *Comunitatea fracțiilor de sedimente subacvatice eutrofizate cu particule din solurile adiacente*. (prezentare orală)

Vișnevschi Alexandru; International Scientific Conference „Universitas Europaea: Towards a Knowledge-based Society through Europeanisation and Globalisation”, anniversary edition ULIM – 30 years of excellence 1992-2022, secția „Starea mediului ambiant și dezvoltarea durabilă”; Chișinău, Republica Moldova, 17-20 octombrie 2022; *Optimizarea separării azotului în tehnologia de epurare a apelor uzate la stații de talie medie*. (prezentare orală)

Povar Igor, dr. hab.; International Conference “Transboundary Dniester River Basin Management and EU Integration – Step by Step”; Chisinau, Moldova, October 27-28, 2022, *Evaluarea eficienței metodei de precipitare chimică în procesul de epurare a apelor uzate*. (prezentare orală)

Postolachi, Olga, dr. șt. biol.; International Conference “Microbial Biotechnology”; Chișinău, Republica Moldova, 12-13 noiembrie, 2022; *The effect of fertilizer on the abundance of microorganisms during soil remediation*. (prezentare orală)

➤ **Manifestări științifice naționale**

Bogdevici Oleg, dr.; Seminarului științific „Chimia ecologică asigură un mediu ambiant sănătos”, consacrat aniversării a 50 ani de la fondarea Laboratorului de Resurse Minerale și Chimie a Apei, 30 de ani de la organizarea Laboratorului Chimie Ecologică (Institutul de Chimie) și comemorării talentatului chimist și ecolog dr. Valeriu ROPOT (20 ani de la trecerea în neființă), Chișinău, Republica Moldova, 16 septembrie, 2022; *POPs contaminated sites in Republic of Moldova: problem definition and possible solutions*. (prezentare orală)

Povar Igor, dr. hab.; Seminarului științific „Chimia ecologică asigură un mediu ambiant sănătos”, consacrat aniversării a 50 ani de la fondarea Laboratorului de Resurse Minerale și Chimie a Apei, 30 de ani de la organizarea Laboratorului Chimie Ecologică (Institutul de Chimie) și comemorării talentatului chimist și ecolog dr. Valeriu ROPOT (20 ani de la trecerea în neființă), Chișinău, Republica Moldova, 16 septembrie, 2022; *Distribution of soluble and insoluble species of metallic ions as a result of sludge application on the soils*. (prezentare orală)

Rastimeșina, Inna, dr. șt. biol.; Lecția pentru masteranzii programului de studiu „Managementul mediului”; Universitatea de Stat din Moldova, facultatea de Biologie și Pedologie, Chișinău, Republica Moldova, 10 octombrie, 2022; *Biotehnologii microbiene pentru transformarea xenobioticelor*. (prezentare orală)

➤ **Manifestări științifice naționale cu participare internațională**

12. Aprecierea și recunoașterea rezultatelor obținute în proiect (premiu, medalii, titluri, alte aprecieri). (Opțional)

SPĂTARU, P., VIȘNEVSCHI, AI., SPÎNU, O., POVAR, I.; **Medalia de aur**; Ediția a XII-a - 2021 a Târgului Internațional de Invenții și Idei Practice INVENT - INVEST - CONSTANTIN-MARIN ANTOHI, Iași, România, 10 decembrie 2021. *Utilizarea reziduurilor de nămol activ în etapa de pre-epurare a apelor uzate din fabricile de procesare a alimentelor.*
http://www.inventica-sir.ro/doc/rezultate/premii_SIR31_d.htm

SPĂTARU, P., MAFTULEAC, A., POVAR, I., PINTILIE, B., SPÎNU, O.; **Medalia de aur**; Ediția a VIII-a a Salonului Internațional de Invenții și Inovații „TRAIAN VUIA” Timișoara, România, 8 - 10 octombrie 2022; *Procedeu de tratare biologică a sedimentelor provenite din apele reziduale.*

13. Promovarea rezultatelor cercetărilor obținute în proiect în mass-media (Opțional):

➤ Emisiuni radio/TV de popularizare a științei

Rastimesina, Inna / Primele știri / Noaptea Cercetătorilor Europeni 2022
(<https://ru.primelestiri.md/ru/noch-uchenyh-v-moldove-gde-i-kogda-sostoitsya-i-chem-udivyat-grazhdan-issledovateli---126224.html>).

Articole de popularizare a științei

Lupașcu, T.; Povar, I. / Literatura și arta. Nr. 19 (4000) din 5 mai 2022 / *Semnificația unui destin.*

16. Materializarea rezultatelor obținute în proiect

Forme de materializare a rezultatelor cercetării în cadrul proiectului pot fi produse, utilaje și servicii noi, documente ale autorităților publice aprobate etc.

A fost proiectată, construită, asamblată și pusă în funcție instalația pilot pentru separarea solidelor organice din ape reziduale la Stația de Epurare Biologică în orașul Căușeni.

A fost creat modelul matematic în limbajul de programare BASIC utilizând condițiile de echilibru al bilanțului de masă și echilibru termodinamic în sistemele studiate.

A fost dezvoltată tehnologia de bioremediere a solului care duce la degradarea poluanților organici persistenti și poate fi propusă pentru planificarea proiectelor de recultivare a solurilor contaminate cu POP.

A fost elaborată schema tehnologică experimentală elaborată pentru bioremedierea solului contaminat din teritoriul fostului depozit de pesticide CR-Slobozia Dusca-01.

A fost realizată curricula disciplinară „Evaluarea riscului chimic și de mediu”. În baza acesteia a fost elaborat suportul didactic pentru disciplina „Evaluarea riscului chimic și de mediu”.

17. Informație suplimentară referitor la activitățile membrilor echipei în anul 2022

➤ **Membru/președinte al comitetului organizatoric/științific, al comisiilor, consiliilor științifice de susținere a tezelor**

Dr. hab. Povar Igor / Examinarea tezei de doctor în științe chimice „*Legități de transformare fotochimică a unor substanțe tiolice în sistemele acvatice*”, elaborată de Lis Angela / 16 februarie 2022 / Membru al consiliului științific specializat.

Dr. hab. Povar Igor / Sesiunea nr. 131 al Consiliului Științific al Institutului Unificat de Cercetări Nucleare, Dubna, Federația Rusă / 24 februarie 2022 / Membru al consiliului științific.

Dr. Șepeli Diana / Coordonarea eficientă a activității de cercetare și creativitate a elevei cl. XI (biologie-chimie) Andreea Spînu, Liceul Teoretic republican ARISTOTEL în cadrul Conferinței Științifico-Practice a Elevilor, ediția a XVI-a, cu genericul „Tineri talente” / 30 martie 2022 / Conducător științific.

Dr. hab. Povar Igor / Ședința comitetului științific al Asociației Electrochimicștilor din Europa de Sud-Est / 11 octombrie 2022 / Membru comitetului științific.

Spînu Oxana / Ședința comitetului organizatoric al Asociației Electrochimicștilor din Europa de Sud-Est / 11 octombrie 2022 / Membru comitetului organizatoric.

Dr. hab. Povar Igor / Ședința prealabilă a CȘS abilitat cu dreptul de a organiza susținerea tezei de doctor habilitat în științe chimice „*Impactul unor metale determinate prin analiza de activare cu neutroni asupra calității mediului ambiant*” elaborată de Zinicovscaia Inga / 17 octombrie 2022 / Membru al consiliului științific specializat.

Dr. hab. Povar Igor / Susținerea tezei de doctor în științe chimice „*Aplicarea metodelor fizico-chimice combinate la înlăturarea poluanților textili din soluții apoase*”, elaborată de Mocanu Larisa / 31 octombrie 2022 / Membru al consiliului științific specializat.

Dr. hab. Povar Igor / Monografia „*Chimia montmorilonitului intercalat. Proprietăți de suprafață. Modele fizico-chimice*”, autor Vasile Rusu. / Referent științific.

Dr. Rastimeșina Inna / Conferință științifică internațională „*Biotehnologii moderne – soluții pentru provocările lumii contemporane*” / Chișinău, Moldova, 12-13 octombrie 2022 / Membru al Comitetului Științific.

Dr. Postolachi Olga / Conferință științifică internațională „*Biotehnologii moderne – soluții pentru provocările lumii contemporane*” / Chișinău, Moldova, 12-13 octombrie 2022 / Membru al Comitetului Științific.

➤ **Redactor / membru al colegiilor de redacție al revistelor naționale / internaționale**

Model: Nume, prenume / Revista / Calitatea (membru/redactor/recenzent oficial)

Dr. Postolachi Olga / “One Health and Risk Management” / Membru al colegiului de redacție.

Dr. Postolachi Olga / “Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții” / Recenzent.

Dr. Postolachi Olga / “Journal of Pharmaceutical Research International” / Recenzent.

Dr. hab. Povar Igor / Chemistry Journal of Moldova / Membru al colegiului de redacție.

Dr. hab. Povar Igor / Didactica-Pro / Membru al colegiului de redacție.

Dr. hab. Povar Igor / Фармацевтический часопис / Membru al colegiului de redacție.

Dr. Rastimesina Inna / “One Health and Risk Management” / Recenzent.

Dr. Rastimesina Inna / “Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții” / Recenzent.

➤ **Expert la ANACEC, conducător de doctorat:**

Dr. hab. Povar Igor / Decizia Consiliului de Conducere al ANACEC nr. 11 din 01 martie 2022 / Conducător de doctorat la profilul Chimie ecologică, specialitatea 145.01. Chimia ecologică.

Dr. hab., conf.univ. Povar Igor / Expert ANACEC în Științe chimice.

➤ **Diverse:**

Dr. hab. Igor Povar / Aviz la proiectul HG pentru aprobarea *proiectului de lege privind emisiile industriale*, număr unic 128/MM/2022, autor Ministerul Mediului.

Dr. hab. Igor Povar / Aviz la procesul de modificare a Hotărârii Guvernului nr. 499/2018 cu privire la aprobarea *Regulamentului de organizare și desfășurare a programelor de postdoctorat*.

Dr. hab. Igor Povar / Aviz la proiectului Hotărârii Guvernului cu privire la *Metodologia aprobării conducătorilor de doctorat*, nr. înregistrare Cancelaria de Stat: 788/MEC/2022.

Culighin Elena; Participarea la 17th DRC (Danube Rectors' Conference) Summer School on Regional Cooperation, Vienna, Austria, July 10-16, 2022.

Culighin Elena; Participarea la Workshop regional „*Îmbunătățirea răspunsului de mediu pentru a aborda și reduce riscurile asociate cu mercurul și consolidarea capacităților instituționale în Europa Centrală și de Sud-Est*”, Chisinau, Republica Moldova, 19-20 septembrie 2022.

Dr. Bogdevici Oleg; Participarea la *Asamblarea Regională a programului EU4 Environment*, Paris, Franța, 22-24 septembrie 2022.

Culighin Elena; Participarea la cursul de instruire „*Innovation in Governance for Urban Nature-based Solutions*”, Stage 1; Lund University, Sweden, 20–21 October 2022.

Dr. Bogdevici Oleg; Participarea la 50th General Assembly of the Peripheral Maritime Regions (CPMR), 23-27 octombrie 2022, Agios Nikolaos, Grecia

18. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect

A fost proiectată, construită, asamblată și pusă în funcție instalația pilot pentru separarea solidelor organice din ape reziduale la SEB din orașul Căușeni. Au fost selectate și determinate subansamblele utilajului - componente ale instalației (motoare, sensori de presiune, robinete semi-automate, etc.). Au fost verificate regimurile de funcționare a instalației pilot, au fost ajustați parametrii dispozitivelor conform schemei tehnologice elaborate. Instalația pilot pe ape reziduale și sisteme eterogene disperse „solid organic – apa de separare” în diferite regimuri de funcționare a fost testată. A fost optimizat procesul de separare a sedimentelor organice în scopul obținerii concentrării maxime a solidelor organice cu consum minim de energie. S-a demonstrat că tratarea aerobă nu majorează esențial efectul de eliminare a elementelor biogene, totodată includerea în schema consecutivă a tratării biologice a zonelor anoxe-oxe-anoxe-oxe și folosirea selectoarelor amplifică substanțial acest efect în aceleași volume tehnologice cu reducerea consumului de aer, pentru oxidare fiind folosit oxigenul din azotați.

A fost calculată, în baza modelului matematic în limbajul de programare elaborat, repartiția speciilor solubile și insolubile ale metalelor grele în soluția de sol în stare de echilibru folosind constante de stabilitate termodinamică, concentrațiile totale de metal și liganzi cât și pH-ul soluției, determinate experimental în Etapa 3.3 a Programului. Au fost planificate experimentele și optimizat procesul de precipitare chimică a hidroxizilor metalelor grele din apele uzate. A fost efectuată evaluarea fiabilității datelor, prin comparația rezultatelor teoretice cu cele experimentale, obținute în cadrul proiectului. Au fost determinate condițiile optime de realizare a proceselor de îndepărtare a ionilor metalici din apele uzate în funcție de compoziția chimică a apelor uzate.

A fost dezvoltată tehnologia de bioremediere a solului ce duce la degradarea poluanților organici persistenti și care poate fi propusă pentru planificarea proiectelor de recultivare a solurilor contaminate cu POP. Au fost descrise etapele de studii ale loturilor contaminate care includ: elaborarea planului de prelevare a mostrelor, prelevarea probelor, determinarea nivelului și spectrului de poluare; calculul volumului solului poluat și evaluarea riscurilor, selectarea tehnologiei, efectuarea remedierii, analiza eficacității tehnologiei selectate etc. Rezultatele obținute după realizarea remedierii solurilor contaminate în condiții de laborator au arătat o micșorare considerabilă a concentrațiilor POP, fapt ce permite utilizarea metodei date în elaborarea proiectelor concrete privind recultivarea solurilor contaminate. Aceste rezultate au fost realizate în cooperare cu Institutul de Microbiologie.

Conform schemei tehnologice experimentale elaborate pentru bioremedierea solului contaminat din teritoriul fostului depozit de pesticide CR-Slobozia Dusca-01 în anul 2021, au fost lansate experimente incubaționale în condiții de aer liber, maximal apropiate condițiilor de câmp, cu aplicarea amendamentului, în două compartimente: 1) condiții aerobe și 2) alternarea condițiilor aerobe-anaerobe, cu continuarea experimentelor din anul precedent și adăugarea unor variante noi. Amendamentul elaborat stimulează dezvoltarea microorganismelor din toate grupele funcționale implicate în transformarea azotului, numărul total al microorganismelor studiate, a crescut de 40 – 120 ori comparativ cu martorul.

A fost realizată curricula disciplinară „*Evaluarea riscului chimic și de mediu*”. În baza acesteia a fost elaborat suportul didactic pentru disciplina „*Evaluarea riscului chimic și de mediu*”.

1 pagină în engleză

The pilot plant for the separation of organic solids from wastewater at the Biological Treatment Plant in the Causeni city was designed, built, assembled and put into operation. The machine sub-assemblies - plant components (motors, pressure sensors, semi-automatic valves, etc.) were selected and determined. The operating regimes of the pilot plant were checked, the parameters of the devices were adjusted according to the elaborated technological scheme. The pilot plant on wastewater and dispersed heterogeneous systems "organic solid - separation water" in different operating regimes was tested. The organic sediment separation process was optimized in order to obtain the maximum concentration of organic solids with minimal energy consumption. It was shown that aerobic treatment did not essentially increase the effect of eliminating biogenic elements, at the same time the inclusion in the consecutive scheme of the biological treatment of anoxic-oxic-anoxic-oxic zones and the use of selectors substantially amplified this effect in the same technological volumes with the reduction of air consumption, for oxidation using the oxygen from nitrates. Based on the mathematical model in the developed programming language, the distribution of soluble and insoluble species of heavy metals in the soil solution was computed using thermodynamic stability constants, the total concentrations of metal and ligands as well as the pH of the solution, determined experimentally in Stage 3.3 of the Program. Experiments were planned and the chemical precipitation process of heavy metal hydroxides from wastewater was optimized. The evaluation of the reliability of the data was carried out, by comparing the theoretical results with the experimental ones, obtained within the project. The optimal conditions for the removal of metal ions from wastewater were determined according to the chemical composition of the wastewater. Soil bioremediation technology leading to the degradation of persistent organic pollutants was developed and could be proposed for the planning of POPs-contaminated soil reclamation projects. The stages of studies of the contaminated lots were described, which include: drawing up the sampling plan, taking samples, determining the level and spectrum of pollution; calculation of the volume of polluted soil and risk assessment, technology selection, remediation, analysis of the effectiveness of the selected technology, etc. The results obtained after carrying out the experiments of remediation of contaminated soils in laboratory conditions showed a high level of reduction of POP concentrations and can be used in the development of concrete projects regarding the recultivation of contaminated soils. These results were achieved in cooperation with the Institute of Microbiology. According to the experimental technological scheme developed for the bioremediation of contaminated soil from the territory of the former CR-Slobozia Dusca-01 pesticide warehouse in 2021, incubation experiments were launched in open air conditions, maximally close to field conditions, with the application of the amendment, in two compartments: 1) aerobic conditions and 2) alternation of aerobic-anaerobic conditions with the continuation of the previous experiments and the addition of new variants. The developed amendment stimulates the development of microorganisms from all functional groups involved in nitrogen transformation, the total number of studied microorganisms increased 40-120 times compared to the control.

The disciplinary curriculum "*Chemical and environmental risk assessment*" was established. Based on this, the didactic support for the discipline "*Chemical and environmental risk assessment*" was developed.

19. Recomandări, propuneri

Recomandările pentru reglementarea proiectelor de remediere a loturilor contaminate pot fi utilizate în elaborarea instrucțiilor, ghidurilor sau actelor normative care vor reglementa activitățile în acest domeniu.

Conducătorul de proiect *Poivan* / dr. hab. Igor POVAR

Data: *15.11.2022*

LȘ



**Executarea devizului de cheltuieli, conform anexei nr. 2.3 din contractul de finanțare
(la data raportării)**


Cifrul proiectului: 20.80009.7007.20

Institutul de Chimie

Cheltuieli, mii lei				
Denumirea	Cod		Anul de gestiune	
	Eco (k6)	Aprobat	Modificat +/-	Precizat
Remunerarea muncii angajaților conform statelor	211180	1 180.9	+12.1	1 193.0
Contribuții de asigurări sociale de stat obligatorii	212100	342.4	+3.5	345.9
Deplasări de serviciu în interiorul țării	222710	60.0	-12.0	48.0
Deplasări în interes de serviciu peste hotare	222720	-	+10.0	10.0
Servicii neatribuite altor aliniate	222990	2.0	-1.5	0.5
Indemnizații pentru incapacitatea temporară de muncă achitate din mijloacele financiare ale angajatorului	273500	9.0	+3.5	12.5
Alte prestații sociale ale angajatorilor	273900	-	+30.0	30.0
Procurarea mașinilor și utilajelor	314110	120.4		120.4
Procurarea materialelor pentru scopuri didactice, științifice și alte scopuri	335110	11.5		11.5
Total		1 726.2		1 771.8

Notă: În tabel se prezintă doar categoriile de cheltuieli din contract ce sunt în execuție și modificările aprobate (după caz)

Conducătorul organizației  dr. hab. Aculina ARÎCU

Contabil șef  Viorica BOLOGA

Conducătorul de proiect  dr. hab. Igor POVAR

Data: 07.11.2022



Componența echipei proiectului

Cifrul proiectului 20.80009.7007.20

Institutul de Chimie

Echipa proiectului conform contractului de finanțare (la semnarea contractului)						
Nr	Nume, prenume (conform contractului de finanțare)	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării	Data eliberării
1.	Povar Igor	1961	Dr. hab.	1,0	03.01.2022	-
2.	Spătaru Petru	1954	Dr.	1,0	03.01.2022	-
3.	Șepeli Diana	1979	Dr.	1,0	03.01.2022	-
4.	Rusu Maria	1959	-	1,0	03.01.2022	-
5.	Spînu Oxana	1980	-	1,0	03.01.2022	-
6.	Pintilie Boris	1948	-	1,0	03.01.2022	-
7.	Vieru Ecaterina	1990	-	1,0	03.01.2022	-
8.	Spătaru Tudor	1951	Dr.	1,0	03.01.2022	-
9.	Vișnevschi Alexandru	1964	-	0,3	03.01.2022	-
10.	Bogdevici Oleg	1963	Dr.	1,0	03.01.2022	-
11.	Cadocinicov Oleg	1977	-	0,5	03.01.2022	-
12.	Grigoraș Marina	1959	-	1,0	03.01.2022	-
13.	Culighin Elena	1989	-	1,0	03.01.2022	-
14.	Nicolau Elena	1980	-	1,0	03.01.2022	-

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform contractului de finanțare	14,3
--	------

Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2022					
Nr	Nume, prenume	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării
1.					

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor la data raportării	14,3
---	------

Conducătorul organizației  / dr. hab. Aculina ARÎCUContabil șef  Viorica BOLOGAConducătorul de proiect  dr. hab. Igor POVAR

Data: 07.11.2022



Componența echipei proiectului

„Studiul și gestionarea surselor de poluare pentru elaborarea recomandărilor de implementare a măsurilor de diminuare a impactului negativ asupra mediului și sănătății populației”

Cifrul proiectului 20.80009.7007.20

Echipa proiectului conform contractului de finanțare (la semnarea contractului)						
Nr	Nume, prenume (conform contractului de finanțare)	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării	Data eliberării
1.	Rastimeșina Inna	1975	dr.	0,5	03.01.2022	
2.	Postolachi Olga	1980	dr.	0,25	03.01.2022	
3.	Vorona Valentina	1990		0,25	03.01.2022	

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform contractului de finanțare	33%
--	-----

Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2022					
Nr	Nume, prenume	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării
1.	–	–	–	–	–

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor la data raportării	33%
---	-----

Conducătorul Institutului de Microbiologie și Biotehnologie *Liliana* / dr. Liliana CEPOI

Contabil șef *Tatiana* / Tatiana PURIS

Conducătorul de proiect *Igor* dr. hab. Igor POVAR

Data: 15.11.2022



Executarea devizului de cheltuieli, conform anexei nr. 2.3 din contractul de finanțare
nr. 86/2 PS din data de 03.01.2022

Cifrul proiectului: 20.80009.7007.20

Cheltuieli, mii lei				
Denumirea	Cod		Anul de gestiune	
	Eco (k6)	Aprobat	Modificat +/-	Precizat
Remunerarea muncii angajaților conform statelor	211180	77,6		77,6
Contribuții de asigurări sociale de stat obligatorii	212100	18,6		18,6
Total		96,2		96,2

Conducătorul organizației *Igor Sarov* / (ȘAROV Igor)

Contabil șef *Liliana Cojocaru* / (COJOCARU Liliana)

Conducătorul de proiect *Igor Povar* (POVAR Igor)



Componenta echipei proiectului
Cifrul proiectului 20.80009.7007.20
Universitatea de Stat din Moldova

Echipa proiectului conform contractului de finanțare (la semnarea contractului)						
Nr	Nume, prenume (conform contractului de finanțare)	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării	Data eliberării
1.	Velișco Natalia	1983	dr.	Fără remunerare	03.01.2022	
2.	Dragancea Diana	1974	dr.	Fără remunerare	03.01.2022	
3.	Ceban Irina	1991	dr.	0,5	03.01.2022	
4.	Tataru Elena	1987		0,5	03.01.2022	

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform contractului de finanțare	50 %
--	------

Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2022					
Nr	Nume, prenume	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării
1.					

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor la data raportării	50 %
---	------

Conducătorul organizației *Igor* / (ȘAROV Igor)

Contabil șef *Liliana* / (COJOCARU Liliana)

Conducătorul de proiect *Igor* (POVAR Igor)

Data 15.11.2022





SOCIETATEA INVENTATORILOR
DIN ROMANIA

INVENT
INVEST
2021

Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași România

Târgul Internațional
de Invenții
și Idei Practice



*MEDALIA DE AUR „INVEST - INVENT”
a Târgului Internațional de invenții și
idei practice INVENT - INVEST, ediția a XII-*

Autorilor: Dr. P. Spataru, Al. Vișnevschi,
Oxana Spînu, Prof. I. Povar

Pentru INVENȚIA / IDEEA DE AFACERI:

**UTILIZAREA REZIDUURILOR DE NĂMOL ACTIV ÎN ETAPA DE
PREPURARE A APELOR UZATE DIN FABRICILE DE
PROCESARE A ALIMENTELOR**

*Laureat al Premiului Juriului
Târgului Internațional de Invenții și Idei practice - INVENT - INVEST 2021
Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași România , 10 Decembrie 2021*

Președinte Juriu,
Prof. univ. dr. ing. **Radu Munteanu**

Vice Președinte SIR
Prof. univ. dr. ing. **Igor Crețescu**



INVENT - INVEST 2021



SALONUL INTERNAȚIONAL DE

**INVENȚII
INOVAȚII**

„TRAIAN VUIA” TIMIȘOARA



Diplomă

SE ACORDĂ



**MEDALIA
DE AUR**

pentru invenția

PROCEDEU DE TRATARE BIOLOGICĂ A SEDIMENTELOR
PROVENITE DIN APELE REZIDUALE

autori

Spătaru P., Maftuleac A., Povar I., Pintilie B., Spinu O.

instituția

INSTITUTUL DE CHIMIE, CHIȘINĂU, REPUBLICA MOLDOVA

Președinte juriu

Prof. dr. habil. Narcisa MEDERLE



Președinte salon

Remi RĂDULESCU

Data 10 octombrie 2022



LICEUL TEORETIC REPUBLICAN ARISTOTEL



Cercetare, Inovare, Progres ...

DIPLOMĂ

Gradul *L*

se acordă conducătorului științific

Sepeli Diana

pentru coordonare eficientă a activității de
cercetare și creativitate a elevilor și pentru ghidarea lor
în cadrul Conferinței Științifico-Practice a Elevilor,
ediția a XVI-a, cu genericul "Tinere Talente".

Coordonatoare Program OSM *Ala CRAVEȚ*

Director LTR "Aristotel" *Pavel CERBUȘCA*

Chișinău 2022