

RECEȚIONAT

Agenția Națională pentru Cercetare
și Dezvoltare _____

_____ 2022

AVIZAT

Secția AȘM _____

_____ 2022

RAPORT ȘTIINȚIFIC ANUAL 2022

privind implementarea proiectului din cadrul Programului de Stat (2020–2023)

“Eficientizarea utilizării resurselor de sol și a diversității microbiene prin aplicarea
elementelor agriculturii biologice (organice)” cu cifrul 20.80009.5107.08

Prioritatea Strategică: Agricultură durabilă, securitatea alimentară și siguranța alimentelor

Directorul organizației

Cepoi Liliana



Consiliul științific/Senatul

Miscu Vera



Conducătorul proiectului

Frunze Nina



Chișinău 2022

1. Scopul etapei anuale conform proiectului depus la concurs

Determinarea celor mai importanți factori, ce condiționează formarea structurii și diversității comunităților de procariote din cernoziomul tipic slab humifer.

2. Obiectivele etapei anuale

1. Identificarea taxonilor dominanți de procariote din cernoziomul tipic slab humifer în condițiile climaterice ale anului 2022 sub cultura porumb pentru grăunțe.
2. Determinarea principalelor însușiri agrochimice, pedologice și agro-fizice ale cernoziomului tipic slab humifer, cultivat cu porumb pentru grăunțe.
3. Elucidarea relațiilor corelaționale dintre indicii microbiologici, agrochimici și pedologici, ca reacție de răspuns a microorganismelor la condițiile din solul asolamentelor furajere.

3. Acțiunile planificate pentru realizarea scopului și obiectivelor etapei anuale

1. Studiul surselor bibliografice la tema proiectului și pregătirea unui reviu bibliografic. Stabilirea nivelului de cunoștințe asupra temei la nivel național și internațional.
2. Selectarea și comandarea materialelor de bază și a reactivilor necesari cercetării.
3. Analiza, generalizarea și sistematizarea rezultatelor obținute în anul precedent. Lucrul cu literatura de specialitate.
4. Editarea articolelor științifice pe baza rezultatelor obținute anterior.
5. Controlul asupra delimitării parcelelor experimentale pe fondurile agricole și repetările lor, implementarea măsurilor agrotehnice în conformitate cu cerințele tehnologice, stabilite pentru perioada anterioară începerii creșterii plantelor.
6. Monitorizarea experimentelor de câmp, privind respectarea tehnologiei de cultivare a culturilor agricole, efectuarea de observații fenologice.
7. Prelevarea de probe de sol pentru determinarea proprietăților chimice ale solului: primăvara, vara și toamna.
8. Recoltarea probelor de sol pentru cercetările microbiologice: primăvara, vara și toamna.
9. Determinarea ADN-ului total din sol, inclusiv a microorganismelor necultivabile în solurile cu diferite presiuni antropice și diferite tehnologii de utilizare a terenurilor agricole.
10. Efectuarea reacției de electroforeză și pirosecvențiere din probele izolate de ADN.
11. Compilarea de biblioteci de ampliconi.
12. Pregătirea bibliotecilor de ampliconi pentru secvențierea de mare viteză.
13. Analiza bioinformatică a bibliotecilor de ampliconi și pregătirea informațiilor sub formă de tabele și diagrame.

4. Acțiunile realizate pentru atingerea scopului și obiectivelor etapei anuale

1. Au fost studiate circa 120 surse bibliografice la temă și alcătuit reviu provizoriu al literaturii.
2. Au fost selectate și procurate principalele materiale și reactive, necesare pentru studiu.
3. Au fost pregătite 10 articole științifice pentru culegerile forurilor științifice și 8 teze.
4. Au fost monitorizate experiențele de câmp privitor la respectarea tehnologiei de creștere a culturilor de câmp din asolamentele furajere.
5. Au fost petrecute observațiile fenologice asupra dezvoltării culturilor de câmp din asolamente.

6. Au fost prelevate probele de sol pentru analizele microbiologice și chimice.
7. Au fost efectuate analizele chimice, fizico-chimice și pedologice ale solului.
8. A fost petrecută extragerea biochimică a ADN-ului din sol.
9. A fost petrecută purificarea ADN-ului până la puritatea necesară.
10. A fost determinat ADN-ul total din sol.
11. A fost petrecută electroforeza extractelor.
12. Au fost pregătite bibliotecile de ampliconi pentru secvențierea de mare viteză.
13. Au fost petrecute secvențierile conform instrucțiunilor producătorului.
14. Au fost realizate reacțiile de pirosecvențiere.
15. A fost stabilită compoziția taxonomică a comunităților de procariote pe baza analizei bibliotecilor de ampliconi și a fragmentelor de operoni ribosomal, folosind primerii universali pentru regiunea variabilă a genei 16S rARN.
16. S-a petrecut identificarea taxonomică a OTE.
17. Au fost determinate principalele elemente biogene din sol, necesarul de apă în solul asolamentelor furajere și compoziția structural-agregatică a cernoziomului tipic slab humifer în diferite condiții de fertilizare.
18. A fost stabilită structura taxonomică a procariotelor necultivabile din sol.
19. Au fost stabiliți taxonii dominanți din sol în baza indicilor ecologici corespunzători: Șennon, Simpson, Margalef, Menchinic.
20. Au fost elucidate proprietățile solului, ce condiționează formarea comunităților de procariote din solurile cu diferită încărcătură antropică.
21. Toate lucrările experimentale, planificate la etapă au fost realizate pe deplin.

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

Identificarea taxonilor dominanți de procariote s-a petrecut cu ajutorul indicilor ecologici: Shannon, Simpson; Margalef, Menchinic și Jaccard. Pirosecvențierea cu randament ridicat a bibliotecilor de gene 16S rARN din probele de sol, a permis identificarea a 18 filumuri de bacterii și a unui filum de arheote ca parte a comunității microbiene procariote a cernoziomului tipic. Poziția majoritară a aparținut la 3 filumuri de bacterii cu o frecvență de apariție mai mare de 5%: *Proteobacteria* (7,08-15,69%), *Actinobacteriota* (8,90-14,62%), *Bacteroidota* (6,84-6,92%) și un filum de arheote: *Thaumarchaeta* (6,00-16,23%). În componența comunității procariote din sol au fost identificate, de asemenea, aproximativ 30 de clase, 101 ordine, 177 de familii și aproximativ 270 de genuri. Majoritatea dintre ele au fost identificate pentru prima dată în solurile Republicii Moldova. Din numărul total de clase detectate, doar 5 dintre ele pot fi caracterizate ca dominante după ponderea abundenței sale: *Nitrososphaeria* (6,00-15,3%), *Actinobacteria* (5,50-10,84%), *Bacteroidia* (6,90-9,70%), *Alphaproteobacteria* (5,14-11,50%), *Gammaproteobacteria* (5,50-5,90%). Ele aparțin la 4 filumuri dominante: *Thaumarchaeota*, *Actinobacteriota*, *Bacteroidota* și *Proteobacteria*. Din numărul total de ordine, două dintre ele au fost caracterizate ca având o frecvență mai mare de 5%: *Nitrososphaerales* (*Thaumarchaeota*) (6,00-16,00%), *Rhizobiales* (*Protobacteriota*) (5,04-6,20%), iar 11 dintre ele au avut o frecvență de apariție mai mare de 1,00%. Aceștia sunt reprezentanți ai filumului *Proteobacteriota*: *Burholderiales* (1,36-3,20%), *Sphingomonadales* (1,20-3,27%), *Azospirillales* (1,40-1,57%). Și, de asemenea, reprezentanți ai

filumului *Myxococcota* - ordinul *Myxococcales* (1,0-1,37%), filumul *Firmicutes*, ordinul *Bacillales* (1,50-6,40%), filumul *Bacteroidota*, ordinul *Cytophagales* (1,20-3,10) și *Chitinophagales* (1,40-5,90%) și filumul *Actinobacteriota* - ordinul *Solirubrobacteriales* (1,01-1,23%), ordinul *Rubrobacteriales* (1,01-1,54%), ordinul *Propionibacteriales* (1,32-3,96%), ordinul *Frankiales* (1,07-1,96%). Dintre cele mai frecvente familii, doar *Nitrososphaeraceae* (6,0-16,20%) a avut o frecvență de apariție peste 5%, 14 dintre ele întâlnindu-se cu o frecvență mai mare de 1%. Acestea sunt reprezentanți ai filumului *Actinobacteriota* familia *Geodermatophilaceae* (1,04-1,92%), familia *Micrococcaceae* (1,26-2,15%), familia *Nocardioideaceae* (1,13-1,41%), familia *Propionibacteriaceae* (1,36-2,99%), familia *Rubrobacteriaceae* (1,08-2,02%), familia *Solirubrobacteriaceae* (1,01-1,23%); reprezentanți ai filumului *Bacteroidota*, familia *Chitinophagaceae*, familia *Microscilaceae* (1,03-2,75%); reprezentanți ai filumului *Firmicutes*, familia *Bacillaceae* (1,2-4,80%), reprezentanți ai filumului *Myxococcota*, familia *Myxococcaceae* (1,0-1,36%); reprezentanți ai filumului *Proteobacteriota*, familia *Azospirillaceae* (1,42-1,51%), familia *Sphingomonadaceae* (1,2-3,27%), familia *Comamonadaceae* (1,24-1,58%); reprezentanți ai filumului *Verrumicrobiota*, familia *Chitinobacteriaceae* (1,08-1,23%). Reprezentanții rămași s-au caracterizat printr-o frecvență de apariție mai mică de 1%. Din numărul total (270) de genuri detectate, doar 14 dintre acestea au avut o frecvență de apariție, care depășește 1%. Aparent, ele au constituit complexul de bază al procariotelor, indiferent de tehnologia de cultivare. Acest ansamblu a fost dominat de arheote: genul neidentificat al filumului *Thamarchaeota* a avut cea mai mare frecvență de apariție (5,74-15,80%). Cel mai mare număr de genuri cu o frecvență de apariție de peste 1% au aparținut filumului *Proteobacteriota*: genul *Skermanella* (1,42-1,51%), genul *Microvirga* (1,10-1,58%), genul un. *Beijerinckiaceae* (1,03-1,37%), genul *Sphingomonas* (1,00-1,07%), genul un. *Sphingomonadaceae* (1,04-2,13%), genul un. *Comamonadaceae* (1,10-1,55%). Apoi reprezentanți ai filumului *Actinobacteriota*, genul *Blastococcus* (1,10-1,64%), genul un. *Micrococcaceae* (1,37-2,14%), genul *Microlunatus* (1,25-2,70%), genul *Rubrobacter* (1,08-2,02%). Filumul *Bacteroidota* a fost reprezentat de două genuri: genul un. *Chitinophagaceae* (1,10-2,52%), genul un. *Microscilaceae* (1,14-2,33%). Printre genurile cu o frecvență de apariție mai mare de 1,00%, a existat și un reprezentant al filumului *Firmicutes*, care nu a apărut ca dominant: genul *Bacillus* (1,18-4,20%).

Analiza participării relative a taxonilor individuali în spectrul lor total, în funcție de „semnificația” lor, a arătat că fiecare microorganism a fost reprezentat diferit în funcție de condițiile ecologice ale variantelor studiate. Conținutul total maxim de procariote a fost înregistrat în cernoziomul solului inițial al fondului nefertilizat. Solul fondului mineral a fost inferior acestuia cu 9%, solul fondului organic - cu 18%, iar solul necultivat al fondului natural - cu 7%. Cu toate acestea, avantajul cantitativ al taxonilor individuali nu a fost caracteristic doar solului original. Mai mult ca atât, în solul nefertilizat diversitatea maximă de procariote a fost înregistrată cu cea mai mică contribuție ponderală (1,06%). Solul fondului mineral conținea cel mai mic număr de procariote cu o contribuție medie, solul fondului organic conținea cel mai mare număr de reprezentanți cu o contribuție medie, iar solul cenozei microbiene naturale s-a diferențiat prin conținutul cel mai scăzut de arheote.

În funcție de contribuția la conținutul total, adică conform gradului de dominanță “c” toate procariotele pot fi împărțite în 3 grupe, care, atât ca compoziție cantitativă, cât și calitativă, diferă în

funcție de variante. Primul grup a fost format din taxonii filurilor dominante, constituind câte 4 în varianta martor și naturală și câte 3 în variantele fertilizate. Liderul absolut în toate variantele, cu excepția fondului mineral, a fost filumul *Proteobacteriota*, iar în fondul mineral - *Thaumarchaeota*. Plus la aceasta, filumul *Actinobacteriota*, *Thaumarchaeota* și *Bacteroidota* au împărțit primatul în solul controlului și al fondului natural, iar ultimul filum a fost absent în variantele fertilizate. Valoarea indicelui Simpson "c" al acestui grup a variat de la 0,1688 la 0,2952, iar ponderea filurilor dominante și a celor subdominante în funcție de variante a fost de 45,95% la martor, 40,17% - la fondul mineral, 31,88% - la fondul organic și la fondul neprelucrat de sol - 43,14%. Al doilea grup includea procariotele cu indicii de dominanță de 0,0526-0,1407, care uneau taxoni cu rol ecologic secundar sau întâlniți frecvent, proporția acestora constituind: în solul nefertilizat - 13,26%, în solul fondului mineral - 11,93%, în solul fondului organic - 16,66 %, iar în solul necultivat al centurii forestiere - 11,89%. Au existat câte 6 taxoni pe fundalul nefertilizat și organic și câte 5 taxoni pe fundalul mineral și natural. Principalul reprezentant al acestui grup a fost filumul *Firmicutes*, cu excepția fondului organic și natural, unde au dominat filurile *Bacteroidota* și, respectiv, *Verrumicrobiota*. Au urmat apoi *Verrumicrobiota*, *Acidobacteriota* și unclas. *Bacteria*. Diferențele au constat în apariția filumului *Myxococcota* în solul martor ale variantelor de teren arat, precum și în pierderea statutului filumului *Bacteroidota* cu rol ecologic subdominant în fondul mineral și organic, în același timp păstrându-se asemănarea variantelor fertilizate după acest indicator. Cel mai numeros (8) și cu cele mai mici valori ale indicelui „c”: de la 0,0005 la 0,0457 a fost grupul de procariote cu rol ecologic nesemnificativ sau filurile rar întâlnite. Ponderea cantitativă a acestui grup în varianta nefertilizată a fost de 0,99%, în solul fondului natural - 1,37%, în cel mineral - 2,81%, iar în cel organic - 1,42%. Din datele obținute, chiar și cu grade diferite de dominanță, acest grup a avut comune următoarele filumuri: *Nitrospirota*, *Patescibacteria*, *Chloroflexi*, Unclas. *Archaea*, *Fibrobacterota*, *Cyanobacteria*, *Gemmatimonadota*, *Myxococcota*.

Din punct de vedere calitativ: Fondul nefertilizat a fost diferit de cel de referință prin aceea, că filumul dominant *Proteobacteria* și *Actinobacteriota* și-au scăzut nivelul de dominanță, iar filumul *Bacteroidota* a cedat în gradația dominantă filumului arheot *Thaumarchaeota*, filumul *Myxococcota* din rar întâlnit a devenit frecvent întâlnit. Plus la acestea, toate filurile întâlnite în mod obișnuit, cu excepția filumului *Firmicutes*, și-au scăzut nivelul de dominanță. S-au înregistrat schimbări semnificative și în rândul filurilor rare: cu excepția filumului *Nitrospirota*, toate filurile și-au redus nivelul de dominanță.

Fondul mineral: filumul subdominant *Thaumarchaeota* a devenit dominant, în timp ce filumul *Bacteroidota* și-a pierdut statutul de subdominant și a devenit frecvent întâlnit. Filumul *Firmicutes* dintr-un taxon frecvent întâlnit cu cel mai mic coeficient de dominanță a dobândit cel mai mare indice de dominanță în același statut, toate celelalte filumuri întâlnite frecvent și-au pierdut nivelul de dominanță, schimbându-l cu unul mai scăzut. Filumul *Firmicutes*, rar întâlnit, a dobândit cel mai mare indice de dominanță în același statut, iar toate celelalte filumuri întâlnite rar și-au pierdut nivelul de dominanță, schimbându-l cu unul mai scăzut.

Fondul organic: filumul dominant *Proteobacteria*, ca toate celelalte, a avut un indice de dominanță mult mai scăzut. Filumul subdominant *Actinobacteriota* a fost înlocuit cu arheotele *Thaumarchaeota*, iar filumul *Bacteroidota* și-a pierdut cu totul statutul de subdominant, devenind

frecvent întâlnit. În comparație cu controlul de referință, procariotele comune și rare au avut indici de dominanță mai puțin semnificativi.

Determinarea principalelor însușiri agrochimice, pedologice și agro-fizice ale cernoziomului tipic slab humifer a stabilit, că solul parcelelor experimentale avea următoarele însușiri – cernoziom tipic slab humifer, conținutul humusului: 2,2 - 3,4%, iar a azotului total - 2,23-2,38%. Conținutul de P_2O_5 , K_2O în stratul 0-20 respectiv, 3,70; 19,10 mg/100 g sol uscat și NO_3 -1,43 mg/kg sol uscat. Suma bazelor asimilatoare din stratul 0-50 cm - 28-30 mg- eqv/100 g sol. Reacția mediului din sol – slab alcalină (pH = 7,4-7,8). Greutatea specifică a solului – 2,6 g/cm³, porozitatea – 50-60%, masa volumetrică – 1,06-1,30 g/cm³. La acest obiectiv au mai fost determinați parametrii: conținutul particulelor de sol agronomic valoroase cu diametrul <0.25 mm, 10-0,25 mm și cu diametrul >10 mm, la fel conținutul particulelor hidrostabile de sol cu diametrul <0.25 mm, 10-0,25 mm și cu diametrul >10 mm, bilanțul apei din sol, umiditatea solului.

Elucidarea relațiilor corelaționale dintre indicii microbiologici, agrochimici și pedologici.

Analiza corelațională Pearson dintre abundența filurilor de procariote și 16 factori de mediu (C_{org} , N_{total} , NO_3 , P_2O_5 , K_2O , umiditatea solului, pH soluția sol-sare, conținutul particulelor cu diametrul agregatelor agronomic valoroase de sol <0.25 mm, >10 mm, 10-0,25 mm, conținutul particulelor agregatelor hidrostabile de sol cu mărimea <0,25 mm, >10 mm, 10-0,25 mm, a stabilit între care dintre ei există relații reciproce de influență semnificativă statistic (valoarea $P < 0,05$). S-a constatat, că relații corelaționale direct proporționale s-au înregistrat doar la unele dintre perechile examinate și anume: dintre filurile dominante - filumul bacterian *Proteobacteria* a înregistrat o relație corelativă, liniară ($r=0,77$) cu diametrul agregatelor de sol cu mărimea <0.25 mm, iar filumul de arheote *Thaumarchaeota* a manifestat o dependență de agregatele hidrostabile de sol cu dimensiunile <0.25 mm ($r=0,82$). Dintre filurile frecvent întâlnite, de asemenea două dintre ele au avut valori semnificative statistic (valoarea $P < 0,05$) ale coeficientului de corelare Pearson: filumul frecvent întâlnit *Firmicutes* a corelat puternic cu agregatele hidrostabile de sol cu mărimea <0.25, coeficientul de corelare fiind de $r=0,9$, iar filumul frecvent întâlnit *Verrumicrobiota* a manifestat o dependență liniară cu agregatele hidrosntabile de sol cu mărimea de 10-0,25 mm ($r=0,902$) și cu conținutul de Corg ($r=0,87$). Dintre filurile rar întâlnite sau cu rol ecologic ne semnificativ au înregistrat valori semnificative statistic (valoarea $P < 0,05$) ale coeficientului direct proporțional de corelate Pearson 5 filumuri: filumul *Nitrospirota* a înregistrat relații corelaționale cu agregatele hidrostabile de sol cu mărimea <0.25 mm ($r=0,83$), filumul *Gemmatimonadota* a înregistrat relații corelaționale direct proporționale cu agregatele de sol cu diametrul <0.25 mm ($r=0,83$), iar filumul *Fibrobacterota* – cu agregatele de sol cu diametrul >10 mm ($r=0,75$), pe când filumul rar întâlnit *Bdellovibrionota* a manifestat relații liniare puternice cu conținutul de P_2O_5 ($r=0,76$). Iar arheotele nedeterminate ale domeniului *Archaea* aveau o dependență liniară de diametrul agregatelor de sol cu diametrul <0.25 mm ($r=0,76$) și cu conținutul de K_2O ($r=0,84$).

La analiza datelor pentru anul 2022, s-au constatat și 7 relații liniare puternice invers proporționale sau negative, caracterizate ca fiind de influență semnificativă statistic (valoarea $P < 0,05$). Aceasta a fost constatată la filumul arheot dominant *Thaumarchaeota* cu agregatele hidrostabile de sol cu mărimea de 10-0,25 mm ($r=-0,82$). Filumul frecvent întâlnit *Firmicutes* a înregistrat relații corelaționale invers proporționale cu agregatele de sol cu diametrul <0,25 mm ($r=-$

0,076) și cu agregatele hidrostabile de sol cu mărimea de 10-0,25 mm ($r=-0,9$). Filumul frecvent întâlnit *Verrumicrobiota* a înregistrat relații corelaționale invers proporționale cu particulele hidrostabile de sol $< 0,25$ mm ($r=0,902$) și cu particulele de sol cu diametrul $< 0,25$ mm ($r=0,808$). Iar filumul frecvent întâlnit *Myxococcota* a înregistrat cu particulele de sol cu diametrul $< 0,25$ mm, de asemenea, relații corelaționale invers proporționale. ($r=0,746$). Filumul rar întâlnit *Nitrospirota* avea relații corelaționale invers proporționale cu agregatele hidrostabile cu mărimea de 10-0,25 mm ($r=-0,83$) și cu conținutul carbonului organic din sol ($r=-0,76$), iar filumul rar întâlnit *Gemmatimonadota* a înregistrat relații corelaționale invers proporționale cu conținutul N_{total} din sol ($r=-0,91$) și cu conținutul C_{org} ($r=-0,765$).

Deci, datele prealabile arată, că marea majoritate a procariotelor din sol au manifestat relații corelaționale direct proporționale cu mărimea particulelor de sol: cu $d < 0,25$ mm și cu agregatele hidrostabile cu $d < 0,25$ mm (*Proteobacteria*, *Thaumarchaeota*, *Firmicutes*, *Nitrospirota*, *Gemmatimonadota* și *Unclass. Archaea*), cu $d > 10$ mm (*Fibrobacterota*), cu diametrul 10-0,25 mm (*Verrumicrobiota*). Și doar *Unclass. Archaea* a avut o corelare semnificativă pozitivă cu K_2O , iar *Bdellovibrionota* – cu conținutul de P_2O_5 . Cele mai multe relații corelaționale invers proporționale au fost înregistrate, de asemenea, cu diferite mărimi ale particulelor de sol: agregate hidrostabile cu $d = 10-0,25$ mm - *Thaumarchaeota* și agregate hidrostabile cu $d < 0,25$ mm - *Nitrospirota*, *Verrumicrobiota*, cu $d < 0,25$ mm - *Firmicutes*, *Verrumicrobiota*, *Myxococcota*. Și doar filumurile rar întâlnite *Nitrospirota* – cu conținutul de C_{org}, iar *Fibrobacterota* – cu conținutul de C_{org} și de N_{total} . Adică, marea majoritate a procariotelor sunt în cea mai mare măsură atașate de structura solului, decât de alți factori cunoscuți ca necesari pentru microorganismele cultivabile. Ba din contra, unele din ele chiar au avut corelări puternice invers proporționale cu conținutul de N_{total} și C_{org}. Se poate ca ele să aibă exigențe nutriționale, care nu se înscriu în algoritmul cunoscut pentru procariotele cultivabile. Aceasta din urmă indică la faptul, că prelucrarea solului și fertilizarea lui trebuie efectuate nu numai după necesitățile plantelor, dar și după necesitățile componente sale vii - procariotele solului. Doar ele, inclusiv cele necultivabile alcătuiesc circa 90-99%. Aceasta ar putea fi o alternativă cu potențial de eficientizare a resurselor de sol și a diversității lor microbiene. Explicație a trăsăturilor distinctive ale solului studiat poate fi concurența microorganismelor pentru resursele scunde ale substraturilor slab humifere ale cernoziomului studiat, precum și potențialul lor de adaptare ridicat la condițiile situației de mediu, la care până ce nu ne putem pronunța (aceasta latură necesită investigații suplimentare). În acest caz, se are în vedere dependența înregistrată a procariotelor de factorii de mediu. Individualitatea stabilită a microbiomilor studiați a făcut posibilă identificarea discrepanțelor în compoziția taxonomică a opțiunilor studiate, care se pot datora mai multor motive. În primul rând, acest lucru se datorează eterogenității proprietăților chimice ale fundalurilor studiate. În al doilea rând, cauza neuniformității microbiomului poate fi eterogenitatea solului ca mediu de trai pentru microorganismele solului, precum și localizarea formelor vegetative de microorganisme în microzone cu elemente nutritive disponibile și condiții mai favorabile pentru menținerea statutului lor de viață. Interacțiunea dintre partea vie și cea neînsuflețită a solului stabilește diapazonul funcțiilor de mediu ale solului studiat, condiționând varietatea procariotelor solului și, astfel, formând comunități diferențiate de microorganisme ale solului în cernoziomul slab humifer.

6. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de publicații

**Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice
publicate în anul de referință în cadrul proiectului din Programul de Stat
“Eficientizarea utilizării resurselor de sol și a diversității microbiene prin aplicarea
elementelor agriculturii biologice (organice)”
(denumirea proiectului)**

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

1.1. monografii internaționale

1.2. monografii naționale

2. **Capitole în monografii naționale/internaționale**

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)

4.2. în alte reviste din străinătate recunoscute

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

4.4. în alte reviste naționale

5. **Articole în culegeri științifice naționale/internaționale**

5.1. culegeri de lucrări științifice editate peste hotare

5.2 culegeri de lucrări științifice editate în Republica Moldova

6. **Articole în materiale ale conferințelor științifice**

6.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

1. FRUNZE, Nina. Analiza filogenetică a procariotelor din cernoziomul tipic. In: Ghudul celei dea XXXI-a ediții a simpozionului „Factori și procese pedogenetice din zona temperată” cu titlul „Geneza, evoluția și încadrarea taxonomică a solurilor din depresiunile intramontane din România”, Covasna, octombrie 2022. Editura Universității „Alexandru Ioan Cuza” din Iași. p.102-112. ISBN 3978-606-714-718-6; ISSN 1582-4616 <http://www.editura.uaic.ro>

2. ФРУНЗЕ, Н.И., ИНДОИТУ, Д.Д., ТОНУ, Н.И. Прокариоты чернозема типичного Молдовы. В: Фундаментальные и прикладные аспекты микробиологии в науке и образовании: сб. трудов междунар. науч.-практ. конф., Рязань, 25-26 мая 2022. Рязань: ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России, 2022. 154-157 с. ISBN 978-5-8423-0221-5 <https://www.rzgmu.ru/images/upload/users/sc/Sbornik%20Fund.pdf>

3. ИНДОИТУ, Д.Д. Анализ таксономической структуры микробиома чернозема

типичного. В: *Фундаментальные и прикладные аспекты микробиологии в науке и образовании: сб. трудов междунар. науч.-практ. конф.*, Рязань, 25-26 мая 2022. Рязань: ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России, 2022. 117-120 с. ISBN 978-5-8423-0221-5 <https://www.rzgmu.ru/images/upload/users/sc/Sbornik%20Fund.pdf>

4. АРТИОМОВ, Л.И. Влияние антибиотикорезистентности почвенных микроорганизмов на пищевую безопасность. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Фундаментальные и прикладные аспекты микробиологии в науке и образовании». Рязань, 25-26 мая 2022, 105-108 с. УДК 576.8(071) ББК 28.4 М341. ISBN 978-5-8423-0221-5 <https://www.rzgmu.ru/images/upload/users/sc/Sbornik%20Fund.pdf>

6.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

5. FRUNZE, Nina, INDOITU, Diana, OSTAFIICIUC, Viorel. Metagenomic characterization of soil microbial communities in typical chernozem of Moldova. In: *Across. Proceedings of the 2nd int. conf. Interdisciplinarity and Cooperation in Cross-Border Research*, Chisinau, June 2022. Galati: Dunarea de Jos University of Galati, 2022, vol. 6. ISSN 2602-1463 <http://www.across-journal.com/index.php/across/issue/archive> In tipar

6. BOLOCAN, Nistor, INDOITU, Diana, TONU, Nicolai. The role of cereal fodder crops in organic farming system. In: *Across. Proceedings of the 2nd int. conf. Interdisciplinarity and Cooperation in Cross-Border Research*, Chisinau, June 2022. Galati: Dunarea de Jos University of Galati, 2022, vol. 6. ISSN 2602-1463 <http://www.across-journal.com/index.php/across/issue/archive> In tipar

7. INDOITU, Diana. Analysis of the soil bacterial taxonomic diversity in typical chernozem. In: *Across. Proceedings of the 2nd int. conf. Interdisciplinarity and Cooperation in Cross-Border Research*, Chisinau, June 2022. Galati: Dunarea de Jos University of Galati, 2022, vol. 6. ISSN 2602-1463 <http://www.across-journal.com/index.php/across/issue/archive> In tipar

8. ARTIOMOV, L. Considerații privind solul ca sursă de microorganisme de interes biotehologic. În: *Materialele Conferinței științifice internaționale „Perspectivele și problemele integrării în Spațiul European al Cercetării și Educației”*, Universitatea de Stat „Bogdan Petriceicu Hasdeu”, Cahul, 3 iunie, 2022, Tipografia „CentroGrafic” SRL, Cahul, 0,4 c.a., Volumul IX, Partea 1, pp.353-358, ISSN 2587-3563 E-ISSN 2587-3571

9. ARTIOMOV, L. FRUNZE, N. Considerations regarding some factors that influence the soil microbiome diversity in agroecosystems. In: *Across. Proceedings of the 2nd int. conf. Interdisciplinarity and Cooperation in Cross-Border Research*, Chisinau, June 2022. Galati: Dunarea de Jos University of Galati, 2022, vol. 6. ISSN 2602-1463 <http://www.across-journal.com/index.php/across/issue/archive> In tipar

6.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

1. ARTIOMOV, L. Actinobacterii de interes biotehologic în cernoziomul tipic. În: *Materialele Conferinței științifice naționale cu participare internațională „Integrare prin Cercetare și*

Inovare”, dedicată Zilei Internaționale a Științei pentru Pace și Dezvoltare USM, 10-11 noiembrie 2022, 0,25 c.a., în tipar

6.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

1. ARTIOMOV, L. Educația biologică în spiritul valorilor relaționale și a conceptului One health. În: Materialele Conferinței Republicane a Cadrelor Didactice : 26-27 februarie 2022 Vol. 2 : Didactica științelor naturii, 2022, pp. 113-118, Tipografia Universității de Stat din Tiraspol, ISBN 978-9975-76-384-4 (PDF). https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/153098

7. Teze ale conferințelor științifice

7.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

1. ФРУНЗЕ, Н.И. Здоровье почвы – новая парадигма для развития устойчивого сельского хозяйства В: Здоровые почвы – гарант устойчивого развития: сб. трудов □ Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Курск, 18-19 апр. 2022. Курск: Курск. гос. ун-т., 2022. 11-12 с. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48473747>

2. ФРУНЗЕ, Н.И., ИНДОИТУ, Д.Д. Разнообразие прокариотных сообществ типичного чернозёма. В: Здоровые почвы – гарант устойчивого развития: сб. трудов □ Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Курск, 18-19 апр. 2022. Курск: Курск. гос. ун-т., 2022. 13-14 с. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48473747>

3. БОЛОКАН, Н.И., ИНДОИТУ, Д.Д., ТОНУ, Н.И. Значение зерно-кормовых севооборотов в сохранении и восстановлении почвенного плодородия. В: Здоровые почвы – гарант устойчивого развития: сб. трудов □ Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Курск, 18-19 апр. 2022. Курск: Курск. гос. ун-т., 2022. 38-39 с. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48473747>

4. ИНДОИТУ, Д.Д. Динамика показателей плодородия чернозёма в длительном полевом опыте. В: Здоровые почвы – гарант устойчивого развития: сб. трудов □ Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Курск, 18-19 апр. 2022. Курск: Курск. гос. ун-т., 2022. 42-43 с. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48473747>

7.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

1. FRUNZE, Nina. Ecological appreciation of typical chernozem. In: Ecological and Environmental Chemistry-2022: proceedings of the 7th int. conf., Chisinau, March 3-4 2022. Chisinau: CEP USM, 2022. 185 p. ISBN: 978-9975-159-06-7 <http://eec-2022.mrda.md/wp-content/uploads/2016/02/EEC-2022-Abstract-Book-Vol-1-Final.pdf>

2. INDOITU, Diana. Macronutrient in chernozem from long-term agroexperiments: variation and pattern. In: Ecological and Environmental Chemistry-2022: proceedings of the 7th int. conf., Chisinau, March 3-4 2022. Chisinau: CEP USM, 2022. 189 p. ISBN: 978-9975-159-06-7 <http://eec-2022.mrda.md/wp-content/uploads/2016/02/EEC-2022-Abstract-Book-Vol-1-Final.pdf>

3. INDOITU, Diana. The effect of farming system on soil prokaryotic communities in Moldova. In: 5th International Conference on Microbial Biotechnology, Chisinau, October 12-13 2022. Chișinău: U.T.M., 2022. p.

4. FRUNZE, Nina. Molecular analysis of prokaryotic microbial communities in a typical

chernozem. In: Abstract Book of National conference with international participation: Life sciences in the dialogue of generations: connections between universities, academia and business community, september, 29-30, Chişinău: Editura USM, 2022. p.130, DOI:10.5281/zenodo.7070998 ISBN 978-9975-159-80-7.

5. ARTIOMOV, L. The impact of soil pollution with antibiotics on soil microorganisms and food safety. In: Abstract Book of 7th International Conference: "Ecological and Environmental Chemistry-2022", March 3-4, 2022, Chisinau, Republic of Moldova. EEC-2022, Volume 1,p. 169. Centrul Editorial-Poligrafic al USM. DOI: <http://dx.doi.org/10.19261/eec.2022.v1>

6. ARTIOMOV, L. Actinobacteria microbial community structure in the agroecosystems soil. In: Abstract book of 5th International conference on microbial biotechnology Chisinau, Moldova, 2022, IMB, October 12-13, p. 24, ISBN 978-9975-3178-8-7. 579+577+60(082) M 65, CZU:579.64:631.461 <https://doi.org/10.52757/imb22.10>

7.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

1. INDOITU, Diana. Some agrochemical properties of carbonate chernozem and different soil use. Life sciences in the dialogue of generations: connections between universities, academia and business community: materialele conf. șt. cu participare intern., Chisinau, September 29-30 2022. Chişinău, 2022. P. 177. Editura USM. ISBN 978-9975-159-80-7.

2. ARTIOMOV, L. FRUNZE, N. The influence of the agricultural management system on the soil microbiome. CZU: 631.461:579.6. In: Abstract Book of National conference with international participation: Life sciences in the dialogue of generations: connections between universities, academia and business community, september, 29-30, Chişinău: Editura USM, 2022. p.77, 10.5281/zenodo.7070998 . ISBN 978-9975-159-80-7.082=135.1=111=161.1 L 61

7.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

8. Alte lucrări științifice (recomandate spre editare de o instituție acreditată în domeniu)

8.1.cărți (cu caracter informativ)

1. FEDAȘ, V., BOLOCAN, N., MARGA, S., NĂSTASE, C. Fortificarea sănătății. Ghid practic. Chişinău, 2021, 122 p. ISBN 978-9975-3434-7-3

8.2. enciclopedii, dicționare

8.3. atlase, hărți, albume, cataloage, tabele etc. (ca produse ale cercetării științifice)

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

10. Lucrări științifico-metodice și didactice

10.1. manuale pentru învățământul preuniversitar (aprobate de ministerul de resort)

10.2. manuale pentru învățământul universitar (aprobate de consiliul științific /senatul

instituției)

10.3. alte lucrări științifico-metodice și didactice

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

Studiul de față se deosebește prin originalitatea, complexitatea investigațiilor și a abordării unei noi direcții de cercetare. De rând cu faptul, că ea va servi ca o posibilă modalitate de creștere a rezilienței solului, ca un instrument sigur pentru atenuarea și/sau depășirea situațiilor de criză din Republica Moldova, ea va genera inevitabil tehnologii noi de administrare a resurselor de sol, o intelectualizare generală a atitudinii față de sol și, de ce nu, posibilități noi de eficientizare a resurselor de sol și a diversității lor microbiene.

Ea vizează aprecierea totală a comunităților microbiene: de rând cu microorganismele cultivabile se determină și cele necultivabile, ceea ce nu are precedent: studierea și aprecierea unui parametru nou al calității solurilor - microbiomului solului. Diagnosticul diversității comunităților microbiene din sol și al funcționării lor este privit printr-o prismă nouă - al relațiilor existente între factorii exogeni și biodiversitatea microbială.

Cercetările de față nu numai că vor facilita dezvoltarea unei abordări metodologice noi pentru evaluarea microbiologică a resurselor de sol din RM, dar vor crea și cunoștințe noi, ce vor facilita soluționarea problemelor existente în protecția mediului și a managementului agriculturii existente, în vederea eficientizării resurselor de sol.

Implementarea lor nu numai că va putea diagnostica procesele microbiologice din sol, dar și va crea posibilități pentru aplicarea tehnologiilor noi de sporire a rezilienței solurilor la factorii antropici și climatici negativi.

11. Infrastructura de cercetare utilizată în cadrul proiectului

Grupul de cercetare posedă de un poligon experimental de circa 30 de ani, specialiști calificați, resursele tehnico-materiale necesare.

12. Colaborare la nivel național în cadrul implementării proiectului

De mai mulți ani colaborăm cu Dl Boincean B.P, ICC "Selecția" privitor la studierea biogenității solurilor din asolamente și culturile permanente, Institutul de Pedologie și Agrochimie "N.Dimo", Dna Senicovscaia Irina privitor la evaluarea metodelor de lucru sau analiza comparative a rezultatelor din probele identice, Universitatea de Stat, Dl Gh. Jigău – avem o experiență comună, unde studiem structura solului și bilanțul hidric din solul asolamentelor furajere. Colaborăm de asemenea cu Dna Melentiev E., Universitatea Pedagogică din Tiraspol privitor la evaluarea elementelor biofile din sol, cu Dl D. Indoitu, Universitatea Agrară privitor la funcționalitatea culturilor permanente ale cernoziomului carbonatic de la Staționarul Multianulal, Chetrosu.

13. Colaborare la nivel internațional în cadrul implementării proiectului

- Universitatea Națională de Bioresurse și Managementul Naturii din Ucraina;
- Institutul de Probleme Fundamentale de Biologie, Pușcino, AȘ Rusia;
- Institutul de Microbiologie Agricolă, Sankt Petersburg, Rusia;
- Universitatea „I. Cuza”, Iași.

14. Dificultățile în realizarea proiectului

În Republica Moldova nu există un Centru de studii metagenomice a mostrelor din diferite medii, iar bugetul anual al proiectului nu permite procurarea aparaturii necesare. Din suma alocată pe întregul proiect este posibil de achiziționa unele utilaje necesare, dar faptul, că banii sunt strict repartizați anual sumele sunt prea mici pentru a putea real iniția procedura de achiziție. Credem, ca ar fi posibil ca într-un an să folosim mai mulți bani din contul altui an ca să putem rezolva problema procurării utilajelor costisitoare.

12. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de prezentări la foruri științifice (comunicări, postere – pentru cazurile când nu au fost publicate în materialele conferințelor, reflectate în p. 6)

Lista forurilor la care au fost prezentate rezultatele obținute în cadrul proiectului de stat
Manifestări științifice internaționale (în străinătate)

1. FRUNZE Nina d.h. The Scientific Symposium Biology and Sustainable Development, the 19th edition, december 2, 2021. Bacău, Romania. The diversity of non-cultivable procarities in typical chernozem. Prezentare orală on-line.

2. FRUNZE Nina d.h. Simpozionul „Factori și procese pedogenetice din zona temperată” cu titlul „Geneza, evoluția și încadrarea taxonomică a solurilor din depresiunile intramontane din România”, Covasna, octombrie 2022. Analiza filogenetică a procariotelor din cernoziomul tipic. Prezentare orală on-line.

3. ФРУНЗЕ Н.И. d.h., ИНДОИТУ Д.Д., ТОНУ Н.И. Междунар. науч.-практ. конф. «Фундаментальные и прикладные аспекты микробиологии в науке и образовании», Рязань, Россия, 25-26 мая 2022. Прокариоты чернозема типичного Молдовы. Prezentare orală on-line.

4. ИНДОИТУ Д.Д. Междунар. науч.-практ. конф. «Фундаментальные и прикладные аспекты микробиологии в науке и образовании», Рязань, Россия, 25-26 мая 2022. Анализ таксономической структуры микробиома чернозёма типичного. Prezentare orală on-line.

5. АРТИОМОВ Л. d. Междунар. науч.-практ. конф., Рязань, Россия, 25-26 мая 2022. «Фундаментальные и прикладные аспекты микробиологии в науке и образовании» Влияние антибиотикорезистентности почвенных микроорганизмов на пищевую безопасность. Prezentare orală on-line.

6. ФРУНЗЕ Н.И. d.h. Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Здоровые почвы – гарант устойчивого развития», Курск, 18-19 апр. 2022. Здоровье почвы – новая парадигма для развития устойчивого сельского хозяйства. Prezentare orală on-line.

7. ФРУНЗЕ, Н.И. d.h., ИНДОИТУ Д.Д. Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Здоровые почвы – гарант устойчивого развития», Курск, 18-19 апр. 2022.

Разнообразие прокариотных сообществ типичного чернозёма. *Prezentare orală on-line.*

8. БОЛОКАН Н.И. d., ИНДОИТУ Д.Д., ТОНУ Н.И. Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Здоровые почвы – гарант устойчивого развития», Курск, 18-19 апр. 2022. Значение зерно-кормовых севооборотов в сохранении и восстановлении почвенного плодородия. *Prezentare orală on-line.*

9. ИНДОИТУ Д.Д. Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Здоровые почвы – гарант устойчивого развития», Курск, 18-19 апр. 2022. Динамика показателей плодородия чернозёма в длительном полевом опыте. *Prezentare orală on-line.*

➤ *Manifestări științifice internaționale (în Republica Moldova)*

1. FRUNZE Nina d.h, INDOITU Diana, OSTAFIICIUC Viorel. The 2nd int. conf. "Interdisciplinarity and Cooperation in Cross-Border Research". Galati: Dunarea de Jos University of Galati, Chisinau, June 2022. Metagenomic characterization of soil microbial communities in typical chernozem of Moldova. *Prezentare orală on-line.*

2. BOLOCAN Nistor d., INDOITU Diana, TONU Nicolai. The 2nd int. conf. "Interdisciplinarity and Cooperation in Cross-Border Research". Galati: Dunarea de Jos University of Galati, Chisinau, June 2022. The role of cereal fodder crops in organic farming system. *Prezentare orală on-line.*

3. INDOITU Diana. The 2nd int. conf. "Interdisciplinarity and Cooperation in Cross-Border Research". Galati: Dunarea de Jos University of Galati, Chisinau, June 2022. Analysis of the soil bacterial taxonomic diversity in typical chernozem. *Prezentare orală on-line.*

4. ARTIOMOV L. d. Conferința științifică internațională „Perspectivele și problemele integrării în Spațiul European al Cercetării și Educației”, Universitatea de Stat „Bogdan Petriceicu Hasdeu” din Cahul, 3 iunie, 2022. Considerații privind solul ca sursă de microorganisme de interes biotehologic. *Prezentare orală on-line.*

5. ARTIOMOV L. d., FRUNZE N. d.h. The International Summer Conference "Interdisciplinarity and Cooperation in Cross Border Research" 2-4 June, "Dunărea de Jos" University of Galați, Romania. Considerations regarding some factors that influence the soil microbiome diversity in agroecosystems. *Prezentare orală on-line.*

6. FRUNZE Nina d.h. The 7th int. conf. "Ecological and Environmental Chemistry-2022". Chisinau, March 3-4 2022. Ecological appreciation of typical chernozem. *Prezentare orală on-line.*

7. INDOITU Diana. The 7th int. conf., "Ecological and Environmental Chemistry-2022". Chisinau, March 3-4 2022. Macronutrient in chernozem from long-term agroexperiments: variation and pattern. *Prezentare poster.*

8. INDOITU Diana. International Conference on Microbial Biotechnology. The effect of farming system on soil prokaryotic communities in Moldova. IMB, Chisinau, October 12-13 2022. *Prezentare poster.*

9. ARTIOMOV L. d., The 7th int. conf. „Ecological and Environmental Chemistry-2022”. Chisinau, March 3-4 2022. The impact of soil pollution with antibiotics on soil microorganisms and food safety. *Prezentare orală on-line.*

➤ *Manifestări științifice naționale*

1. ARTIOMOV L. d. Conferința Republicană a Cadrelor Didactice. 26-27 februarie

2022. Chișinău. Educația biologică în spiritul valorilor relaționale și a conceptului One health. Prezentare orală on-line.

➤ Manifestări științifice cu participare internațională

1. ARTIOMOV L. d. Conferința științifică națională cu participare internațională „Integrare prin Cercetare și Inovare”, USM, 10-11 noiembrie 2022, Actinobacterii de interes biotehnologic în cernoziomul tipic. Prezentare orală on-line.

2. INDOITU, Diana. Conf. șt. cu participare intern. ”Life sciences in the dialogue of generations: connections between universities, academia and business community”. Chișinău, september 29-30. Some agrochemical properties of carbonate chernozem and different soil use. Prezentare poster.

3. ARTIOMOV L. d., FRUNZE N. d.h. Conf. șt. cu participare intern. ”Life sciences in the dialogue of generations: connections between universities, academia and business community”. september, 29-30, Chișinău. The influence of the agricultural management system on the soil microbiome. Prezentare orală on-line.

4. FRUNZE NINA. d.h. Conf. șt. cu participare intern. ”Life sciences in the dialogue of generations: connections between universities, academia and business community”. Moldova, Chișinău, september 29-30. Molecular analysis of procaryotic microbial communities in a typical chernozem. Prezentare orală on-line.

5. ARTIOMOV L. d. 5th International conference on microbial biotechnology Chisinau, Moldova, 2022. Actinobacteria microbial community structure in the agroecosystems soil. Prezentare orală on-line.

15. Aprecierea și recunoașterea rezultatelor obținute **în proiect** (premier, medalii, titluri, alte aprecieri).

16. Promovarea rezultatelor cercetărilor obținute **în proiect** în mass-media

➤ Emisiuni radio/TV de popularizare a științei

➤ Articole de popularizare a științei

17. Teze de doctorat / postdoctorat susținute și confirmate în anul 2022 de membrii echipei proiectului

18. Materializarea rezultatelor obținute **în proiect**

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

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

Model: Nume, prenume / Evenimentul (conferință, consiliu de susținere etc.) / Perioada / Calitatea (membru, președinte ș.a.)

➤ Redactor / membru al colegiilor de redacție al revistelor naționale / internaționale (Opțional)

20. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect.

Activitățile, realizate în proiect au decurs în concordanță cu obiectivele studiului. Factorii luați în studiu au fost (16): Corg, N_{total}, NO₃, P₂O₅, K₂O, umiditatea solului, pH soluția sol-sare, conținutul particulelor de sol agronomic valoroase cu diametrul agregatelor <0,25 mm, 10-0,25 mm, >10 mm, conținutul particulelor hidrostabile de sol cu diametrul <0,25 mm, 10-0,25 mm, >10 mm, bilanțul de apă din sol, prelucrarea solului, asolamentul, tipul de fertilizare. Ei au fost apreciați prin intermediul indicilor ecologici: indicele general de diversitate Shannon, indicele de dominanță Simpson, indicii de bogăție a taxonilor Margalef și Menchinic, precum și a indicelui de corelare Pearson.

S-a stabilit, că principalii factori, care au condiționat formarea structurii și diversității comunităților procariote din sol a fost prelucrarea solului, rotația culturilor (planta) și structura solului (agregatele agronomic valoroase de sol și cele hidrostabile). Tipul de fertilizare a solului a avut un rol secundar. Astfel, indicele Shannon a avut valori descrescătoare în următorul șir al variantelor: fond natural, fond nefertilizat, fond mineral, fond organic. La nivel de filum a atins cele mai înalte valori în variantele martor I (1,85), martor II (1,81) și fâșia forestieră (1,80), iar cea mai mică - în varianta fertilizare organică II (1,60). La nivelurile de clasă, ordine, familii, genuri, de asemenea, valorile maxime ale indicelui Shannon s-au constatat în fâșia forestieră și cele minime - în varianta fertilizare organică. Diversitatea minimă a fost constatată în varianta fertilizare organică a asolamentului fără lucernă: 1,77 - nivel de clase, 2,16 - nivel de ordine, 2,17 - familii, 2,30 - genuri.

Analiza coeficientului de similaritate Jaccard la nivel de filumuri demonstrează cea mai joasă similaritate la compararea variantelor: martor II/ fertilizare organică - 0,84, fertilizare minerală I /fâșie forestieră - 0,85. Cel mai înalt grad de similaritate a fost observat la compararea variantelor fertilizare organică/ fâșie forestieră la ambele asolamente - 0,95. În ambele asolamente cel mai mic coeficient de similaritate la nivel de ordine a fost determinat la compararea comunităților de procariote a variantelor cu fertilizare minerală și organică. Astfel, acesta a fost 0,74 la compararea fertilizare minerală/ fertilizare organică în asolamentul cu lucernă și 0,83 în asolamentul fără lucernă. În urma analizei coeficientului de similaritate Jaccard la nivel de genuri și clase s-a constatat, că tipul de fertilizare influențează mai puternic structura comunităților de procariote, decât tipul asolamentului. Asolamentele influențează diferit coeficientul de similaritate Jaccard la diferite clase.

Analiza de corelație Pearson a relevat prioritatea structurii solului în formarea diversității microbiene, în comparație cu alți factori studiați (16), atribuind un rol secundar sau nesemnificativ statistic conținutului elementelor biofile ale solului prin valorile mici ale coeficientului Pearson sau prin nesemnificația lor statistică. Aceste rezultate pot fi explicate prin faptul, că exigențele de nutriție ale procariotelor studiate nu se încadrează în algoritmul cunoscut pentru procariotele cultivabile, de aceea nu s-au constatat corelații statistice semnificative între diversitatea microorganismelor și conținutul unor nutrienți din sol. Prin urmare, fertilizarea ar trebui efectuată nu doar în funcție de necesitățile plantelor, dar și a comunității procariote a solului. Aceasta ar putea fi o alternativă cu potențialul de a îmbunătăți resursele solului și diversitatea microbială a acestuia.

Rezultatele studiului au fost oglindite în 29 publicații, dintre care 4 articole în reviste recunoscute din străinătate, și prezentate în 24 comunicări la forurile științifice, dintre care 8 - peste hotare.

The activities carried out in the project proceeded in accordance with the objectives of the study. The factors studied were (16): Corg, Ntotal, NO₃, P₂O₅, K₂O, soil moisture, pH of the soil-salt solution, the content of agronomically valuable soil particles with aggregate diameter <0.25 mm, 10-0.25 mm, > 10 mm, the content of hydro-stable soil particles with a diameter of <0.25 mm, 10-0.25 mm, >10 mm, soil water balance, tillage, soil management, type of fertilization. They were assessed by means of ecological indices: the general Shannon diversity index, the Simpson dominance index, the Margalef and Menchinic taxon richness indices, as well as the Pearson correlation index.

It was established that the main factors that conditioned the formation of the structure and diversity of prokaryotic communities in the soil were tillage, crop rotation (plant) and soil structure (agronomically valuable soil aggregates and hydro-stable ones). The type of soil fertilization had a secondary role. Thus, the Shannon index had decreasing values in the following series of variants: natural background, unfertilized background, mineral background, organic background. At the phylum level, it reached the highest values in the control variants I (1.85), control II (1.81) and the forest shelterbelt (1.80), and the lowest - in the organic fertilization variant II (1.60). At the levels of classes, orders, families, genera, also, the maximum values of the Shannon index were found in the forest shelterbelt and the minimum values - in the organic fertilization variant. The minimum diversity was found in the organic fertilization variant of the rotation without alfalfa: 1.77 - class level, 2.16 - order level, 2.17 - families, 2.30 - genera.

The analysis of the Jaccard similarity coefficient at the phylum level demonstrates the lowest similarity when comparing the variants: control II/ organic fertilization - 0.84, mineral fertilization I / forest strip - 0.85. The highest degree of similarity was observed when comparing the variants organic fertilization/ forest shelterbelt in both crop rotations - 0.95. In both crop rotations, the lowest similarity coefficient at the level of order was determined when comparing the prokaryotic communities of the variants with mineral and organic fertilization. Thus, it was 0.74 when comparing mineral fertilization/organic fertilization in the alfalfa rotation and 0.83 in the no-alfalfa rotation. Following the analysis of the Jaccard similarity coefficient at the level of genera in the classes, it was found that the type of fertilization has a stronger influence on the structure of the prokaryotic communities than the type of crop rotation. Crop rotations influence the Jaccard similarity coefficient differently in different classes. By comparing the Jaccard coefficient for the classes *Actinobacteria*, *Alphaoroteobacteria*, *Bacteroidia* and *Verrumicrobia* we found that the type of fertilization and the rotation more influence the class *Bacteroidia*. Thus, in the *Actinobacteria* class, the Jaccard coefficient varies between 0.6 and 0.88, *Alphaoroteobacteria* 0.73-0.90, *Verrumicrobia* - 0.62-0.82 *Bacteroidia* between 0.47 and 0.81. For the classes *Actinobacteria*, *Alphaoroteobacteria*, *Bacteroidia*, the similarity of communities from different variants is higher in the rotation with alfalfa, and for the class *Verrumicrobia* - in the rotation without alfalfa.

The Pearson correlation analysis revealed the priority of the soil structure in the formation

of microbial diversity, as compared to the other factors studied (16), assigning a secondary or statistically insignificant role to the content of biophilic elements of the soil through the low values of the Pearson coefficient or through their statistical insignificance. These results can be explained by the fact that the nutritional requirements of the studied prokaryotes do not fit into the known algorithm for cultivable prokaryotes, therefore no statistically significant correlations were found between the diversity of microorganisms and the content of some nutrients in the soil. Therefore, fertilization should be carried out not only according to the needs of the plants, but also of the prokaryotic community of the soil. This could potentially improve soil resources and its microbial diversity.

21. Recomandări, propuneri

Ar fi bine ca să primim recenzia expertului fie și anonimă, ca să cunoaștem obiecțiile.

Conducătorul de proiect Frunze Nina JKR

Data: 18.11.2022



Executarea devizului de cheltuieli,
conform anexei nr. 2.3 din contractul de finanțare nr, 47PS din 03.01.2022
(la data raportării)

Cifrul proiectului: 20.80009.5107.08

| Cheltuieli, mii lei | | | | |
|--|---------------------|----------------|--------------------------|-----------------|
| Denumirea | Cod | | Anul de gestiune | |
| | Eco (k6) | Aprobat | Modificat +/- | Precizat |
| Remunerarea muncii angajaților conform statelor | 211180 | 492.8 | 20.9 | 513.7 |
| Contribuții de asigurări sociale de stat obligatorii | 212100 | 142.9 | 6.8 | 149.7 |
| Servicii de editare | 222910 | 5.0 | | 5.0 |
| Servicii de cercetari stiintifice | 222930 | 23.0 | -23.0 | |
| Servicii neatribuite altor aliniate | 222990 | 2.0 | | 2.0 |
| Indemnizatia pentru incapacitate temporară de muncă achitate din mijloace financiare ale angajatorului | 273500 | 1.6 | | 1.6 |
| Alte prestatii sociale ale angajatorilor | 273900 | | 15.0 | 15.0 |
| Procurarea mașinilor și utilajului | 314110 | 7.0 | 18.2 | 25.2 |
| Procurarea materialelor pentru scopuri didactice, științifice și alte scopuri | 335110 | 1.0 | 4.8 | 5.8 |
| Total | | 675.3 | 42.7 | 718.0 |

Conducătorul organizației: CEPOI LILIANA _____

Contabil șef : PURIS TATIANA _____

Conducătorul de proiect: FRUNZE NINA _____

Data: 18.11.2022



Componența echipei proiectului
Cifrul proiectului 20.80009.5107.08

| Echipei 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. | Frunze Nina | 1955 | d.h. | 1,25 | 3.01.2022 | |
| 2. | Bolocan Nistor | 1948 | d. | 0,75 | 3.01.2022 | |
| 3. | Artiomov Laurenția | 1958 | d. | 0,75 | 3.01.2022 | |
| 4. | Tonu Nicolai | 1985 | | 0,75 | 3.01.2022 | |
| 5. | Indoitu Diana | 1980 | | 0,75 | 3.01.2022 | |
| 6. | Ostaficiuc Viorel | 1990 | | 0,25 | 3.01.2022 | 30.09.2022 |
| Pondereea tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform contractului de finanțare | | | | | | 22,2 |

| Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2022 | | | | | |
|---|----------------------|----------------------|--------------------------|--|------------------------|
| Nr | Nume, prenume | Anul nașterii | Titlul științific | Norma de muncă conform contractului | Data eliberării |
| 1. | Ostaficiuc Viorel | 1990 | Fără titlu | 0,25 | 30.09.2022 |
| Pondereea tinerilor (%) din numărul total al executorilor la data raportării | | | | | 19,0 |

Conducătorul organizației: CEPOI LILIANA

Contabil șef: PURIS TATIANA

Conducătorul de proiect: FRUNZE NINA

Data: 18.11.2022



EXTRAS

din procesul verbal nr.10 al ședinței Consiliului științific al Institutului de Microbiologie și
Biotehnologie

din 16 noiembrie 2022

Au fost prezenți 12 din 13 membri ai
Consiliului Științific

Ordinea de zi:

4. Aprobarea dării de seamă pentru anul 2022 pe proiectul 20.80009.5107.08.*Eficientizarea utilizării resurselor de sol și a diversității elementelor agriculturii biologice (organice)*, director de proiect:: Frunze Nina, doctor habilitat.

S-a discutat:

4. Darea de seamă pentru anul 2022 pe proiectul 20.80009.5107.08.*Eficientizarea utilizării resurselor de sol și a diversității elementelor agriculturii biologice (organice)*, Raportor:: Frunze Nina, doctor habilitat.

S-a hotărât:

2. A aproba darea de seamă pentru anul 2022 pe proiectul 20.80009.5107.08.*Eficientizarea utilizării resurselor de sol și a diversității elementelor agriculturii biologice (organice)*.

Votat unanim

Secretar științific IMB , doctor în științe biologice



Vera Miscu