

ЗАТВЕРДЖУЮ
Ректор Національного університету біоресурсів і
природокористування України

Станіслав НІКОЛАЄНКО



**АНОТОВАНИЙ ЗВІТ
про виконану роботу в рамках реалізації проєкту
із виконання наукових досліджень і розробок**

Целюлозоруйнуча активність мікрофлори ґрунтів Українського Полісся в умовах радіоактивного забруднення та її участь у ґрунтоутворюючих процесах (включаючи пірогенно трансформовані ґрунти)

Назва конкурсу: Наука для безпеки людини та суспільства

Реєстраційний номер Проєкту: 2020.01/0489

Підстава для реалізації Проєкту з виконання наукових досліджень і розробок (реєстраційний номер та назва Проєкту): реєстраційний номер 2020.01/0489 «Целюлозоруйнуча активність мікрофлори ґрунтів Українського Полісся в умовах радіоактивного забруднення та її участь у ґрунтоутворюючих процесах (включаючи пірогенно трансформовані ґрунти)»

Рішення наукової ради Національного фонду досліджень України щодо визначення переможця конкурсу «Наука для безпеки людини та суспільства» протокол від 16-17 вересня 2020 року №21.

1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ПРОЄКТ

Тривалість виконання Проєкту

Початок – 02 листопада 2020 року

(дата укладання Договору про виконання наукового дослідження і розробки)

Закінчення – 15 грудня 2021 року

Загальна вартість Проєкту, грн. 3 268 839,00

Вартість Проєкту по роках, грн.:

1-й рік 1 169 039,00

2-й рік 2 099 800,00

3-й рік

2. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКОНАВЦІВ ПРОЄКТУ

до виконання Проєкту заличено 10 виконавців, з них:

доктори наук 1;

кандидати наук 7;

інші працівники 2.

3. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ГРАНТООТРИМУВАЧА ТА ОРГАНІЗАЦІЮ(Ї) СУБВИКОНАВЦЯ(ІВ) ПРОЄКТУ

Національний університет біоресурсів і природокористування України (НУБіП України) Міністерства освіти і науки України; 03014, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15; ЄДРПОУ 00493706

4. ОПИС ПРОЄКТУ

4.1. Мета Проекту – Вивчення стану целюлозоруйнуючої мікрофлори радіоактивно забруднених ґрунтів Українського Полісся та оцінка їх ґрунтоутворюючої активності

4.2. Основні завдання Проекту (до 400 знаків)

Дослідити закономірності розповсюдження целюлозоруйнуючих мікроорганізмів на радіоактивно забруднених ґрунтах Полісся України та встановити залежність утворення гумусових речовин в ґрунті від розвитку целюлозних мікроорганізмів на рослинних рештках в природних умовах з різним рівнем радіоактивного забруднення ґрунту. Вивчити ферментативну активність мікроорганізмів у ґрунтах з різним рівнем радіонуклідного забруднення.

4.3. Детальний зміст Проекту:

- Сучасний стан проблеми (до 400 знаків)

До сьогоднішнього часу немає однозначної відповіді на проблему впливу малих доз іонізуючої радіації на біоту. Не дивлячись на накопчений досвід ліквідації радіаційних аварій проблему радіаційного забруднення довкілля передчасно вважати вирішеною. Поряд з цим, ґрутові мікроорганізми є однієї з основних початкових ланок трофічних біологічних ланцюгів, що забезпечують родючість ґрунту і отримання якісної сільськогосподарської продукції.

- Новизна Проекту (до 400 знаків)

Вперше було визначено зміни стану популяції целюлозоруйнуючих ґрутових мікроорганізмів та їх ґрутовідновлюючих функцій в залежності від рівня радіоактивного забруднення територій Українського Полісся, як одного з основних факторів, що забезпечують родючість ґрунту і отримання якісної продукції агропромислового виробництва із застосуванням валідованого у світовій науковій практиці методу (Tea Bag index).

- Методологія дослідження (до 400 знаків)

При вивченні стану та активності целюлозоруйнуючих мікроорганізмів було закладено експериментальні ділянки на території зони безумовного (обов'язкового) відселення (ЗБ(О)В) та зони відчуження (ЗВ) ЧАЕС з високими градієнтами радіонуклідного забруднення. На цих ділянках проведено відбір зразків ґрунту для визначення поточного рівня радіонуклідного забруднення, заміри рівня гамма-фону, здійснено визначення необхідних базових параметрів та характеристик ґрунту, а також закладено рослинний субстрат, строк експозиції кожної закладки – 90 діб. Усього проведено 4 закладки на кожний період року. Кожного періоду визначено кількісну характеристику мікробних угрупувань, що можна було визначити на штучних живильних середовищах, оцінено їх біологічну активність за емісією CO₂, а також окремі ферменти (оксидази) і гумінові речовини.

5. ОТРИМАНІ НАУКОВІ АБО НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ РЕЗУЛЬТАТИ (до 2 сторінок) в поточному році/ в рамках реалізації Проекту, зокрема:

5.1. Опис наукових або науково-технічних результатів, отриманих в рамках виконання Проекту (із зазначенням їх якісних та кількісних (технічних) характеристик)

Виконання запланованих завдань проекту почалося з формульовання теоретичних підходів, сутністю яких було дотримання специфічних умов проведення експериментальної частини роботи, яка б надала чітку відповідь щодо впливу радіаційного фактору, а саме поглинені доз опромінення у ґрунті на функціональну активність целюлозоруйнуючих мікроорганізмів. Ці підходи передбачали підбір експериментальних ділянок з однаковим типом ґрунту і подібними агрохімічними характеристиками ґрунту. Єдиним достовірно відмінним параметром відібраних майданчиків мало бути різниця у рівнях радіоактивного забруднення. Додатковою умовою проведення експериментальних робіт було те, що протягом 3-12 місяців ділянки не повинні зазнавати втручання (відсутність людської діяльності). Так, перша ділянка була вибрана у зоні безумовного (обов'язкового) відселення (2-зона ЧАЕС) у Народицькому районі Житомирської області поблизу с. Христинівка на лівому березі р. Уж, що характеризується достатньо високою

щільністю радіоактивного забруднення ґрунту. Питома активність ^{137}Cs у ґрунті на окремих точках цього експериментального полігону, що розташований на покинутих сільськогосподарських угіддях складала: 1-ша точка відбору – 4600 ± 110 ; 2 – 2900 ± 80 ; 3 – 600 ± 45 Бк/кг. Результати досліджень показали, що за рівнями радіоактивного забруднення ці три ділянки відповідають необхідним умовам за існуючим градієнтом (градієнт забруднення більш ніж 3 рази).

Вивчення агрохімічних показників ґрунту підтвердило відсутність відмін за основними характеристиками родючості ґрунту: гідролітична кислотність ґрунту становила $1,23\pm 0,04$; кислотність обмінна (pH_{KCl}) – $6,2\pm 0,05$; сума ввібраних основ, мг-екв/100 г ґрунту – в середньому $9,5\pm 0,7$; обмінний калій, мг/кг ґрунту (за Кірсановим) – $164,5\pm 17,7$; гумус, % – $2,59\pm 0,17$; азот легко-гідролізований, мг/кг – $80\pm 10,9$; нітратний азот мг/кг – $6,2\pm 4,1$; загальний азот, % – $0,1\pm 0,02$; обмінні катіони, ммоль/100: – кальцій – $4,75\pm 0,53$; та магній – $0,91\pm 0,04$. Таки чином, результати досліджень агрохімічних показників дослідних ділянок дерново-підзолистого ґрунту наглядно показують, що за основними агрохімічними характеристиками дослідні ділянки достовірно не відрізняються одна від одної і відповідають поставленим умовам проведення експериментальних досліджень. Додатково нами було обстежено ще територію на правобережжі р. Уж, що представляє собою лісисту місцевість з переважанням берези (*Betula pendula* Roth) віком 20-30 років. Територія характеризується високими рівнями радіоактивного забруднення – від $800\text{Бк}/\text{м}^2$ до $10000\text{Бк}/\text{м}^2$, але має схилястий рельєф і більшу розбіжність у агрохімічних показниках. Тому для подальшої роботи ми обрали першу ділянку, а другу, за можливістю, наступного вегетаційного періоду залихмо до роботи з додатковим обстеженням агрохімічних показників.

Також була обрана ще одна ділянка на межі території «Рудого лісу» та проведено реальне обстеження радіаційного фону на місцевості і відібрані зразки ґрунту для визначення його радіонуклідного забруднення. Радіаційний фон на цій радіоактивно забрудненій ділянці з координатами N - 51,38351; E - 30,02974 і N - 51,38252; E-30,03416 коливався у межах 2,7 - 48,6 мкЗв/год, а питома активність ґрунту по ^{137}Cs на точках закладки рослинного субстрату складала $10,4 \pm 0,2$; $62,4\pm 0,6$; $149,3\pm 1,4$; $203,8\pm 4,1$ кБк/кг відповідно та по ^{90}Sr $0,8 \pm 0,1$; $5,0\pm 0,4$; $25,0\pm 0,3$; $34,0\pm 0,3$ кБк/кг відповідно на 1 - 4 точках.

На усіх експериментальних майданчиках проведено закладку рослинного субстрату для визначення активності целюлозноруйнуючих мікроорганізмів. Тривалість витримки субстратів становила від 3 до 12 місяців з подальшою обробкою даних в залежності від пори року.

Відповідно до питомої активності радіонуклідів (^{137}Cs та ^{90}Sr) у ґрунті були розраховані поглинуті дози іонізуючого опромінення мікроорганізмів, що розташовані у профілі ґрунту на глибині до 10 см. Так, у зоні безумовного (обов'язкового) відселення та зоні відчуження Чорнобильської АЕС на основі обстеження умов радіоактивного забруднення визначена потужність поглинутої дози для ґрунтової мікрофлори коливалася від 0,2 мкГр/год до 1,6 мкГр/год. Величина сформованих доз за період спостережень (період однієї закладки – 90 діб) коливалася від 0,4 до 3,5 мГр. Досліджено зміни коефіцієнтів целюлозолітичної активності мікрофлори (ТВІ), а також ферментативної активності мікрофлори й гумінових сполук в залежності від різних доз іонізуючого випромінювання, що формуються на обраних дослідних ділянках.

У зоні відчуження ЧАЕС відібрано та обстежено чотири ділянки природних екосистем, на яких потужність поглинутої дози опромінення ґрунтової мікрофлори складала: на 1-й ділянці – 3,7 мкГр/год, на 2-й ділянці – 22,2 мкГр/год, на 3 – й ділянці – 61,6 мкГр/год, на 4 – й ділянці – 84,0 мкГр/год і відповідно за період експозиції рослинного субстрату формувалася доза від 8 до 181 мГр.

Обстежені ділянки можуть слугувати довготривалим полігоном для різного роду біологічних та екологічних досліджень, що останнім часом користуються попитом у міжнародній науковій спільноті.

За результатами радіологічного обстеження полігону у ЗВ ЧАЕС на природних екосистемах відмічено, що у межах коливання потужностей поглинутих доз від в 3,7 до 84,0 мкГр/год не відмічається достовірних відмінностей у інтенсивності розкладання органічної речовини, навіть в точці з найвищим рівнем радіоактивного забруднення. Також на місці пожежі

спостерігається інтенсивна целюлозоруйнуюча активність мікрофлори ґрунту, який відновлюється. Поряд з цим, дослідження встановили, що розповсюдження целюлозоруйуючих мікроорганізмів на радіоактивно забруднених ґрунтах Полісся України відбувається у комплексі з іншими ґрутовими мікроорганізмами: фосфатомобілізуючими, азотфіксуючими, денітрифікуючими бактеріями і грибами, причому загальна кількість бактерій і окремих їх популяцій достовірно вище на ділянках покинутих сільськогосподарських угідь ЗБ(О)В ЧАЕС з найбільшим рівнем доз опромінення мікробної мікрофлори.

Аналіз розповсюдження целюлозоруйуючих мікроорганізмів на радіоактивно забруднених природних угіддях ЗВ ЧАЕС показав, що не дивлячись на високі рівні радіоактивності і сформовані дози іонізуючого опромінення, що складали від 8 до 133 мГр за період експозиції рослинних субстратів, у ґрунтах інтенсивно розвиваються усі популяції ґрутових мікроорганізмів з високою біологічною активністю. На ділянках з дозами 133 і 181 мГр за період експозиції спостерігається тенденція до зниженням кількісних показників біологічної активності ґрутових мікроорганізмів.

За результатами аналізу даних з 2-го полігону, відмічено, що в точці з найвищим рівнем забруднення радіонуклідами (потужність поглинутої дози для мікроорганізмів 61,6 мкГр/год) спостерігали достовірне збільшення інтенсивності розкладання органічної речовини мікрофлорою (найвищий рівень потенційної емісії CO₂, найвищі значення коефіцієнту мінералізації к ТВІ-індексу та інтенсивності розкладання рослинного матеріалу).

Чисельність проаналізованих груп мікроорганізмів є нижчою в ґрунті 2-го полігону, порівняно з результатами 1-го полігону з нижчим рівнем забруднення радіонуклідами. Особливо це стосується кількості целюлозолітичних бактерій.

За результатами аналізу даних з 1-го та 2-го полігонів відмічено, що в точках з вищим рівнем забруднення радіонуклідами спостерігається зниження вмісту гумусових речовин в ґрунті, яке поєднувалося з підвищенням інтенсивності целюлозолітичних процесів за рахунок збільшення чисельності та активності ґрутових мікроорганізмів. Для обох полігонів була встановлена закономірність зміни показників потенційної емісії CO₂. У найбільш забрудненому ґрунті емісія CO₂ найвища, за середнього рівня забруднення – проміжні показники між найменшим рівнем забруднення та найвищим, у відносно чистому ґрунті інтенсивність продукування CO₂ була низькою. На пірогенно-трансформованій території спостерігаються найнижчі серед досліджених зразків показники продукування CO₂.

За результатами виконання проекту опубліковано 1 розділ у монографії, 1 стаття в науковому журналі, що індексується в базі Scopus, 2 статті у фахових журналах категорії Б та 2 тез доповідей на конференціях. Представлено наукові доповіді на 4 конференціях та вебінарах. Подано до друку 1 статтю у фаховий журнал категорії Б та підготовлено мета ріал для подачі статті в журнал, що входить до бази Scopus.

5.2. За наявності науково-технічної продукції обґрунтування її переваг у порівнянні з існуючими аналогами

Головною перевагою проекту є те, що робота буде виконуватися з прив'язкою до радіологічних характеристик умов існування популяцій мікроорганізмів, оскільки більшість наукових вітчизняних робіт мають оглядовий характер з описанням географічних показників місця відбору зразків, відносно місця радіаційної аварії (Чорнобиль, Зона відчуження).

5.3. Практична цінність отриманих результатів реалізації Проекту для економіки та суспільства (стосується проектів, що передбачають проведення прикладних наукових досліджень і науково-технічних розробок)

Проект фундаментальний. Проведення прикладних наукових досліджень і науково-технічних розробок не передбачалося.

5.4. Опис шляхів та способів подальшого використання результатів виконання Проекту в суспільній практиці.

Результати фундаментальних досліджень є корисними для світової науки, оскільки жодна країна світу та наукова група не мають такого унікального полігона для дослідження

целюлозоруйнічої активності мікрофлори ґрунту, як Україна в зоні відчуження Чорнобильської АЕС.

Проведені експериментальні дослідження та отримані дані на найбільш забруднених територіях можуть стати базовими знаннями в розумінні функціонування мікроорганізмів в умовах високого радіоактивного забруднення.

Крім того, отримані нові теоретично значимі результати можуть бути в подальшому використані для прикладного проекту, який буде спрямовано на розробку нових, додаткових до уже існуючих, контрзаходів.

Примітка: Анотований звіт не повинен містити відомостей, заборонених до відкритого опублікування

Науковий керівник Проекту

Доцент кафедри загальної екології,
радіобіології та безпеки життєдіяльності НУБіП України
Микола ЛАЗАРСВ

(підпись)