

**Громадська спілка «Органічна Україна»
Стратегічний комітет з відродження родючості ґрунтів
Група компаній БТУ-ЦЕНТР**



**НАЦІОНАЛЬНИЙ ВИКЛИК:
ДЕГРАДАЦІЯ ҐРУНТІВ ЧИ
ВІДНОВЛЕННЯ ЇХ РОДЮЧОСТІ?
Матеріали III Міжнародної конференції з
відновлення родючості ґрунтів**

Київ – 2023

Громадська спілка «Органічна Україна»
Стратегічний комітет з відродження родючості ґрунтів
Група компаній БТУ-ЦЕНТР



НАЦІОНАЛЬНИЙ ВИКЛИК: ДЕГРАДАЦІЯ ҐРУНТІВ ЧИ ВІДНОВЛЕННЯ ЇХ РОДЮЧОСТІ?

Збірник матеріалів III Міжнародної конференції з відновлення
родючості ґрунтів

Київ
Видавництво «Фенікс»
2023

УДК 631.45:631.153.3

Редакційна колегія: к.с.-г.н. Болоховський В.В.,
к.т.н. Болоховська В.А., Болоховська А.В., Хоменко Т.О., Яковенко Д.О.,
д.с.-г.н. Корсун С.Г., к.с.-г.н. Кузьмич В.І., к.с.-г.н. Савчук М.В.

Національний виклик: деградація ґрунтів чи відновлення їх родючості? Матеріали III Міжнародної конференції з відновлення родючості ґрунтів, 9 грудня 2022 р. – Київ: Фенікс, 2023. – 108 с.

ISBN 978-966-136-943-5

Збірка матеріалів друкується за підсумками проведення III Міжнародної конференції з відновлення родючості ґрунтів «Національний виклик: деградація ґрунтів чи відновлення їх родючості?» у рамках роботи Стратегічного комітету з відродження родючості ґрунтів. Представлено матеріали, що висвітлюють питання сучасного стану ґрунтів в Україні та світі і методи їх оцінювання. Висвітлено результати впливу воєнних дій на якість українських ґрунтів. Надано рекомендації з раціонального використання і відтворення родючості ґрунтів.

УДК 631.45:631.153.3

ISBN 978-966-136-943-5

©ТОВ «ТД «БТУ-ЦЕНТР»

Національний виклик :
**деградація ґрунтів чи
відновлення їх родючості?**

ПЕРЕДМОВА



ВЛАДИСЛАВ БОЛОХОВСЬКИЙ

Генеральний директор БТУ-ЦЕНТР
Голова комітету з відродження
ґрунтів ГС «Органічна Україна»

Деградація ґрунтів – проблема світового рівня. Щорічно планета втрачає **24 млрд т родючої землі**, через що страждають більше 3 млрд людей. Є ризик, що до **2050 року 95%** земної поверхні будуть складати деградовані ґрунти. За останні 130 років українські ґрунти вже втратили близько **30%** гумусу, а рівень розораності сягає **53%**, і є одним з найвищих у світі. У **2021 році 51%** опитаних аграріїв вже спостерігали процеси деградації на своїх ґрунтах.

Це важкі та серйозні виклики. Проте 24 лютого 2022 року додався ще один.

Війна завдає непоправного удару ґрунтам. Кожний вибух – це забруднення ґрунтового покриву. Розриви снарядів призводять до миттєвого руйнування верхнього родючого шару ґрунту, який формувався віками. А вміст важких металів після вибухів перевищує фонові значення подекуди в 30 разів. Це робить землю непридатною для подальшого сільськогосподарського використання.

Відновлення ґрунтів - першочергове та складне завдання. Міжнародна конференція «Національний виклик: деградація ґрунтів чи відновлення їх родючості?» – це платформа для напрацювання реальних кроків щодо позитивних змін у сільськогосподарському землекористуванні. Ми прагнемо формувати свідоме ставлення до ґрунтів як до цінного і незамінного ресурсу, сприяти раціональному використанню їх властивостей, ділитися експертизою, допомагати у пошуку рішень.

ПРО КОМІТЕТ

Ми - Комітет з відродження родючості ґрунтів ГС «Органічна Україна»



наша місія - сприяти
зниженню деградації
ґрунтів і відновленню
їхньої родючості



впровадження
технологій
відродження
родючості ґрунтів



синергія бізнесу,
науки, освіти та
органів державної
влади



просвітництво щодо
вирішення проблем
деградації ґрунту



патріотична та
громадянська
позиція



дізнавайтесь більше про нас на сайті
www.grunt.organicukraine.org.ua

ПРО ПОДІЮ

Унікальна щорічна онлайн конференція, яка вже три роки збирає тисячі експертів, небайдужих до відновлення українських ґрунтів

Щороку з'являються нові виклики здоров'ю ґрунту - світ змінюється та разом з ним змінюємося і ми

Фокус обговорення - відродження ґрунтів, порушених внаслідок воєнних дій: нові дослідження та практичні рекомендації для агросектору

МЕТА привернути максимальну увагу до проблем деградації ґрунтів і шляхів їх відновлення в Україні

ЯК ЦЕ БУЛО МИНУЛОГО РОКУ

300+

слухачів онлайн

1600

переглядів конференції
після завершення

31

публікацій у ЗМІ

50+

унікальних публікацій
у соцмережах



2021



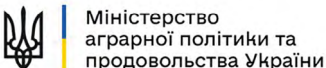
2022

дивіться записи конференції на
Youtube каналі **БТУ-ЦЕНТР**

ОРГАНІЗАТОРИ



ПАРТНЕРИ



ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ



**ВЛАДИСЛАВ
БОЛОХОВСЬКИЙ**

Голова Стратегічного
комітету з відродження
родючості ґрунтів,
генеральний директор
групи компаній
БТУ-ЦЕНТР



**ТЕТЯНА
ХОМЕНКО**

Заступник Голови
комітету, комерційний
директор БТУ-ЦЕНТР



**ВІКТОРІЯ
КУЗЬМИЧ**

Координатор комітету,
Керівник відділу
науково-експертної
підтримки БТУ-ЦЕНТР



**ОЛЕНА
КОРОГОД**

президент
ГС «Органічна Україна»



**АЛЛА
БОЛОХОВСЬКА**

Директор з маркетингу
групи компаній
БТУ-ЦЕНТР



**СВІТЛАНА
КОРСУН**

Виконавчий директор
Інституту прикладної
біотехнології



**МАРИНА
САВЧУК**

Експерт з екології,
БТУ-ЦЕНТР



**АНАСТАСІЯ
ЯКОВЕНКО**

Керівник відділу
маркетингу напрямку
АПК, БТУ-ЦЕНТР



**РОМАН
ВАСИЛЕНКО**

Провідний менеджер з
інтернет – маркетингу,
БТУ-ЦЕНТР



**АННА
ПРОКОПЧУК**

Менеджер
з маркетингу,
БТУ-ЦЕНТР



**ДМИТРО
ЯКОВЕНКО**

Керівник міжнародного
департаменту,
БТУ-ЦЕНТР

СЕКЦІЯ 1

деградація ґрунтів

нові виклики та перспективи



ДЕГРАДАЦІЯ ҐРУНТІВ – ЦЕ СВІТОВА ПРОБЛЕМА

ОЛЕНА КОРОГОД

президент ГС «Органічна Україна»

Деградація ґрунтів є дуже актуальною світовою проблемою. На сьогодні 25% від всієї земної поверхні становлять деградовані ґрунти. У зв'язку з цим щорічно планета втрачає 24 млрд тон родючих ґрунтів і як наслідок 3,2 млрд людей щорічно страждають через виснажені земельні ресурси. Якщо цей тренд продовжиться, то до 2050 року близько 95% земної поверхні будуть складати деградовані ґрунти. Для вирішення цієї проблеми функціонують законодавчі ініціативи з відродження родючості ґрунтів у Європі, які задають тренд у світі:

Європейський Зелений курс

Ґрунтова стратегія ЄС до 2030 року

Стратегія «Від лану до столу» (Farm to Fork Strategy)

Якщо підсумувати математично дотримання ініціатив з відродження ґрунтів, то можна прогнозувати до 1,2 трильйона євро/рік економічної вигоди у всьому світі внаслідок зупинення та перелому поточних тенденцій деградації ґрунтів. Відмічено, що вартість дії, спрямованої на боротьбу з деградацією ґрунтів в Європі, у 6 разів переважає ціну бездіяльності.

СЕКЦІЯ 1

А що в Україні?

За оцінками ФАО 20% сільськогосподарських земель України вже зазнали суттєвої деградації, а решта перебувають під загрозою;

За даними дослідження БТУ-ЦЕНТР 2021 року більше 50% українських аграріїв вже відчули прояви деградації ґрунтів;

За останні 130 років українські землі втратили 30% гумусу;

Рівень розораності України один з найбільших у світі - 53,9% (Польща - 36,5%, Німеччина - 34,1%, США — 17,5%, Китай - 12%);

За оцінками НААН, економічні збитки від деградації ґрунту до початку російсько-української війни становили близько 40 млрд грн/рік;

Більше ніж 200 тис га територій забруднені мінами, снарядами, уламками боєприпасів через воєнні дії (Зеленський на G20).

Тільки за перші 3 місяці повномасштабної війни збитки, завдані українському довкіллю, сягнули 200 млрд грн. Станом на травень 2022 р. зафіксовано вже понад 200 екозлочинів.

У зв'язку з глобальною світовою проблемою деградації ґрунтів було створено **Стратегічний комітет з питань відродження ґрунтів**, основними цілями якого є:

Формування у землекористувачів свідомого та сумлінного ставлення до ґрунтів як до цінного та незамінного ресурсу;

Участь в освітніх програмах;

Сприяння раціональному використанню властивостей ґрунтів;

Розробка способів зменшення агрохімічного, пестицидного навантаження за рахунок впровадження біотехнологічних рішень;

Сприяння впровадженню ресурсозберігаючих і екологічно доцільних методів обробки ґрунту;

Долучення до створення єдиної дієвої системи моніторингу з метою оперативного реагування на негативні чинники. Удосконалення та доповнення системи показників, які характеризують стан ґрунту;

Ініціювання на державному рівні створення програм підтримки заходів, спрямованих на організацію процесів відродження ґрунтів, формування лояльної політики в цій сфері.



ДЕРЖАВА І ПИТАННЯ ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТІВ

ТАРАС ВИСОЦЬКИЙ

перший заступник Міністра аграрної
політики та продовольства України

Тарас Висоцький відзначив важливість і актуальність проведення конференції, особливо в сучасних умовах. *“Комплексний підхід бізнесу, науки та держави допоможе впровадити ефективні практики для захисту та відновлення ґрунтів і підібрати відповідні інструменти, які будуть дієвими в напрямку відновлення родючості ґрунтів та сталого природокористування”*. Тарас Висоцький відмітив, що урядом було підтримано ряд ініціатив, серед яких законопроекти в рамках земельної реформи, які регламентують питання консервації земель.

Наразі Міністерство аграрної політики та продовольства України активно продовжує працювати в напрямку залучення коштів від міжнародних партнерів у рамках участі УКРАЇНИ в COP 27. Заступник міністра відмітив важливість консервації земель не тільки для відновлення ґрунтів, а і для зменшення кількості викидів парникових газів у атмосферу. У зв'язку з цим Президент України, подаючи пропозицію щодо зменшення викидів до 2030 року, поставив досить амбітну планку, зазначивши суттєву роль саме земельного блоку у цій проблемі.

Міністерство постійно займається питаннями фінансування і продовжує пошук інвестицій, щоб запровадити консервацію критично деградованих ґрунтів. У зв'язку з повномасштабним вторгненням рф ще більше активізувалися адаптації до директив

СЕКЦІЯ 1

щодо викидів азоту та інших забруднюючих речовин у ґрунти та води, над якими активно працюють науковці, які мають нові ефективні рішення. Разом з цим, українці мають багато нових викликів, що стосуються забруднення, порушення структури ґрунтів та інших ризиків, пов'язаних з війною. Забезпечення моніторингу та здійснення аналізу ґрунтів і впровадження інструментів для вирішення цих проблем потребує значних коштів, саме тому ці питання обговорюються українсько-європейським кластером з представниками Єврокомісії, розглядається участь в ініціативах у рамках спільної аграрної політики «EU Mission: A Soil Deal for Europe». Оскільки шкода, нанесена внаслідок воєнних дій, дуже значна, Міністерство аграрної політики і продовольства України, як державний підрозділ, фіксує всі завдані аграрному сектору збитки, щоб у майбутньому компенсувати збитки й залучити кошти на відновлення нашої екосистеми, агропромислового комплексу і, звичайно, їхньої основи - ґрунтів. Тому робота такої конференції, стратегічного комітету, є дуже актуальною, оскільки пропозиції та інструменти, які будуть запропоновані в ході роботи, зберігатимуть і відновлюватимуть наші землі та будуть профінансовані і стимульовані державою та міжнародними інвестиціями.



ВПЛИВ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ ТА БОЙОВИХ ДІЙ НА СУЧАСНИЙ СТАН ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ, ОЦІНКА ШКОДИ ТА ЗБИТКІВ, ЗАХОДИ З ВІДНОВЛЕННЯ

МАКСИМ СОЛОХА

завідувач лабораторії інструментальних методів досліджень ґрунтів, стандартизації та метрології ННЦ «Інститут ґрунтознавства і агрохімії імені О.Н. Соколовського»,
доктор с.-г. наук

Ґрунтовий покрив України має переважно чорноземний характер, який відомий своєю високою родючістю. До повномасштабного вторгнення РФ на територію нашої держави, площа чорноземів перевищувала 24 млн га, частка українських чорноземів серед європейських становила близько 30%, світових – 9%. Якщо врахувати площу інших «темнозабарвлених ґрунтів», то показник перевищував 30 млн га. Вплив воєнних дій на ґрунтовий покрив України станом на травень 2022 року об'єктивно погіршив ситуацію з ґрунтовим покривом. У зв'язку з цим, після деокупації Харківщини, було створено робочі групи, які почали працювати в різних напрямках наукових досліджень впливу бойових дій на ґрунтовий покрив, серед яких:

Механічна деградація ґрунтів: порушення морфологічної будови профілю ґрунтів; перемішування генетичних горизонтів; посилення неоднорідності ґрунту; поява в ґрунті невластивих включень – чужорідних тіл (осколків, снарядів, мін, ракет, патронів, тощо); порушення ґрунтового покриття внаслідок розриву мін, боєприпасів та утворення вирв, ровів, ям; руйнування ґрунтового покриття та ін.

Ерозійна деградація ґрунтів: активація ерозійних ґрунтових процесів, провокування розвитку ерозій, зсувів.

СЕКЦІЯ 1

Фізична деградація ґрунтів: інтенсивне ущільнення внаслідок руху важкої військової техніки; знеструктурення внаслідок зменшення вмісту агрономічно цінних фракцій тощо.

Хімічна: втрати органічного вуглецю, зміни його якості, втрати поживних елементів; засолення ґрунту; акумуляція важких металів, нафтопродуктів та інших небезпечних забруднювачів унаслідок вибухів боєприпасів; знищення важкої техніки або її переміщення із зони радіоактивного забруднення.

Фізико-хімічна: підкислення та підлужнення ґрунту.

Біологічна: деградація через зміни або втрати в структурі ґрунтової біоти агрономічно корисних угруповань, зниження біохімічної активності ґрунту; біоіндикація хімічного забруднення ґрунтового середовища.

Економічна оцінка збитків, завданих ґрунтам внаслідок впливу воєнних дій на якість ґрунтів та їх продуктивну здатність для сільськогосподарських культур.

Розробка протидеградаційних і рекультиваційних заходів щодо відновлення ґрунтового покриття.

Здійснення польової частини досліджень стало можливим після звільнення земель Харківщини, у процесі роботи фахівці зіштовхнулися з методичними проблемами пробовідбору ґрунтів і розробки нової схеми відбору проб у місцях вибухів боєприпасів. За основу роботи було прийнято серію стандартів ДСТУ ISO 10381, 18400, відбір зразків здійснювали з дна вирв, схилу, бровки та поряд на тих же глибинах. Загалом було відібрано та проаналізовано понад 50 зразків ґрунту та проб води безпосередньо в зоні впливу на ґрунтовий покрив після бойових дій в Харківській області.

Приклади артилерійського та авіаційного впливу на ґрунтовий покрив



Після відбору та аналізу зразків ґрунту було створено їхній депозитарій, оскільки необхідно і надалі продовжувати дослідження та вивчення деградації.

У ході досліджень було встановлено рівень забрудненості ґрунтів важкими металами. Найвищий рівень суцільного забруднення ґрунту в місцях падіння боєприпасів різного калібру відмічається за вмістом кадмію (Cd) і свинцю (Pb). У вирвах від снарядів 120-125-мм калібру коефіцієнти концентрації кадмію складали 4-17 кларків від фону, 82-мм – 4 кларки, 152-155-мм – 2-18 кларків, авіабомб – 5-13 кларків. Відмічено найвищу концентрацію кадмію (Cd) на схилах «авіаворонки», тоді як хрому (Cr) – на її дні. Збільшення рухомих форм свинцю (Pb) було відмічено на рівні 4-22 кларків у місцях розривів 120-125-мм боєприпасів, 2,6-4 кларки – 152-155-мм боєприпасів, 2,7 кларки – 82-мм боєприпасів, 2-11,7 кларки – авіаційних бомб.

Загалом за одержаними даними забруднюючу дію боєприпасів на ґрунти Харківщини щодо важких металів можливо розподілити так:

Авіабомби (вагою 100 кг): $Cd > Pb > Ni > Cr > Cu > Mn$

152-155-мм боєприпаси: $Cd > Pb > Cu$

125-мм боєприпаси: $Pb > Cd > Cr(\text{рідко}) > Ni$ (дуже рідко)

82-мм боєприпаси: $Cu > Pb$

За результатами обчислення сумарного показника забруднення Zс однократний артилерійський постріл 82-мм снарядами викидає на цілі таку кількість важких металів, що за вмістом їх рухомих форм у ґрунтах відповідає допустимому ступеню техногенного забруднення земель; 120-мм снарядами – від допустимого до помірно-небезпечного і небезпечного ступенів забруднення; 152 - 155-мм – допустимому і помірно-небезпечному ступеню забруднення; авіабомби вагою 100 кг – помірно-небезпечному і небезпечному ступеням забруднення.

У місцях розливів дизельного палива вміст важких металів підвищується до помірно-небезпечного рівня, технічних кислот – до надзвичайно небезпечного рівня техногенного забруднення земель.

СЕКЦІЯ 1

Приклади впливу важкої техніки (її уламків) внаслідок підривів та горіння на ґрунтовий покрив



Згідно з результатами аналізу за гранулометричним складом ґрунту встановлено, що в місцях горіння важкої техніки та витоку паливно-мастильної речовини вміст фізичної глини зменшився. На думку науковців, це відбулося за рахунок зцементування агрегатів та утворення навколо них мастильної плівки, яка під дією застосованих реагентів не руйнується. Мастильні речовини можуть також спричинити обволокування плівкою кореневої системи рослин, що унеможливує їх повноцінний розвиток. Таким чином відбувається деградація ґрунтів, які потребують рекультивації за сталим показником ґрунту.

Після проведення польових та інструментальних досліджень ґрунтів на звільнених територіях, наступним етапом було проведення моніторингу окупованих площ дистанційним методом космічної зйомки.

Перелік показників, за якими визначалися хімічне забруднення, ущільнення ґрунтів, знищення біологічного різноманіття мікробіоти, засмічення:

- Площі пожеж – біологічне забруднення ґрунтів;
- Наслідки проходження важкої техніки, будівництва РОП, ВОП (ротні та взводні опорні пункти) – ущільнення ґрунту;
- Вирви від артилерійських та авіаційних ударів великих калібрів – хімічне забруднення ґрунтів;
- Площі крадіжок врожаю;
- Місця розташування артилерійських підрозділів – засмічення ґрунтів.

Перш за все було проведено моніторинг у динаміці та підрахунок площі інтенсивно ущільнених полів внаслідок руху важкої техніки, що показано на наступному рисунку.

ІНТЕНСИВНЕ УЩІЛЬНЕННЯ ТА НАСЛІДОК РУХУ ВАЖКОЇ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ (механічна деградація ґрунтів)

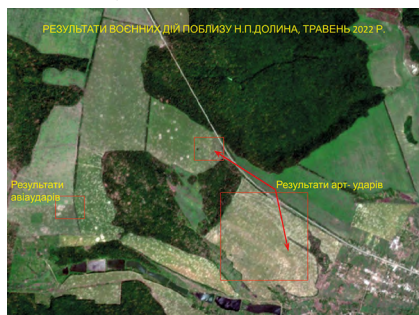


За даними космічної зйомки встановлено факти ущільнення ґрунтового покриття поблизу с.Кутузівка



Перевірочні фото ущільнення ґрунтового покриття поблизу с.Кутузівка, Харківського району, Харківської області.

Також було дистанційно встановлено місця розташування вирв, проведено моніторинг фізичної, хімічної та фізико-хімічної деградації ґрунтів. На наступних знімках представлено результати впливу воєнних дій поблизу населеного пункту Долина на початку інтенсивних бойових дій - у травні та під час активної фази - у серпні 2022 року, зі знімків чітко видно різницю та результати роботи авіа-, арт- ударів та випалені площі.



За результатами аерокосмічного зондування було побудовано карту ґрунтового покриття, який зазнав впливу, у таблиці представлені площі пошкоджених сільськогосподарських земель Харківського району Харківської області з економічною оцінкою.

СЕКЦІЯ 1

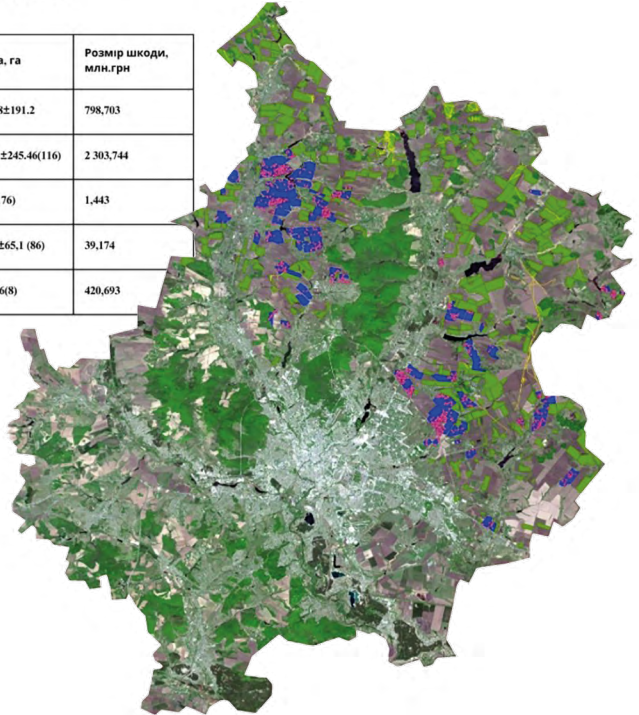
СТАН ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ ХАРКІВСЬКОГО РАЙОНУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ (СТАНOM НА 09.2022 Р.)

Площі пошкоджених
сільськогосподарських земель
Харківського району Харківської області

№ п/п	Види впливу на ґрунтовий покрив	Площа, га	Розмір шкоди, млн.грн
1	Знищені озими (недоотриманий врожай)	20 205,8±191,2	798,703
2	Хімічне забруднення (кількість полів)*	7194,71±245,46(116)	2 303,744
3	Ущільнення земель (кількість доріг)**	572,8 (176)	1,443
4	Спалені площі полів (кількість полів)	1 481,8±65,1 (86)	39,174
5	Засмічені площі (кількість полів)****	696±146(8)	420,693

Умовні позначення:

-  спалені площі полів
-  ідентифіковані вири від арт та авіа ударів
-  польові дороги ворога
-  забруднені площі полів
-  втрачені площі озимих 2022
-  межа адміністративних кордонів



За результатами робіт з даними супутникової зйомки було встановлено наступні можливості ідентифікації космічної зйомки стосовно впливу воєнних дій на ґрунтовий покрив:

Прямі ознаки:

Площі пожеж;

Наслідки проходження важкої техніки, будівництва РОП, ВОП (ротні та взводні опорні пункти);

Вири від артилерійських та авіаційних ударів великих калібрів;

Площі крадіжок врожаю.

Дотичні ознаки:

Приховані місця розташування артилерійських підрозділів;
Приховані РОПи, ВОПи.

Доступне просторове розділення космічного знімку (15 м) не може встановлювати:

Залишки, уламки техніки;

Вирви від артилерійських і авіаударів малих калібрів;
Засмічені території (дотично).

Аерофотозйомка, завдяки просторовому розділенню до 5 см дозволяє встановлювати всі вищезгадані показники впливу на ґрунтовий покрив.

Проблемні питання:

У місцях потрапляння ВМ внаслідок авіа- та арт- обстрілів створено осередки забруднення (переважають свинець, хром, кадмій). Використання цих земель без рекультивації може призвести до спалаху онкозахворювань в найближчі 10-15 років.

Найбільш важкий вплив на ґрунтовий покрив відбувається в місцях підриву військової техніки (фізичний, хімічний, бактеріологічний види впливу). Але ці місця фактично вже втрачено для моніторингу, тому що переважно всю техніку вивозять на ремонт, місця не фіксують. Космічна зйомка внаслідок малого просторового розділення знімку не дозволяє фіксувати ці факти, а цивільна аерофотозйомка заборонена в даний час.

Просте відсіпання ґрунту в місцях вирв призведе тільки до розвитку просідання ґрунту, водної ерозії, вторинного осолонцювання.

Обсяги та площі впливу на ґрунтовий покрив потребують відповідної програми досліджень, адже якщо їх не провести, то не буде змоги:

Вірно оцінити весь об'єм шкоди, завданої с.-г. землям;

Докладно та методично правильно провести аудит на базі норм міжнародного права;

Стягнути відповідні компенсації з РФ.

5. Рекультиваційні досліді слід закладати вже зараз, щоб отримати висновки щодо ефективності проведених дій. Якщо цього не проводити, отримаємо некерований процес повернення землі в с.-г. обіг власникам.

СЕКЦІЯ 1

Загальна економічна шкода, завдана землям та ґрунтам України (1.09.2022 р.)

Згідно з попередніми оцінками, загальна сума шкоди та збитків, завданих землям і ґрунтам України станом на 1.09.2022 р. становила 15,013 млрд дол. США:

Втрати земельного фонду:

орієнтовні витрати на рекультивуацію земель, які були пошкоджені внаслідок бойових дій – 171 млрд грн (близько 4,672 млрд USD) за оцінками ННЦ ІГА;

завдані збитки власникам (землекористувачам) земельних ділянок сільськогосподарського призначення – 2,135 млн USD за оцінками КШЕ;

витрати на відновлення меліоративних площ – 120 млрд грн (близько 4 млрд USD) за оцінками робочої групи «Нова аграрна політика» плану відновлення України; витрати на розмінування – 436 млн USD за оцінкою ДСНС

Шкода, завдана земельним ресурсам і ґрунтам (згідно з розрахунками Оперативного штабу при Держекоінспекції):

шкода, завдана ґрунтам і земельним ділянкам внаслідок забруднення ґрунтів і засмічення земельних ділянок – 138 млрд грн (близько 3,770 млрд USD).



ЕКОЛОГО-АГРОХІМІЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ У ЗОНІ БОЙОВИХ ДІЙ

СВІТЛАНА РОМАНОВА

заступниця генерального директора з
наукової діяльності ДУ «Інститут охорони
ґрунтів України», к. с.-г. н.

Збереження і відновлення родючості ґрунтів є важливою проблемою, яка виникла у зв'язку з недбайливим використанням сільськогосподарських угідь і, на жаль, після початку збройної агресії РФ дане питання стоїть дуже-дуже гостро. На території України є площі сільськогосподарських угідь, які зазнали військового впливу, з порушеною структурою і забруднені важкими металами та нафтопродуктами. Дослідження Інституту охорони ґрунтів України проводяться в напрямку агрохімічних обстежень сільськогосподарських угідь України. На жаль, негативного військового впливу зазнали ґрунти з найкращими агрохімічними характеристиками і достатньо високим еколого-агрохімічним балом.

З огляду на світовий досвід, військові конфлікти суттєво впливають на властивості ґрунту в основному через його певні фізико-хімічні порушення та забруднення, які є особливо небезпечними для ґрунтів сільськогосподарського призначення. Про це свідчать численні публікації щодо впливу бойових дій на властивості ґрунтів, зокрема: під час Хорватської війни (D. Vidosavljevic, 2013; Berhe A., 2006); війни у Перській затоці (Sadiq M., 1992); воєн у Боснії та Герцеговині, Ірані, Кувейті, Північних Маріанських островах та ін. (Tomic, N.T., 2018, Broomandi P., 2017). За підтримки ОБСЄ у 2014 році було проведено дослідження стану ґрунтового покриву зони конфлікту на сході України.

СЕКЦІЯ 1

Встановлено, що вміст важких металів у пробах ґрунту, відібраних на ділянках ведення бойових дій, у більшості випадків перевищував фонове значення в 1,2–12 разів. Систематичне перевищення в 1,1–1,3 рази спостерігалось щодо ртуті, ванадію та кадмію (Denisov, N. et al., 2017; Kravchenko, O., 2014). Найвищий уміст важких металів виявлено в місцях розриву снарядів (Lisova, N., 2017).

Дослідження проводилися в межах земель сільськогосподарських угідь, було використано методики і технології, які застосовують для здійснення агрохімічної паспортизації, до цих параметрів додатково були включені елементи нікелю і заліза. Було відібрано 10 зразків з пошкоджених ділянок Сумського та Охтирського районів Сумської області і для порівняння 10 фонових ділянок з тим же типом ґрунтів на відстані близько 100 метрів.

У роботі представлені дослідження щодо порівняння наявності валових форм важких металів у зразках ґрунтів, відібраних поза зоною впливу бойових дій та у місцях бойових дій, отримані результати порівняно з ГДК. З таблиці видно, що значне перевищення ГДК максимального значення у зоні впливу бойових дій для марганцю становило – понад 2, цинку – понад 3, свинцю – понад 10 та міді – понад 6 разів.

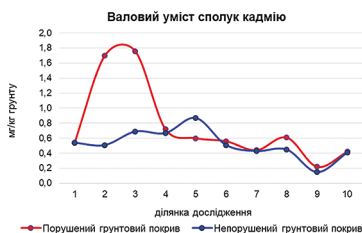
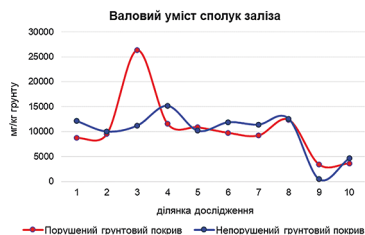
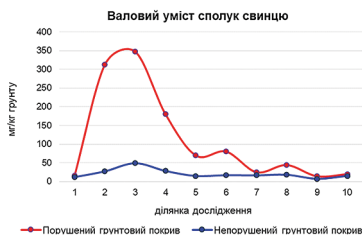
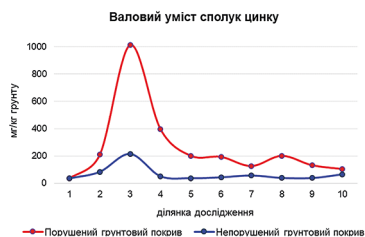
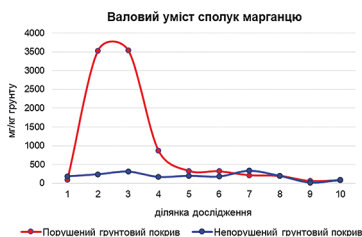
Уміст важких металів (валові форми) у зразках ґрунтів, відібраних у місцях бойових дій Сумського та Охтирського районів Сумської області

Показник	Кількість точок відбору	Уміст важких металів (мг/ кг ґрунту) в точках						ГДК*
		поза зоною впливу бойових дій			у зоні впливу бойових дій			
		мін.	Серед.	Макс.	Мін.	Серед.	Макс.	
Залізо	10	470	9987	15195	3430	10560	26353	-
Марганець	10	21,9	194,4	333,8	62,3	925,4	3545,2	1500
Цинк	10	35,98	67,07	214,86	35,52	261,6	1012,31	300
Свинець	10	7,45	20,63	48,96	14,17	110,88	347,43	32
Кадмій	10	0,15	0,52	0,87	0,22	0,76	1,76	3
Мідь	10	0,79	36,24	177,07	4,50	165,43	610,38	100
Нікель	10	1,74	6,28	8,32	2,50	7,45	23,22	50

***Про затвердження нормативів гранично допустимих концентрацій небезпечних речовин у ґрунтах, а також переліку таких речовин: постанова від 17.12.2021. Урядовий кур'єр. 2021. № 243.**

СВІТЛАНА РОМАНОВА

За здійснення порівняльної оцінки вмісту важких металів у зразках ґрунтів, відібраних у місцях бойових дій та поза їх межами (фоновими показниками) Сумського та Охтирського районів Сумської області відмічено значне перевищення елементів марганцю, цинку, заліза, свинцю, кадмію, міді та нікелю у деяких зразках на порушених ділянках відносно фонових. Зразки №1, 9, та 10 були відібрані в місці падіння авіабомби, решта зразків – з місць горіння військової техніки. За графіками помітно значне збільшення вмісту важких металів у зразках 2-4 та в місцях горіння техніки.



СЕКЦІЯ 1

Також було проведено дослідження на визначення вмісту нафтопродуктів у зразках ґрунтів, відібраних у місцях бойових дій. Згідно з результатами досліджень у зразках 2, 3 відмічено сильне забруднення, зразках 4, 8 – середнє забруднення залишками нафтопродуктів.

Уміст нафтопродуктів у зразках ґрунтів, відібраних у місцях бойових дій Сумського та Охтирського районів Сумської області

Місце відбору		Уміст нафтопродуктів у точках, мг/кг ґрунту	
		поза зоною впливу бойових дій	в зоні впливу бойових дій
Сумський район			
с. Сад	1	35,27	1695,92
с. Косівщина	2	42,04	15282,05
с. Старе село	3	44,25	15476,10
с. Низи	4	41,17	5472,52
с. Верхня Сироватка	5	35,78	900,07
Охтирський район			
с. Боромля	6	35,01	536,69
м. Тростянець	7	44,12	61,88
с. Білка	8	39,53	5046,48
с. Климентове	9	40,49	201,46
м. Охтирка	10	36,26	69,29

**** Незабруднені ґрунти — до 1500 мг/кг**

Слабке забруднення — 1500—5000 мг/кг

Середнє забруднення — 5000—13000 мг/кг

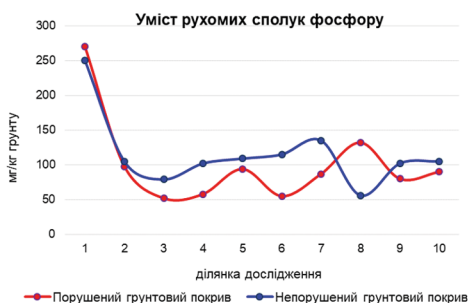
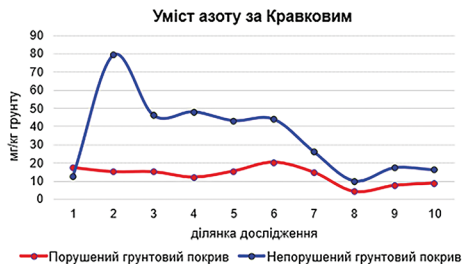
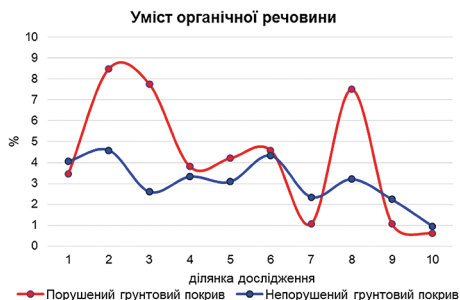
Сильне забруднення — 13000—25000 мг/кг

Дуже сильне забруднення >25000 мг/кг

ТДК (тимчасова допустима концентрація) — 4000 мг/кг

Відповідно до агрохімічної характеристики ґрунтів, відібраних у місцях бойових дій Сумського та Охтирського районів Сумської області, відмічено зменшення вмісту азоту та сполук фосфору. Щодо вмісту органічної речовини, спостерігалось підвищення показника, спричинене наявністю продуктів горіння, залишками нафтопродуктів.

СВІТЛАНА РОМАНОВА



Проведено оцінку порушених та непорушених ділянок і встановлено значне зменшення еколого-агрохімічного балу, для прикладу, еколого-агрохімічний бал зразка № 2 непорушеного ґрунту становив 42 (середня якість ґрунтів), тоді як у порушеному він знизився до 12 (малопродатні ґрунти). Таким чином, вплив військових дій на ґрунти є дуже болючим питанням, оскільки як наслідок ми спостерігаємо знищення українських родючих ґрунтів.

Графічна візуалізація даних дослідження вмісту азоту, фосфору та органічної речовини свідчить про те, що ступінь порушень перших трьох ділянок більш значний у порівнянні із останніми дослідженими ділянками. Ступінь забруднення цих ділянок дуже значний і корелює зі значеннями органічної речовини (перш за все із вуглецем), підвищений вміст якої є наслідком пожеж. Щодо значень агрохімічних показників, які характеризують родючість (перш за все азот і фосфор), вони нижчі на порушених землях, що є наслідком пошкодження і перегортання генетичних горизонтів ґрунту.

СЕКЦІЯ 1

Значне – багатократне перевищення вмісту марганцю, цинку, свинцю, міді та нікелю у порушених ґрунтах перших ділянок не можна вважати наслідком перегортання генетичних горизонтів, тобто перегортання ілювіальних вимивних зон, оскільки значення дуже великі. Відповідне перевищення є наслідком сторонньої інжекції складної природи військових дій. З метою недопущення негативних наслідків для організму людини необхідно проводити ретельний моніторинг площ ґрунтів, пошкоджених та забруднених у результаті бойових дій, що дозволить своєчасно вживати заходів для їх відтворення та рекультивації, а також встановити межі забруднених ділянок з метою їх відновлення.

Процес моніторингу стану ґрунтів проводиться наступним чином:

Відбір ґрунтових проб;

Лабораторний аналіз ґрунтових зразків (визначення агрохімічних показників та токсикантів);

Встановлення меж забруднених ділянок;

Внесення даних та меж забруднених ділянок в картографічні матеріали;

Надання консультацій агровиробникам щодо реабілітації та відтворення ґрунтового покриву на пошкоджених ділянках.

Методи поліпшення ґрунтів





ІНІЦІАТИВИ ФАО ЩОДО ПОСИЛЕННЯ КЛІМАТИЧНИХ ЗАХОДІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ ТА ЗАХИСТІ ҐРУНТІВ В УКРАЇНІ

ТАНЯ САНТІВАНЕЗ

координаторка регіональної ініціативи Продовольчої та сільськогосподарської організації (ФАО)

ОЛЕКСАНДР ЖУРАВЕЛЬ

національний координатор проєкту ФАО-ГЕФ

Природні катаклізми є основою, що підриває сільськогосподарське виробництво. Як відомо, сільське господарство задовольняє потребу людей у продовольстві, що є дуже важливою складовою життєдіяльності, але з іншого боку, через інтенсивність виробництва збільшується кількість викидів газів, близько 30% вихлопних газів, які потрапляють до атмосфери, є результатом сільськогосподарської діяльності. Такі викиди впливають на зміну клімату, а зміна клімату, зі свого боку, безпосередньо впливає на екосистеми, ґрунти та сільське господарство.

Агропродовольчі системи та зміна клімату



- Трансформація має вирішальне значення для досягнення продовольчої безпеки для всіх.
- Містить шляхи вирішення глобальної кліматичної кризи

СЕКЦІЯ 1

У зв'язку з цим, виникає потреба у впровадженні нових стратегій ФАО щодо зміни клімату:

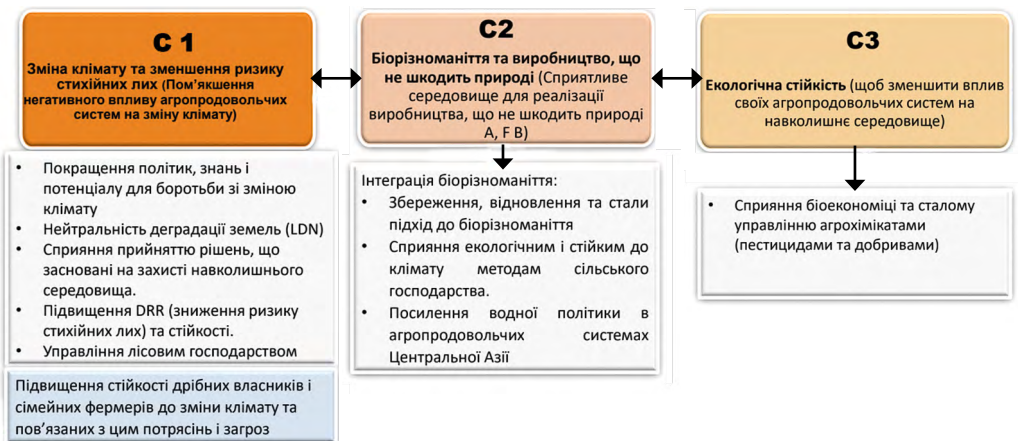
Доступ до фінансових ресурсів, який має вирішальне значення для реагування на зміну клімату;

Підтримка країн у доступі до екологічних і кліматичних джерел фінансування: Зелений кліматичний фонд ООН (ЗКФ), Глобальний екологічний фонд (ГЕФ), Фонд адаптації тощо.

ФАО співпрацює з Україною як на регіональному, так і на глобальному рівнях, а також надає підтримку 17 країнам світу. Наразі реалізується регіональна програма «Стале управління природними ресурсами та збереження біорізноманіття в умовах зміни клімату», основною метою якої є забезпечення країн стратегіями, механізмами та політичними рекомендаціями для розв'язання проблем, пов'язаних зі зміною клімату, управлінням природними ресурсами, підтримкою біорізноманіття та екологічної стійкості, переходом до агропродовольчих систем, що є більш сталими та стійкими до зміни клімату.

Робота програми ґрунтується на трьох компонентах:

- 1) Зміна клімату та зменшення ризику стихійних лих;
- 2) Біорізноманіття та виробництво, що не шкодить природі;
- 3) Екологічна стійкість.



Т. САНТІВАНЕЗ, О. ЖУРАВЕЛЬ

У першому компоненті особлива увага приділяється регіональній ініціативі №3 – Забезпечення нейтрального рівня деградації ґрунтів (LDN).



Земля – це основний ресурс і капітал, який забезпечує людство їжею, але через зміну клімату, урбанізацію, недбайливе поводження, відстежується інтенсивність деградації ґрунтів. Зміна клімату посилює деградацію земель (ерозію ґрунту, дефіцит вологи). Зазначається, що 29 відсотків земель регіону зазнали значне зниження продуктивності за останні 20 років. Деградація ґрунтів є рушійною силою зміни клімату через викиди парникових газів і зменшення поглинання вуглецю. Для ефективного зменшення процесу деградації ґрунтів Регіональний офіс активно підтримує країни, які займаються відновленням родючості ґрунтів через надання необхідної інформації, даних та необхідних інструментів. Регіональним офісом ФАО розроблена система підтримки прийняття рішень пов'язаних з LDN для регіону. Програмне забезпечення дозволяє легко візуалізувати та порівнювати різні показники щодо зміни ґрунтового покриву в різних регіонах на картах.

Також програми надають рекомендації та статус нейтральності деградації ґрунтів для 17 країн з різних регіонів, до яких належить Україна. В основі цієї ініціативи стоять завдання спрямовані на відновлення ґрунтів або забезпечення припинення їхньої деградації.

СЕКЦІЯ 1

Починаючи з 2018 року до червня 2023 ФАО реалізовувала в Україні проєкт, який мав на меті розробку ефективної системи моніторингу нейтрального рівня деградації ґрунтів. Проєкт реалізовувався в співпраці з партнерами ФАО, Інститутом охорони ґрунтів України, Інститутом ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського та Інститутом водних проблем та меліорації Національної академії аграрних наук (НААН) України, які є членами Українського ґрунтового партнерства. У межах проєкту було розроблено: план дій щодо реалізації Стратегії нейтрального рівня деградації ґрунтів; рекомендації щодо вдосконалення національного законодавства про землеволодіння; метадані для бази даних профілю та агрохімії ґрунту, цифрові карти ґрунтів та виготовлено агрохімічні паспорти ґрунтів для подальшого картографування; профіль проєкту для розширення практик ґрунтозахисного землеробства (СА) в басейні річки Дністер; нанесено на карту занедбані землі та ліси в масиві Бишівської та Дмитрівської сільських громад; створено комплексні карти управління земельними ресурсами, що також включають полезахисні лісосмуги; визначено потенціал земельних ресурсів Краснокутської та Роганської об'єднаних територіальних громад; створено Польові школи фермера з метою сприяння впровадження практик СА в різних регіонах України.

В межах Програми розвитку потенціалу за технологією No-Till, що базується на найкращих практиках СА було розроблено методологічний підхід до моніторингу системи управління земельними ресурсами (СУЗР), включаючи моніторинг органічного вуглецю в ґрунті та його узгодженість з міжнародними стандартами; сформовано збірку кращих практик СА; підготовано два розділи підручника – «Управління залишками врожаю», «Покривні культури як основні елементи систем No-till та Strip-till»; продемонстровано методи покращення заходів відновлення та багатоцільового управління захисними смугами; результати апробовано в міжнародних журналах, записані анімаційні відео та проведено на цю тему вебінари, трансляції на національному телебаченні та радіо з метою інформування суспільства щодо проблеми та шляхів її вирішення.

Нові заходи

Розробка бізнес-моделі використання еколого-економічного потенціалу полезахисних, самозаліснених та інших неокультурених (занедбаних) природних територій.

Рекомендації щодо розробки карти поглинання вуглецю за різними сценаріями землеустрою.

Створення цифрової карти ґрунтів Запорізької області з географічною прив'язкою як до національної класифікації ґрунтів, так і до міжнародної системи WRB2014.

Проведення пілотного тестування системи моніторингу LDN.

Інтерактивні навчальні онлайн-курси на основі розробленого посібника з No-till та Strip-till.

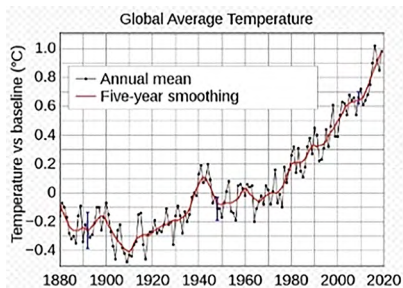


РОЗРАХУНОК ВУГЛЕЦЕВОГО СЛІДУ В ПРОДУКЦІЇ ПРИ РІЗНИХ МЕТОДАХ ЗЕМЛЕРОБСТВА

МИКОЛА БИКОВ

Національний експерт ФАО з питань ґрунтозберігаючого землеробства

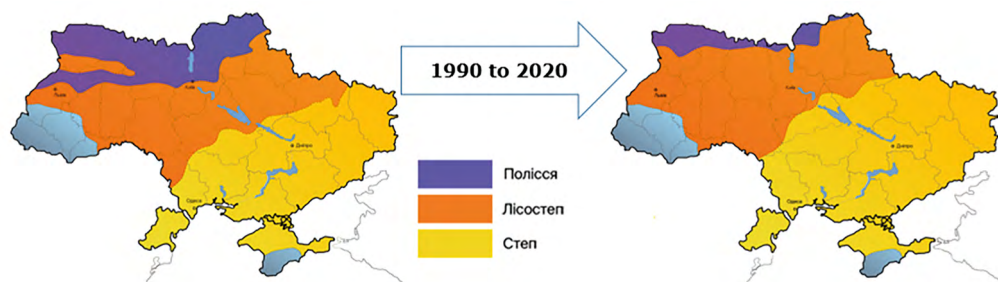
Всім відомий той факт, що Земля нагрівається, прослідковується постійне підвищення температури, спричинене стрімкою урбанізацією, антропогенним впливом та природним фоном. Спостерігається значне зростання температури повітря у ХХ столітті. Відмічено особливо інтенсивний ріст температур з 1960 року, який пов'язаний з початком інтенсивного розвитку світової економіки, впровадженням нових технологій, запуску заводів, виробництвом машин, газифікацією, вирубкою лісів тощо, тобто людство почало використовувати наукові досягнення для покращення свого життя, водночас спричиняючи зміни клімату.



Внаслідок діяльності людини в атмосфері збільшилась кількість парникових газів, що призвело до посилення радіаційного впливу від CO₂, метану, тропосферного озону, фреонів та оксиду азоту (N₂O), тому необхідно розробляти різні технології, застосовувати методи для зменшення викидів і збереження клімату.

За останні 30 років прослідковуються зміни кліматичних зон України на 100 км на північ, спостерігається збільшення Степової зони, зміщення Лісостепової і, як наслідок, зменшення зони Полісся, у цьому є як позитивні, так і негативні тенденції.

СЕКЦІЯ 1



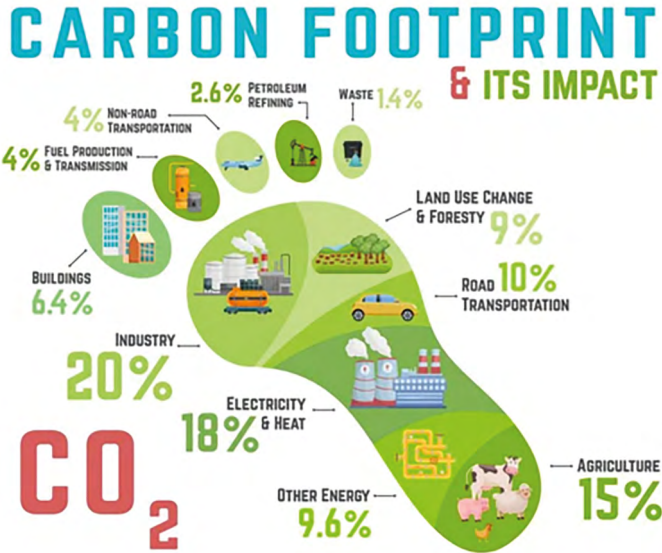
Позитивні полягають у тому, що зона Полісся стає більш придатною для вирощування сільськогосподарських культур, збільшується період вегетації в цій зоні, але в той же час у нас збільшується зона ризикованого землеробства через збільшення степової зони, а саме сухого степу, де сільськогосподарська діяльність може бути на грані ризикованої або зовсім непридатної для ведення господарства. І згідно з прогнозами щодо майбутнього ведення сільського господарства протягом 20 років, деякі з них показують, що частина земель України, зокрема, на півдні, можуть бути непридатними для ведення бізнесу, орієнтованого на агровиробництво. Саме тому потрібно працювати в напрямку контролю кліматичних змін, збереження земель і навколишнього середовища в цілому, щоб наша країна й надалі зберігала статус великого агровиробника. Очікується, що глобальна температура зросте на 4°C , але за допомогою рішучих пом'якшувальних заходів її можна буде утримувати в межах $1,5\text{--}2^{\circ}\text{C}$.

Європейська комісія 4 березня 2020 року офіційно представила проєкт кліматичного законодавства (Європейський закон про клімат — The European Climate Law), метою якого є досягнення Європою вуглецевої (кліматичної) нейтральності до 2050 року.

Ці практики необхідні усьому світу й Україні для збереження клімату планети. Кожен сектор економіки в результаті функціонування викидає певну кількість CO_2 . Згідно з рисунком, 15% вуглецевих викидів спостерігається як наслідок діяльності сільського господарства, але сумарні викиди агровиробництва складають 26 %, оскільки вони включають в себе:

СЕКЦІЯ 1

Технологічні викиди;
Логістичні викиди;
Виробництво добрив, пестицидів тощо;
Викиди від відходів;
Викиди від тваринництва.



Для зменшення вуглецевих викидів в агросекторі потрібно:

Зменшити вуглецевий слід продукції (Carbon Footprint);
Збільшувати секвестрацію - захоплення та зберігання атмосферного вуглекислого газу (Carbon sequestration).

Підрахунок секвестрації можна здійснювати за методиками, поданими у стандартах: Verified Carbon Standard, CFA, Indago, Gold standart.



У роботі наведені практичні кейси різних агротехнологій по секвестрації вуглецю. На сайті <https://coolfarmtool.org> було зареєстровано дві компанії, органічну та неорганічну, і з їхнього дозволу прораховано вплив агротехнологій на секвестрацію вуглецю. На наступному етапі розробили моделі зміни

секвестрації вуглецю залежно від технології обробітку на основі господарства (однієї компанії) Київської області. На дослідних полях вирощувалася соя.

У першій моделі застосовувалася технологія Mini-Till, яка не змінювалася протягом 5 років, без висіву покривних культур. З отриманих результатів чітко прораховувався вуглецевий слід, а саме:

З 1 гектара – викиди 566 кг,

Зі 100 га – викиди 56,63 тонн,

На 1 тонну сої – 189 кг.

Общие выбросы	Выбросы на гектар	Выбросы на тонна
56,63 кг CO ₂ e	566,31 кг CO ₂ e	188,77 кг CO ₂ e



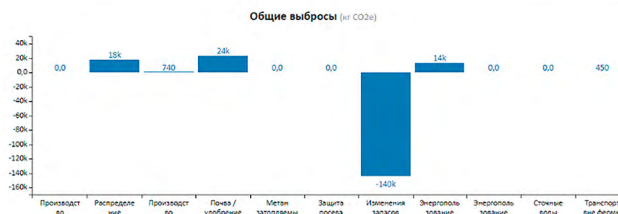
Друга модель - технологія Mini-Till, яка була змінена від технології оранки до мінімальної і було впроваджено покривні культури 100%. Згідно з отриманими результатами видно, що така технологія дозволяє секвеструвати вуглець і вже є позитивна динаміка:

З 1 гектара - секвес. 868,47 кг,

Зі 100 га – секвес. 86,85 тон,

На 1 тонну сої – секвес. 289 кг.

Общие выбросы	Выбросы на гектар	Выбросы на тонна
-86,85 кг CO ₂ e	-868,47 кг CO ₂ e	-289,49 кг CO ₂ e



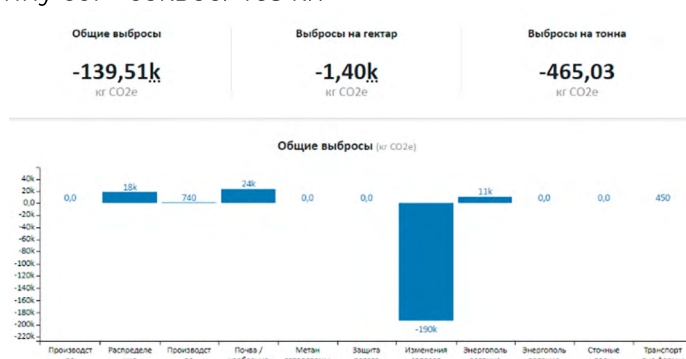
СЕКЦІЯ 1

Третя модель була створена штучно і включала: технологію No-Till, яка змінювалася, висів покривних культур 100%. За такої технології було відмічено збільшення секвестрації вуглецю:

3 гектара – секвес. 1,4 тон,

3 100 га – секвес. 139,5 тонн,

На 1 тунну сої – секвес. 465 кг.



Отримання таких результатів говорить про те, що аграрії можуть впливати на кількість викидів вуглецю та його секвестрацію, що є дуже важливим на сьогодні завданням, а також можуть приймати участь у карбонових проєктах і використовувати «технології негативних викидів», які виводять CO₂ з повітря та безпечно збільшують уловлення і зберігання значної частки загальних викидів.

СЕКЦІЯ 2

сучасні методи визначення
здоров'я ґрунту



ЩО ТАКЕ ЗДОРОВ'Я ҐРУНТУ ТА ЯК ЙОГО ВИЗНАЧИТИ ?

СВІТЛАНА КОРСУН

виконавчий директор ТОВ «Інститут
прикладної біотехнології»

Питання здоров'я ґрунту та методів його визначення є складним та багатограним, але насправді відповідь на нього лежить на поверхні.

Основоположник ґрунтознавства В.В. Докучаєв визначив ґрунт як природно-історичне тіло, що утворюється під впливом клімату та живих організмів із геологічних порід. В.І. Вернадський охарактеризував ґрунт як біокосний елемент екосистеми, де головним є жива біологічна складова, яка і робить ґрунт ґрунтом.

Що ж являє собою ґрунт?

Кожний з нас тримає в руках грудочку ґрунту. І можемо стверджувати, що в ґрунті присутні всі три відомі нам фази: тверда, рідка, газоподібна. Їх поєднання також визначає стан ґрунту. Беззаперечно, що в ґрунті присутня мінеральна складова і органічна, яка представлена як відмерлою органікою в т. ч. гумусом, так і живими організмами, які визначають увесь перебіг біохімічних процесів.

Якщо схематично розглянути первинну структурну одиницю ґрунту – мікроагрегат менше 0,25 мм, можна сказати, що це кварц (SiO_2) вкритий зверху півтораокислами Fe, Al, Si. На поверхні цього агрегату фізично, фізико-хімічно закріпились часточки

СЕКЦІЯ 2

пилу та мулу обгорнуті органічною речовиною, яка і є продуктом діяльності ґрунтових мікроорганізмів – гумусовими речовинами.

Між цими складовими є вільні проміжки, заповнені вологою – ґрунтовим розчином, що містить у собі біогенні елементи, а також токсичні речовини, та повітрям, що збагачене газоподібними сполуками, які утворюються внаслідок діяльності мікроорганізмів. Адже саме тут дім ґрунтової мікробіоти. Такі мікроагрегати об'єднуються між собою і залежно від вмісту гумусу та інших умов формують структуру ґрунту – крупні агрегати. Тобто, якщо мова йде про здоров'я ґрунту, то ми повинні отримати інформацію про всі ці складові ґрунту і їхній взаємозв'язок.

В.І.Вернадський визначив ґрунт як біокосний елемент екосистеми



Чи є такий інтегральний показник, який дасть відповідь на питання про стан ґрунту, про природну нормальність процесів, які відбуваються в ґрунті?

Так, такий показник є. Це, перш за все, стан фітоценозу і його продуктивність, які формуються на цьому ґрунті. В агроценозах інтегральним показником стану ґрунту (здоров'я, родючості) є урожайність сільськогосподарських культур та якість основної продукції. Урожайність залежить від показників фізичного, хімічного, фізико-хімічного і біологічного стану ґрунтів, ці показники міцно пов'язані між собою і зміна в одній ланці обов'язково вплине на інші показники, тому власне цей комплекс характеристик і визначає здоров'я ґрунту.

СЕКЦІЯ 2

Які з цих показників є основними?

Якщо розглядати агроценози, то достатньо чітко характеризує ґрунтовий покрив група показників, які входять до агрохімічного паспорту земельної ділянки. Це офіційний документ, який прийнятий в нашій країні у 2011 році, згідно якого ДУ «Держґрунтохорона» веде моніторинг ґрунтів усієї України. До паспорту включено основні фізичні, хімічні, фізико-хімічні, агрохімічні показники і токсикологічні характеристики, які максимально лаконічно характеризують ґрунти. Для оцінки показників, які наведено в паспорті розроблено нормативи, які викладено у ДСТУ 4362:2004 «Якість ґрунтів». Стандарт стосується саме ґрунтів України і адаптований до методик аналізу ґрунтів, які також стандартизовані в Україні. Але в Паспорті з показників, які характеризують біологічну складову ґрунту, його живу органіку є лише нітрифікаційна здатність.

Показники, що входять до агрохімічного паспорту

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

- Глибина гумусного горизонту.
- Гранулометричний склад ґрунту: фізична глина і мул.
- Щільність ґрунту.
- Максимально можливий запас продуктивної вологи в шарі 0-100 см, мм

ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

- Вміст елементів живлення: гідролізованого азоту та **нітрифікаційної здатності**, рухомих сполук фосфору, калію, сірки.
- Вміст рухомих форм мікроелементів: бору, молібдену, марганцю, кобальту, міді, цинку.

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

- Кислотність: гідролітична, обмінна, активна
- Сума увібраних основ (Ca+Mg)
- Тип засолення. Ступінь засолення (при $pH > 7,0$).
- Вміст у ґрунті гумусу.

ЗАБРУДНЕННЯ

- Вміст рухомих форм кадмію, свинцю, ртуті.
- Залишки пестицидів :
дихлордифенілтрихлоретан і його, метаболіти
гексахлоран
- Щільність забруднення: цезієм-137; стронцієм-90.

Чому ж так вузько?

Тому що негативні зміни у мікробіомі ґрунту не відразу видно за станом рослин, характеристики мікробіому мінливі, непрості у трактуванні і директивно не визначають урожай. Ми схаменемось, коли масово починаються хвороби рослин, втрати гумусу і відповідне погіршення фізико-хімічних і фізичних показників, умов росту і розвитку рослин, які визначаються ґрунтом.

То агрохімічний паспорт про здоров'я чи ні?

Ні, це про агрохімічний стан ґрунту, про агрохімічний потенціал отримання урожаю. Якщо про здоров'я, то необхідно більше уваги приділяти мікробіоті ґрунту. Адже завдяки саме їй і утворився ґрунт, як стверджували Вернадський та Докучаєв. Але чи доцільно характеризувати здоров'я ґрунту аналізуючи лише біологічну складову, не беручи до уваги показники наведені в агрохімічному паспорті? Також ні, необхідно розглядати все в комплексі: фізичні, фізико-хімічні, хімічні і біологічні показники стану ґрунту. Саме такий підхід дозволяє всебічно охарактеризувати ґрунт як компонент агробіогеоценозу, визначити його здоров'я і шляхи поліпшення ситуації.

Вивченням питань: **«Які з біологічних показників потрібно визначати? Як пов'язати їх зміну з іншими характеристиками ґрунту?»** займаються спеціалісти, науковці в БТУ-ЦЕНТР та в Інституті прикладної біотехнології.

Принцип оцінювання стану ґрунту в БТУ-ЦЕНТР

Фахівці вважають необхідним встановлення чисельності основних фізіологічних груп мікроорганізмів, що дозволить потім виявити спрямованість біохімічних процесів в ґрунті. Це групи бактерій:

Оліготрофи,

Педотрофи,

Мікроорганізми, які використовують сполуки азоту,

Олігонітрофіли,

Azotobacter.

Про спрямованість біохімічних процесів можна робити висновки на основі коефіцієнтів, які розраховуються як співвідношення окремих груп мікроорганізмів. Окремо досліджуються Мікроміцети (гриби), які умовно поділяються на сапротрофи та ті, що є патогенними у агроценозах. На перспективу освоюються показники ферментативної активності і аналіз мікробіому.

СЕКЦІЯ 2

АГРОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ

- Реакція середовища (рН)
- Гумус
- Рухомі форми фосфору і калію
- Гідролізований азот
- Мінеральний азот (нітратний, амонійний)

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ДОСЛІДЖЕНЬ:

ферментативна активність

аналіз мікробіому

ОСНОВНІ ФІЗІОЛОГІЧНІ ГРУПИ МІКРООРГАНІЗМІВ

- Оліготрофи
- Педотрофи
- Мікроорганізми, які використовують сполуки азоту:
 - мінеральні
 - органічні
- Azotobacter

КОЕФІЦІЄНТИ

- $K_{\text{ТОР}}$ - трансформації органічної речовини
- $K_{\text{М-І}}$ - мінералізації іммобілізації
- $K_{\text{П}}$ - педотрофності
- $K_{\text{О}}$ - оліготрофності

МІКРОМІЦЕТИ ҐРУНТУ (родовий склад)

- Сапротрофи
- Патогени

Важливо нагадати, що якщо для фізичних, хімічних, фізико-хімічних показників є нормативи, визначені стандартом, за яким можна оцінити показник, то стосовно біологічних чіткі градації відсутні, бо жива система швидко реагує на будь-які зміни в довкіллі. Тому фахівці БТУ-ЦЕНТР та Інституту прикладної біотехнології пропонують більше уваги звертати на відносні величини – Коефіцієнти, які відображають співвідношення різних груп і відповідно тенденції розвитку біохімічних процесів.

Зрозуміло, що зміни у мікробному ценозі найшвидше позначаються на агрохімічних і фізико-хімічних властивостях ґрунту, що можна продемонструвати на реальному прикладі. Досліджували 2 проби, які були надіслані замовником. Отримано результат аналізу ґрунту, який виконано в пробах, відібраних перед застосуванням біопрепарату Граундфікс і пізніше, у строк, визначений замовником – у серпні. За тенденціями зміни агрохімічних показників можна стверджувати, що препарат – РК-мобілізатор спрацював, оскільки було відмічено зростання кількості фосфору і калію, також, на високому рівні залишається вміст азоту в ґрунті. Така тенденція забезпечена високою чисельністю мікроорганізмів, які трансформують органічні сполуки, сприяючи як деструкції легкої органіки рослинних решток, так і синтезу гумусових речовин, що буде підтверджено наступними результатами аналізу.

ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ АНАЛІЗУ

АГРОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ

Ґрунт	Обмінна кислотність, рН	Уміст гумусу, %	Гідролізований азот	Мінеральний азот	Рухомий фосфор, P_2O_5	Рухомий калій, K_2O
До внесення Граундфікс	5,1	5,81	204,4	19,7	33,5	192,5
	слабокислі	дуже високий уміст	високий уміст	високий уміст	низький уміст	дуже високий уміст
Після внесення Граундфікс	5,4	6,65	207,2	22,4	50,0	230,0
	слабокислі	дуже високий уміст	високий уміст	високий уміст	низький уміст	дуже високий уміст

Було відмічено незначну зміну кислотності ґрунту, такий процес може відбуватись під впливом бактерій препарату, які вивільняючи фосфор з нерозчинного фосфату кальцію, сприяють підвищенню рухомості кальцію і зміні рН. За результатами проведеного агрохімічного аналізу родючості ґрунту власнику земельної ділянки рекомендовано внести фосфорні добрива, бо забезпеченість цим елементом дуже низька і очевидно, що резерви вже використано.

Згідно спостережень за зміною чисельності мікроорганізмів в таксономічних групах, відмічено, що кількість бактерій має тенденцію до зростання, грибів – до зниження.

Що ж відбувається з грибами?

Серед патогенів було виявлено лише представники роду *Fusarium*, кількість яких, після застосування препарату знизилась майже в 4 рази. Сапротрофів також поменшало, але важливо, що розширилось біорізноманіття і активізувалась Триходерма – потужний антогоніст патогенних грибів.

ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ АНАЛІЗУ

ЧИСЕЛЬНІСТЬ МІКРООРГАНІЗМІВ ТАКСОНОМІЧНИХ ГРУП

Зміст варіанту	Загальна кількість мікроорганізмів таксономічних груп		
	Бактерії, млн КУО/г ґрунту	Мікроміцети, тис. КУО/г ґрунту	Актиноміцети, млн КУО/г ґрунту
До внесення Граундфікс	43,2	113,3	1,4
Після внесення Граундфікс	59,5	46,7	1,5

СЕКЦІЯ 2

КІЛЬКІСНИЙ СКЛАД ҐРУНТОВИХ МІКРОМІЦЕТІВ

Зміст варіанту	Всього, тис. КУО/г грунту	Патогени		Сапротрофи						
		тис. КУО/г грунту	%	тис. КУО/г грунту	%	із родів				
						<i>Penicillium</i>	<i>Rhizopus</i>	<i>Mortierella</i>	<i>Mucor</i>	<i>Trichoderma</i>
До внесення Граундфікс	113,3	18,2	16,1	95,1	83,9	74,2	9,7	-	-	-
Після внесення Граундфікс	46,7	4,7	10,0	42,0	90,0	55	5	10	5	15

Далі розраховували коефіцієнти спрямованості мікробіологічних процесів.

Співвідношення між мікроорганізмами, які використовують мінеральний азот і тими, що використовують органічний азот, характеризується коефіцієнтом Км-і, він був нижчим одиниці і далі знижувався. Такі дані свідчать про позитивні процеси переважання синтезу над деструкцією і ці процеси посилювалися.

Коефіцієнт педотрофності (Кп), який відображає співвідношення між педотрофами та мікроорганізмами, що мінералізують органічні сполуки, зростав у часі. Це свідчить про збагачення ґрунту рухомими органічними речовинами, підсилення деструкції органічних решток та їх гуміфікації.

Прослідковувалося зниження коефіцієнту оліготрофності (Ко) – що є відношенням оліготрофів до тих мікробів, що живляться органічним азотом. Такі дані свідчать про забезпеченість ґрунту легкозасвоюваними поживними речовинами, тобто агрохімічні показники покращуються. Але в обох випадках коефіцієнт більше одиниці, і мікробіологи вважають, що це сигнал до можливої активізації деградаційних процесів, тому потрібно контролювати ситуацію.

Коефіцієнт Ктор характеризує трансформацію органічної речовини. При його розрахунку використовують кількість мікроорганізмів, що споживають мінеральний і органічний азот. Зростання цього показника свідчить про пришвидшення процесів трансформації органічної речовини і це є позитивною тенденцією. Важливо, що в ґрунті зростала кількість бактерій роду *Azotobacter*, які є індикатором родючості ґрунту.

ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ АНАЛІЗУ

ЧИСЕЛЬНІСТЬ МІКРООРГАНІЗМІВ ОСНОВНИХ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ГРУП У ҐРУНТІ

Група мікроорганізмів		Чисельність мікроорганізмів, млн КУО/г ґрунту	
		до внесення Граундфіксу	після внесення Граундфіксу
Оліготрофи		92,8	100,4
Педотрофи		44,8	70,9
Мікроорганізми, які використовують сполуки азоту	мінеральні	17,6	20,0
	органічні	41,2	58,5
Олігонітрофіли		36,4	48
<i>Azotobacter</i>		1,4	3,3

КОЕФІЦІЄНТИ СПРЯМОВАНOSTІ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ҐРУНТІ

Коефіцієнти	Показник коефіцієнтів	
	до внесення Граундфіксу	після внесення Граундфіксу
мінералізації-імобілізації (Км-і)	0,43	0,34
педотрофності (Кп)	1,09	1,21
оліготрофності (Ко)	2,25	1,72
мікробної трансформації органічної речовини (Ктор)	137,6	229,6

Ось такі важливі акценти було встановлено з допомогою аналізу стану живої біоти в ґрунті. Загалом внесення препарату Граундфікс сприяло покращенню якості ґрунту, зростанню чисельності мікроорганізмів агрономічно цінних груп, інтенсифікації мікробіологічних процесів та їхньому позитивному спрямуванню, зменшенню кількості патогенних грибів, чіткій тенденції до підвищення вмісту рухомих сполук біогенів в ґрунті та поліпшенню його фізико-хімічних властивостей. Турбота про здоров'я ґрунтів є важливим вектором свідомого відношення до довкілля. Адже за стан ґрунтів, які людство взяло у тимчасове користування у наступних покоління, ми несемо велику відповідальність, і це підтверджується словами 32-го президента США: **«Нація, що знищує свої ґрунти, знищує сама себе».**



МЕТОДИ ТА МЕТРИКИ ОЦІНКИ ЗДОРОВ'Я ҐРУНТУ

ЮРГЕН ШВАРЦЕНШТЕЙНЕР
Farmtastic Consulting GmbH

Farmtastic Consulting GmbH – це консультаційна компанія з глобального сільського господарства та розумного землеробства, яка працює в Німеччині, Австрії, Угорщині, Литві, Латвії, 4-ох країнах Африки. Також у компанії є власна ферма (близько 1000 га), яка обробляється і належить власникам упродовж 200 років.

До сфер компетенцій компанії відносяться:

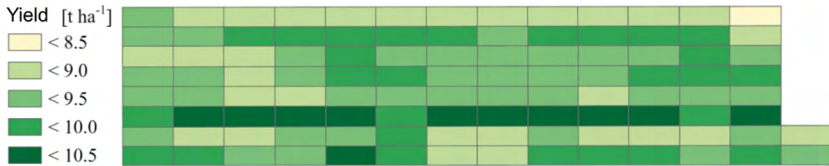
- 1) консультування з питань аграрного бізнесу та рослинництва;
- 2) впровадження рішень для розумного землеробства;
- 3) відбір проб ґрунту для здійснення оцінки стану ґрунтів, планування внесення добрив таким чином, щоб зберегти ґрунти для наступних поколінь.

Ці три компетенції є дуже важливими для екологічно безпечного та ефективного ведення сільського господарства. Виклики, які стоять перед світовою спільнотою, полягають у необхідності збереження здорових ґрунтів, щоб отримувати здорові врожаї, і як результат - забезпечувати здоров'я споживачів (тварин/людей), а також знижувати викиди парникових газів.

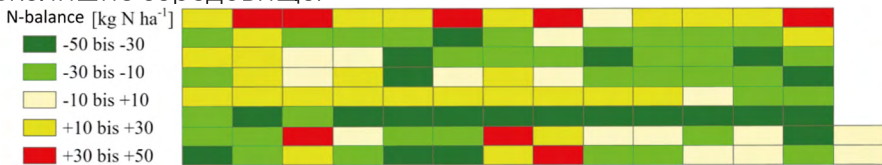
За останні 12 років було проведено дослідження та встановлено залежність урожайності сільськогосподарських культур на прикладі пшениці, за однорідного удобрення поля від стану ґрунту, його текстури, вмісту гумусу, вологості, доступності поживних речовин

СЕКЦІЯ 2

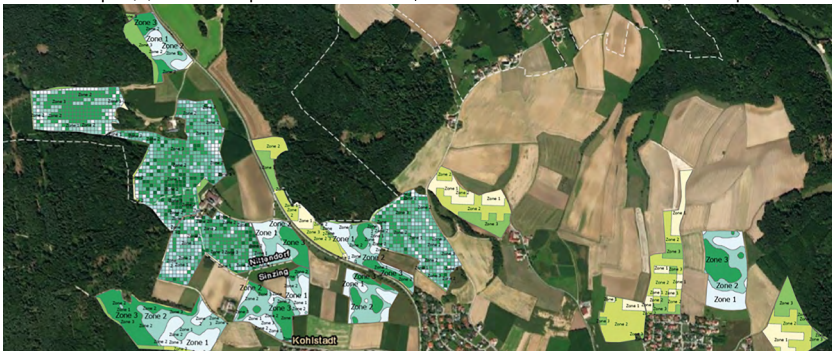
та інших факторів. На дослідних ділянках врожайність змінювалася від 5 до 10 т/га і це є великою розбіжністю.



Тому, наступним кроком було визначення N-балансу за однорідного внесення добрив. Згідно з отриманими результатами, у деяких районах спостерігався дефіцит азоту, тоді як в інших - значний надлишок порівняно до внесених концентрацій. Такий результат є дуже небезпечним для ґрунтів та ґрунтової біоти, оскільки якщо норма внесення азоту буде збільшуватися, залежно від культури, то і його накопичення теж зростатиме, що токсично впливатиме на навколишнє середовище.



У продовження проведених досліджень, фахівцями та партнерами компанії Farmtastic Consulting GmbH було проведено роботу над встановленням оптимальних зон для вирощування сільськогосподарської продукції. Для цього було визначено зони з меншою урожайністю і зони з високою урожайністю відповідно до супутникового знімку. На карті видно ділянки різного забарвлення, які були описано: зона 1 – це зона з низькою врожайністю, зона 2 – з середньою врожайністю, зона 3 - з найвищою врожайністю.



СЕКЦІЯ 2

Для того, щоб встановити причини такої розбіжності, фахівці компанії відбирали зразки ґрунтів з різних зон і досліджували їх у лабораторіях на ряд показників. Згідно з отриманими результатами аналізу, у зоні з низькою врожайністю №1 порівняно з зоною №3 – з високою врожайністю, було відмічено зменшення вмісту мікроелементів Fe, B, Cu, Mn, Zn, значне зниження фосфору та нижчі показники Mg, тоді як Ca перевищував норми, що пояснює зменшення врожайності в зоні 1.

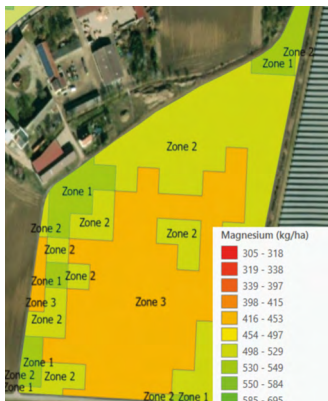
ZONE 1

BASISDATEN		KAK ₅₀₀ /TEC (Totale Kationenaustauschkapazität, mmol/100g):		26,5
pH (H ₂ O):	7,8			
pH (KCl):	7,6			
Humusgehalt (%):	2,9			
Gesamt-N (%):	0,20			
C/N-Verhältnis:	8,3			
N-Nachlieferung (kg/ha):	85			
CaCO ₃ (%):	0,4			
Bodenart:	Uls			
		Variablel (%)	3,6	
KATIONEN		EMPFEHLUNG		Priorität
Calcium	Vorrat	10087	Nichts	
kg/ha	Ziel	8162		
Differenz		+1905		
Magnesium	Vorrat	539	Kieserit	1)
kg/ha	Ziel	791		
Differenz		-252		
Kalium	Vorrat	814		
kg/ha	Ziel	1157		
Differenz		-342		
Natrium	Vorrat	38		
kg/ha	Ziel	136		
Differenz		-98		
ANIONEN		EMPFEHLUNG		Priorität
Schwefel	Vorrat	14	Schwefel 90%	2)
ppm	Verfügbar	25,5		
Phosphor	Vorrat	694	pH-Wert zu hoch, P mobilisieren	
P205 (kg/ha)				
SPURENELEMENTE		Borsäure 17%		13
Bor	ppm	0,9		
Eisen	ppm	81,5	Eisensulfat 21%	7)
Mangan	ppm	84,2	Mangansulfat 32%	84
Kupfer	ppm	0,7	Kupfersulfat 23%	6)
Zink	ppm	4,4	Zinksulfat 36%	5)
Chlorid	ppm	41,6	Gut	34
Silicium	ppm	26,0	Niedrig	
Cobalt	ppm	0,17	Cobalt-EDTA 13%	0,2
Molybdän	ppm	0,01	Na-Molybdät 39%	0,5
Selen	ppm	0,01	Selen 0,04%	40

ZONE 3

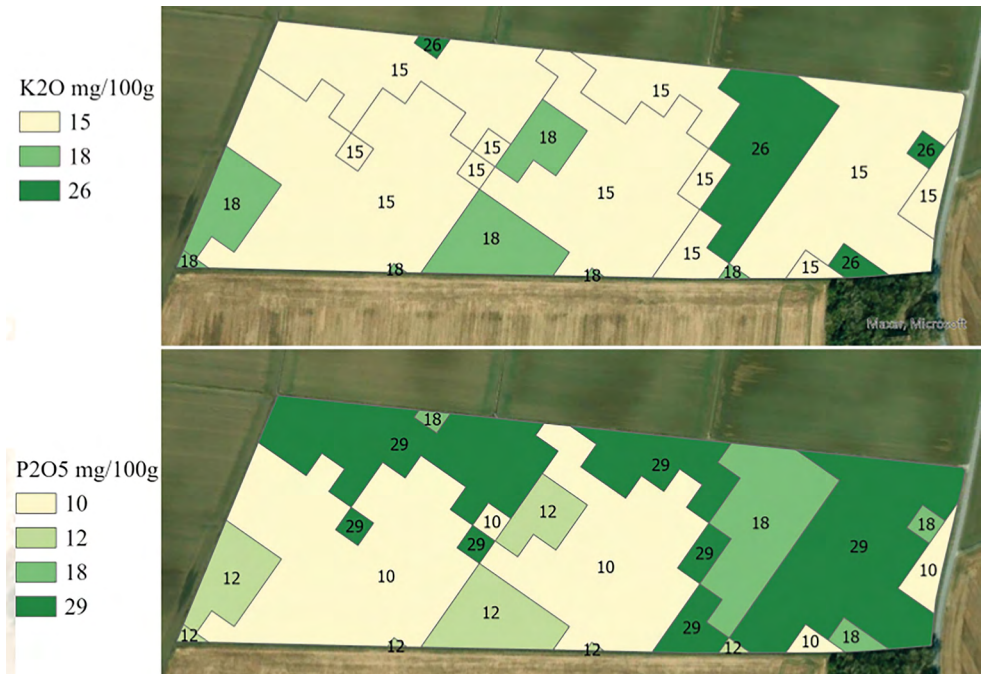
BASISDATEN		KAK ₅₀₀ /TEC (Totale Kationenaustauschkapazität, mmol/100g):		17,3
pH (H ₂ O):	7,6			
pH (KCl):	7,6			
Humusgehalt (%):	2,9			
Gesamt-N (%):	0,22			
C/N-Verhältnis:	7,5			
N-Nachlieferung (kg/ha):	86			
CaCO ₃ (%):	0,0			
Bodenart:				
		Variablel (%)	3,8	
KATIONEN		EMPFEHLUNG		Priorität
Calcium	Vorrat	6342	Nichts	
kg/ha	Ziel	5278		
Differenz		+1065		
Magnesium	Vorrat	453	Kieserit	1)
kg/ha	Ziel	565		
Differenz		-112		
Kalium	Vorrat	682		
kg/ha	Ziel	757		
Differenz		-75		
Natrium	Vorrat	29		
kg/ha	Ziel	89		
Differenz		-60		
ANIONEN		EMPFEHLUNG		Priorität
Schwefel	ppm	9	Schwefel 90%	2)
Phosphor	Vorrat	1117		
P205 (kg/ha)	Vorrat	1117	Verfügbare P und P-Vorrat hoch	
SPURENELEMENTE		Borsäure 17%		13
Bor	ppm	1,2		
Eisen	ppm	603,8		
Mangan	ppm	206,4		
Kupfer	ppm	3,1	Kupfersulfat 23%	7)
Zink	ppm	12,2	Zinksulfat 36%	3)
Chlorid	ppm	+		34
Silicium	ppm	+		
Cobalt	ppm	+		
Molybdän	ppm	+		
Selen	ppm	+		

Наступним кроком для оптимізації технології з метою отримання гарних врожаїв, відповідно до лабораторних досліджень вмісту мікро- та макроелементів, було створення карт для полів із зонуванням відносно вмісту певного елемента – його надлишку чи дефіциту.



ЮРГЕН ШВАРЦЕНШТЕЙНЕР

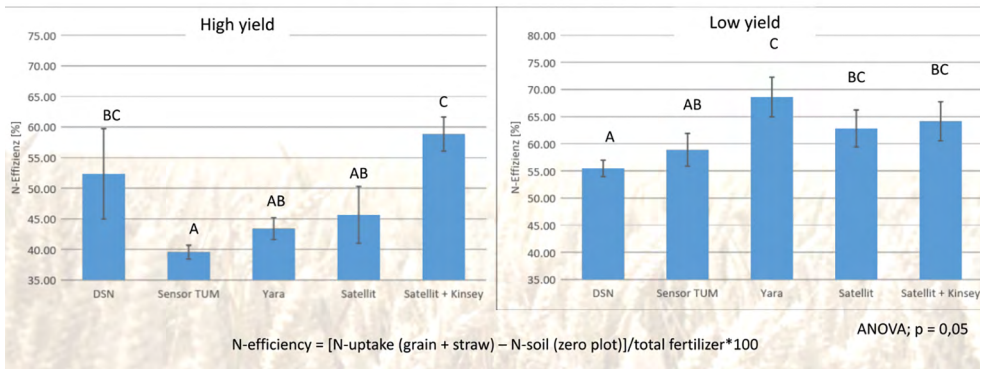
Далі було здійснено аналіз вмісту поживних речовин у ґрунтах і відмічено ці ділянки на картах. Зеленим кольором позначено ділянки з оптимальним забезпеченням елементами живлення, а блідо-жовтим - з дефіцитом. У відповідності до таких карт оптимізуються наступні внесення добрив, фахівці можуть контролювати, де потрібно вносити більше, а де менше певного елемента, а також перевірити й оцінити вплив коригування системи внесення добрив на покращення врожайності культур.



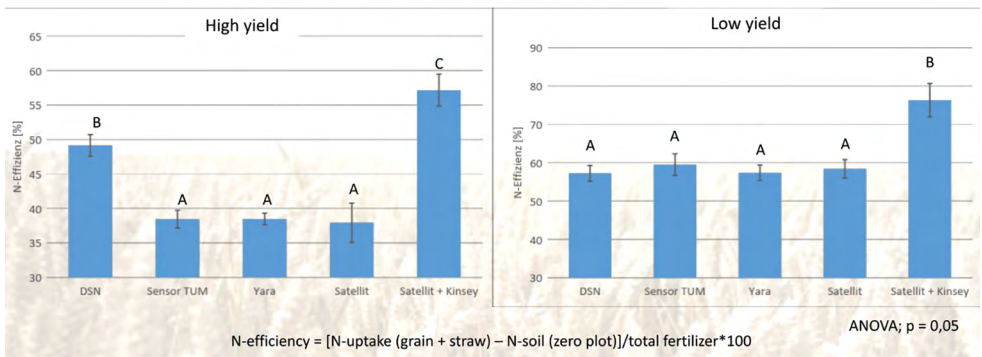
Farmtastic Consulting GmbH співпрацює з компанією Rauh в рамках внутрішніх та європейських проєктів EP4-904. У результаті науково-дослідних робіт 2020 року на ділянках з високим та низьким врожайми було визначено показник ефективності використання азоту. На ділянках з високою врожайністю найвищий показник N-efficiency було відмічено за комплексного застосування системи оптимального живлення згідно з супутниковими знімками та використанням методу Kinsey, на ділянках з низькими врожайми найвищий показник відмічався за застосування системи удобрення Yara.

СЕКЦІЯ 2

N-efficiency 2020



N-efficiency 2021



Результати аналізу, проведеного в 2021 році, продемонстрували, що показник ефективності використання азоту на ділянках з високим та низьким урожаєм був найвищим за комплексного застосування системи оптимізації живлення з використанням супутникових знімків та методу Kinsey. Таким чином, комплексний підхід, який поєднує визначення зон управління, відбір проб ґрунту, аналіз за методом Альбрехта та Kinsey, зв'язок з супутниковими картами, є дуже актуальним і важливим для оцінки стану ґрунтів та оптимізації технологій системи живлення.



МІКРОБІОЛОГІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ҐРУНТУ – ПІДТРИМКА ПРИБУТКОВОГО ПЕРЕХОДУ ДО СТАЛОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

РАФАЛ ІГЕЛЬСЬКИЙ

генеральний директор SomiGRO

Для оцінки стану ґрунтів та їхньої якості необхідно використовувати комплексні підходи визначення фізичних, хімічних, фізико-хімічних та біологічних параметрів. У цій роботі детально розглянуто важливість мікробіологічного дослідження ґрунту як підтримки прибуткового переходу до сталого сільського господарства.

Для сучасних фермерів є актуальним не тільки високий прибуток, а й збереження якості сільськогосподарських земель. До сучасних викликів сільського господарства можна віднести зміну клімату, секвестрацію вуглецю, зростання цін на добрива, зміну нормативних актів і положень. У сільському господарстві тема пестицидів та добрив є дуже важливою. На даний час спостерігається перехід від традиційного землеробства з використанням синтетичних добрив і пестицидів до відновлювального/сталого землеробства, яке спрямоване на підтримку біологічних процесів, застосування відновлюючих, екологічно чистих практик, зменшення навантаження хімічними добривами, пестицидами.

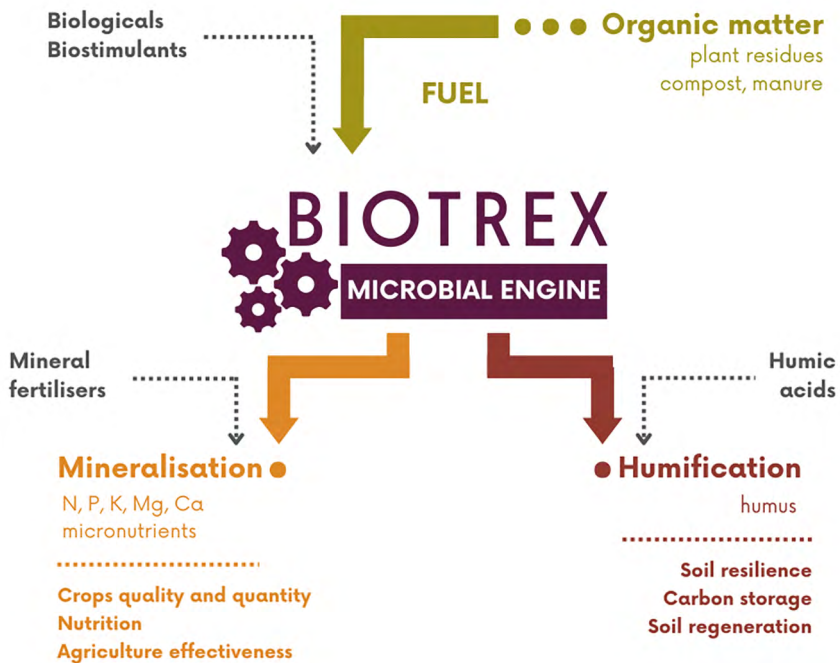
Впровадження відновлювального/сталого землеробства сприяє збільшенню вмісту гумусу в ґрунтах, завдяки чому зростає вологоємність, покращується структура і збільшується доступність поживних речовин у ґрунті.

Але серед різноманіття важливих показників якості ґрунтів

СЕКЦІЯ 2

потрібно не забувати про мікроорганізми, оскільки більшість процесів, які проходять в ґрунтах, залежать від мікробіому.

Мікробіом - це такий «мікробіологічний двигун», який керує процесами мінералізації та гуміфікації. Для підтримання мінералізації використовують мінеральні добрива, також ефективним є і використання мікробіологічних добрив, які активно використовують у відновлювальному землеробстві.

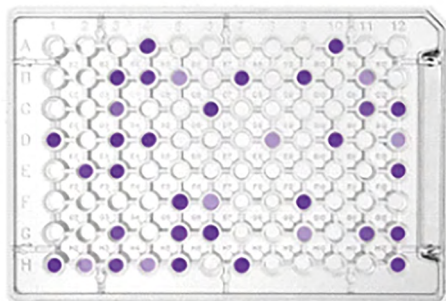


Основними компонентами відновлювального/сталого землеробства є:

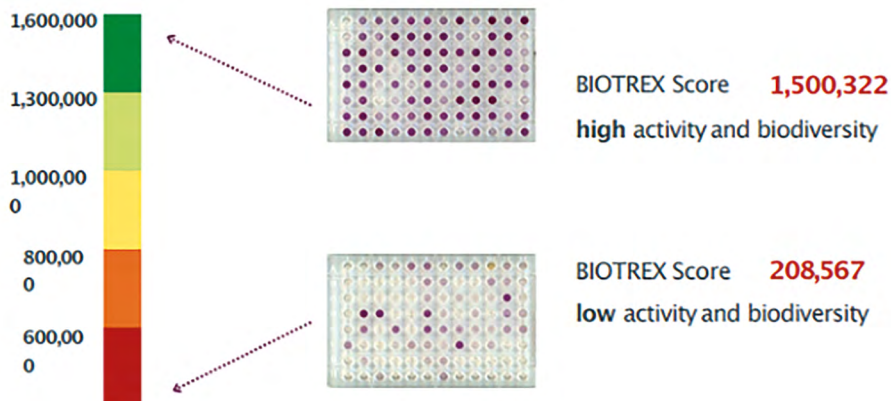
- 1) рослини (сівозміни, покривні культури тощо);
- 2) продукти (органічні добрива, компост/гній, мінеральні/природні добрива, біостимулятори);
- 3) технологія обробітку (mini till, no till, strip till).

РАФАЛ ІГЕЛЬСЬКИЙ

A new indicator
for right agriculture,
BIOTREX



Як зазначалося раніше, дуже важливим є визначення і контроль фізичних та хімічних показників ґрунту, але є також дуже нагальна потреба у визначенні мікробіологічних показників для оцінки біорізноманіття ґрунтів, і для цього використовують Biotrex. Biotrex – це система мікробіологічного дослідження ґрунту, розроблена в Японії. З його допомогою розраховують числовий індекс активності та біорізноманіття ґрунтових мікроорганізмів (індекс Biotrex) з використанням підходу CLPP, що сигналізує про поточний стан ґрунту та дозволяє його скоригувати за допомогою мікробіологічних засобів. Ця технологія аналізу базується на моделюванні життєздатності мікроорганізмів, у ній використовується спеціальна тестова пластина, що містить 95 різних видів органічних речовин (поживні речовини для мікроорганізмів) та вимірюється метаболізм (засвоюваність) усієї мікробної спільноти в зразку за 15-хвилинними інтервалами протягом 48 годин при постійній температурі.

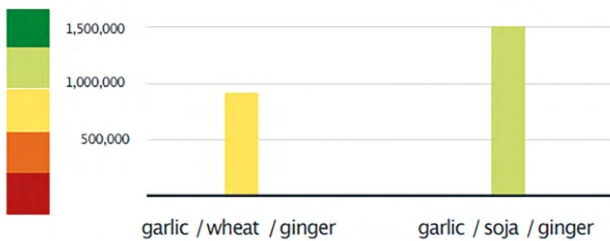


СЕКЦІЯ 2

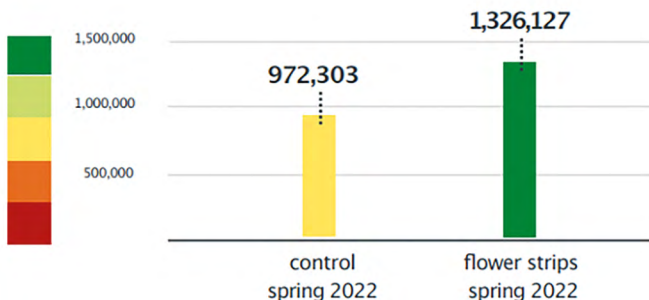
Індекс Biotrex 1,500,322 демонструє високу активність та біорізноманіття мікроорганізмів, якщо індекс 208,567 – це низький рівень активності та біорізноманіття. Чим краща активність і біорізноманіття в ґрунті, тим ефективніше проходять процеси розкладання залишків, гуміфікації і мінералізації, що є дуже важливими процесами як для ґрунтів, так і для рослин, що на них зростають.

Японські вчені демонструють результати впливу сівозмін на індекс Biotrex, з графіків видно, що введення сої в сівозміну значно покращило біологічну якість ґрунтів та підвищило врожайність вирощуваних культур.

crop rotation vs Biotrex score:



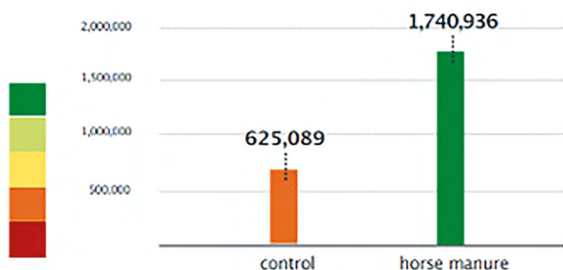
Ще одним прикладом дослідження мікробіологічної активності та різноманіття є польський приклад досліджень на ґрунтах під яблуневими садами. Садові культури надзвичайно вимогливі до стану ґрунту, тому фермерами було застосовано відновлюючі практики - висадження смуг квіткових культур у міжряддях для покращення фізичних, хімічних та біологічних властивостей ґрунту, за результатами тесту така практика значно покращила BIOTREX індекс.



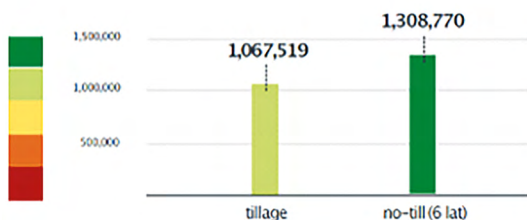
РАФАЛ ІГЕЛЬСЬКИЙ

Відмічено зростання біорізноманіття та мікробіологічної активності ґрунтів після внесення компосту. Ще одним органічним добривом, яке покращує мікробіологічну активність ґрунтів, є кінський гній, дослідження було закладене в Польщі та показало підвищення індексу більше ніж на 1000.

Effect of manure fertilization on soil microbiological activity.

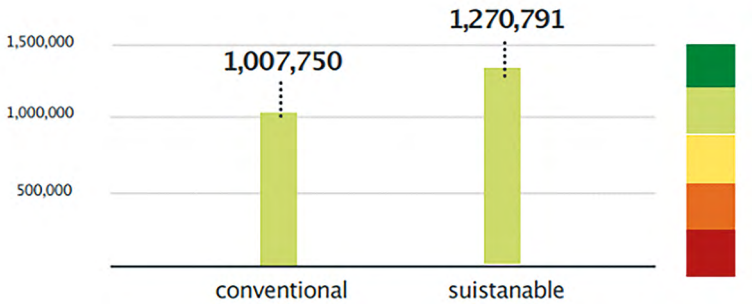


Згідно з результатами, отриманими в Нідерландах, було відмічено зростання індексу біорізноманіття та активності мікроорганізмів ґрунту за технології обробки no-till (протягом 6 років) порівняно з оранкою. Зростання було незначне, що може пояснюватися внесенням фермерами гербіцидів для зменшення забур'яненості полів при технології no-till, які пригнічують ґрунтове біорізноманіття.

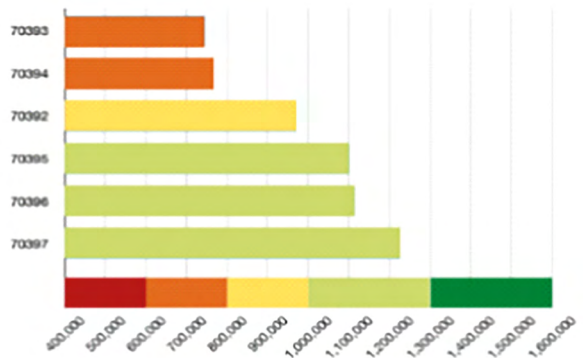


Проведено дослідження на фермах, які займаються вирощуванням картоплі за традиційними та відновлювальними технологіями. Було зафіксовано збільшення біорізноманіття ґрунтів під культурою, яка зростала на ділянках, де застосовували відновлювальні технології порівняно з традиційними.

СЕКЦІЯ 2



Також компанія SomiGRO займається тестуванням продукції, яку використовують для відновлення ґрунтів. Було перевірено комерційний продукт і показано, що він підвищує біологічні якості і регенеративні властивості ґрунту на трьох контрольованих полях.



Проведено тестування для оцінки двох типів практик: традиційної та органічної. На полях було висіяно однакові культури, ділянки були дуже близько розташовані з метою дотримання однакових погодних умов, але все ж таки видно колосальну різницю в отриманих результатах. Значне перевищення індексу мікробіологічного різноманіття та активності було відмічено на ділянці з впровадженою органічною практикою.

Отже, завдяки технології BIOTREX можна оцінити біологічну якість ґрунтів, що є дуже важливим параметром одночасно з фізичними, хімічними та фізико-хімічними показниками.



МІКРОБІОМ ҐРУНТУ: ФУНКЦІЇ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ВЗАЄМОДІЇ

ФІЛІП ҐЕЛЕН
Biome Makers

Деградація ґрунтів – це глобальна проблема, яка непокоїть увесь світ. Цей виклик і ця проблема призвела до того, що засновники компанії Biome Makers розпочали розробляти і застосовувати системи секвенування ДНК наступного покоління для того, щоб зрозуміти функцію мікробіому в екологічних взаємодіях, і в результаті розробити оптимальні технологічні рішення для вирішення проблем і прийняття відповідних сільськогосподарських рішень.

Biome Makers – це американська компанія, яка працює більше ніж в 40 країнах світу і зберігає інноваційне мислення стартапу та продовжує пропонувати рішення для вирішення глобальних проблем. Заснована в Кремнієвій долині в Каліфорнії в 2015 році, Biome Makers зараз є одним із провідних світових лідерів AgTech, встановлюючи стандарт здоров'я ґрунту за допомогою технології BeCrop®.



Soil Health

СЕКЦІЯ 2

Як відомо, ґрунт — це симбіотична екосистема, якою можна керувати, щоб збільшити врожайність і покращити якість їжі. Отримання інформації про мікробіологію ґрунту, особливості взаємодії мікроорганізмів, веде до прийняття більш обґрунтованих рішень для покращення функціональності ґрунту та стійкості сільського господарства. Компанія розробила запатентовану технологію, яка поєднує секвенування ДНК та екологічні обчислювальні технології з використанням одного з найскладніших біомаркерів: мікробіому ґрунту.

Перевагами BeCrop® технологій є



Найбільша глобальна база даних, яка містить понад 14 мільйонів таксономічних посилань із використанням методів секвенування ДНК наступного покоління (NGS).



Запатентована технологія: використовується запатентований робочий процес секвенування ДНК та інтелектуальне обчислення для моніторингу найбільш відповідних біоіндикаторів.



Функціональність та екологічність: технологія аналізує функціональні параметри існуючої мікробної мережі, містить екологічні ідеї та розширює знання про мікробіом ґрунту.



Проаналізовано понад 170 культур: технологія є першою інтелектуальною обчислювальною системою (ICS), заснованою на штучному інтелекті (AI), із власною базою даних про понад 170 культур, проаналізованих в 45+ країнах світу на мікробні профілі агроґрунту.

На основі платформи BeCrop розроблено ряд рішень, серед яких:

BeCrop®test,
BeCrop® trial,
BeCrop®rate.

BeCrop®test надає зручний звіт про кругообіг поживних речовин у ґрунті, здоров'я та біорізноманіття на будь-якому полі. Під час проведення тесту зразок ґрунту аналізується на більше ніж 40 показників на основі таксономічних, генетичних та екологічних біомаркерів, які потім порівнюються зі спеціалізованими світовими базами даних. За отриманими даними оцінюється біостійкість, біорізноманіття через індекс Шеннона, присутність різних видів мікроорганізмів, їхня кількість. Важливими показниками, які визначає тест, є патогенне навантаження, стресові індекси, поживні речовини. Також даний тест включає співвідношення гриби/бактерії, індекс якості ґрунту та абсолютну кількісну оцінку бактерій і грибів (КУО/гр ґрунту), надає агрономічні цифрові інструменти. Біологічне випробування ґрунту тестом BeCrop є першим кроком до розкриття повного потенціалу ґрунту, який дозволить збільшити врожайність, мінімізувати ризики, спричинені хворобами культур, оптимізувати витрати для ведення сільського господарства.

BeCrop®trial – це протокол, який оцінює вплив застосованих практик та сільськогосподарських ресурсів на біологію ґрунту, що пройшов шлях від успішної розробки продукту до комерціалізації. Методології валідовані з наукової точки зору та дозволяють ідентифікувати вплив на мікробіом ґрунту. Відбираються зразки ґрунту до і після впровадження практик, після чого здійснюється порівняльний аналіз мікробіому та проводиться статистична обробка. Основними клієнтами в BeCrop® trial є виробничі компанії, які розробляють продукт і відслідковують його вплив на необхідні параметри. Для прикладу, виробнича компанія GREENHAS розробили продукт Vivema twin та хотіли дослідити мікробіом ґрунту на ділянках з помідорами і продемонструвати результативність використання

СЕКЦІЯ 2

їхнього препарату для збільшення вмісту поживних речовин та валідувати ці дані на основі наукових протоколів. Після проведення досліджень їхніми фахівцями було відзначено, що внесений препарат сприяє мобілізації Р і К та підвищує солюбілізацію Р і К, яка підтримується з часом.

BeCrop®rate проводить оцінку екологічного сліду на сільськогосподарських угіддях. BeCrop®Rate використовує передові екологічно-обчислювальні технології BeCrop® з використанням штучного інтелекту та найбільшої глобальної таксономічної бази даних 14 мільйонів мікроорганізмів для декодування мікробних мереж ґрунту та оцінки впливу людини на біологію ґрунту. Він представляє порівняльну оцінку різних сільськогосподарських угідь незалежно від культури, сільськогосподарських методів чи географічного розташування. Результатом є картка показників, яка містить оцінку впливу людського втручання на сільськогосподарські землі та найкращі практики управління.

BeCrop Rate Levels

						
Human Intervention	Harmful	Intensive	Integrated	Balanced	Bio	Wild
<i>Chemical</i>	●	●	●			
<i>Mechanical</i>	●	●	●	●		
<i>Crop Rotation</i>	●	●	●	●		
<i>Biological Inputs</i>	●	●	●	●	●	
<i>Encourage Cover Crops</i>			●	●	●	

Таким чином, технологія BeCrop® надає ключову інформацію про стан ґрунту, підвищення врожайності та якості сільськогосподарських культур. BeCrop® — це відсутня частина головоломки в сільському господарстві, яка пов'язує потреби в ґрунті з ресурсами та освітлює шлях до відновлення ґрунтів.



МІКРОБІОМ ҐРУНТУ: ЧОМУ ЦЕ ВАЖЛИВО ДЛЯ ЗДОРОВ'Я ҐРУНТУ, КЛІМАТУ ТА БІЗНЕСУ

КАТЕРИНА ШАВАНОВА

керівниця проєктів R&D Кернел, к.б.н.

Kernel - провідний у світі та найбільший в Україні виробник та експортер соняшникової олії, ключовий постачальник сільськогосподарської продукції з регіону Чорноморського басейну на світові ринки. Компанія була заснована в 1995 році, сьогодні її експортна географія налічує 80 країн світу, а в команді Kernel працює 10 500 професіоналів. Kernel має в своєму обробітку багато земель, на яких вирощуються різні сільськогосподарські культури з використанням ефективних агротехнологій.



*Земельний фонд вказано без агрокомпаній, проданих у 2022 р

СЕКЦІЯ 2

За останні 10 років агротехнологія Kernel стала більш відпрацьованою і зрозумілою, оскільки всі роботи підтримуються знаннями і дослідями науково-дослідного центру компанії, але є ще багато можливостей у застосуванні біопрепаратів на основі мікроорганізмів, які ми почали досліджувати та вивчати. Застосування біопрепаратів на основі мікроорганізмів демонструє покращення властивостей ґрунту та культур, які на ньому вирощуються, оскільки мікроорганізми відіграють важливу роль у ґрунтах: забезпечення мінерального живлення рослин, вплив на розвиток рослин (синтез фітогормонів), стимуляція росту рослин (захист від патогенів та адаптація до стресу), детоксикація ґрунту, біоконтроль розвитку патогенів, розклад органічної речовини. Всі перераховані вище властивості мікробіому - це ті рішення, які бізнесу надзвичайно цікаві й необхідні.



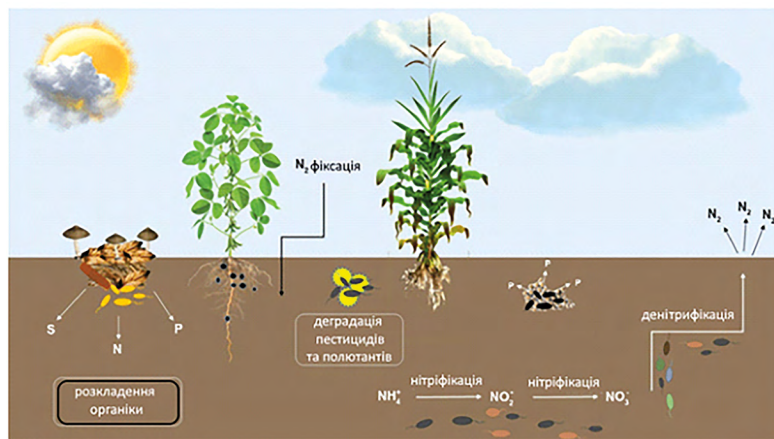
Для себе фахівці компанії визначили, для чого ж потрібно проводити мікробіомні дослідження ґрунту?

Мікроорганізми покращують здатність рослин використовувати елементи живлення, такі як фосфор та азот;
Підвищення врожайності при одночасному зниженні витрат на добрива;

Вивчення наявності коменсалів/антагоністів при підборі мікробних добрив;

Вивчення процесів, що відбуваються в ґрунті, шляхом перевірки домінуючих функціональних груп;

Асоційовані з рослинами мікробні спільноти стимулюють ріст рослин та підвищення їх стійкості до різних абіотичних та біотичних стресів.



Glódowska, 2019

Як можна використати дані щодо ґрунтового мікробіому?

Для оцінки і модифікації родючості ґрунту:

визначення основних процесів розкладання речовини, що проходить в ґрунті;

розробка біопрепаратів – регуляторів циклу вуглецю (оптимізація розкладення органічних решток);

оптимізація використання мінеральних добрив – індивідуальний підбір промислових штамів мікроорганізмів (ґрунтові мікроорганізми).

Для модернізації взаємодії ґрунт-рослина:

Підбір ризосферних штамів для захисту від паразитів;

Мобілізація важкодоступних елементів живлення та ґрунтових сполук у ризосфері рослини.

Для отримання більш широких знань про мікробіом ґрунту необхідно застосовувати методи, які дозволять нам отримати необхідну інформацію. Серед методів вивчення ґрунтового мікробіому виділяють культуральні методи, які є більш традиційними та некультуральні: ПЛР-методи, методи на основі метаболітів клітини та секвенування. Усі перераховані методи мають свої переваги і використовуються в залежності від поставленої мети.

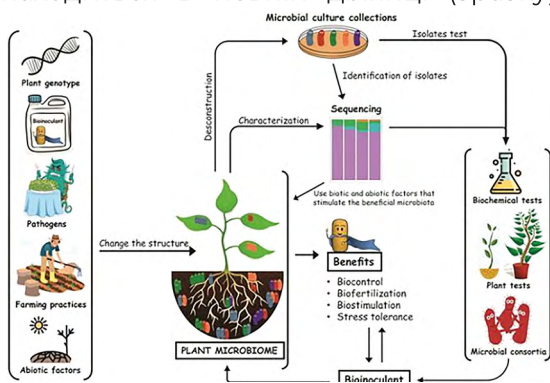
СЕКЦІЯ 2

Як перетворити знання про мікробіоми на біотехнологічний продукт?

Для початку потрібно знати, що мікробіоми рослин формуються під впливом біотичних та абіотичних чинників. Відповідно надземний і підземний мікробіом рослини може бути деконструйований та виділений за допомогою культуральних методів, а далі методи секвенування дозволяють ознайомитися з усім профілем мікробіому, що знаходиться в певній ділянці (зразку).

Поєднання цих двох підходів дозволяє ідентифікувати та виділити ключові складові мікробіому, які цікавлять виробника і будуть сприяти ефективному розвитку рослин та відновленню ґрунтів. Далі з виділених інокулянтів формують біоінокулянти, які будуть вбудовуватися в структуру мікробіому ґрунту, зможуть переноситися в інші ґрунти й підтримувати здоров'я рослин та стійкість ґрунтів і надалі.

Процес розробки біопрепаратів повинен будуватися на науковій основі, оскільки для споживача необхідне наукове дослідження біологічного агента, який входить до препарату, його функції і властивості, щоб така розробка була надійною та ефективною.



Дослідження і випробування препаратів доцільно проводити разом з великими підприємствами, які мають доступ до полів, на яких можна випробовувати препарати, адже дія може змінюватися залежно від культур, типу ґрунту, погодних умов, і всі ці аспекти повинні бути враховані розробниками.



Відповідно до цього виділяють різні практики рослинництва та їх вплив на мікробіом ґрунту.

Тип землекористування - може впливати на мікробні популяції ґрунту, а також на їх функціональну роль в екосистемі ґрунту.

Глибокий обробіток ґрунту - зазвичай негативно впливає на структуру мікробіому, викликаючи зміни у його складі. Це може вплинути на функціонування ґрунту, продуктивність рослин.

Диверсифікація агроєкосистеми (включаючи сівозміни й покривні культури) - мають нейтральний або позитивний вплив, стимулюючи збільшення мікробіологічного різноманіття, розвиток мікоризи тощо.

Пожнивні залишки - вплив на мікробіом ґрунту залишається непереконливим, розглянуті дослідження повідомляють про позитивний, незначний або відсутній вплив.

Підбір сортів - має визначальний вплив на мікробіом. Саме інтенсивна селекція рослин призвела до значного зниження біорізноманіття ґрунту.

Іригація - має сильний вплив, адже безпосередньо змінює абіотичні властивості ґрунту та може опосередковано змінювати середовище кореневої зони (ризосферу), впливаючи на кореневу підстилку та кореневі виділення.

Добрива - як неорганічні, так й органічні добрива можуть впливати на мікробіом ґрунту безпосередньо (наприклад, як джерело поживних речовин) і опосередковано (наприклад, через позитивний вплив на ріст і розвиток рослин).

Пестициди - можуть впливати на ґрунтовий мікробіом, значно збільшуючи або зменшуючи ґрунтові мікробні спільноти, їхню активність і біомасу; рідше, вони також можуть не мати помітного ефекту.

Мікропластик - створює окреме мікросередовище існування і, як наслідок, може потенційно впливати на спільноти ґрунтових мікроорганізмів та їх функціонування.

Хоча мікробіом ґрунту - невидимий і не так часто досліджуваний параметр ґрунтів, як інші показники, але він відіграє фундаментальну роль у здоров'ї ґрунтів, яке, у свою чергу, має велике значення для клімату та здоров'я людей.

СЕКЦІЯ 2

Саме тому вкрай важливо мати точні знання в цій галузі для вирішення питань, які перед нами стоятимуть. Опис ґрунтового мікробіому - досить складний процес, і фахівці компанії Кернел лише зараз почали освоювати методики, які виходять з лабораторії в поля, тому з адаптацією цих методик до польових умов трапляється багато проблем. Розвиток технологій та збільшення їх доступності дозволить значно ширше використовувати мікробіомні підходи в рослинництві, а знання про структуру і функції мікробіомів дозволить створювати штучні мікробіоми й досягати збільшення врожайності і стійкості екосистеми природними шляхами.

Задачі для виробників і науковців?

Розглядати мікробіологічні біопродукти як найбільш екосистемно стійку альтернативу для підвищення врожайності.

Сформулювати проблеми, актуальні для вирішення в середньостроковій перспективі, у тому числі із застосуванням сучасних методів досліджень.

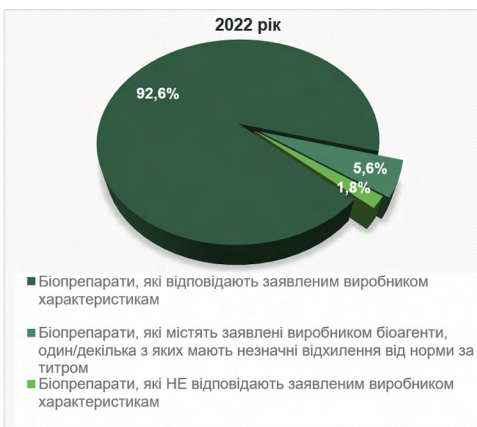
Проводити моніторинг мікробіому ґрунтів України (індикативи стану, оцінки впливу технологій, визначення тенденцій зміни ґрунтів).

Розробити оптимальний «паспорт» мікробіому як інструмент для управління біопродуктами й технологіями.

Виробити універсальну технологію скринінгу потенційно активних штамів. Стимулювати дослідження в напрямку біофунгіцидів і біоінсектицидів.

Сфокусуватися на дослідженнях мікроорганізмів для культур з високим споживанням азоту.

У структурі KERNEL є лабораторія мікробіології, яка розпочинала свою роботу з метою контролю якості біопрепаратів, а на даний час вже працює напрямок дослідження складу мікроорганізмів в ґрунтах. Для прикладу, після здійснення оцінки якості препаратів, приємною новиною стало те, що відсоток біопрепаратів, які відповідають заявленим виробником характеристикам у 2022 році складає 92,6%, тоді як у 2021 він становив лише 50%.



Майбутні плани KERNEL:

Опис мікробіомів ґрунтів дослідних ділянок НДЦ;
Оцінка мікробної спільноти на толерантність до інтродукованих видів бактерій;

Підібрати комплементарні нативним мікробіомам добрива (мікробні добрива, біологічні продукти);

Описати ризосферні мікробіоми для вибраних культур;

Аналіз доцільності використання мікробіологічних добрив та біостимуляторів.



ВІД ПІДБОРУ МЕТОДИК АНАЛІЗУ ҐРУНТУ ДО ДИФЕРЕНЦІЙНОГО ВНЕСЕННЯ ДОБРІВ

СЕРГІЙ СИЧЕВСЬКИЙ аспірант
Національного університету біоресурсів
і природокористування України,
ТЕТЯНА ХОМЕНКО комерційний директор
ТОВ «ТД«БТУ-ЦЕНТР»
ОКСАНА ТОНХА декан агробіологічного
факультету Національного університету
біоресурсів і природокористування
України, д.с.г.н.

При роботі за системою точного землеробства з диференційованим внесенням добрив кожен агровиробник стикається з питаннями як правильно відібрати проби ґрунту, які методики використати для аналізу ґрунту і як застосувати різні методи диференційного внесення добрив.

Чому спосіб відбору проб ґрунту такий важливий?

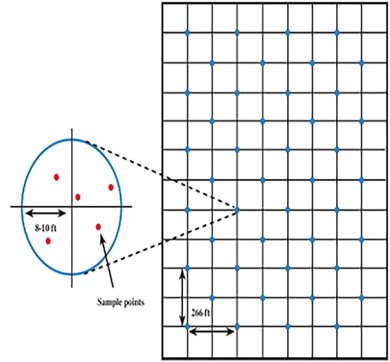
Тому що при виконанні агрохімічних аналізів близько 40% достовірності залежить від методу відбору проб ґрунту. Згідно українських та європейських стандартів ISO 10381 (ч.1-3) існують різні методи відбору проб ґрунту і кожен відбирає їх згідно того методу, який найкраще підходить для вирішення поставлених задач. Технології «точного землеробства» почали впроваджуватися близько 35 років тому у США.

В основі технології два основних завдання:

- 1) вирівняти ґрунтову неоднорідність,
 - 2) дотриматись умов, щоб кожна точка поля давала однаковий врожай.
- Для точного землеробства відбір проб проводиться кожні 5-8 років і контролюється родючість кожного окремого гектара в полі.

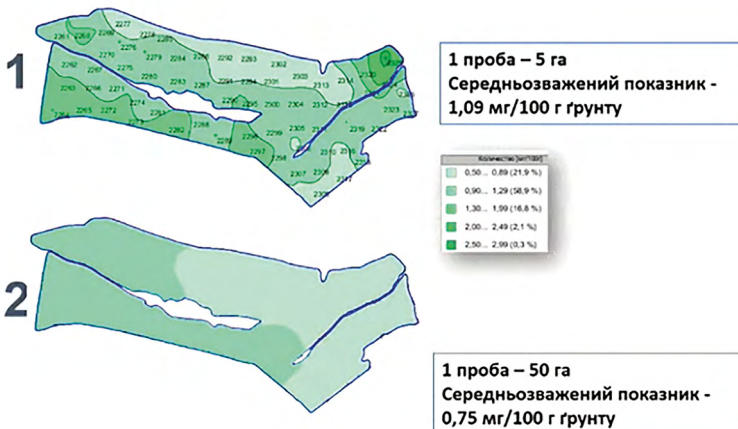
СЕКЦІЯ 2

В Україні при обстеженні ґрунтового покриву за принципами точного землеробства один середній зразок відбирається з площі 5 гектарів. Кожен такий зразок складається з 12-14 елементарних проб, відібраних у діаметрі 6 метрів з прив'язкою до GPS. Далі, на базі результатів агрохімічного аналізу, створюються ґрунтові картограми, згідно яких розраховують норми добрив.



У полі площею 331 га нами було проведено дослідження, в яких порівнювали забезпеченість ґрунту поживними елементами як за точкового відбору на кожних 5 га (точне землеробство) так за усередненої проби з 50 га (традиційне обстеження). Результати аналізу забезпеченості ґрунту азотом за обох способів відбору подано на картограмах. Було встановлено, що за відбору відповідно до принципів точного землеробства (точково з кожних 5 га) середньозважений показник становив 1,09 мг/100 г ґрунту, тоді як у пробі № 2 (традиційне обстеження - відбір з 50 га), даний показник знизився до 0,75 мг/100 г ґрунту.

При розрахунку системи удобрення для поля розміром 331 гектар з врахуванням принципів відбору точного землеробства норма азоту склала 136 кг/га діючої речовини, а за традиційного



СЕКЦІЯ 2

обстеження - 155 кг/га. Отже, у першому варіанті (за точного землеробства) отримано економію 19 кг/га. У перерахунку на всю площу поля це склало 6,3 т азоту або 18,5 т аміачної селітри.

За порівняння диференційованого та суцільного методу внесення мінеральних добрив було відмічено, що тільки на 15% поля було внесено коректну норму добрив.



У країнах світу для визначення рухомих форм фосфору і калію в ґрунті розроблено різні методики. Серед таких:

- За Кірсановим, Чиріковим, Мачигіним, які згідно нормативної бази застосовують в Україні;
- Методи Чанга–Джексона, Гінзбург–Лебедевої;
- Метод Олсена, Bray-Kurtz 1, Bray-Kurtz 2, Kelowna, Mehlich, Соколова;
- Лактатний метод, поширений у країнах Європи.

При агрохімічному обстеженні поля необхідно коректно підібрати методику визначення рухомих форм фосфору і калію у ґрунті. Результати аналізу, отримані на кожній окремій ділянці, потрібно оцінити за шкалою рівня забезпеченості, яка передбачена обраним методом аналізу. Норми внесення добрив розраховують відповідно до рівня забезпеченості кожної ділянки відповідним елементом.

Ми порівняли стандартні методи, які застосовують в Україні, і поширений європейський – лактатний метод. Після аналізу ґрунту і оцінки забезпеченості ділянок фосфором, було проведено розрахунки норм добрив під кукурудзу на зерно за урожайності

11 т/га. За даними, наведеними в таблиці, ми бачимо значну різницю в нормах фосфорних добрив, залежно від методу аналізу ґрунту.

Зразок	Реакція середовища, рН Н ₂ O	Р as P ₂ O ₅ , мг/кг	Норма Р, кг/га за лактатним методом	Норма P ₂ O ₅ кг/га за лактатним методом	Норма Р, кг/га за українськими методами	Норма P ₂ O ₅ кг/га за українськими методами
1	6,7	7,8	20	46	38	97
2	6,5	7,1	21	48	38	98
3	5,8	6,2	29	65	39	99
4	5,9	6	29	65	39	101
5	6,8	5,3	29	66	39	102
8	6,7	7,6	28	63	38	97
9	6,7	10,1	13	29	35	91

Важливо також зважати на одиниці, в яких розраховують потребу у фосфорі. Адже у ряді країн прийнято діючу речовину фосфорних добрив виражати як оксид – P₂O₅, але іноді вказується елемент – Р. Тому при розробленні системи удобрення для культури на конкретному полі необхідно чітко визначитись з методом аналізу ґрунту, а також врахувати особливості вираження діючої речовини фосфорних добрив: оксид чи елемент. Згідно традиційного землеробства до початку повномасштабного вторгнення працівники агробізнесу в Україні вносили 200 кг діаміфоски. В таблиці наведено застосування діаміфоски для традиційного і точного землеробства.

Підходи до використання добрив у Європі ґрунтуються на забезпеченості ґрунтів відповідним елементом. Якщо ґрунт має 4 і 5 клас забезпечення цим елементом (Р або К), то при точному землеробстві додаткові внесення добрив зазвичай не потрібні.

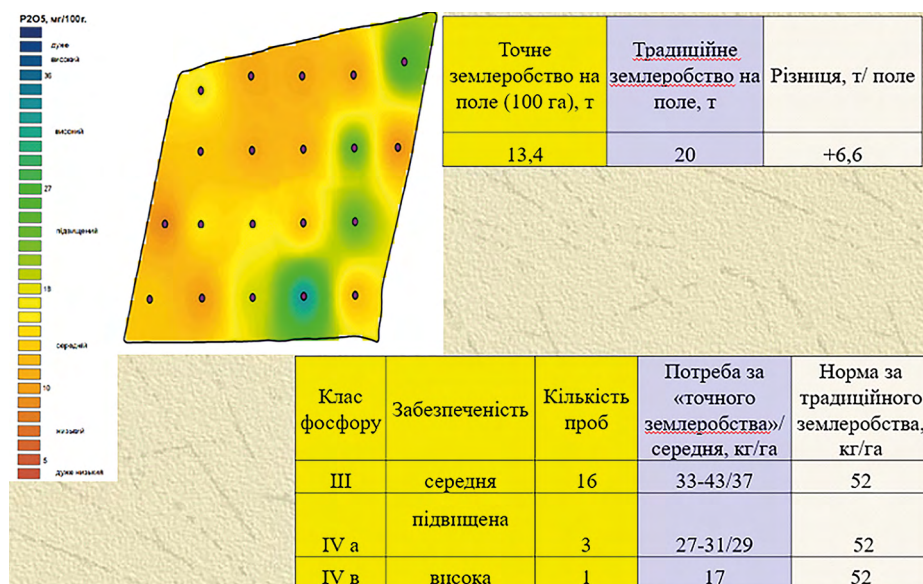
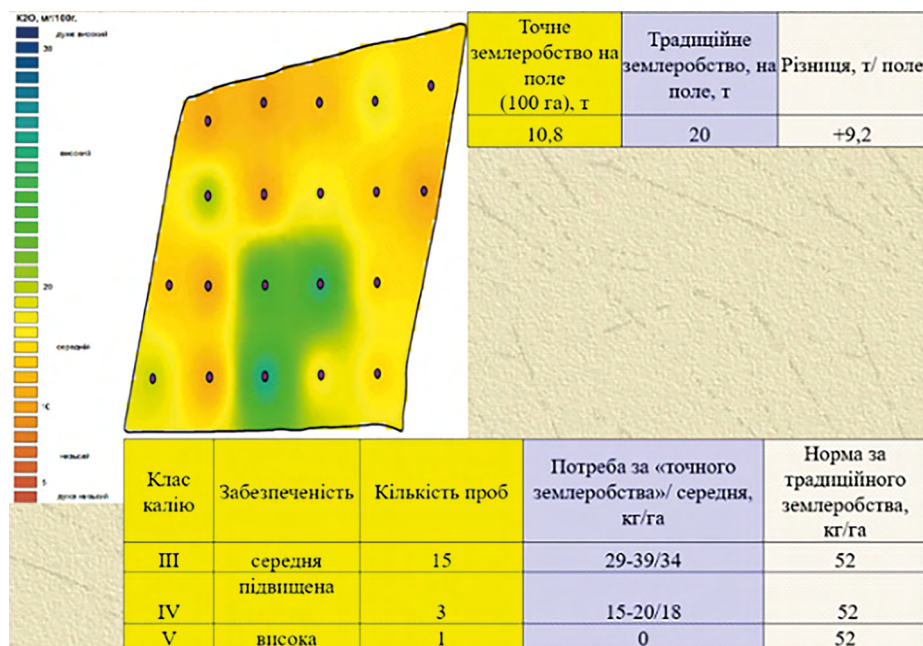
СЕКЦІЯ 2

Застосування фосфорних добрив				
Клас фосфору	Забезпеченість	Потреба за "точного землеробства", кг/га	Норма за традиційного землеробства, кг/га	Різниця, кг/га
I	дуже низька	64	52	-12
II	низька	51	52	+1
III	середня	43	52	+9
IV а	підвищена	31	52	+21
IV в	висока	17	52	+35
V	дуже висока	0	52	+52

Застосування калійних добрив				
Клас калію	Забезпеченість	Потреба за кг/га		Різниця, кг/га
		"точного землеробства"	<u>традиційного землеробства</u>	
I	дуже низька	68	52	-16
II	низька	53	52	-1
III	середня	39	52	+13
IV	підвищена	20	52	+32
V	висока	0	52	+52

Згідно проведених досліджень помітно значну різницю в потребі фосфору за технологій точного та традиційного землеробства. Відмічено значну економію щодо внесення фосфорних добрив за технології точного землеробства з диференційованим внесенням добрив.

Подібні результати було отримано при дослідженні впливу технологій традиційного та точного землеробства на внесення добрив калію. Потреба в калійних добривах за точного землеробства з їх диференційованим внесенням була значно нижчою, що ще раз підтверджує результативність такої технології, яка сприяє економії внесення добрив, які на даний час є дуже вартісними.



СЕКЦІЯ 3

практичні кроки до
відродження родючості ґрунтів



РОЛЬ ҐРУНТУ В НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОМУ РОЗВИТКУ АГРОСЕКТОРА

МАРТА ТРОФІМОВА

менеджерка зі сталого розвитку, КЕРНЕЛ

Сільськогосподарська діяльність знаходиться на другому місці після енергетичного сектору за викидами парникових газів (ПГ) у світі. В Україні агросектор відповідальний за 13% всіх національних викидів ПГ, з них найбільшим джерелом є операції, пов'язані зі станом та обробіткою ґрунту. Разом з тим, сільське господарство саме по собі є вразливим до фізичних проявів змін клімату, які проявляються на території України в зміщенні природних зон на північ та зростанням частоти екстремальних погодних умов. Зміна клімату для агросектору - це довгостроковий бізнесовий ризик, відповідно, на міжнародній арені посилюються регуляторні рішення, які спрямовані на скорочення викидів парникових газів від сільськогосподарських операцій, і необхідність дотримання таких умов призводить до додаткових витрат та зростання собівартості сільськогосподарської продукції, спостерігаються так звані транзитні кліматичні ризики. Водночас у сільського господарства є широкий спектр можливостей для пом'якшення змін клімату, оскільки сільське господарство відіграє важливу роль як постачальник сировини до ринку біоенергетики та біопалива, і знаходження балансу між задоволенням продовольчих та енергетичних потреб є важливим завданням агросектору.

Також безпосередня роль агросектору відзначається за рахунок

СЕКЦІЯ 3

високого потенціалу ґрунту до секвестрації викидів парникових газів. Тези щодо можливості ґрунтів секвеструвати парникові гази звучать все голосніше і голосніше кожного року на міжнародних кліматичних переговорах, у тому числі й минулого року, де українська делегація чітко озвучила позицію України стосовно того, що енергетичний та сільськогосподарський сектор України - це одні з головних драйверів низьковуглецевого розвитку економіки України та її післявоєнного відновлення. Відповідно, за рахунок цього створюються передумови для реалізації бізнес-можливостей, які пов'язані з декарбонізацією.

Тобто є два основних драйвери розвитку кліматично стійких та низьковуглецевих практик у сільському господарстві:

- 1 - Бізнес-ризик, які пов'язані з фізичними і транзитними впливами змін клімату та необхідністю ними управляти;
- 2 - Бізнес-можливості, додаткові джерела доходів, які можна реалізувати.

Щодо регуляторних та бізнесових драйверів декарбонізації агросектору потрібно відмітити:

Високий потенціал ґрунту щодо секвестрації викидів парникових газів – зростання ролі агросектору в досягненні цілей скорочення глобальних викидів парникових газів в рамках Паризької Угоди про зміни клімату;

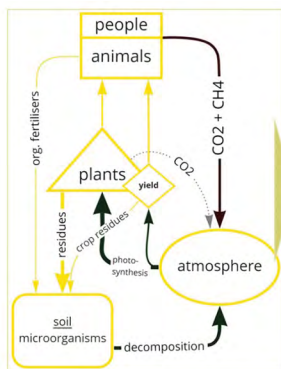
Зростання попиту на декарбонізацію ланцюгів постачання серед світових гравців на ринку сільськогосподарської продукції;

«Дорослішання» та збільшення добровільних ринків вуглецевих скорочень (офсетів) – очікується їх уніфікація в майбутньому;

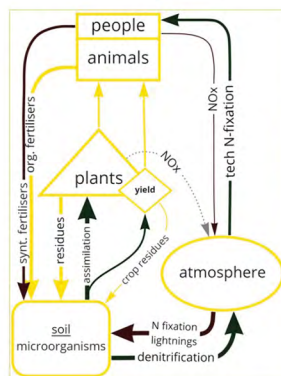
Посилення методологічного підґрунтя – програмні рішення (наприклад, Cool Farm Tool), розвиток підходів та методик обчислення, моніторингу та верифікації викидів, пов'язаних з обробітком ґрунту.

Діоксид вуглецю та оксид азоту є основними викидами парникових газів. Основними причинами динаміки викидів діоксиду вуглецю є зміни балансу органічного вуглецю в ґрунті за рахунок його розорення, управління рослинними рештками, використання

покривних культур, внесення добрив або агрохімікатів. У випадку з оксидом азоту, основними джерелами його викидів є внесення азотних добрив, мінералізація азоту в органічній речовині ґрунту - при прямих викидах, та випаровування N в складі NH_3 та оксидів N (NO_x); вимивання азоту з добрив, мінералізація N, пов'язана з втратою вуглецю в ґрунті за непрямих викидів.



- Зміни в балансі органічного вуглецю в ґрунті



- Прямі викиди N_2O :
внесення азотних добрив, мінералізація азоту в органічній речовині ґрунту
- Непрямі викиди N_2O :
(1) випаровування N в складі NH_3 та оксидів N (NO_x); (2) вимивання азоту з добрив, мінералізація N, пов'язана з втратою вуглецю в ґрунті

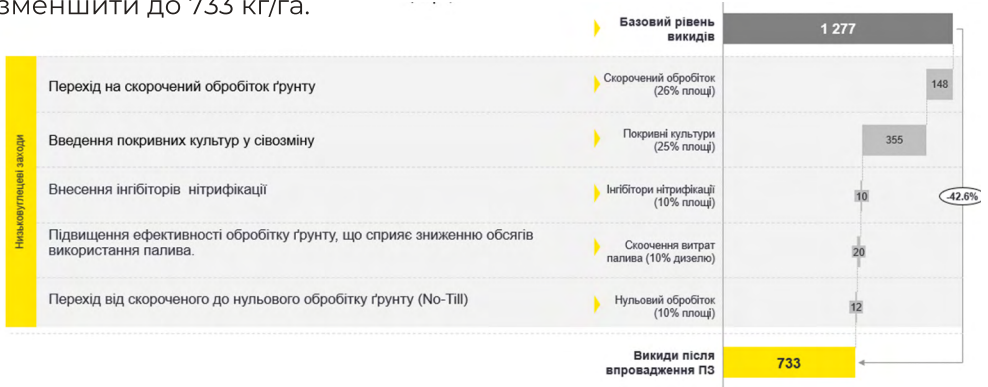
Для скорочення викидів парникових газів впроваджують практики «вуглецевого землеробства» (carbon farming) серед яких:

- Перехід на мінімальний обробіток ґрунту;
- Уведення покривних культур в сівозміну;
- Внесення інгібіторів нітрифікації;
- Підвищення ефективності обробітку ґрунту, що сприяє зниженню обсягів використання палива;
- Перехід від мінімального до нульового обробітку ґрунту (No-Till).

Проведено розрахунки ефективності застосування різних практик, які сприяють скороченню викидів парникових газів у рамках проекту з розвитку корпоративного кліматичного управління та роботи над кліматичною стратегією Кернел у партнерстві з Європейським банком реконструкції та розвитку. Встановлено індикативні показники, які демонструють ефективність основних видів практик, які використовуються для скорочення викидів.

СЕКЦІЯ 3

Продемонстровано, що за застосування належних практик базовий рівень викидів оксиду вуглецю з 1 277 кг/га можна зменшити до 733 кг/га.



Удосконалення обліку викидів парникових газів від операційної діяльності агробізнесу та аналіз можливостей їх скорочення є одним із фокусів функції сталого розвитку в Кернел, який є дуже важливим в умовах сьогодення.

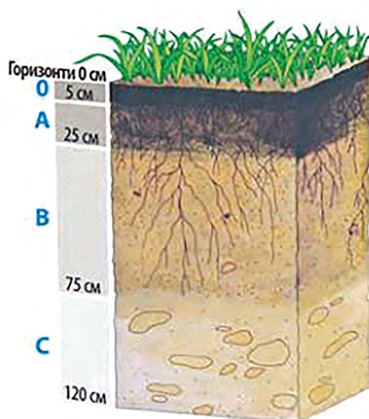


ТЕХНОЛОГІЯ NO-TILL ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗБЕРЕЖЕННЯ ҐРУНТУ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЙОГО РОДЮЧОСТІ

МИХАЙЛО ДРАГАНЧУК
фермер, блогер

Деградація ґрунтів – це дуже велика проблема, з якою стикається багато працівників агропромислового сектору. У представлений доповіді буде презентовано власний досвід вирішення проблеми деградації ґрунтів. На початку фермерства на господарстві довгий час застосовувалась оранка, але такий метод обробітку потребував багато додаткових ресурсів та економічних витрат, також було відмічено зменшення вмісту вологи в ґрунті, що є важливим показником для вирощування сільськогосподарських культур. Крім того, довелося зіткнутися з низкою інших проблем, серед них - вітрова та водна ерозії.

Щороку в Криму, де знаходиться господарство, доводилося спостерігати прояви вітрової ерозії ґрунту, який піддавався обробітку. За низької кількості опадів ґрунт швидко пересихав, і сильні вітри здували верхній родючий шар. За кілька днів такого сильного вітру може спостерігатися видування на кілька сантиметрів, внаслідок чого відмічається велика втрата поживних речовин, що є дуже великою проблемою, враховуючи, що для створення 1 см родючого ґрунту природі знадобилося не одне століття.



СЕКЦІЯ 3

Водна ерозія на полях Криму спостерігається в результаті опадів, які несуть зливовий характер, внаслідок чого оброблені ґрунти не встигають поглинути значну кількість води. Через це в степовій місцевості на найменших нерівностях поля з'являються розмиви і яри, що призводить до втрати найродючішого шару ґрунту, який знаходиться у проміжку 5 см від поверхні, і який ми втрачаємо внаслідок водної та вітрової ерозій.

У зв'язку з вище перерахованими причинами, було прийнято рішення відмовитися від оранки та перейти на мінімальний обробіток ґрунту, але зупинити процес деградації ґрунтів не вийшло, що є величезною проблемою, яку потрібно вирішувати.

На більшій частині території України (57,5%) спостерігаються посилені процеси ерозії ґрунтів, що є результатом не тільки природних процесів, а й недбайливого людського використання. Як наслідок такого ставлення до землі, якість українських ґрунтів з кожним роком падає. Так, українські чорноземи за останні 100 років втратили третину гумусу.

57,5 %
ерозія ґрунту

65 кг/га
втрати гумусу
щорічно



Яким же чином було вирішено проблему деградації ґрунтів у господарстві?

Оскільки будь-який обробіток ґрунту є одним з причин розвитку ерозії ґрунту, було прийнято рішення відмовитись від механічного обробітку ґрунту та перейти на технологію No-till.

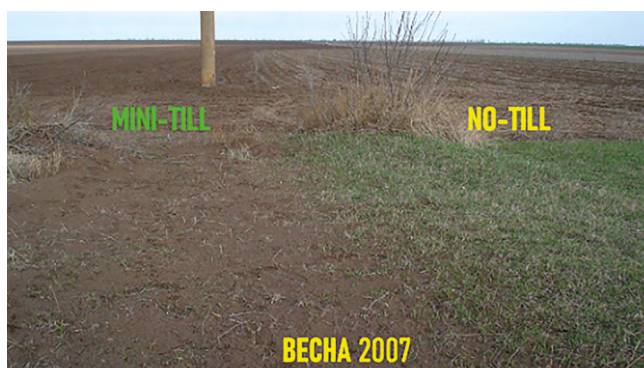
No-till – система землеробства, яка виключає не тільки оранку, але й інші будь-які види механічної обробки ґрунту. У результаті поверхня залишається в незміненому стані та покривається подрібненими пожнивними залишками. Технологія No-till стає дедалі популярнішою в якості альтернативи традиційним та іншим системам землеробства, які базуються на механічному обробітку ґрунту. Сівба за такої технології проводиться спеціальними сівалками по збереженим на поверхні ґрунту пожнивним решткам попередньої культури в необроблений ґрунт. Непорушена структура ґрунту є основною особливістю цієї технології, оскільки не порушуються природні процеси, що проходять в ґрунті. Рослинні рештки на поверхні ґрунту - також одна з важливих відмінних рис цієї технології, чим більше рослинних решток, тим краще, адже вони дозволяють зберегти вологу й захистити ґрунт від ерозії.

Для збереження і відновлення ґрунтів першим кроком було під час осінньої посівної 2006 року засіяти поля озимими культурами ячменю та пшениці за технологією No-till, для порівняння половину площі полів було продисковано й застосовано мінімальний обробіток ґрунту. Таким чином, було порівняно дві технології, і перші спостереження продемонстрували переваги No-till. Восени було відмічено кращі сходи за технології No-till з попередником соняшник, аніж за технології Mini-till з попередником нут.



СЕКЦІЯ 3

Наступне спостереження відбувалося навесні 2007 року, після пилових бур, на площах, де засівалася пшениця без обробітку ґрунту, не було зафіксовано здувів, тоді як на площах з мінімальним обробітком верхній шар ґрунту був знесений вітровою ерозією. Таким чином, технологія No-till є ефективним рішенням захисту ґрунтів від вітрової ерозії. Також було відмічено, що за технології No-till структура ґрунтів не порушується.



Щодо водної ерозії, було встановлено, що на полях без оранки, ґрунти краще поглинали воду, тоді як на ґрунтах з технологією мінімального обробітку ґрунту стояла вода.

Отже, технологія No-till, на прикладі досліджуваних полів, ефективно захистила ґрунти від деградації.



ВОДНА ЕРОЗІЯ



ДО

ПІСЛЯ

Відповідно до міжнародного та українського досвіду впровадження технологій землеробства без обробітку ґрунту можна зробити висновок - збереження ґрунту від ерозії та відновлення його родючості – це програма мінімум при переході на No-till. За застосування технології No-till відмічаються не тільки економічні переваги, а й ефективне покращення ґрунтів.

У рамках спільного проєкту з компанією БТУ-ЦЕНТР було проведено Agro Web Session No-till PRO, на який розглядався «просунутий» рівень No-till, який ставить перед собою програму максимум – підвищення родючості ґрунтів, з фокусом на його мікробіоту, адже для підвищення родючості ґрунту потрібно активізувати мікробіом, який виконує важливі функції в ґрунтоутворенні та його якості. У ході роботи Agro Web Session No-till PRO було представлено інструменти, які дозволяють підвищувати родючість ґрунтів, серед яких:



- Розширені сівозміни;
- Покривні культури;
- Мікробіологічні препарати;
- Органічні добрива;
- Інтеграція тварин в систему No-till.

Чим більше інструментів задіяно, тим більш ефективніша робота по підвищенню родючості ґрунту, тим далі просуваються аграрії на цьому шляху.

Мета будь-якого бізнесу – отримання прибутку. І саме прибуток є головним критерієм його ефективності. Вважається, що чим більше прибуток, тим більш успішний та ефективний бізнес. Аграрний бізнес також як й усі інші види бізнесу прагне отримувати прибуток, оскільки він є важливим критерієм його ефективності, але не єдиним.

Справа в тому, що аграрії отримують свій прибуток на землі у взаємодії з природою. Лише верхній шар землі (ґрунт) має родючість, тобто здатність задовольнити потреби рослин, що вирощуються. Це дає можливість забезпечувати

СЕКЦІЯ 3

кормами тварин та отримувати необхідні людям продукти. Крім того, в інших галузях виробництва у зв'язку з прискоренням науковотехнічного прогресу різні засоби виробництва можна замінювати на більш досконалі, а в землеробстві ґрунт - незамінний засіб виробництва. Якщо бізнес в аграрній сфері буде зорієнтований тільки на отримання прибутку, то є дуже великий ризик хижацького використання землі і як наслідок - її деградації та зниження родючості. Великі цивілізації, які не змогли запобігти деградації ґрунту, не вижили. Сучасний аграрний бізнес може спіткати така ж доля, якщо головною його метою буде лише отримання найбільшого прибутку.

Ґрунти, при правильному їх використанні та врахуванні природних закономірностей, можна не тільки захистити від водної та вітрової ерозії, але й покращити їх якість. При цьому реально не тільки зберегти, але й підвищити родючість ґрунту. Тому саме стан такого важливого засобу виробництва, як ґрунт, є також дуже важливим критерієм успішності бізнесу в аграрній сфері.

Ефективний агробізнес – це не тільки отримання максимуму прибутку при мінімумі затрат ресурсів, це також відновлення, збереження та підвищення родючості ґрунту, на якому він працює. Очевидно, що бізнес в аграрній сфері треба оцінювати не тільки по величині прибутку. *Тільки той аграрний бізнес ефективний, який дбає про ґрунт, завдяки якому отримує цей прибуток. Саме родючість ґрунтів буде визначати ефективність агробізнесу не тільки на даний час, але й у майбутньому!*



СИСТЕМИ ЗЕМЛЕРОБСТВА NO-TILL ТА STRIP-TILL ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА, НАУКИ, ОСВІТИ

МИКОЛА КОСОЛАП

доцент кафедри землеробства та
герботології НУБіП України, к.с.-г.н.

У другій половині XX століття в землеробстві відбулася зміна парадигми розуміння місця й ролі сільськогосподарської діяльності людини в сучасному світі: **від парадигми** людина – цар природи, вона знає як краще природу можна й потрібно пристосовувати до власних потреб, «Не треба чекати милостей у природи, взяти їх у неї - наше завдання» (І.В. Мічурін), **до парадигми сьогодення** - природа знає краще, і тому людина повинна, співіснуючи з природою, діяти у відповідності з її законами, які відображені в законах екології Баррі Коммонера:

Природа знає краще;

Ніщо не дається даром - за все треба платити;

Усе пов'язане з усім;

Усе повинно кудись діватися.

Стале природокористування є важливою ланкою сучасного розвитку. У рамках ООН на сьогодні офіційною стратегією світового розвитку людства є Концепція «Сталого еколого-економічного розвитку», до якої входить стале сільськогосподарське виробництво, землеробство.

Стале сільське господарство - це не просто альтернативний метод у сільському господарстві. Воно засноване на іншому баченні й розумінні місця та ролі сільського господарства в екосистемі планети Земля.

СЕКЦІЯ 3

Стале зберігаюче землеробство - це система розвитку рільництва у відповідності до законів природи й розглядається сьогодні у всьому світі як єдиноможливий спосіб існування й подальшого успішного розвитку галузі землеробства.

Світ трактує, що сьогодні сільське господарство – це настільки важлива система, яка дає нам не тільки можливість отримувати їжу, вона надає нам середовище, в якому ми існуємо. Тому необхідно впроваджувати теоретичні й практичні шляхи реалізації концепції сталого землеробства, зважаючи, що:

- **Теоретичний** – поєднує загальні поняття: «стале землеробство», «самопоновлювальне землеробство», «консервативне землеробство», «зберігаюче землеробство» тощо.

- **Практичний** – відображає спрямованість системи землеробства: «ґрунтозахисне землеробство», «ресурсоощадне землеробство», «кліматично-орієнтована система землеробства», «карбонове землеробство», тобто поняття про системи, спрямовані на досягнення тієї чи іншої мети або соціальної вимоги суспільства.

Уся **теорія сталого землеробства** ґрунтується на трьох основних принципах:

Мінімальне механічне порушення ґрунту (цьому сприяють технології mini-till, strip-till та no-till). Полицевий обробіток ґрунту суперечить природному процесу ґрунтоутворення, порушення, яке він завдає, перевищує здатність ґрунтів до самооновлення і веде до незворотної їх деградації;

Диверсифікація сівозмін (максимальне дотримання закону біологічного різноманіття, як основи сталого розвитку екосистем). Основою стійкості і здатності до самооновлення сільськогосподарських агроєкосистем є їх біорізноманітність;

Постійне покриття поверхні ґрунту органічною масою у вигляді живої рослинності або її залишків.

Вся ця теорія може бути описана однією фразою: «ґрунт не повинен бачити сонця». Адже саме в таких умовах контролюється температура ґрунтів, створюються оптимальні умови для життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів, які відіграють значущу роль у формуванні якості ґрунтів. Виходячи з цієї теорії, можна назвати основні характеристики сучасних систем землеробства.

МИКОЛА КОСОЛАП

Системи землеробства мусять бути:

- Інтенсивними;
- Ґрунтозберігаючими;
- 3. Ресурсоощадними;
- 4. Кліматично-орієнтованими;
- 5. Екологічними (від секвестрації CO₂ до чистої води в річках);
- 6. Економічно ефективними.

Ідеальної системи землеробства, яка б максимально реалізувала всі наявні вимоги, на сьогодні не створено, але найбільш відповідною до зазначених характеристик є система No-till.

Що стосується України, то на даний час реалізовано такі системи землеробства:

- Традиційна;
- Ресурсоощадна (екологічна, ґрунтозахисна);
- заміна оранки глибоким рихленням
- заміна оранки мілким обробітком
- чергування різних систем обробітку в сівозміні
- Strip-till;
- No-till;
- Органічна системи землеробства.

Принципи традиційної системи землеробства закладено в українців на генетичному рівні, але і результати використання новітньої системи no-till вражають, оскільки неодноразово демонстрували отримання рекордних врожаїв і позитивний вплив на екосистему ґрунту.

Парадигма системи землеробства no-till полягає у тому, що:

Технології вирощування сільськогосподарських культур повинні бути узгоджені із закономірностями ґрунтотворного процесу конкретної ґрунтової відміни.

Після отримання кожного урожаю культури родючість ґрунту повинна не знижуватися, а підвищуватися.

Урожай наступної культури має зростати саме за рахунок цього, а не за рахунок внесення додаткової кількості добрив або інших складових технологічного процесу.

СЕКЦІЯ 3

Для підвищення ефективності систем землеробства, отримання хороших врожаїв, збереження ґрунтів та довкілля є необхідною тісна взаємодія між виробництвом, наукою та освітою, оскільки це основні три кити, які працюють над розбудовою майбутнього у сільському господарстві країни.



ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТІВ В АГРОЦЕНОЗАХ ПОРУШЕНИХ ВОЄННИМИ ДІЯМИ

ЮЛІЯ МИРОНОВА

фітопатологиня, дослідниця із захисту
рослин Інституту прикладної
біотехнології БТУ-ЦЕНТР.

Повномасштабне вторгнення росії до України вже завдало та продовжує завдавати величезної шкоди людям, інфраструктурі та нашим родючим землям, де тривають бойові дії. Військові дії приносять значної шкоди українським полям, внаслідок вибухів боєприпасів спостерігається хімічне та фізичне забруднення земель. Внаслідок хімічного спостерігається значне забруднення ґрунтів важкими металами та нафтопродуктами, спостерігається загибель ґрунтової фауни, внаслідок вибухової хвилі спостерігається руйнування рослинності, ущільнення ґрунтів, утворення вирв, що в подальшому порушує гідрологічний режим та руйнує структуру ґрунтів і викликає ерозію, яка може спричинити опустелювання і глобальні зміни клімату.



СЕКЦІЯ 3

З усіма вище перерахованими наслідками воєнних дій потрібно боротися і шукати шляхи їх вирішення, оскільки рослинництво в Україні - це перш за все продовольча безпека усього світу. Якщо ґрунти України будуть забруднені, порушені і не зможуть давати того урожаю, який давали раніше, це може призвести до глобальних світових продовольчих проблем, внаслідок яких постраждають люди.

У представленій роботі наведено практичні рекомендації по відновленню ґрунтів в агроценозах, порушених воєнними діями.

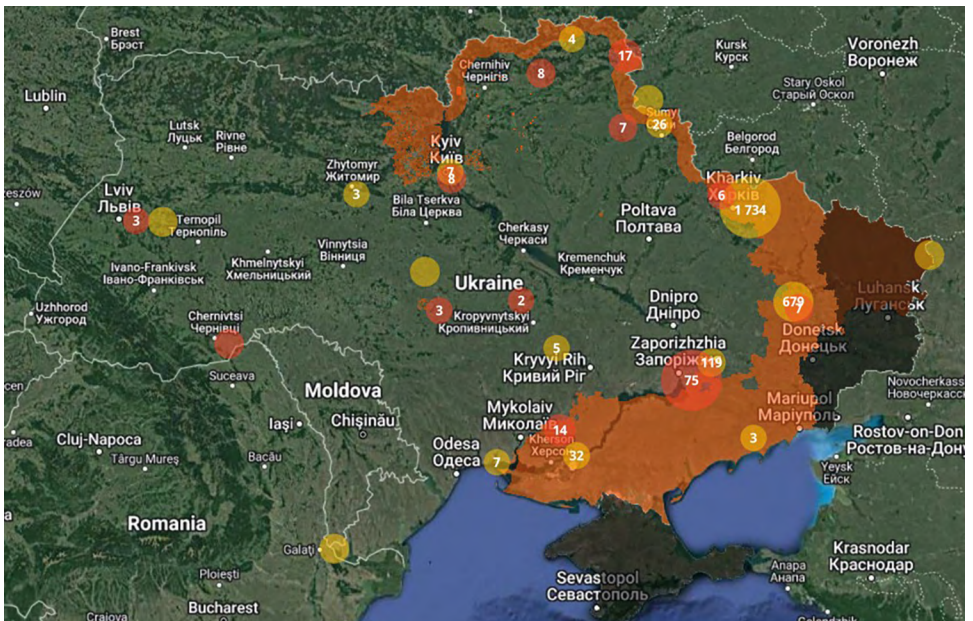
Етап 1. Підготовка ділянки до відновлення

Подання заявки на розмінування території, зателефонувавши 101 або заповнивши заявку на сайті military.feodal.online.

Розмінування території.

Оцифрування ділянок за допомогою супутникового БПЛА/ наземного моніторингу з прив'язкою до системи координат.

Прийняття рішення щодо можливості ведення сільського господарства і подальшого цільового використання.



Етап 2. Аналіз поточного стану ділянки

Відбір зразків ґрунту у зоні ураження та на різній відстані від епіцетру видимого порушення ґрунтового покриву. Аналіз відібраного ґрунту на вміст забруднюючих речовин, серед яких першочергово — важкі метали, залишки нафтопродуктів, інші токсичні речовини (тротил, гексан). Важливим етапом є вимірювання пенетрометром ступеня та глибини ущільнення ґрунту.

Механічне очищення ділянок від джерела забруднення чи його залишків.

Проведення культурно-технічних заходів з метою вирівнювання ґрунтового покриву. При цьому важливо, щоб порядок укладання шарів ґрунту, за можливості, був близьким до непошкоджених ділянок. Оскільки, за хаотичного засипання вирв, ділянка перетвориться на низькопродуктивну у землеробстві, а її відновлення потребуватиме додаткових заходів, таких як внесення високих доз органічних і мінеральних добрив, меліорантів, фітомеліорації тощо.



На знімку зображена ділянка полів, засіяних озиминою, площею в 1 км². Тут 480 воронків від снарядів калібру 82 мм, 547 воронків від снарядів 120 мм і 1025 – калібру 152 мм. Лише (!) на цьому кв км поля в ґрунт потрапило 50 т заліза, 1 т сполук сірки та 2,35 т міді. Крім того, вибухами вивернуто щонайменше 90 000 т ґрунту.

СЕКЦІЯ 3

Етап 3. Відновлення ґрунту

Відновлення ґрунтів можна здійснювати шляхом натуралізації, коли будь-яка діяльність на порушених територіях припиняється і екосистемні важелі поступово відновлюють природні колообіги елементів і речовин. Такий підхід використовують в умовах високого рівня забрудненості і ушкодженості ґрунтового покриву.

При незначному забрудненні ґрунту важкими металами пропонується проведення фітореMediaції, внесення меліорантів, високих доз фосфорних добрив. При цьому варто потурбуватись про розміщення вирощених рослин-ремедіантів і їхню переробку. Адже рослини накопичили важкі метали і важливо, щоб ці метали знову не потрапили в агроценоз.

1. Натуралізація, або фітореMediaція для зменшення кількості важких металів.

2. Очищення нафтових забруднень.

3. Відновлення мікробіоти в ґрунті.

4. Боротьба з ущільненням ґрунту.



У 1918 році в Франції та країнах Балканського півострову: після війни 1999 року (через забруднення ґрунтів від розривів снарядів **було вилучено із с/г використання 120 000 га та 2,5 млн га земель** відповідно.

Іншим необхідним кроком є очищення ґрунтів від забруднень нафтопродуктами. У випадку такого забруднення є різноманітні рішення: хімічні, механічні, біологічні. Серед біологічних методів ефективним є використання мікробних препаратів компанії БТУ-ЦЕНТР, які у своєму складі містять вуглеводно-окисні мікроорганізми, що здатні поглинати залишки нафтопродуктів і переробляти їх.

Важливим завданням є відновлення мікробіоти ґрунту, оскільки багато полів постраждали не тільки від вибухів снарядів, а і від навмисних підпалів. На випалених площах верхній шар ґрунту втрачає поживні речовини, змінюються

якісні та кількісні характеристики мікробіому, що вплине на виконання ґрунтом його екологічних функцій. Тому, відновлення мікробіоти ґрунтів є ключовим чинником, який сприятиме відновленню ґрунтів як базису екосистеми. Це можливо здійснити застосовуючи мікробіологічні препарати.

Як використовувати забруднені території важкими металами ?

Згідно аналізу наукових джерел та напрацювань наших науковців, на ґрунтах із забрудненням важкими металами, яке не перевищує 10 природних фонів можна вирощувати певні сільськогосподарські культури. Серед таких:

- 1) Вирощування технічних культур для непродовольчого використання.
- 2) Вирощування посівного матеріалу є дієвим методом, оскільки основна маса важких металів, які накопичуються рослиною залишаються в її вегетативній масі, тоді як у генеративних органах їх значно менше, а посівні властивості насіння непогіршуються.
- 3) Вирощування зернових культур та кукурудзи на зерно, як корму для тваринництва.



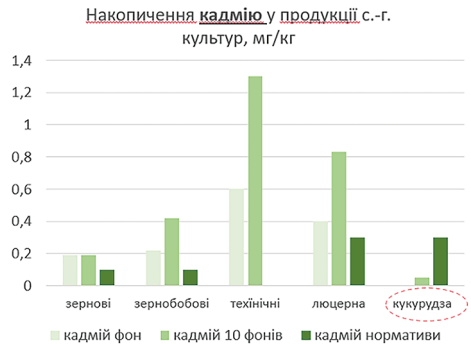
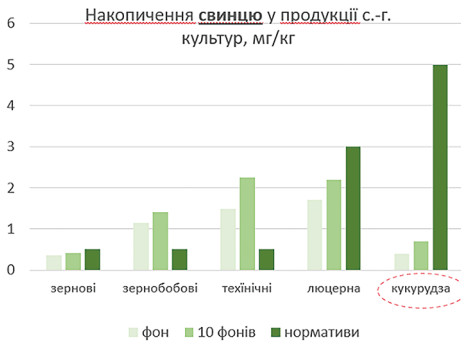
СЕКЦІЯ 3

Останній підхід запропонований науковими співробітниками ННЦ «Інституту землеробства НААН». Так, наприклад, кукурудза має високу толерантність та потужні фізіологічні бар'єри по відношенню до ВМ і здатна частково акумулювати і фіксувати токсичні метали кореневою системою, виносячи до товарної частини урожаю лише незначну їх частку, що не перевищує ГДК у кормах для тваринництва.

Представлено дані, отримані працівниками ННЦ «Інституту землеробства НААН», які є дуже цікавими та інформативними. Було досліджено частку зміни урожайності культур в умовах забруднення ґрунту важкими металами впродовж 2003-2018 років, %. Відмічено зростання урожайності за перевищення, в 10 разів, природного фону цинку, кадмію та свинцю у рослин сої, льону, ріпаку та люцерни, тоді як в інших культур прослідковувалося зменшення.

КУЛЬТУРИ	Перевищення природного фону свинцю, кадмію, цинку		КУЛЬТУРИ	Перевищення природного фону свинцю, кадмію, цинку	
	в 10 разів	в 100 разів		в 10 разів	в 100 разів
Зернові культури			Технічні культури		
Ячмінь ярий	-15	-30	Льон олійний	+15	-100
Пшениця яра	-10	-62	Ріпак ярий	+7	-91
Пшениця озима	-4	-81	Кормові культури		
Зернобобові культури			Люцерна першого укосу (з.м.)	-13	-25
Соя	+32	-50	Люцерна другого укосу (з.м.)	+4	-5
Люпин	-0	-98	Кукурудза (на зерно)	-11	-23
Квасоля	-0	-95			

Наступний дослід стосувався накопичення важких металів товарною продукцією. Встановлено, перевищення вмісту свинцю та кадмію у зернових, зернобобових та технічних культурах, тоді як зерно кукурудзи в усіх варіантах відповідало санітарно-гігієнічним нормативам за вмістом свинцю та кадмію для використання на кормові потреби.



Також було відмічено зміни пулу мікроміцетів за різного забруднення агроєкоотопів полютантами.

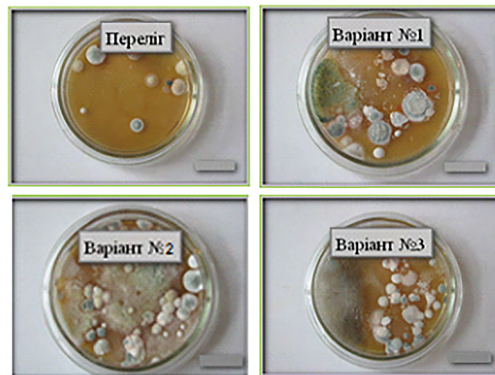
Схемою досліду було передбачено:

Переліг (ділянка незабруднена ВМ);

№ 1 – контроль (природний фон ВМ);

№ 2 – перевищення природного фону ВМ у 10 разів;

№ 3 – перевищення природного фону ВМ у 100 разів.



За забруднення ґрунту ВМ відмічено збільшення чисельності грибів, які здатні спричиняти хвороб рослин:

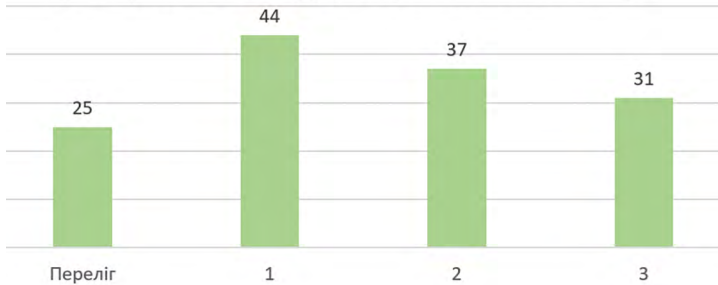
- *Fusarium oxysporum* (25%),
- *Aspergillus niger* (22%),
- *Rhizopus nigricans* (26%),
- *Aspergillus flavus* (24%).

Також було визначено целюлозоруйнівну активність мікробного ценоза залежно від вмісту важких металів. Встановлено

СЕКЦІЯ 3

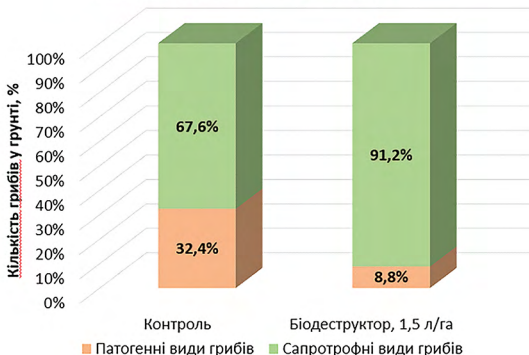
зменшення активності, що пояснюється зменшенням біорізноманіття мікроорганізмів в ґрунті за дії ВМ.

Целюлозоруйнівна активність мікробного ценозу залежно від вмісту важких металів, %



На забруднених ґрунтах потрібно досліджувати мікробіоту ґрунту і змінювати її на користь сільськогосподарським культурам шляхом зменшення патогенних мікроорганізмів і збільшення корисних. У цьому аспекті компанія БТУ-ЦЕНТР може рекомендувати застосовувати біодеструктори для зменшення кількості патогенних мікроорганізмів і, таким чином, мати здорову та якісну продукцію. З рисунку видно, інгібуючий вплив біодеструктора, до складу якого входять гриби роду *Trichoderma*, на патогенні гриби: *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium culmorum*. За дії біодеструктора у ґрунтах було відмічено значне зменшення патогенних грибів та збільшення сапротрофних.

Вплив біодеструктора компанії «БТУ-ЦЕНТР» на мікофлору ґрунту, в т. ч. патогенну



Контроль, без застосування біопрепарату



Вплив біодеструктора на патогенні гриби: *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium culmorum*

Також компанія «БТУ-ЦЕНТР» має рішення, що стосується процесу очистки ґрунту від нафтозабруднень шляхом деструкції залишків нафтопродуктів зі застосуванням мікробних препаратів Родекс. Препарат Родекс демонструє чудові результати по швидкості деструкції нафти, яка потрапила в ґрунт. Об'єктом досліджень були зразки ґрунту, відібрані на забруднених нафтою ділянках Леляківського ПМД.

Схема дослідіу включала 3 ділянки:

1 ділянка: Родекс-ж 10, 50 і 100 кг/га

2 ділянка: Родекс-м 10, 50 і 100 кг/га

3 ділянка: Родекс-т 20, 50 і 100 кг/га + Азотофіт 0,2 – 2,0 кг/га

Контроль: Без внесення біопрепаратів.

Експериментально встановлено ефективність застосування мікробних препаратів Родекс. Найвища швидкість та відсоток деструкції, за 60 діб, було відмічено у 2-ому варіанті і дані показники становили 33,5 мг/добу та 75,2%, відповідно, і перевищували контрольне значення приблизно втричі. Таким чином, застосування біопрепаратів Родекс для здійснення біоремедіації забрудненого нафтою та дизельним паливом ґрунту є екологічним та ефективним методом.

№ ділянки	Середні показники (за 60 діб)			
	Нафтопродукти, мг/кг сухого ґрунту		Швидкість деструкції мг нафти/добу	Деструкція, %
	Початково	після 3-х обробок		
1	3670	1460	29,5	65,6
2	3550	1040	33,5	75,2
3	3310	1720	21,2	68,1
Контроль	4330	3370	12,8	22,2



ПРАКТИЧНІ ШЛЯХИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ

ОЛЕКСАНДР ДОМБРОВСЬКИЙ
президент «МХП Еко Енерджи», голова
правління Global 100% RE Ukraine
АНДРІЙ КРАВЧУК
фахівець із розвитку інновацій МХП

На сьогоднішній день перед українськими землекористувачами постало безліч викликів, одним з яких є зниження родючості ґрунтів. Це виражається в неможливості ґрунту протидіяти аномальним погодним умовам, які щороку б'ють нові рекорди, серед яких температура, опади, аномальні зими, вітри.

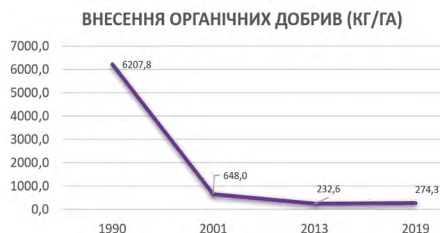
За умови аномальних погодних явищ, ми не можемо знати, яка аномалія наступить завтра, але можемо убезпечити себе через здоров'я ґрунтів, на яких працюємо, тому що здоровий ґрунт має набагато кращі властивості протидії аномальним погодним явищам! Врожайність – це не лише про кількість добрив та кількість вологи, а й здатність витримувати аномалії! Здоров'я ґрунту дуже залежить від людей, адже недосвідчені землекористувачі доводять поля до нездорового стану, шляхом недотримання агротехнологій, відсутності комплексних добрив, застосування згубної сівоzmіни (буряки, соняшник і так далі), внесенням знижених норм добрив, нестачею хімічної меліорації. Як наслідок ми маємо зниження вмісту гумусу, погіршення структури ґрунтових агрегатів, відсутність біопроеесів, закислювання.

Як в Україні склалася така ситуація ?

Згідно з багаторічними напрацюваннями сформувалася історія внесення органічних та мінеральних добрив на території України.

СЕКЦІЯ 3

Станом на 1991 рік і до 2000 року було відмічено різкий спад внесення як мінеральних, так і органічних добрив у ґрунт, внаслідок чого відбулося погіршення його властивостей. Обсяги внесення органічних добрив на 1 га в 2019 році в порівнянні з 1990 зменшились в 22 рази (за даними Держкомстату України).



Ще одним важелем, який призвів до погіршення стану ґрунтів, є пріоритет швидшого заробітку над довгостроковою перспективою землекористування.

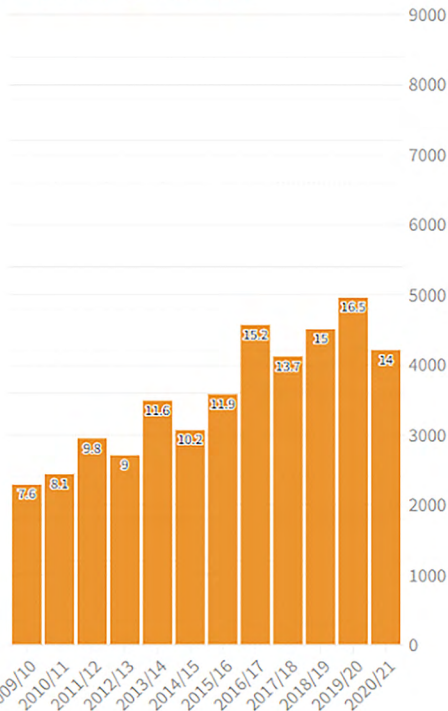
Для прикладу, розглянувши виробництво соняшника за останні 10 років, можна відмітити збільшення площ, на яких сіють дану культуру. За даними на графіку, у 2009 році було отримано 7,6 млн т насіння за врожайності 1,52 т/га, а у 2020 – 14 млн т за врожайності 2,06 т/га. Такі дані свідчать про збільшення засіяних площ приблизно від 5 до 7 млн га, а це майже 25% від площі орних земель України, які становлять приблизно 30 млн га.

СЕКЦІЯ 3

Урожайність т/га



Виробництво млн т



При таких площах необхідно дотримуватися сівозміни (1 раз на 4 роки), інакше спостерігатиметься деградація ґрунтів. Окрім цього, під соняшник вносять популяне добриво хлорид калію, рослина його поглинає, під час засвоєння залишки хлору зв'язуються з водою, утворюючи соляну кислоту, як наслідок, підвищується кислотність ґрунту і пригнічується його мікробіота, яка є одним з основних чинників здоров'я та урожайності ґрунтів, тому необхідно дотримуватися сівозміни та контролювати внесення добрив. Для того, щоб запобігти зниженню родючості ґрунтів та ефективно відновлювати їх, компанією «МХП» застосовуються практичні кейси, які дозволяють користуватися цим безцінним ресурсом в довгостроковій перспективі без його виснаження.

Практичний кейс «МХП» із запобігання зниження родючості ґрунтів:

Використання хімічних меліорантів (вапно або дефекат цукрового буряка);

Використання органічних добрив.

Одним з основних напрямків діяльності «МХП» з відновлення та збільшення родючості ґрунтів є внесення органічних добрив. Компанія «МХП», як відповідальний виробник, також вносить органічні добрива, яких має в достатній кількості завдяки потужній базі тваринництва і птахівництва, для отримання максимально довгострокової перспективи.

У моделі циркулярної економіки «МХП» курячий послід та гній ВРХ ніколи не розглядається як побічний продукт, він є цінною сировиною для виробництва зеленої енергії та чистих органічних добрив шляхом анаеробного зброджування у біогазових установках, при цьому відбувається значне скорочення викидів парникових газів.



Схема роботи біогазових установок в моделі циркулярної економіки

«Сира» органіка:

Курячий послід,
гній ВРХ,
відходи та залишки
рослинництва



«Зелена» енергія

Скорочення
викидів
парникових газів

«Чисті» органічні
добрива

Рідка фракція Тверда фракція



Відсутня патогенна мікрофлора та
насіння бур'янів

СЕКЦІЯ 3

Чисті органічні добрива, як продукт переробки після анаеробного зброджування, отримуються в рідкій та твердій фракціях.

Рідкий дигестат (NPK: 1 – 0,8 – 0,9)

містить більш доступні форми елементів для засвоєння рослинами. Є швидкодіючим добривом з гнучким періодом внесення.



Твердий дигестат (NPK: 1,1–0,7–0,7)

у свою чергу, має пролонговану дію та простішу технологію внесення, що дозволяє використовувати його для живлення під основний обробіток.

Дигестат з біогазових установок «МХП» як високоефективне органічне добриво має такі переваги:

Є універсальним і підходить для всіх типів ґрунтів, а також для підживлення всіх видів рослин;

Підвищує вміст органічної речовини (гумусу);

Покращує водний і повітряний режим ґрунтів;

Розкислює ґрунт;

Відсутність патогенних організмів;

Унікальність цього добрива полягає в тому, що воно містить повний комплекс необхідних макро- та мікроелементів, NPK, органічні сполуки, що покращують структуру ґрунту та гумінові кислоти;

Дозволяє збільшити врожайність;

Створює передумови для розвитку органічного сільськогосподарського виробництва та збільшення доходу від реалізації продукції.

Новим цікавим кейсом відновлення родючості українських земель є пілотний проєкт «МХП» «Органічний гектар». Сенс проєкту полягає в залученні сусідніх фермерів до використання органічних

О. ДОМБРОВСЬКИЙ, А. КРАВЧУК

добрив для отримання позитивного ефекту на їхніх землях, при цьому зменшуються логістичні витрати та скорочуються викиди від спалювання дизельного пального.

МХП:
Органічні добрива

NPK +
рідкі органічні добрива
(з внесенням МХП до 4 км)

куб. м	20
N, кг	200
P, кг	150
K, кг	150



Фермер:
Солома

1 Га



4 тони соломи зернових
сільськогосподарських культур

«МХП» пропонує внесення рідких органічних добрив після біогазового збродження для сусідніх фермерів, у свою чергу, фермери надають соломі зі своїх угідь, яка буде використовуватися для виробництва біогазу. Від внесення органічних добрив, які містять у своєму складі 1% NPK, мезо- та мікроелементи, очікується забезпечення ґрунтів 200 кг/га азоту і 150 кг/га фосфору та калію, що забезпечить ґрунти елементами живлення на сезон без необхідності додаткових внесень комплексного добрива. Від такої співпраці фермер отримує чудове органічне добриво з мікро-, макро- та мезоелементами, а компанія «МХП», на шляху до енергетичної стабільності та декарбонізації, отримує органічні матеріали з поля для роботи біогазової установки та зменшує кількість витраченого пального за рахунок оптимізації логістичного плеча. Це унікальний взаємовигідний проєкт, що повністю відповідає принципам сталого розвитку та моделі циркулярної економіки.

Також, на шляху до відновлення та покращення родючості українських ґрунтів, компанія «МХП» постійно проводить дослідження з оптимізації внесення органічних добрив, а також шукає нові шляхи для забезпечення доступності елементів живлення рослинам. Паралельно ведеться постійний

СЕКЦІЯ 3

моніторинг стану ґрунтів, рослин та бактерій в місцях регулярного внесення. Активно ведеться як внутрішня, так і зовнішня співпраця. Для прикладу, «МХП Еко Енерджи» та «МХП Зернопродукт» спільно досліджують норми внесення добрив та стан ґрунтів після їхнього застосування, а разом з БТУ-ЦЕНТР досліджується вплив бактерій на стан ґрунту та засвоєння поживних елементів.

Дослідження норм внесення та стану ґрунтів



Дослідження впливу бактерій на стан ґрунту та засвоєння поживних елементів



Отже, є три ключові позиції на шляху збереження та відновлення родючості ґрунтів:

1. Родючість ґрунту має безліч факторів, які впливають на цей параметр.
2. Недотримання сівоzmіни та нестача елементів живлення ведуть до зниження родючості шляхом зменшення вмісту гумусу та збільшення кислотності ґрунту.
3. На сьогодні є шляхи вирішення даної проблеми.

Головне – пам'ятати, що інвестиції в сьогоднішній день (правильна агротехнологія, методи хімічної, біологічної меліорації тощо) – це дивіденди завтра.

Шановні друзі, партнери, колеги!

Міжнародна конференція з відновлення родючості ґрунтів вже стала не просто хорошою традицією, а й головним майданчиком для обміну досвідом та ідеями, проведення дискусій, обговорень та побудови нових шляхів та підходів до формування відповіді на виклики, пов'язані з питаннями деградації ґрунтів та шляхами їх відновлення. Дякуємо всім учасникам, співорганізаторам за постійну підтримку, професіональні доповіді, ефективні рішення та стратегічні бачення в напрямку відновлення українських земель!

Про Комітет з відновлення родючості ґрунтів	4
СЕКЦІЯ 1. «ДЕГРАДАЦІЯ ҐРУНТІВ: НОВІ ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ»	9
Корогод О. Деградація ґрунтів – це світова проблема	10
Висоцький Т. Держава і питання відновлення ґрунтів	12
Солоха М. Вплив збройної агресії та бойових дій на сучасний стан ґрунтового покриву, оцінка шкоди та збитків, заходи з відновлення	14
Романова С. Еколого-агрохімічне обстеження сільськогосподарських угідь в зоні бойових дій	22
Сантіванез Т., Журавель О. Ініціативи ФАО щодо посилення кліматичних заходів у сільському господарстві та захисті ґрунтів в Україні	28
Биков М. Розрахунок вуглецевого сліду в продукції при різних методах землеробства	33
СЕКЦІЯ 2. «СУЧАСНІ МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ЗДОРОВ'Я ҐРУНТУ»	38
Корсун С. Що таке здоров'я ґрунту та як його визначити?	39
Шварценштейнер Ю. Методи та метрики оцінки здоров'я ґрунту	47
Ігельський Р. Мікробіологічне дослідження ґрунту – підтримка прибуткового переходу до сталого сільського господарства	52
Ґелен Ф. Мікробіом ґрунту: функції та екологічні взаємодії	58
Шаванова К. Мікробіом ґрунту: чому це важливо для здоров'я ґрунту, клімату та бізнесу	62
Сичевський С., Хоменко Т., Тонха О. Від підбору методик аналізу ґрунту до диференційного внесення добрив	69

СЕКЦІЯ 3. «ПРАКТИЧНІ КРОКИ ДО ВІДРОДЖЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ»	75
 Трофімова М. Роль ґрунту в низьковуглецевому розвитку агросектора	76
 Драганчук М. Технологія No-till як інструмент збереження ґрунту та підвищення його родючості	80
 Косолап М. Системи землеробства No-till та Strip-till для виробництва, науки, освіти	86
 Миронова Ю. Відновлення ґрунтів в агроценозах порушених воєнними діями	90
 Домбровський О., Кравчук А. Практичні шляхи збереження та відновлення родючості ґрунтів	99

Науково-виробниче видання

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВИКЛИК:
ДЕГРАДАЦІЯ ҐРУНТІВ ЧИ
ВІДНОВЛЕННЯ ЇХ РОДЮЧОСТІ?

Збірник матеріалів III Міжнародної конференції з
відновлення родючості ґрунтів

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 6,28.

Наклад 50 прим. Зам. №23-101.

Видавець і виготовлювач ПП «Видавництво «Фенікс»

Віддруковано на власному обладнанні

Св-во суб'єкта видавничої справи ДК № 271 від 07.12.2000 р.

03067, м. Київ, вул. Грушецька, 136

www.fenixprint.com.ua

