

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет біоресурсів і природокористування України



## ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

Міжнародної науково-практичної конференції

### **«Грунтозахисні технології як фактор родючості ґрунтів і високих врожаїв»,**

присвяченої 100-річчю від Дня народження професора М.К. Шикули



20-21 лютого 2025 р.

Київ

УДК: 631.47:631.45:631.559

«Ґрунтозахисні технології як фактор родючості ґрунтів і високих врожаїв», матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 100-річчю від Дня народження професора М.К. Шикули, 20-21 лютого 2025 р.-Київ: Національний університет біоресурсів і природокористування України.

Збірник наукових праць друкується за підсумками проведення міжнародної науково-практичної конференції «Ґрунтозахисні технології як фактор родючості ґрунтів і високих врожаїв». Представлено матеріали, що висвітлюють питання сучасного ґрунтознавства, раціонального використання і відтворення родючості ґрунтів, особливості їх використання, дослідження функціональної структури мікробних угруповань, вплив військових дій і реабілітація пошкоджених ґрунтів, а також питання законодавчого регулювання охорони земель.

Тези подано в авторській редакції. Автори тез відповідають за автентичність, достовірність викладеного матеріалу, за правильне цитування джерел. Передруковувати опубліковані у збірнику матеріали дозволяється тільки за згодою авторів.

Збірник доповідей розповсюджується в електронному вигляді

© НУБіП України, 2025

© Автори, 2025

## ЗМІСТ

Стор.

	ПЕРЕДМОВА. СЛОВО ПРО ВЧИТЕЛЯ	7
Піковська О.В.	ШИКУЛА МИКОЛА КІНДРАТОВИЧ: ВЧЕНИЙ-ГРУНТОЗНАВЕЦЬ І ПРАКТИК, ЯКИЙ ВИ- ПЕРЕДИВ ЧАС	11
Баласв А.Д., Піковська О.В.	ГУМУСНИЙ СТАН ЧОРНОЗЕМІВ ЗА РІЗНИХ СИ- СТЕМ ОБРОБІТКУ ГРУНТУ І СПІВВІДНОШЕННЯ С:N В УДОБРЕННІ	14
Тонха О. Л., Козак В.М., Шеметун К.І., Гордієнко Л.О.	ВПЛИВ МІНІМІЗАЦІЇ ОБРОБІТКУ ГРУНТУ НА ВМІСТ ЛАБІЛЬНОЇ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ ЧОРНО- ЗЕМІВ ТИПОВИХ	17
Тонха О.Л., Нечай І.В.	СУЧАСНІ ГРУНТОЗАХИСНІ ТЕХНОЛОГІЇ: ЗАПОРУ- КА РОДЮЧОСТІ ГРУНТІВ ТА ВИСОКИХ ВРОЖАЇВ	20
Волкогон В.В.	ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ МІНЕРАЛІЗАЦІЇ ↔ СИН- ТЕЗУ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ У ЧОРНОЗЕМІ ВИ- ЛУГУВАНОМУ	23
Демиденко О.В.	ВІДНОВЛЕННЯ ГРУНТОТВОРЕННЯ ЗА МІНІМАЛІЗАЦІЇ ОБРОБІТКУ В АГРОЦЕНОЗАХ ЛІСОСТЕПУ	26
Богданович Р.П.	МІНЕРАЛЬНЕ ДЕПОНУВАННЯ АТМОСФЕРНОГО КАРБОНУ В ГРУНТАХ УКРАЇНИ	30
Баласв А.Д., Алексеева В.О.	РОДЮЧІСТЬ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ЗА МІНІМІ- ЗАЦІЇ ОБРОБІТКУ ГРУНТУ І СИСТЕМИ NO-TILL	32
Нікорич В.А.	ГРАНУЛОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ЯК ІНСТРУМЕНТ ВИЯВЛЕННЯ ЛІТОЛОГІЧНОЇ НЕОДНОРІДНОСТІ ГРУНТІВ	35
Літвінов Д.В., Тонха О.Л., Забалуєв В.О., Забалуєв С.В., Кошель А.О.	ВІДНОВЛЕННЯ ТА РЕАБІЛІТАЦІЯ ПОШКОДЖЕНИХ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНА- ЧЕННЯ	38
Öner Çetin	EROSION PREVENTION AND FERTILITY CONSERVA- TION IN IRRIGATED AGRICULTURE	42

Kravchenko Y. S.	A NEW VISION OF SOIL ORGANIC MATTER COMPOSITION	54
Wassar F., Ayadi I., Toumi I., Mahmoudi N., Garcia-Sanchez F., Camara-Zapata J., Tedeschi A., El Hajjaji	NEW LOW-COST STRATEGIES OF CROP BASED ON BIODIVERSITY AND REMOTE SENSING TO REDUCE THE APPLICATION OF NITROGEN FERTILIZERS IN THE MEDITERRANEAN AREA	56
Belarbi T., Yarosh A.	SOIL AND CLIMATE CONDITIONS OF THE ALGERIAN SUBTROPICS: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR SUSTAINABLE AGRICULTURE	58
Забалуєв С.В.	ПОТЕНЦІАЛ ҐРУНТОУТВОРЕННЯ ТА ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЯ В ЛІТОГЕННИХ КОНСТРУКЦІЯХ ТЕХНОЗЕМІВ ЗА ТРИВАЛОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИКОРИСТАННЯ РЕКУЛЬТИВОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ	60
Біляк О. О.	ПОТЕНЦІАЛЬНІ ОБСЯГИ ГУМІФІКАЦІЇ ВІДХОДІВ МІКРОГРІН ГОРОХУ НА ВЕРТИКАЛНІЙ ФЕРМІ	63
Демид І.Е.	ЛАБІЛЬНІ ФОРМИ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ У СІРИХ ЛІСОВИХ ҐРУНТАХ АГРОЕКОСИСТЕМ ПРУТ-ДНІСТРОВСЬКОГО МЕЖИРІЧЧЯ	66
Диня В.І., Диня У.Я.	ПОДРІБНЕННЯ РОСЛИННИХ РЕШТОК ЯК ОДИН З ЕЛЕМЕНТІВ ВІДНОВЛЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ	69
Фурманець М. Г., Фурманець Ю. С., Фурманець І. Ю.	ВПЛИВ СИСТЕМ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ВИКОРИСТАННЯ ПОБІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ НА ОРГАНІЧНУ РЕЧОВИНУ ТЕМНО-СІРОГО ОПІДЗОЛЕНОГО ҐРУНТУ	72
Гуменюк І.І., Левішко А.С., Цвігун В.О., Дем'янюк О.С.	ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ҐРУНТОВИХ МІКРОБНИХ УГРУПОВАНЬ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	75
Ґуцук В.І.	ДО ПИТАННЯ МОНІТОРИНГУ РАДІОНУКЛІДІВ У ҐРУНТАХ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ	79
Шевчук О. В., Господаренко Г. М.	ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СУПУТНІХ ПРОДУКТІВ ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ В СУЧАСНИХ АГРОТЕХНОЛОГІЯХ	82
Іваніна В.В., Стрілець О.П., Поплавський В.Б.	ВПЛИВ ТРИВАЛОГО УДОБРЕННЯ СІВОЗМІН НА ОБІГ ВУГЛЕЦЮ ТА ВМІСТ ГУМУСУ У ЧОРНОЗЕМІ ТИПОВОМУ	85
Комар В.О., Комар О.О., Шеметун О.В., Шеметун К.І.	ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ РОСЛИН ТОМАТА У ФОРМУВАННІ ВРОЖАЙНОСТІ РАННЬОСТИГЛИХ ГІБРИДІВ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ НА ДЕРНОВО-СЕРЕДНЬООПІДЗОЛЕНОМУ ҐРУНТІ	88

Коваленко Н. П.	ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ҐРУНТОЗАХИСНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА ПРИ ВИРОЩУВАННІ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УКРАЇНІ	91
Kucher L., Kucher T.	DEGRADED SOD-PODZOLIC SOILS OF POLISSYA IN UKRAINE	95
Kucher L., Kucher T.	PECULIARITIES OF THE GENESIS OF GRAY FOREST SOILS OF SMALL POLISSYA	98
Кучер Л.І., Чмиренко Д.	ВПЛИВ БІОЛОГІЗАЦІЇ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ НА ВМІСТ ГУМУСУ І ГУМІНОВИХ КИСЛОТ В ЧОРНОЗЕМІ ТИПОВОМУ ЛЕГКОСУГЛИНКОВОМУ	101
Кучер Л.І., Шкеліберда В.	ОСОБЛИВОСТІ СІРИХ ЛІСОВИХ ҐРУНТІВ ФАСТІВСЬКОГО РАЙОНУ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	103
Кучер Л.І., Білоконенко М.	ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ФАКТИЧНОГО І ОПТИМАЛЬНОГО КАТІОННОГО СКЛАДУ ҐВК СІРОГО ЛІСОВОГО СЕРЕДНЬОСУГЛИНКОВОГО ҐРУНТУ	105
Kucher L., Kucher T.	ESTIMATION OF EXCHANGEABLE POTASSIUM CONTENT AFTER FERTILIZER APPLICATION ON PODZOLIZED CHERNOZEM OF KYIV REGION	108
Kucher L., Bilokonenko M.	CONTENT OF WATER-SOLUBLE POTASSIUM WHEN USED OF FERTILIZERS IN MEDIUM LOAMY CHERNOZEM OF KYIV REGION	110
Кучер Л.І., Шкеліберда В.	ПРИЧИНИ І НАСЛІДКИ ЗАСОЛЕННЯ ҐРУНТІВ ДОНБАСУ	112
Кудря О.Ю.	ВПЛИВ РІЗНОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ ФЕРТИГАЦІЇ КАРТОПЛІ СТОЛОВОЇ НА ЗМІНУ РЕАКЦІЇ СЕРЕДОВИЩА ТЕМНО-СІРОГО ОПІДЗОЛЕНОГО ҐРУНТУ	114
Трофименко П., Забалуєв В., Забалуєв С., Андрійчук В.	НЕГАТИВНИЙ ВПЛИВ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ҐРУНТИ УКРАЇНИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ШЛЯХІВ ЇХ ВІДНОВЛЕННЯ	117
Кудря С.О.	БАЛАНС ГУМУСУ В ЧОРНОЗЕМІ ТИПОВОМУ ЗА ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ І БОБОВИХ КУЛЬТУР У КОРОТКОРОТАЦІЙНІЙ СІВОЗМІНІ	120
Патика М.В.	SMART-АГРОІНЖЕНЕРІЯ РИЗОСФЕРИ: ВИКОРИСТАННЯ МІКРОБНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ	123

Мельничук Т. М., Вішован Ю.Ю., Самкова О.П., Вишнівський П.С., Білявська Л.О., Феделеш- Гладинець М.І., Савченко Є.А.	МІКРОБНІ ПРЕПАРАТИ ЯК ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ҐРУНТУ	127
Фурман В.М., Мороз О.С.	СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ РАЦІОНАЛЬНОГО ЗЕМЛЕКО- РИСТУВАННЯ	129
Новицька Н. В., Доктор Н.М., Коцібан О.	ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИН ДЛЯ РЕМЕДІАЦІЇ НАФТОЗАБРУДНЕНИХ ҐРУНТІВ	132
Kabranova R.	SUSTAINABLE TOBACCO PRODUCTION	136
Пташнік М.М., Ременюк Ю.О., Заяць П.С.	ВОЛОГООЩАДНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В СИСТЕМАХ ВІДНОВЛЮВАНОВОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА ЛІСОСТЕПУ	138
Самкова О.П., Мельничук Т. М., Вішован Ю.Ю.	ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА БІОЛОГІЧНУ АКТИВ- НІСТЬ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО	141
Panchuk T., Savchenko V.	INFLUENCE OF SIDERAL CROPS ON AGROCHEMI- CAL INDICATORS	143
Usata L., Usatyi S.	INTEGRATED APPROACH TO SOIL MANAGEMENT	146
Yarosh A.	SOIL MOISTURE MANAGEMENT STRATEGIES IN IR- RIGATION: IMPACT ON SOIL FERTILITY AND CLI- MATE ADAPTATION	150
Шеметун К.І., Баласв А.Д.	ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ДЕРНОВО- ПІДЗОЛИСТИХ ҐРУНТІВ ЗА ВИКОРИСТАННЯ СО- ЛОМИ І СИДЕРАТІВ	152
Носенко В.Г.	РОЛЬ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР В ЗМЕНШЕННІ ПРОЦЕСІВ ДЕФЛЯЦІЇ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ	155
Коваленко Н. П.	ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ҐРУНТОЗАХИС- НОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА ПРИ ВИРОЩУВАННІ ВИСО- КОПРОДУКТИВНИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УКРАЇНІ	158
Бикін А.В., Тонха О.Є.	ВПЛИВ НЕРІВНОМІРНОСТІ РОЗПОДІЛУ ДОБРІВ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИ- МОЇ	162
Бобер А.В., Лисун Я.Ю., Бобер І.А.	ФОРМУВАННЯ ТА ЗБЕРЕЖЕНІСТЬ ЯКІСНИХ ПО- КАЗНИКІВ НАСІННЯ РІПАКУ У ВИРОБНИЧИХ УМОВАХ	164

Булигін С.Ю.	РЕГЛАМЕТАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ҐРУНТИ	167
Бикова О.Є.	УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ҐРУНТІВ У КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ	169
Дегтярьов В.В., Чередніченко І.В., Коньшин Р.В.	СТРУКТУРНО-АГРЕГАТНИЙ СКЛАД ЧОРНОЗЕМІВ ТИПОВИХ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ В УМОВАХ БЕЗПОЛИЦЕВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ	171
Горошко О.В., Нікорич В.А.	ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ДЗЗ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ МЕЖ ПОРУШЕНИХ ҐРУНТІВ ВНАСЛІДОК БОЙОВИХ ДІЙ	175
Хоруженко А.Г., Кротенко В.В.	ОЦІНКА ШКОДИ ДОВКІЛЛЮ ВНАСЛІДОК ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ	178
Karabach K.S., Karabach A.V.	THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON SOIL CULTIVATION IN UKRAINE	182
Карабач К.С.	ВІЙНА – НЕ ЗАВЖДИ ВИРОК ДЛЯ ЗЕМЛІ	184
Колесник Т.М., Гук Б.В., Швець М.М.	РОЛЬ ЛИСТОСТЕБЕЛЬНОЇ МАСИ КУКУРУДЗИ У КОЛООБІГУ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ В СИСТЕМІ ҐРУНТ–ДОБРИВА–РОСЛИНА В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ	188
Коломієць С.С., Ромащенко М.І., Сардак А.С., Вірьовка В.М.	ПОРІВНЯННЯ ТРИВАЛОГО ЗАСТОСУВАННЯ ОРАНКИ ТА NO-TILL ТЕХНОЛОГІЇ НА ПРОФІЛЬНИЙ РОЗПОДІЛ ВОДНО-ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТІВ	191
Коломієць С.С., Ромащенко М.І., Сардак А.С.	ІНФОРМАЦІЙНИЙ АСПЕКТ СТІЙКОСТІ ҐРУНТІВ	198
Крайна М.А.	ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РІДКИХ КОМПЛЕКСНИХ ДОБРІВ У ВИРОБНИЧИХ ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ НА ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОМУ ҐРУНТІ	201
Куліджанов Є.В.	НЕДОЛІКИ ЗАКОНОДАВЧОГО РЕГУЛЮВАННЯ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ В УКРАЇНІ	204
Солодка Т.М., Солодка О.В.	МОНІТОРИНГ ВИКОРИСТАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ	207
Тімошкова М. С., Гарбар Л. А.	ВПЛИВ СУХОГО ТА РІДКОГО ІНОКУЛЯНТІВ НА ОСНОВІ <i>AZOSPIRILLUM BRAZILIENSE</i> НА РІСТ ТА РОЗВИТОК РОСЛИН КУКУРУДЗИ	209
Цвик Т.І.	ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ РОДЮЧОСТІ АЛЮВІАЛЬНОГО ҐРУНТУ ЗАПЛАВИ РІЧКИ ПРУТ	212

	ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБУ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ.	
Вітвіцький С.В.	ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНОГО СТАНУ СИСТЕМ ОБРОБІТКУ ТА УДОБРЕННЯ ЧОРНОЗЕМІВ ТИПОВИХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ТА ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ	215
Коваленко Н. П.	ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ҐРУНТОЗАХИСНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА ПРИ ВИРОЩУВАННІ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УКРАЇНІ	217
Майборода Х.А.	АКВАПОНІКА ЯК СТРАТЕГІЯ ЗНИЖЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ НА ҐРУНТИ УКРАЇНИ	221
Польовий В.М., Яценко Л.М., Ровна Г.Ф.	УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ СЕКВЕСТРАЦІЇ ОРГАНІЧНОГО ВУГЛЕЦЮ ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОГО ҐРУНТУ ЗА ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА	225
Тихенко О.В.	КАДАСТРОВИЙ ОБЛІК ЗЕМЕЛЬ ЯК ОСНОВА РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ҐРУНТІВ	229
Чорний С.Г.	ВІЙСЬКОВІ ДІЇ ТА ВІТРО-ЕРОЗІЙНА НЕБЕЗПЕКА НА ПРАВОБЕРЕЖЖІ УКРАЇНИ	232
Кнап Н. В., Волонтир Д. М.	ІНТЕГРОВАНІЙ ПІДХІД ДО УПРАВЛІННЯ РОДЮЧІСТЮ ҐРУНТІВ ПОЄДНАННЯ ҐРУНТОЗАХИСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНШИХ АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ	235
Маркарян В.	ВПЛИВ СИСТЕМ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ЗАПАСИ ПРОДУКТИВНОЇ ВОЛОГИ УПОСІВАХ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ	238
Романенко В.В., Мазур Б.М.	ДОСЛІДЖЕННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ САДЖАНЦІВ ПЛОДОВИХ КУЛЬТУР В СУЧАСНОМУ САДІВНИЦТВІ	240
Бабіля Н. І., Товт В. В.	ЯК ВІЙНА ВПЛИВАЄ НА СТАН ҐРУНТІВ І ЩО ЧЕКАЄ НА ОРГАНІЧНЕ ВИРОБНИЦТВО	244





**М.К.Шикұла**

### **СЛОВО ПРО ВЧИТЕЛЯ**

До сузір'я видатних Українських вчених-грунтознавців належить ім'я професора Миколи Кіндратовича Шикұли. Народився він 6 січня 1925 року (у Святий вечір перед Різдвом) у селянській родині неписьменних Кіндрата Трофимовича і Орини Федосіївни в с. Велика Лепетиха Херсонської області. Був у сім'ї тринадцятою дитиною, з яких у живих залишилось тільки троє. Щоправда, діти отримали від батьків у спадщину гени, які виділяли їх з-поміж оточення. Брат за розсудливість у селі мав прізвисько «професор», сестра працювала у Харкові в проектному інституті.

У шість років Микола вже вільно читав підручники старшої на сім років сестри, тому до школи його записали у шість років. У 1933 році йому довелося перенести голод, втратити рідних і постійно працювати, заробляючи на життя.

Після закінчення середньої школи закінчив два курси Нікопольського сільськогосподарського технікуму агролісомеліорації, але навчання довелося перервати, бо прийшла війна - і студенти з викладачами були направлені до Кривого Рогу, де копали окопи, перебували в окупації.

У 1944 році Микола був призваний до лав діючої армії, був поранений, але після госпіталю знову пішов на війну, закінчив її у Німеччині і продовжував службу до 1950 року. Після повернення до технікуму екстерном склав іспити, отримав диплом техника-агрохіммеліоратора з відзнакою і був направлений до Тимирязевської сільськогосподарської академії, яку теж закінчив з відзнакою з рекомендацією до аспірантури.

У 1960 р. захистив кандидатську, а у 1968 р. – докторську дисертацію. Працював старшим науковим співробітником, а потім - завідувачем лабораторії підвищення родючості еродованих земель і рекультивації Українського науково-дослідного інституту ґрунтів, директором Всесоюзного НДІ захисту ґрунтів від ерозії, а протягом 1974 - 1999 років очолював кафедру ґрунтознавства і охорони ґрунтів Національного аграрного університету. За ці роки він організував три науково-дослідних лабораторії: держбюджетну - ерозії ґрунтів, галузеву - протиерозійних заходів і проблемну - відтворення родючості ґрунтів. Навіть після того, як Микола Кіндратович за віком звільнився з посади завідувача і працював професором кафедри, він не знизив інтенсивності як дослідної, так і викладацької роботи.

За понад 50 років наукової та педагогічної діяльності проф. М. К. Шикула створив наукову школу ґрунтозахисного і біологічного землеробства, а це - 14 докторів та понад 50 кандидатів наук. Хронологічний покажчик наукових праць налічує понад 650 публікацій, з них – 20 авторських свідоцтв та патентів, 15 монографій, 6 науково-популярних фільмів. Для прийдешніх поколінь залише-

но понад 3,5 тисячі сторінок наукових праць. Не кожен академік може похвалитися подібним науковим доробком. А ще у його арсеналі - проект Закону України «Про органічне сільське господарство», Державна цільова програма «Створення сировинної біотехнологічної бази отримання ксенотрансплантантів із тварин-гнотобіотів на основі екологічно чистого сільського господарства» та ін.

У рік свого 80-річчя та 50-річчя наукової діяльності, наче передбачаючи наближення трагічної дати відходу у вічність, на сторінках ювілейної Персоналії професор М. К. Шикула виклав Заповіт до своїх учнів, в якому фактично було сформовано шляхи вирішення науково-обґрунтованих проблем, які в будь-який час їхнього впровадження у виробництво можуть стати Державними науково-технічними програмами в масштабах України: « Національна програма з розробки і впровадження ґрунтозахисних, енерго-, ресурсо-, і вологозберігаючих технологій вирощування с.-г. культур в Україні» та « Концепція біологічного землеробства на чорноземах України».



Професор М.К. Шикула заповідав своїм соратникам-однодумцям продовжити подальшу розробку в цих напрямках як у сфері наукового обґрунтування, так і широкого впровадження у виробництво, адже це дасть можливість аграрному сектору України набути провідного статусу серед країн Європи протягом короткого часу. Час підтвердив актуальність зазначених напрямків досліджень в умовах сьогодення.

Глибоке, науково обґрунтоване переконання, відвага наукової думки, яка не згасала протягом 50 років наукової діяльності, прославили ім'я професора М.К. Шикули далеко за межами України ще за життя. Він був членом Євро-

пейського товариства з обробітку ґрунтів, Європейської асоціації із захисту ґрунтів від ерозії, експертом ФАО, керівником Міжнародної науково-технічної програми із захисту ґрунтів від ерозії, читав лекції із ґрунтознавства у Болгарії, США, Угорщині, Чехословаччині, Данії, Швеції, Польщі.

Як і всі талановиті та обдаровані люди, Микола Кіндратович був скромною людиною - багато його колег та учнів досягли набагато більших кар'єрних адміністративних висот, ніж він. В основу наукової діяльності Миколи Кіндратовича було покладено принцип: "У науці несміливому робити нічого", тому все життя пішло на захист своїх переконань, відстоювання наукових принципів, доказ правоти свого наукового переконання.

ШИКУЛА МИКОЛА КІНДРАТОВИЧ:  
ВЧЕНИЙ-ГРУНТОЗНАВЕЦЬ І ПРАКТИК, ЯКИЙ ВИПЕРЕДИВ ЧАС  
**Піковська О.В.**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Кафедра ґрунтознавства та охорони ґрунтів Національного університету біоресурсів і природокористування України у 2025 році відзначає 100-річний ювілей засновника школи ґрунтозахисного землеробства Шикуди Миколи Кіндратовича, ім'я якого вона носить. Без перебільшення він був тим вченим, який зробив революцію у наукових підходах щодо захисту ґрунтів від деградаційних процесів, а саме водної ерозії, дефляції, агрофізичної деградації та дегуміфікації і наполегливо весь свій науковий і життєвий шлях присвятив вирішенню питання охорони і відновленням родючості ґрунтів.

Характеризуючи наукові здобутки та відкриття Шикуди М.К., слід відзначити його участь у розробці ґрунтозахисної контурно-меліоративної системи землеробства, за яку йому разом із колективом вчених було присуджено Державну Премію України в галузі науки і техніки. Така система могла б найбільш ефективно забезпечити захист земель від водної та вітрової ерозії і сформувати ерозійно стійкі агроландшафти, проте, на жаль, вона не була впроваджена в нашій країні.

Микола Кіндратович був завідувачем кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів протягом 25 років: з 1974 до 1999 рр. Під його керівництвом захищено 14 докторських і 49 кандидатських дисертацій. До 100-річчя Національного аграрного університету (нині НУБіП України) колектив кафедри у 1998 році під керівництвом Шикуди М.К. підготував наукову монографію «Відтворення родючості ґрунтів в ґрунтозахисному землеробстві», яка узагальнила багаторічні дослідження його наукової школи. На кафедрі працювала ціла плеяда його учнів: академік Тараріко О.Г., професор Гнатенко О.Ф., доценти Туренко А.М., Петренко Л.Р., Нестеров Г.І., Пляха М.Г., Капштик М.В., Бережняк М.Ф., Андрі-

єнко В.О. та інші; нині продовжують працювати професори Балаєв А.Д., Тонха О.Л., Кравченко Ю.С., доценти Вітвіцький С.В., Піковська О.В., Кучер Л.І. Як учениця Великого вченого хочу згадати його підтримку, вимогливість і водночас стриманість та інтелігентність, мудрі життєві та наукові поради. Своїм учням Микола Кіндратович часто наголошував на трьох афоризмах:

*«Під лежачий камінь вода не тече»*

*«Життя несміливих не любить»*

*«Хто стукає, тому відчиняють»*

Сам він жив за такими ж принципами. Слід відзначити його особисті якості, такі як наполегливість, сміливість йти всупереч традиційних підходів, націленість на практичне впровадження результатів роботи. Шикула М.К. тісно співпрацював з виробничниками, впроваджуючи системи спочатку глибокого, потім мілкового безполицевого, а з часом і нульового обробітку у різних господарствах України. Приклад – великомасштабний Полтавський експеримент у 70-80-х рр. ХХ століття. Пізніше була успішна співпраця з господарствами Київської, Житомирської, Полтавської, Дніпропетровської, Кіровоградської, Миколаївської та ін. областей. Типовим прикладом втілення інноваційних ідей була співпраця з одним із флагманів аграрного ринку України в кінці 90-х рр. ХХ століття – на початку ХХІ століття – ТОВ «Агро-Союз» Дніпропетровської області. У результаті цієї роботи виділені основні переваги та слабкі сторони No-till за впливом на ґрунти, довкілля, врожайність культур; науково обґрунтовано конверсійний період, який необхідний для успішного переходу від традиційної оранки до прямого висіву; за результатами досліджень захищено дисертаційні роботи.

Слід відзначити науковий підхід Миколи Кіндратовича до розробки та впровадження біологічних систем землеробства, він був одним із співавторів закону про органічне виробництво, у 1996 році виклав основні положення «Концепції біологічного землеробства для чорноземних ґрунтів» на ХІ Міжнародному конгресі IFOAM у Данії; під його редакцією у 2000 році опублікована

наукова монографія «Ґрунтозахисна біологічна система землеробства в Україні». Вже в той час, коли основну увагу звертали на економічну ефективність та високі врожаї культур, Микола Кіндратович працював з однодумцями над питанням збереження не лише ґрунтів, але і довкілля в цілому.

Всі, хто мав можливість працювати з Шиколою М.К, відзначали його далекоглядність та новітній підхід до багатьох агрономічних питань. Адже як ґрунтознавець, насамперед, він дбав про збереження родючості ґрунтів. Задовго до приєднання України до Кіотського протоколу та впровадження вуглецевих сертифікатів науковці кафедри за ідейного супроводу керівника на основі численних експериментальних досліджень розробили рекомендації із збереження та відновлення органічної речовини ґрунтів шляхом використання як традиційних органічних добрив, так і нетоварної частки врожаю, сидеральних посівів і мінімізації обробітку ґрунту. Його наукові ідеї й нині реалізують вчені України. Це вкотре підтверджує тезу про те, що Микола Кіндратович у своїх наукових роботах випередив час. Він не лише проводив наукові дослідження, але і поширював свої ідеї на радіо, в пресі, долучався до створення науково-популярних фільмів, брав участь у днях полів, різних семінарах та виставках, де невтомно переконував агрономів, керівників господарств про необхідність переходу на ґрунто- та ресурсоощадні технології вирощування культур.

З повагою і вдячністю за можливість навчатися, працювати з видатним вченим і Людиною.

## ГУМУСНИЙ СТАН ЧОРНОЗЕМІВ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ОБРОБІТКУ ГРУНТУ І СПІВВІДНОШЕННЯ C:N В УДОБРЕННІ

**Балаєв А.Д., Піковська О.В.**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Розробка і впровадження методів сталого управління органічним карбонм ґрунту надзвичайно важливі для збереження родючості ґрунтів України. Наша країна долучилася до Конвенції ООН із боротьби з опустелюванням, в якій прийняла добровільне національне зобов'язання до 2030 року збільшити вміст органічного карбону в ґрунтах принаймні на 0,1%. Збільшення запасів органічної речовини ґрунту покращує властивості ґрунту, в тому числі сприяє збереженню і відновленню ґрунтової біоти, поживного режиму, забезпечення рослин вологою, підвищує стійкість орних земель до деградації під впливом антропогенних факторів.

В сучасному землеробстві, за широкого впровадження інтенсивних короткоротаційних сівозмін і обмеженого використання органічних добрив та внесення переважно азотних добрив, мікроелементів і стимуляторів росту проблема відтворення родючості ґрунтів лише загострюється. Не сприяє збереженню і відновленню родючості широке застосування пестицидів в сучасних технологіях вирощування культур. За останні десятиріччя врожай сільськогосподарських культур одержують за рахунок інтенсивної мінералізації органічної речовини та потенційних запасів поживних речовин ґрунту.

Дослідники виділяють три основних напрями досягнення нейтрального рівня деградації з одночасним відновленням родючості чорноземів і до них відносять мінімізацію обробітку ґрунту, біологізацію систем удобрення і забезпечення бездефіцитного балансу основних елементів живлення в сівозміні. Поєднання цих трьох напрямів здійснюється за застосування ґрунтозахисних ресурсощадних технологій вирощування культур, які базуються на безполіцевих



обробітках з використанням в якості органічних добрив соломи, сидератів та побічної продукції та внесення помірних норм мінеральних добрив.

Ці чинники нами вивчались в стаціонарних дослідах, де досліджувався вплив різних систем обробітку ґрунту і удобрення на показники гумусного стану чорноземних ґрунтів. Гумус – багатокomпонентна органічна речовина, в яку входять десятки специфічних і не специфічних для ґрунту сполук, які мають різну здатність до трансформації впродовж вегетаційного періоду, в тому числі стійкість до мінералізації. За цією ознакою гумусові речовини поділяються на стабільні і лабільні. Стабільні органічні речовини забезпечують ґрунтам такі характеристики як структурність та водно-фізичні властивості, показники ґрунтово-вбирного комплексу, буферність, груповий склад гумусу, запаси вуглецю, азоту, фосфору і сірки. Ряд авторів вважають, що з лабільними органічними речовинами пов'язаний мікробіологічний режим ґрунту і завдяки їх мінералізації рослини можуть споживати макро- і мікроелементи, які з них вивільнюються. Крім того, вони містять ферменти і стимулятори росту рослин, що також сприяє продуктивності культур. Разом з цим, велика кількість лабільного вуглецю в ґрунті може свідчити про прискорений розклад органічної речовини ґрунту і зміну напрямку та інтенсивності гумусоутворення. Тому потрібно зазначити, що між стабільними і лабільними органічними речовинами існує залежність і між ними повинно витримуватись певне співвідношення для ефективного виконання ґрунтом продуктивної функції впродовж тривалого періоду, а також екологічних функцій в біосфері.

На відновлення органічної речовини в чорноземних ґрунтах найбільший вплив мають „речові чинники,, тобто внесення свіжої органічної речовини, а „технологічні чинники,,(обробіток ґрунту) мали менший вплив. Органо-мінеральне удобрення сприяло збільшенню вмісту і запасів гумусу, а внесення лише мінеральних добрив призводить до втрат гумусу в чорноземних ґрунтах. Внесення впродовж 16 років 100т гною підвищило вміст гумусу в верхньому шарі ґрунту 0-25см на 0,16%, а в поєднанні з повним мінеральним удобренням

на 0,62%. Внесення лише мінеральних добрив сприяло не значному підвищенню вмісту гумусу у порівнянні з варіантом без добрив. Встановлено, що збільшення кількості мінеральних добрив зумовлює прискорену мінералізацію органічної речовини ґрунту.

Мінімізація обробітку ґрунту сприяє збереженню органічної речовини в чорноземах, а в поєднанні з внесенням органо-мінерального удобрення підвищує вміст гумусу, особливо у верхніх шарах ґрунту. Так тривале застосування безполіцевого обробітку з органо-мінеральним удобренням сприяло підвищенню вмісту гумусу в чорноземах типових у порівнянні з оранкою за 16-річного його використання на 0,13%, а за 42-річного на 0,53%.

Встановлено, що процеси гумусоутворення найбільш інтенсивно проходять за широкого спектру співвідношень С:Nв удобренні 12-30:1, а критичний рівень настає за 10:1. Нижче цього рівня можуть відбуватися значні втрати азоту, що негативно впливає на ґрунт і довкілля. Велике співвідношення С:N призводить до втрати значної кількості вуглицю і посилює парниковий ефект. Результати дослідження дають наукову основу для нормування застосування мінеральних добрив на чорноземах, так як їх норми будуть залежати від кількості вуглицю внесеного з органічними добривами і оптимального співвідношення С:N для гумусоутворення.

Лабільні органічні речовини (ЛОР) можуть бути індикатором змін гумусного стану чорноземів під впливом агроприйомів і технологій вирощування культур, так як відносні зміни їх кількості у ґрунті проходять в 2рази швидше, ніж загального гумусу. Мінімізація обробітку ґрунту і внесення органо-мінерального удобрення сприяє посиленню гумусово-акумулятивного процесу, збільшує кількість гумусу і ЛОР, підвищує їх співвідношення в чорноземах типових. Без добрив співвідношення С<sub>ЛОР</sub>:С<sub>гум</sub> становило 2,36 - 6,30, а за безполіцевого обробітку і удобрення зростало до 10,9 – 12,5.

## ВПЛИВ МІНІМІЗАЦІЇ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ВМІСТ ЛАБІЛЬНОЇ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ ЧОРНОЗЕМІВ ТИПОВИХ

**Тонха О. Л., Козак В.М., Шеметун К.І., Гордієнко Л.О.**

*НУБіП України*

Обробіток ґрунту є найважливішою технологічною операцією, яка впливає на рівень забезпеченості рослин елементами живлення і таким чином має вирішальне значення для формування врожаю сільськогосподарських культур. Залежно від виробничих цілей застосовують способи обробітку ґрунту: полицевий, безполицевий, роторний і комбінований. За глибиною способи обробітку поділяються на п'ять груп: поверхневий (до 5 см), мілкий (від 8 до 16), середній (від 16 до 24), різноглибинний (понад 24) і дуже різноглибинний (понад 40 см) (Єщенко В.О., та ін., 1995). Серед систем обробітку ґрунту існує дві різних групи: оранка і безполицевий обробіток. Дослідженнями М.К. Шикули, А.Д. Балаєва, О.Ф. Гнатенка, М.Ф. Бережняка, М.В. Капштика, О.В. Франко та ін. доведено, що застосування оранки призводить до посилення процесів дегуміфікації, розкладення органічної речовини ґрунту, збільшення швидкості мінералізації, що представляє собою нераціональний прийом втрат поживних запасів природної родючості.

Лабільні органічні речовини відіграють велике значення у створенні ефективної родючості ґрунту. Вони представлені водорозчинними, а також вільними і зв'язаними з півтора окислами гумусовими речовинами. В результаті ферментних і окислювальних процесів вони частково мінералізуються і служать джерелом найбільш доступних поживних речовин для рослин, а частково є джерелом стабільного гумусу. Крім цього рухомі органічні речовини – біохімічно активний фонд органічної частини ґрунту, який здійснює суттєвий вплив на процеси структуроутворення і акумуляції енергії.

Метою дослідження було оцінити вплив мінімалізації обробітку ґрунту і органо-мінеральних варіантів удобрення на вміст рухомих гумусових речовин

(РГР) і водорозчинних органічних речовин в чорноземах типових малогумусних Правобережного Лісостепу України. Для дослідження агрохімічних показників змішані зразки ґрунту (12–14 індивідуальних проб) відбирали тростинним буром з глибини 0–5, 5–20, 20–40 см із подальшою підготовкою до аналізів згідно з ДСТУ ISO 11464–200. В лабораторних умовах ґрунтові проби досліджувались в триразовій повторності. В зразках ґрунту визначали: вміст гумусу за Тюріним в модифікації Сімакова (ДСТУ 4289:2004), рухомі гумусові речовини у витяжці 0,1 н NaOH (ДСТУ 4289:2004), водорозчинну органічну речовину визначали за І.В.Тюриним в модифікації Сімакова.

Як показали наші дослідження, кількість новоутворених гумусових речовин, які вилучаються 0,1 н NaOH з декальцинованого ґрунту піддається більш значним змінам, ніж груповий склад гумусу. З глибиною їх кількість закономірно зменшується і обернено корелює з вмістом карбонатів. Це свідчить про те, що тільки новоутворені рухомі органічні речовини зв'язуються кальцієм і магнієм і переходять в більш стабільні групи гумусових сполук ґрунту. Технології, що вивчаються, мали значний вплив на вміст рухомих гумусових речовин (РГР).

На контролі без використання органічних і мінеральних добрив, рослинних і кореневих решток сільськогосподарських культур, які залишаються для компенсації мінералізованих рухомих гумусових речовин не достатньо. Тривале використання органічних і мінеральних добрив значно впливає на вміст рухомих органічних речовин. Органічні добрива підвищують їх вміст в 0–30 см шарі на 26–27 %. При використанні соломи вміст гумінових кислот був більший на 0,04–0,06%. Використання органо-мінеральної системи удобрення із соломою і сидератами збільшувало показники на 0,12–0,14%. Найбільші показники РГР у шарі 0–40 см спостерігалися при застосування глибокого безполицевого обробітку (0,26%) порівняно з оранкою. При чому розподіл РГР був подібний до перелогу. Ведення перелогу формувало найвищі показники у шарі 0–20 см, далі по профілю значення зменшувалися.

Ґрунтозахисні технології, що базуються на безполицевому обробітку, підвищують родючість верхнього 0–20 см шару ґрунту, в якому більше сконцентровано коренів культурних рослин і як результат цього тут значно більше міститься водорозчинних органічних речовин. На варіантах з безполицевим обробітком у шарах 0-20 і 20-40 см водорозчинних органічних речовин більше, ніж на оранці. В підорному шарі перевага в 5-10 % мали варіанти з відвальним обробітком.

Таким чином, вміст водорозчинних органічних речовин в чорноземах типових малогумусних Правобережного Лісостепу України визначається надходженням біомаси рослинних решток, нормами і видом органічних і мінеральних добрив, а також інтенсивністю мікробіологічних процесів, які багато в чому залежать від способів обробітку ґрунту. За впливом на вміст водорозчинних органічних речовин в ґрунті агроприйоми, що вивчаються, можна розподілити в наступний низхідний ряд: солома– безплужні обробітки – оранка. Ґрунтозахисні технології вирощування сільськогосподарських культур, що базуються на безплужному обробітку ґрунту, в порівнянні з оранкою змінюють характер надходження органічної речовини ґрунту, локалізуючи переважаючу кількість рослинних решток, органічних і мінеральних добрив у верхній частині шару, що обробляється, створюють умови для зміщення системи "гуміфікація↔мініралізація" в бік підсилення гуміфікації. При цьому основні зміни в направленості даних процесів відмічаються в шарах, що обробляються і та прилягають до них.

## СУЧАСНІ ҐРУНТОЗАХИСНІ ТЕХНОЛОГІЇ: ЗАПОРУКА РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ ТА ВИСОКИХ ВРОЖАЇВ

**Тонха О.Л., Нечай І.В.**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

У сучасних умовах глобалізації, змін клімату та інтенсивного використання земельних ресурсів питання збереження родючості ґрунтів набуває стратегічного значення в контексті забезпечення продовольчої безпеки та сталого розвитку аграрного сектору. Інтеграція передових ґрунтозахисних технологій, що базуються на використанні дистанційного зондування, геоінформаційного аналізу та алгоритмів машинного навчання, відкриває нові можливості для оперативного моніторингу та прогнозування просторових характеристик ґрунтів, їх мінливості.

Неруйнівні геофізичні методи (ультразвук і радар) широко застосовувались при випробуваннях бетонних конструкцій задля оперативного виявлення руйнувань [1], досліджень археологічних пам'яток різних країн [2], для виявлення внутрішнього потоку рідин, наявності порожнеч у структурі греблі (дамби) [3] та ін. Новітні методики дослідження поверхні Землі включають використання супутникових платформ (Landsat 8 і Sentinel-2), які забезпечують високоякісні зображення, що дозволило вивчати властивості ґрунтів. Отримані візуалізаційні матеріали все частіше аналізуються за допомогою сучасних програмних засобів, де ключову роль відіграють мови програмування Python та R. Наприклад, бібліотеки GDAL та Rasterio (Python) дозволяють ефективно імпортувати та обробляти растрові дані, а модуль Scikit-learn сприяє розробці моделей машинного навчання для прогнозування певних якісних та кількісних характеристик відсканованих об'єктів. Аналогічно, у середовищі R пакет randomForest забезпечує можливості класифікаційного та регресійного аналізу.

Результати досліджень у сфері цифрового картографування катенарних комплексів (послідовність різних ґрунтів на схилі, що закономірно змінюють

один одного) демонструють високу точність концентрації хімічних елементів ґрунту залежно від материнської породи, вивітрювання та антропогенного впливу [4].

Використання алгоритмів, таких як Метод опорних векторів (Support Vector Machines, SVM) та Gradient Boosting, (Градiєнтний бустинг – техніка машинного навчання для завдань класифікації та регресії) дозволяють враховувати як природні, так і антропогенні чинники, що впливають на родючість. Наприклад, значний масив даних прогнозування вологості ґрунту, вмісту органічного вуглецю та азоту за допомогою гіперспектральних даних та регресійних моделей було отримано в Німеччині та Швеції за допомогою різних алгоритмів [5]. Точна характеристика вологості ґрунту важлива для таких програм, як прогнозування повеней та посухи, зміни та моделювання клімату, управління сільськогосподарськими та водними ресурсами [6].

Останнім часом відбулася справжня революція у застосуванні інформаційних технологій в аграрних дослідженнях. Глибокі нейронні мережі та інші машинні методи кардинально змінили підходи до аналізу просторових даних, дозволяючи автоматизувати процес розпізнавання закономірностей у великих масивах інформації. Так, застосування глибокого навчання (deep learning) дозволяє не лише підвищити точність прогнозування агротехнічних показників (залежності врожайності від вологості ґрунту), але й виявити нові, раніше невідомі взаємозв'язки і шаблони даних (врожайність-вологість ґрунту- евапотранспірація) [7].

Отже, завдяки інтеграції дистанційного зондування, ГІС-аналізу, алгоритмів машинного навчання, неруйнівна діагностика ґрунтів стала ефективним інструментом підвищення їх родючості та забезпечення високих врожаїв за допомогою оперативності, точності та ефективності застосованих методів. Однак потенціал та механізми впливу інформаційних ґрунтозахисних технологій на сільське господарство та складні екологічні системи ґрунтів ще не до кінця розкриті. Це відкриває широкі перспективи для досліджень, спрямованих на роз-

робку більш точних та адаптивних моделей, що враховують як природні, так і антропогенні чинники, з метою оптимізації аграрного виробництва та продовольчої безпеки.

### Список використаних джерел:

1. Majed Almalki. (2023). Application of non-destructive geophysical methods for testing concrete structures. *Journal of King Saud University – Science*. Volume 35, Issue 8, 102916. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2023.102916>
2. Carmen C.G., Risbøl O., Bates R. at al. (2020). Sensing Archaeology in the North: The Use of Non-Destructive Geophysical and Remote Sensing Methods in Archaeology in Scandinavian and North Atlantic Territories. *Remote Sens.* 12(18), 3102; <https://doi.org/10.3390/rs12183102>
3. Leonides G.N., Otavio C.B. at al. Non-Destructive Investigation on Small Earth Dams using Geophysical Methods: Seismic Surface Wave Multichannel Analysis (MASW) and S-Wave Refraction Seismic Methods *Brazilian Journal of Geophysics - BrJG* (online version): ISSN 2764-8044 a partir do v.37n.4 (2019) até o presente DOI: <http://dx.doi.org/10.22564/rbgf.v38i1.2031>
4. Thanachit, S., Suddhiprakarn, A., Kheoruenromne, I. *Geoderma*. (2006). The geochemistry of soils on a catena on basalt at Khon Buri, northeast Thailand. *Geoderma*, 135, 81-96. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2005.10.010>
5. Datta D, Paul M, Murshed M, Teng SW, Schmidtke L. Soil Moisture, Organic Carbon, and Nitrogen Content Prediction with Hyperspectral Data Using Regression Models. *Sensors*. 2022; 22(20):7998. <https://doi.org/10.3390/s22207998>
6. Kumar, S.V.; Dirmeyer, P.A.; Peters-Lidard, C.D.; Bindlish, R.; Bolten, J. (2018). Information theoretic evaluation of satellite soil moisture retrievals. *Remote Sens. Environ.* 204, 392–400. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.10.016>
7. Elbeltagi A., Linjing Zhang, Jinsong Deng, Juma A., Wang Ke. (2020). Modeling monthly crop coefficients of maize based on limited meteorological data: A case study in Nile Delta, Egypt. *Computers and Electronics in Agriculture* Volume 173, June 2020, 105368. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105368>



ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ МІНЕРАЛІЗАЦІЇ ↔ СИНТЕЗУ  
ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ У ЧОРНОЗЕМІ ВИЛУГУВАНОМУ

**Волкогон В.В.**

*Інститут сільськогосподарської мікробіології  
та агропромислового виробництва НААН, Чернігів*

Як відомо, визначення змін у вмісті ґрунтової органічної речовини за дії природних та антропогенних чинників є складним завданням як через гетерогенність ґрунтових систем, так і (особливо) внаслідок відносно високого фонового вмісту органічної речовини у ґрунті, на тлі якого відбуваються зміни, тож у більшості обставин можна досягти лише наближення до реальних сценаріїв (Poultonetal., 2018).

Найчастіше при встановленні змін у спрямованості процесів мінералізації↔синтезу органічної речовини в ґрунті використовують класичні методи розрахунків балансу гумусу (Льков, 1982; Бацула з співав., 1987; Балюк з співав., 2011), визначення тотального і лабільного С (ДСТУ 4732: 2007 та ДСТУ 7863: 2015), співвідношення гумінових кислот до фульвокислот (Swift, Posner, 1987; Цапко з співав., 1992). Проте за їх використання можна виявити лише поступові, довгострокові зміни у ґрунтовій органічній речовині, а не швидку реакцію ґрунтової системи (Dunneetal., 2004), тож для надійних висновків інколи потребуються дослідження протягом кількох ротацій сівозмін. Певною мірою виключенням із цього може бути хіба що визначення лабільного С у ґрунті, але і в даному випадку достовірні зміни показників можуть маскуватися довгостроковим впливом досліджуваного чинника.

Точність розрахунків балансу гумусу також є недосконалою, оскільки доволі складно визначити обсяг і якість надходження вуглецю з кореневими рештками. При цьому практично повністю виключається врахування такого джерела вуглецю як кореневі виділення та кореневий опад, а ця стаття вуглецевого балансу є доволі потужною - в процесі росту рослини здатні виділяти в кореневу зо-

ну до 40 % продуктів фотосинтезу (Badri, Vivanko, 2009), і повинна враховуватись у розрахунках.

У зв'язку з вищезазначеним нами запропоновано методологічні підходи до вирішення даного питання. При цьому ми орієнтувалися на наступну інформацію. Згідно стехіометричних уявлень (Mooshammer et al., 2014) при синтезі в ґрунті нової органічної речовини (як і за її розкладання) на кожен частку вуглецю припадає певна частка азоту. Не залучені до синтезу нової органічної речовини вуглець і азот видаляються з ґрунту. Тож, відслідкувавши емісійні втрати азоту і вуглецю, можна за їх кількістю зробити висновки щодо надлишковості чи нестачі цих елементів і, відповідно, доцільності застосування того чи іншого агроприйому.

Суть нової методики зводиться до газохроматографічного дослідження емісії  $N-N_2O$  і  $C-CO_2$  з ґрунту конкретного агроценозу, визначення втрат азоту і вуглецю, порівняння показників зі значеннями «еталонного» ґрунту (цілина, переліг) і розрахунків індексів мінералізації ↔ синтезу органічної речовини (Волкогон з співав., 2019; Volkogon et al., 2019).

За проведення досліджень в умовах стаціонарного польового дослідження на чорноземі вилугуваному, в якому передбачено вирощування сільськогосподарських культур у короткоротаційній сівозміні (картопля-ячмінь ярий-горох-пшениця озима) за 13 систем удобрення, встановлено, що системне застосування мінеральних добрив призводить до домінування мінералізаційних процесів. При цьому зі збільшенням доз мінерального азоту інтенсивність мінералізації зростає. Це пояснюється тим, що рослини засвоюють мінеральний азот із добрив у межах 35-50%, і коли в ґрунті доступний для мікроорганізмів вуглець представлений лише кореневими і післязбиральними рештками, виникає стехіометричний дисбаланс між незасвоєним рослинами азотом і легкодоступним вуглецем (вуглець знаходиться в дефіциті). Для ліквідації дисбалансу мікроорганізми, перебудовуючи ферментні системи, залучають певну кількість вуглецю із відносно стійких джерел, у т. ч. з гумусових сполук. У результаті розвивають-

ся деструктивні процеси. Проте ситуація кардинально змінюється за дії і післядії 5 т/га соломи пшениці озимої і біомаси проміжного люпинового сидерату. За внесення по даному агрофону  $N_{30-40}P_{30-40}K_{30-40}$  (залежно від культури в сівозміні) спостерігається домінування синтетичних процесів, а за використання  $N_{60-80}P_{60-80}K_{60-80}$  досягається врівноваження досліджуваних процесів. І лише за внесення  $N_{90-120}P_{90-120}K_{90-120}$  по фону дії та післядії соломи і біомаси сидеральної культури ситуація хоча і покращується, але не досягає бажаних змін, що свідчить про дисбаланс між незасвоєним рослинами мінеральним азотом і доступним для мікроорганізмів вуглецем. За цих умов для врівноваження процесів мінералізації ↔ синтезу органічної речовини потрібне додаткове забезпечення ґрунту свіжою органічною речовиною з широким співвідношенням C/N. У нашому досліді це може бути солома ячменю ярого.

Коментуючи отримані результати, слід згадати існуючі дискусії щодо впливу мінерального азоту на гумусний стан ґрунтів. Як відомо, одні дослідники вважають застосування мінерального азоту причиною зменшення в ґрунтах вмісту гумусу. Інші навпаки, орієнтуючись на логіку збільшення вмісту біомаси в агроценозах за азотного удобрення, допускають, що при цьому вміст гумусу в ґрунті зростає.

Досліджуючи ці питання ми приходимо висновку, що надлишкових доз азоту при вирощуванні сільськогосподарських культур не існує. Є лише дефіцит доступного для мікроорганізмів вуглецю в ґрунті. Теоретично, любую норму мінерального азоту можна трансформувати в органічні сполуки і перевести в безпечну, не надлишкову форму, якщо у ґрунті є легкодоступний вуглець. Навіть малі дози мінерального азоту можуть бути надлишковими за дефіциту в ґрунті доступного вуглецю. І навпаки, великі дози можуть бути екологічно доцільними, за умови забезпечення ґрунту доступним для мікроорганізмів вуглецем.

## ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТОТВОРЕННЯ ЗА МІНІМАЛІЗАЦІЇ ОБРОБІТКУ В АГРОЦЕНОЗАХ ЛІСОСТЕПУ

**Демиденко О.В.**

*Черкаська державна сільськогосподарська дослідна станція ННЦ ІЗ НААН*

В часи становлення основних концептуальних понять ґрунтозахисного обробітку чорноземів не використовували сучасну наукову лексику: секвестрація, карбонове або низьковуглецеве землеробство та технології, карбоновий слід та кредити. Оперували поняттями розширене відтворення гумусу та родючості. Але саме у той час була сформована нова наукова концепція обробітку чорнозему в агроценозі в основі якої була ідея відтворення процесів ґрунтоутворення в агроценозах. Під дією безполицевого обробітку вектор ґрунтоутворення спрямовується у напрямі формування більш зволжених чорноземів (посилення гумідності), а виявлений ефект посилення гумусоутворення необхідно вважати детермінувальним критерієм адаптованості системи обробітку ґрунту і загалом системи землеробства до умов зростання посушливості клімату в агроценозах Лісостепу України.

Виявлено, що темпи фаціального гумусонакопичення зростають у 6,7 раза в зональному вимірі з північної частини Лісостепової зони до полоси межування Степової і Лісостепової зони, а далі на південь темпи фаціального гумусонакопичення знижуються у 2,7 раза. Кількість енергії в надбавці гумусу від застосування ґрунтозахисних технологій перевищує запас енергії в надбавці урожаю, що свідчить про відтворення природних процесів ґрунтоутворення в агроценозах у зональному вимірі (табл. 1).

Підвищений ступінь гідроморфізму товщі чорноземів за безполицевого обробітку необхідний для забезпечення умов підсилення ґрунтової активності корневих систем з метою глибокого насичення корневим ексудатом (передгумусовими речовинами фізіологічного походження) товщі чорнозему і

забезпечення водорозчинного стану передгумусових речовин у момент їх новоутворення в товщі чорнозему.

**Таблиця 1 – Зміна коефіцієнтів посилення фаціального гумусонакопичення в агроценозах від застосування ґрунтозахисних технологій**

Кліматична зона	Запас енергії через 10-15 років застосування ґрунтозахисних технологій в надбавці:		$\Delta$ $J_g - J_y$	Коефіцієнт посилення фаціального гумусонакопичення, $K = J_g : J_y$
	урожаю, $J_y$	*гумусу, $J_g$		
	млн. ккал на 1 га			
Північна частина центрального Лісостепу	$390 \cdot 10^4$	$1120 \cdot 10^4$	$+730 \cdot 10^4$	$\frac{3,0}{100}$
Південна частина лівобережного Лісостепу	$250 \cdot 10^5$	$500 \cdot 10^6$	$+475 \cdot 10^6$	$\frac{20,0}{665}$
Центральна і південна частина Степової зони	$750 \cdot 10^4$	$555 \cdot 10^5$	$+480 \cdot 10^5$	$\frac{7,4}{243}$

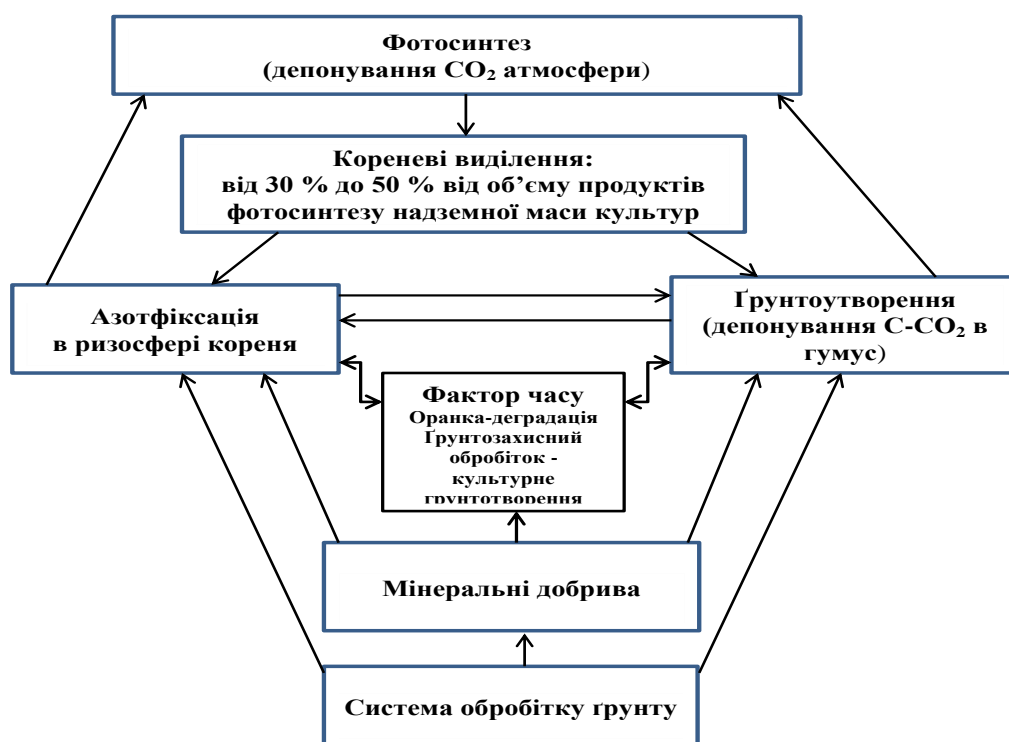
\*Шар ґрунту 0–100 см; \*\*K / %

Відбувається постійне глибоке насичення (на глибину регулярного промочування ґрунтового профілю чорнозему весною) гумусовими речовинами, головним чином гуматами Са другої фракції гумусових кислот, ґрунтової товщі.

Зіставлення наявної інформації про фотосинтез, азотфіксацію в ризосфері кореня та ґрунтоутворення в агроценозі дає підставу для висновку про те, що усі ці процеси тісно пов'язані один з одним ( $R = +0,78 - 0,84 \pm 0,02$ ;  $R^2 = 0,61 - 0,71$ ). Схематичне зображення взаємодії процесів наведено на рисунку 1, з якого видно, що фотосинтез, азотфіксацію та ґрунтоутворення слід розглядати як структурні компоненти однієї системи, що синергетично взаємодіють один з одним і

кумулятивно накопичуються під дією фактору часу застосування ґрунтозахисного обробітку в агроценозі.

Ґрунтоутворення в агроценозах слід сприймати, як посилення сукупної дії біологічного фактору в умовах сільськогосподарського використання чорноземів за рахунок покращення гідротермічних ґрунтових умов у сезонному та річному циклах під дією систематичного застосування ґрунтозахисних технологій, які базуються на безполицевому обробітку, що забезпечує процес управління функціонально-екологічними і фаціальними закономірностями накопичення гумусу чорноземів типових в агроценозах Лісостепу України.



**Рис. – Схема взаємодії процесу депонування CO<sub>2</sub> атмосфери, азотфіксації і ґрунтоутворення (гумусонакопичення) в агроценозі**

**Культурне ґрунтоутворення** – це посилення взаємодії секвестрації оксиду карбону приземного шару повітря агрофітоценозами культурних рослин з процесом активізації азотфіксації коренями та депонування органічного вуглецю товщею чорнозему, що слід сприймати як прояв посилення дернового про-

цесу за дії біологізації ґрунтових умов та посилення функціонально-агроекологічних умов фаціальних закономірностей насичення профілю чорнозему фізіологічно активним кореневим ексудатом культурних рослин під впливом систематичного ґрунтозахисного обробітку чорнозему в агроценозі Лісостепу України.

## МІНЕРАЛЬНЕ ДЕПОНУВАННЯ АТМОСФЕРНОГО КАРБОНУ В ГРУНТАХ УКРАЇНИ

**Богданович Р.П.**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Перші згадки про захоплення атмосферного CO<sub>2</sub> при звітрюванні мінералів гірських порід з'являються ще в кінці XIX ст., але вони були представлені більшою мірою, як хімічні процеси руйнування порід і утворення вторинних мінералів в породах та ґрунтах. В другій половині XX ст. і на початку XXI ст. активно вивчається та обговорюється глобальний колообіг карбону на планеті, особливо через призму вирішальної ролі атмосферного CO<sub>2</sub> в зміні клімату. Досліджуються та розробляються шляхи підвищення та пришвидшення поглинання атмосферного карбону, особливу роль в цьому відіграла Рамкова конвенція ООН про зміну клімату (2009 р.). На сьогоднішній день як розробляються, так і впроваджуються методи депонування атмосферного карбону, які засновані на хімічному звітрінні мінералів.

В Україні питанню депонування або декарбонізації в природних екосистемах приділяється багато уваги. Але механізм розрахунку цього процесу пов'язаний на самперед з різними компонентами екосистеми: живі організми, органічні рештки, органічний карбон ґрунту і т.д. Зовсім мало досліджень присвячено мінеральному депонуванню CO<sub>2</sub> атмосфери в товщі ґрунту. Карбон залучається хімічними реакціями, які протікають в ґрунтах при звітрінні мінералів і переходить у форму карбонатів та бікарбонатів з катіонами ґрунту або катіонами що вивільняються зі кристалічних ґраток мінералу. В подальшому карбонати кристалізуються і накопичуються в ґрунтах або морських басейнах. Кількість зв'язаного карбону буде менша ніж при синтезі органічного карбону, але цей процес має меншу циклічність та може бути посилений завдяки певному складу екосистем, має безперервність у сотні років.



Побічним ефектом мінеральної фіксації атмосферного карбону є додаткове стимулювання депонування карбону в природних і штучних екосистемах. Економічний ефект проявиться через збільшення врожайності сільськогосподарських культур і додатковий дохід для фермерів через вуглецеві сертифікати.

Найкращими умовами для хімічного зв'язування мінералів є сильно і середньо кислі ґрунти, піщаного або супіщаного гранулометричного складу, вони також мають бути бідні за мінеральним складом і на зольні елементи. Під такі параметри потрапляють в першу чергу дерново-підзолисті ґрунти, а також ясно сірі та сірі лісові ґрунти. В Україні дерново-підзолисті ґрунти займають близько 3,9 млн га, а різні підтипи сірих лісових ґрунтів разом біля 4,3-4,7млн га. Тобто в Україні є великий ґрунтовий потенціал не лише для наукових досліджень, а й для практичного використання мінерального депонування атмосферного карбону.

## РОДЮЧІСТЬ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ЗА МІНІМІЗАЦІЇ ОБРОБІТКУ ГРУНТУ І СИСТЕМИ NO-TILL

**Балаєв А.Д., Алексєєва В.О.**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Проблема відновлення родючості чорноземів була актуальною на всіх етапах розвитку землеробської культури і особливо загострилась в період інтенсифікації землеробства. Використання важких машин і знарядь, інтенсивний багаторазовий обробіток ґрунту, застосування лише мінеральних добрив і пестицидів прискорили мінералізацію органічної речовини та сприяли посиленню деградаційних процесів в ґрунтовому покриві. В сучасному землеробстві, за широкого впровадження інтенсивних короткоротаційних сівозмін і обмеженого використання органічних та мінеральних добрив, мікроелементів і стимуляторів росту проблема відтворення родючості ґрунтів лише загострюється.

Вже багато років, особливо за останні десятиріччя, врожаї сільськогосподарських культур одержують за рахунок інтенсивної мінералізації органічної речовини та використання потенційних запасів поживних речовин ґрунту. Внесення незбалансованих, переважно азотних добрив, інтенсифікує розклад органічної речовини та викликає збіднення ґрунтово-вбирного комплексу ґрунтів, особливо тих, які схильні до підкислення. Таким чином, під впливом цих факторів чітко проявляється тенденція до поступового виснаження найбільш родючих наших ґрунтів – чорноземів, на яких отримують переважну частину рослинницької продукції в Україні і тому, з урахуванням особливостей регіонів, для них необхідно розробити технології вирощування культур здатних забезпечити високу врожайність і відновлення родючості ґрунтів.

Загальновизнаним напрямом в землеробстві є мінімізація обробітку ґрунту, за якої зменшується інтенсивність розпушення ґрунту і таким чином знижується мінералізація його органічної речовини, в тому числі безполицевий спосіб, який широко використовується в Україні. В останнє десятиріччя почали

використовувати систему No-till, яка передбачає лише посів культур без передпосівного обробітку ґрунту. Ця система потребує вивчення її впливу на родючість ґрунтів і продуктивність культур.

Дослідження проводились у 2023–2024 рр. на чорноземі типовому легкосуглинковому в короткоротаційній сівозміні тривалого стаціонарного досліді Панфільської дослідної станції ННЦ “Інститут землеробства НААН” з таким чергування культур кукурудза на зерно – пшениця озима – ріпак озимий - ячмінь ярий. Вивчався вплив різних систем обробітку ґрунту і удобрення на показники властивостей чорнозему типового.

Отримані результати показують, що використання ґрунтів без внесення органічних добрив призводить до втрати органічної речовини в чорноземах типових. При цьому внесення мінеральних добрив збільшує урожайність сільськогосподарських культур, але також посилює мікробіологічну діяльність та пришвидшує мінералізацію гумусу. Особливо значні втрати гумусу відбувались за внесення лише припосівного удобрення культур та на варіанті без добрив.

Системи обробітку ґрунту також по різному впливали на вміст гумусу в ґрунті. Найбільш значні втрати гумусу були за застосування оранки, особливо помітні в нижньому шарі ґрунту 30-50 см. Система No-till і дискування сприяли зменшенню інтенсивності мінералізації органічної речовини ґрунту і в цілому мали вищі показники вмісту гумусу у верхньому шарі 0-30 см ґрунту в середньому на 0,11-0,13%, порівняно з оранкою. В шарі 30-50 см варіанти з мінімізацією обробітку ґрунту мали ще більшу перевагу над оранкою, яка досягала в середньому 0,16-0,25%.

За різних системах обробітку ґрунту і удобрення не значно змінювались окремі показники фізико-хімічних властивостей ґрунту. Так ґрунт на всіх варіантах мав слабо кислу або близьку до нейтральної реакцію ґрунтового розчину і ґрунтового середовища.

Сума ввібраних основ на всіх варіантах досліді у верхньому шарі ґрунту 0-30 см мала показники в межах 21,05-21,98 мг-екв/100 г. ґрунту і самі низькі її

значення відмічались на варіантах без внесення добрив. Показники гідролітичної кислотності мали тенденцію до підвищення у верхньому шарі за використання обробітків ґрунту з мінімізацією.

Таким чином, тривале використання різних систем обробітку ґрунту у поєднанні з мінеральним удобренням не забезпечує відновлення родючості чорнозему типового легкосуглинкового та призводить до втрати органічної речовини ґрунту. Найбільш значними ці втрати були за використання оранки, а мінімізація обробітку ґрунту сприяла збереженню гумусу. Мінеральне удобрення без внесення в ґрунт свіжої органічної речовини також сприяє посиленню мінералізації гумусу. Фізико-хімічні показники ґрунту мало змінювались за різних систем обробітку та удобрення ґрунту і лише гідролітична кислотність мала тенденцію до підвищення у верхньому шарі 0-30 см за мінімізації обробітку.

## ГРАНУЛОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ЯК ІНСТРУМЕНТ ВИЯВЛЕННЯ ЛІТОЛОГІЧНОЇ НЕОДНОРІДНОСТІ ҐРУНТІВ

**Нікорич В.А.**

*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича*

Ґрунтоутворюючі породи, з яких формуються сучасні ґрунти, передають у "спадок" гранулометричний склад, перетворюючи його на консервативну властивість. В умовах ґрунтогенезу можливі незначні зміни гранулометричного складу, зумовлені елювіальними та метаморфічними процесами. Проте ці зміни впливають здебільшого на тонкодисперсну фазу та її профільний розподіл. Літогенна дивергенція найчастіше є наслідком геологічних процесів (схиліві зміщення, орогенез) або нашарування ґрунтоутворних порід різної гранулометрії (заплави річок, вулканічна діяльність).

Перекриття ґрунтоутворних порід проявляється в анізотропності морфологічних і фізичних властивостей ґрунтів, що спричиняє літологічні розриви. Вони характеризуються різкими змінами в розподілі елементарних ґрунтових часток (ЕГЧ) або їх мінералогічному складі, що можна діагностувати за результатами гранулометричного аналізу.

Питання діагностики літологічних розривів у ґрунтовому профілі набуває все більшої актуальності. У WRB наявність літологічного розриву фіксується при виконанні хоча б однієї з семи ознак, дві з яких пов'язані з гранулометричним складом: різка зміна в розподілі ЕГЧ за розмірами, що не пов'язана з профільною диференціацією вмісту мулу; відносна зміна вмісту в межах піщаної фракції (між крупнозернистим, середнім та дрібним піском) в межах 20 або більше відсотків.

Різні методики визначення гранулометричного складу та розмірних лімітів фракцій ускладнюють безпосереднє порівняння національної та міжнародних класифікацій, а прямий перехід між ними – неможливий. Проте можлива конверсія даних через побудову інтегральної кривої розподілу ЕГЧ, де на осі

абсцис відкладається діаметр ЕГЧ у рівномірно-логарифмічному масштабі, а на осі ординат – їх вміст менше конкретного діаметру (у відсотках до маси абсолютно сухого ґрунту). У класифікації Качинського для гранулометричних фракцій ЕГЧ ґрунту, діаметри складають 1; 5; 10; 50; 250 і 1000 мкм. Логарифми цих діаметрів, відповідно, рівні: -3.00; -2.30; -2.00; -1.30; -0.60 і 0.00. Ці величини відзначають на рівномірній шкалі осі абсцис. Для кожного значення діаметру ЕГЧ по осі ординат відкладають відсотковий вміст всіх ЕГЧ менший за цей діаметр, тобто сумарний (кумулятивний) вміст ЕГЧ < 1 мкм, < 5 мкм, < 10 мкм, і так далі. Остання точка по осі абсцис (0, у не кам'янистих ґрунтах за відсутності фракції гравію) відповідає 100%. Отримані точки сполучають у плавні криві.

Таким чином, кумулятивна крива, починаючи із значень вмісту мулу (<1 мкм), безперервно зростає, наближаючись до 100% при величинах діаметрів найкрупніших ЕГЧ. Для визначення відсоткового вмісту фракцій у зарубіжних класифікаціях (sand або пісок 2000-50, silt або пил 50-2 та clay або мул <2 мкм) на осі абсцис знаходять точки, відповідні межах цих трьох фракцій: 50 і 2 мкм, або на рівномірній логарифмічній шкалі -1.30 і -2.70. Значення -2.70 відповідає тиме на ординаті вмісту мулу, а -1.30 вмісту мулу + пилу. Пісок неважко визначити за різницею  $[100 - (\text{мул} + \text{пил})]$ .

Алгоритм конверсії випробувано на 31-му профілі бурувато-підзолистих оглеєних ґрунтів Передкарпаття. Встановлено, що конверсія не змінює гранулометричний клас більше ніж на один рівень, дозволяючи коректний перехід до міжнародної класифікації.

Побудова трикутника Фере за конверсійними даними дозволила ідентифікувати профілі з різкими змінами розподілу ЕГЧ (ознака WRB). Проте традиційні методи, що враховують усі фракції, не завжди відображають реальну неоднорідність, оскільки глинисті частки можуть змінювати загальний розподіл, не впливаючи на механічні характеристики грубозернистих складових.

На основі результатів гранулометричного аналізу ми розраховували показник CFB (Clay Free-Basis), який є основним критерієм виділення літологічної

неоднорідності материнських порід. СФВ розраховувався окремо для піщаних та пилюватих фракцій за формулами:

$$\text{СФВ(пісок)} = \frac{\sum \text{пісок}}{\sum \text{пісок} + \sum \text{пил}} \cdot 100\%, \text{ а } \text{СФВ(пил)} = \frac{\sum \text{пил}}{\sum \text{пісок} + \sum \text{пил}} \cdot 100\%$$

Мул не враховувався, оскільки є результатом ґрунтотворних процесів. Крупні фракції визначають каркасну структуру ґрунту й успадковуються від материнської породи. Якщо за горизонтами зіставити показник СФВ, то він здатний показати єдність первинної гранулометрії ґрунту або боротьбу двох складових, якщо ґрунт сформований на двочленних материнських породах.

Аналіз СФВ по піщаній фракції дозволив діагностувати літологічні розриви в алювіальних ґрунтах. По пилюватій фракції визначали ґрунти, сформовані на породах, перекритих лесами чи лесоподібними суглинками, що характерно для Передкарпаття. Тут карпатський фліш, стародавні алювіальні суглинки та інші породи були перекриті лесоподібними відкладами у постгляціальний період.

Застосований підхід дозволив виявити літологічну неоднорідність у 27 з 31 профілів досліджених бурувато-підзолистих оглеєних ґрунтів Передкарпаття.

Показник СФВ був розрахований також на основі класифікації Качинського, що дозволило оцінити можливість його застосування без попередньої конверсії даних. Аналіз отриманих результатів підтвердив, що цей критерій може бути використаний за умови коректного сумування всіх фракцій піску та пилу. Важливим етапом є рівномірний розподіл втрат від обробки соляною кислотою між усіма фракціями в карбонатних ґрунтах, а також включення цих втрат лише до мулистої фракції у зразках, що не містять карбонати. Такий підхід забезпечує точність розрахунків і дозволяє ефективно ідентифікувати літологічну неоднорідність без додаткових коригувань.





ВІДНОВЛЕННЯ ТА РЕАБІЛІТАЦІЯ ПОШКОДЖЕНИХ ЗЕМЕЛЬ  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

**Літвінов Д.В., Тонха О.Л., Забалуєв В.О., Забалуєв С.В., Кошель А.О.**

*НУБіП України*

Відновлення земель, порушених війсьними діями, є важливою проблемою, адже наслідки воєнних дій для навколишнього середовища часто недооцінюються, оскільки воєнні дії (особливо довгострокові) призводять до деградації ґрунтових ресурсів. Деградація фізичних властивостей ґрунту суттєво знижує їх продукційний потенціал. Самовідновлення може бути достатньо тривалим процесом, тому проведення рекультиваційних робіт є найбільш дієвим заходом повернення ґрунтових ресурсів для господарського використання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить про занепокоєння громадськості та науковців щодо негативного впливу воєнних дій на ґрунти України. За оцінками Київської школи економіки, під ризиком пошкодження та забруднення опинилося 186 тисяч квадратних кілометрів земель, що становить практично 31% території України. З них понад 20 тисяч квадратних кілометрів пошкодженні більше ніж на 75%. Загальні збитки від пошкодження територій та порушення ґрунтів внаслідок військових дій оцінюються в 9,8 млрд. дол. США. Це ставить під загрозу використання пошкоджених земель і вимагає проведення рекультивації, розмінування територій та знешкодження боєприпасів.

Поєднання різноманітних факторів впливу на ґрунти призводить до виникнення кумулятивного негативного ефекту. А наслідком таких впливів є втрата буферності ґрунту, здатність до відновлення, втрата гумусу і зниження природної родючості. Це все призводить до знищення рослинності, порушення ґрунтового покриву, нестачі природного зволоження та опустелювання. В результаті рівень біоти також різко скорочується. Дуже негативним моментом є те, що забруднюючі речовини можуть переміщатися. Найчастіше міграція забруднюючих речовин відбувається через підземні води, які мають здатність утримувати важкі

метали шляхом вибіркового поглинання (адсорбції). на рухливість вибухових речовин і важких металів впливають тип ґрунту, вміст органічної речовини в ньому, вологість, мікробіологічна активність.

Ерозія ґрунтів, обумовлена війною, знижує аграрний потенціал постраждалих територій і викликає довготривалі негативні екологічні наслідки. Розмінування територій, глибоке розпушування та рекультивація ґрунтів забезпечать основу для подальших відновлювальних робіт. Хімічне забруднення ґрунтів важкими металами, токсичними речовинами та залишками вибухових матеріалів є не менш важливою проблемою. Це забруднення може мати довготривалі наслідки для здоров'я населення та навколишнього середовища, тому невідкладним завданням є проведення детального аналізу ґрунтів і їх очищення. Застосування комплексних агрохімічних обстежень та технологій фітореMediaції є ефективними засобами для відновлення родючості ґрунтів і забезпечення їх екологічної безпеки в довгостроковій перспективі.

Прихованими витратами для аграрного сектору можна вважати недоотримані доходи від втрати врожаю із забруднених та порушених земель. За даними Національної академії аграрних наук, із загальної площі земель в Україні 60,4 млн. га 70%, тобто 42,4 млн. га займають землі сільськогосподарського призначення, з яких щорічно обробляється понад 32 млн. га. Для порівняння, у Польщі під сільськогосподарське виробництво задіяно 14 млн. га, в Німеччині – 12 млн. га, у Румунії – 9 млн. га. Проте військова агресія РФ посягнула на продовольчу безпеку світу, знищуючи в Україні компоненти довкілля: повітря, воду, ґрунти, тваринний та рослинний світи.

Під час бойових дій найбільшому впливові піддається ґрунтове середовище, на яке прямо впливають вибухи снарядів та забруднення від згорілої військової техніки, які повністю руйнують ґрунтову екосистему. Боєприпаси, що розриваються та горять, неметалеві частини військової техніки забруднюють ґрунт важкими металами й токсичними елементами. Внаслідок знищення вели-

кої кількості військової техніки залишки палива та мастильних матеріалів потрапляють в ґрунт і небезпечно впливають на ґрунтові властивості і мікрофлору.

З початком війни до категорії деградованих земель слід віднести і земельні ділянки, на яких унаслідок воєнних дій відбулася активізація одного або кількох видів деградації (механічної, фізичної, хімічної, фізико-хімічної, пірогенної та ін.). Такі землі зазнали:

- механічної деградації (порушення ґрунтового профілю, винос на поверхню та перемішування ґрунтової маси та ґрунтотвірної породи, поширення на територію, яка перевищує в кілька разів площу порушення, поява невластивих природному ґрунту включень військового походження);
- фізичної деградації (переуцільнення, знеструктурення);
- хімічної деградації (забруднення);
- фізико-хімічної деградації (дегуміфікація, підкислення, підлуження);
- біологічної деградації (зменшення біорізноманіття).

Отже, у сукупності ці всі види складають новий тип деградації ґрунтів – воєнний (мілітарний). Антропогенно керованим чинником негативного впливу на ґрунти є руйнівний вплив воєнних дій, які узагальнено можна поділити на:

- **фізичні** - руйнування ґрунтового профілю внаслідок будівництва фортифікаційних споруд і бойових дій (утворення вирв від різних снарядів), ущільнення через рух воєнної техніки та розмінування території;
- **хімічні** — потрапляння у ґрунт від детонації снарядів різних видів та потужностей низки забруднювальних речовин, таких як важкі метали, нітроароматичні вибухові речовини, фосфорорганічні нервово-паралітичні речовини, діоксини або радіоактивні елементи, а також забруднення ґрунтів паливно-мастильними матеріалами та іншими нафтопродуктами, застосування хімічної зброї;

- **біологічні** - застосування біологічної зброї - збудників смертельних для людей хвороб, отруювання джерел води, вивільнення трупних отрут у місцях стихійних або масових поховань.

Негативність цих чинників посилюється пірогенним впливом, що полягає у випалюванні/вигоранні поверхні ґрунту, що також посилює вірогідність розвитку вітрової та водної ерозії. Переуцільнення ґрунту призводить до втрати зниження родючості і врожаю впродовж наступних років. Ці впливи суттєво розповсюджені на орних землях внаслідок ведення бойових дій, насамперед в регіонах, де відбувалися і відбуваються позиційні бої, де війська знаходяться понад один місяць. На таких землях фіксується затримка росту і розвитку рослин порівняно з непорушеними ґрунтами. Дослідження з вивчення наслідків переуцільнення на ґрунти та розвиток культурних рослин, а також на урожайність культур, ще продовжуються. Також ґрунти у зонах ведення бойових дій містять різну кількість включень - снарядів та їх уламків, які, хоч і є відносно інертними, проте перешкоджають проведенню обробітку ґрунту, можуть зберігати вибухові уражуючі властивості.

EROSION PREVENTION AND FERTILITY CONSERVATION  
IN IRRIGATED AGRICULTURE

**Öner Çetin**

*Dicle University, Faculty of Agriculture Diyarbakır, Türkiye*

E-mail: [oner\\_cetin@yahoo.com](mailto:oner_cetin@yahoo.com)

Orchid No: 0000-0002-1006-4759

<https://www.researchgate.net/profile/Oner-Cetin>

**Abstract.** Erosion, in general terms, is the transport of soil and some geological materials due to precipitation, wind, ice, gravity and other anthropogenic effects and eroded the lands where it is transported. Approximately 75 billion tonnes of fertile topsoil is lost every year worldwide due to agricultural activities. Soil is one of the non-renewable natural resources and its formation takes thousands of years. Cultivated and irrigated areas are more exposed to erosion than other areas. Although irrigation is a very important practice in agricultural production, soil losses occur significantly through erosion due to the high rate of surface irrigation in the world (80-85%) and over-irrigation. In this paper, soil losses according to the different surface irrigation practices are given. Soil erosion and soil management are under the influence of many different factors. Protecting soils from the effects of erosion and maintaining their fertility is one of the most important issues. By making the classification of soils in technical, economic and agricultural purposes, it is to ensure the sustainable use of each land under the physical, biological, agronomical and economical practices required according to these conditions. To prevent erosion and maintain soil fertility in irrigated areas; (i) reducing the use of mineral fertilisers, (ii) controlling diseases and pests without harming the nature or reducing the use of pesticides, (iii) preventing water pollution and using it effectively, (iv) less tillage or zero tillage, (v) using farm and green manure, (vi) using modern irrigation systems (sprinkler and/or drip) in irrigation, (vii) drought-resistant plant breeding and practices to ensure deep rooting in plants, (viii) appropriate crop pattern in agricultural production (polyculture), (ix) terracing and shaping or contour agriculture on slopy lands, (x) crop residues should be shredded and buried in the

soil, not burned, (xi) compost and, if necessary, topsoil covering material should be used. Although the use of modern irrigation systems has a very important role in preventing erosion in irrigated areas, it is not the only solution. In addition, the above-mentioned practices and applications should be taken into consideration together for both the prevention of erosion and the protection of soil fertility.

**Keywords:** *Erosion, irrigated agriculture, soil conservation, sustainability.*

## **1. INTRODUCTION**

Erosion, in general terms, is the transport of soil and some geological materials due to precipitation, wind, ice, gravity and other human-induced effects and abrasion the site where it is transported. The erosion results in a decrease in organic matter and nutrient content, deterioration of soil structure and a decrease in stored water together with the loss of soil in the lamvrrrends. At the same time, soil fertility also decreases.

On the other hand, soil is one of the non-renewable natural resources. Since its formation is very slow, it takes 300-1000 years to replace 1 mm of soil lost during 25 years (Pimentel et al., 1976). In general, erosion may can cause bare soil, exposed plant roots, small piles of soil behind some plant roots, sediment accumulation where the slope of the field decreases, reduction of topsoil thickness (O'Geen and Chwankl, 2006).

Since agricultural lands are cultivated and planted different ways, those are more exposed to erosion than those covered with other vegetation. It can cause soil erosion because of ploughing the soil for different purposes or not always taking the necessary precautions.

Practices such as not taking preventive applications on sloping lands, excessive or inappropriate irrigation techniques, excessive tillage, monocropping, overgrazing also cause erosion. The occurrence and duration of erosion may be different for each field or farm. Agricultural land subject to erosion degrades over time and becomes unsuitable for agricultural activities. This occurs especially when fertile topsoil is transported or lost (Anonymous, 2025a). Thus, erosion causes the fertility of a soil to

decrease in several ways. Thus, not only the physical loss of soil, but also the soil fertility of plant nutrient utilization and the rooting depth of plants is also reduced.

Soil erosion is caused by the erosive power of wind or water. The fertile topsoil are lost as well as about 75 billion tonnes each year due to agricultural activities all over the world. Losses on this scale are not sustainable (Pimentel, 2000). In EU countries, 80 % of the areas with moderate and severe soil erosion are agricultural areas and grasses. An average of 3.4 t ha<sup>-1</sup> of soil is lost by erosion every year in agricultural areas in EU countries (Eurostat, 2024).

Irrigation provides on average double the yield and triple the economical income compared to rainfed agriculture. In addition, irrigation can provide yield increases of up to 1-5 times and similarly up to 5-6 times gross income in some arid and semi-arid regions. On the other hand, the fragility of irrigated lands and combined with the strategic importance of irrigation has increased the urgency for its development to meet world agricultural food production needs (Sojka et al., 2007; Çetin, 2019).

Approximately 320 million ha of land has been opened to irrigation in the world (Anonymous, 2025b). Rainfed agriculture occupies more than 75% of the total agricultural area in the world (Reddy and Syme, 2015). However, more than 40 % of the world's food needs are provided from irrigated areas. Therefore, irrigation is absolutely necessary, especially for food supply in arid and semi-arid regions.

It is important to know the economical, environmental and agricultural impacts of irrigation-induced erosion. In this article, erosion in irrigated lands, prevention of erosion, conservative agriculture and some practices are included.

## **2. EROSION AND IRRIGATED AGRICULTURE**

Irrigated areas in the world are very important for agricultural development as it provides a large part of the vital food and fibre demand of mankind. However, these areas are also susceptible to erosion which can lead to soil degradation and loss of crop production. To minimise soil loss in irrigated agriculture, i.e. for sustainable

irrigated agriculture, it is very important to identify and assess the erosion risk in irrigated areas (Kuchkarova et al., 2023).

The average surface irrigation rate in the world is still the highest at 80-85% despite the rapid increase in the use of pressurised irrigation systems (Bjorneberg, 2013). Surface irrigation can cause surface runoff or deep infiltration due to irrigation processes in its nature. This situation makes the risk of erosion more accelerating or sensitive compared to other irrigation methods (Figure 1). In surface irrigation, it is difficult to control the water and to irrigate in a completely homogeneous at all parts of the field and without causing erosion but not impossible.



**Figure 1.** Erosion in surface irrigation and over-irrigation

Erosion caused by irrigation generally increases as the slope of the land increases and depending on the velocity of the water in the furrow. It also varies according to the plant on the soil. As can be expected, it is higher especially in crops planted in rows (sunflower, cotton, maize, etc.) while it is much less in densely grown plants (cereals, alfalfa and pasture plants). Excessive tillage in irrigated lands significantly increases soil erosion. Conversely, reducing or minimising tillage also reduces soil erosion. In addition, some crops (alfalfa, cereals, maize, etc.) can be grown without tillage (Walker and Carter, 1992). In some studies, sediment losses in furrow irrigation in the USA were determined as 145 tonnes ha<sup>-1</sup> in 1 hour and 40



tonnes ha<sup>-1</sup> in 30 minutes. In addition, soil loss was over 50 tonnes ha<sup>-1</sup> in a 24 h furrow irrigation (Sojka et al., 2007). Berg and Carter (1980) reported that annual soil losses ranged from 1 to 141 tonnes ha<sup>-1</sup> in southern Idaho.

Erosion effects are not uniform along the furrow or border basin in surface irrigation. Soils transported by erosion accumulate at the end of the furrow or border basin or go to the lower basins with surface runoff waters. While the fertile topsoil is eroded in the upper basin it is not a loss and a soil gain for the lower basin. Thus, physical and chemical changes will occur in the soil and will cause degradation and low productivity and this will result in a decrease in productivity.

In a study carried out in continuously irrigated agricultural areas in the Nigerian Savanna, soil samples were taken from 8 different farms and uncultivated lands as a control. Soil samples were collected from depths of 0-20 cm (topsoil) and 20-50 cm (subsoil). Considering the physical and chemical analyses, it was determined that the soil properties in the uncultivated land were in better condition in terms of erosion (Yakubu and Mallo, 2019). This shows that the irrigation applications caused some erosions more or less. In another study, it was observed that there was erosion at the upper of the furrow and this caused accumulation towards the centre of the furrow and slight erosion towards the end in furrow irrigated fields. The magnitude of siltation accumulation at the end of the furrow was found to be lower than in the centre of the furrow. This was due to variables in the slope of the furrow (Dlamini, 2022).

A study conducted in Uzbekistan showed that 64% of the irrigated lands in the lower lands of the Chirchik River were erosive. These lands were slightly, moderately, highly, very highly and catastrophically erosive as 15%, 3%, 39%, 6% and 1%, respectively. It was reported that this condition leads to a decrease in soil humus and soil thickness and deterioration of soil physical properties (Kuchkarova et al., 2023).

More than 90% of the land in Turkiye is affected by moderate to severe erosion. Thus, the lands in Turkiye is very sensitive to erosion due to climatic

conditions, topography and soil structure. Unfortunately, another important factor affecting erosion is the erosion caused by over-irrigation in agricultural areas where surface irrigation is used. Use of modern irrigation systems such as sprinkler and drip irrigation is important in terms of both using less irrigation water and preventing soil erosion in that agricultural areas where traditional or surface irrigation is used (Çetin et al, 2018). The surface runoff rate varied between 28-42% while the total soil loss varied between 98.4-450.4 tonnes in one irrigation season in a study conducted in a surface irrigation district in Türkiye (Tarı et al, 2015). The maximum runoff rate of 15-25% in surface irrigation is considered as acceptable limit values (Schwankl et al., 2007). Considering those results, it is understood that both excessive water is used in surface irrigation and there is no appropriate irrigation management.

Erosion occurs especially due to row spacing and other risks in irrigated lands although the existing crops are useful in reducing erosion. To prevent erosion, it is necessary (i) to keep the soil planted and/or cover crop, or mulched, (ii) to maximise the use of rainwater, i.e. to increase rainwater productivity and at the same time increase infiltrating water. Some of these include terracing, and planting perennial crops along the contours and forming micro-basins. Furthermore, (iii) the construction of physical structures that keep soil and water conservation (Binzaid and Chowdhury, 2014). Aliyev and Mammedova (2023) reported that 10 tonnes ha<sup>-1</sup> of farmyard manures should be applied annually with minimum tillage in long-term irrigated soils to increase resistance to erosion and maintain soil fertility

Knowledge of the long-term effects of irrigation on soil properties is especially necessary for sustainable soil management and agricultural production. Long-term irrigation practices can have both positive and negative effects on soil quality. On the positive side, irrigation increases agricultural production and crop yields, especially in arid or semi-arid regions. However, excessive irrigation and rainfall can lead to the transport and leach of nutrients including N and P. This can lead to pollution and potential damage as leaching into groundwater or surface water (Fadl et al., 2024).

### 3. CONSERVATION IN IRRIGATED AGRICULTURE

Conservative agriculture (CA) can be defined as the whole of all direct and indirect agricultural practices that do not cause soil loss, preserve the physical, chemical and biological properties of the soil and include sustainable management.

In order to accurately determine the effect of erosion, an assessment can be made by comparing the potential yield in a protected soil with the actual yield compared to those in an eroded soil. Different approaches and models can be used for this (Walker and Carter, 1992).

A study in Africa (Kenya-Uganda) showed that 28% of farmers lacked soil and water conservation practices, but most farmers (35%) practised one type of soil and water conservation practice while the remaining 37% practised a combination of two to five types of soil and water conservation practices. It showed that most farmers (60%) had experienced soil erosion problems and even more (92%) had experienced loss of soil fertility in the last 5 years (Mwanake et al. (2023).

From the point of view of soil health and conservation, it is also important to use rainwater as defined green water. However, the optimization in use of rainwater is also more important i.e. by reducing the amount of runoff so that more of it can be used for crop cultivation. Thus, withdrawals/use blue water can be reduced.

Soil erosion or soil transport is closely related to soil structure. The more robust and developed the soil structure provides the greater resistance of the soil against erosion. Therefore, one of the ways to improve the soil structure and increase the water holding capacity of the soil is to use compost. Compost is decomposed organic matter rich in nitrogen and carbon. This improves not only soil structure but also provides a good air-water balance and eliminates some toxic effects (Anonymous, 2025c). In addition, this is important for the prevention of physical transport of soil and protecting and improving soil fertility in soil erosion relationship. The main element of soil fertility is also humus and/or organic matter. Thus, the improvement of soil structure, plant root development, soil aeration, water retention and more beneficial to the plant, the increase of a wide variety of organisms,

especially microorganisms living in the soil, and the total soil fertility are protected and increased in case the soil contains sufficient organic matter (Anonymous, 2025d).

Regarding irrigation management, each soil holds as much water as its own capacity and when this is exceeded, i.e. when over-irrigation is applied, both surface runoff and deep infiltration occur. Therefore, no matter which irrigation management is used, the physical and chemical properties of soils should be taken into consideration for a sustainable irrigated agriculture management.

Considering the relationship between irrigated agriculture and erosion, when the land slope exceeds 2.0-2.5%, one of the pressurised irrigation methods (sprinkler or drip) should be preferred instead of surface irrigation if possible (Figure 2).

Considering the relationship between irrigated agriculture and erosion, when the land slope exceeds 2.0-2.5%, one of the pressurised irrigation methods (sprinkler or drip) should be preferred instead of surface irrigation if possible (Figure 2).



**Figure 3.** Countour surface irrigation (a) and zero tillage (b) on sloping lands (Anonymous 2025e).

If this is not possible, contour surface irrigation (furrow or border irrigation) should be used (Figure 3a). In this case, the flow rate of irrigation water to be given to furrows and borders should not exceed the pre-calculated flow rate that will not cause erosion, and the appropriate furrow and border size should be considered according to the calculations of water discharge, soil texture and land slope. Excessive irrigation water application more than the crop needs should be avoided. In sloping lands, contour cultivation and agricultural practices should prefer and irrigation should be implemented accordingly. In addition, stubble sowing or zero tillage is one of the important agricultural practices for both increasing soil organic matter and preventing erosion (Urfan and Ülker, 2024), (Figure 3b).

#### **4. CONCLUSION**

Soil management is under the influence of many different factors. Protecting soils from the effects of erosion is one of the most important preventions. By making the classification of soils in terms of technical, economical and agricultural considerations, it is to ensure the sustainable use of each land under the physical, biological, agronomical and economic practices required according to these conditions.

In irrigated areas, many practices and/or combined preventions are required to prevent soil erosion and protect soil fertility. These are given below as items; (i) reducing the use of mineral fertilisers, (ii) controlling diseases and pests without harming nature or reducing the use of pesticides, (iii) preventing water pollution and using it effectively, (iv) less tillage or zero tillage, (v) use of farm and green manure, (vi) use of modern irrigation systems in irrigation, (vii) drought-resistant plant breeding and practices to ensure deep rooting in plants, (viii) crop diversity in agricultural production (polyculture), (ix) terracing or shaping or contour agriculture on lands with excessive slopes, (x) crop residues should be shredded and buried in the soil, not burned, (xi) compost and, if necessary, topsoil covering material should be used.

Although the use of modern irrigation systems has a very important role in preventing erosion in irrigated areas for irrigated lands, it is not the only solution. In addition, the above-mentioned practices and applications should be taken into consideration together for both the prevention of erosion and the protection of soil fertility.

## REFERENCES

Aliyev, Z.H., Mammedova, G.I., 2023. The Effect of Irrigation Erosion on The Agrochemical Characteristics of Mountainbrown Soils, And The Productivity of Cereals - Legumes. TMP Universal Journal Of Research And Review Archives, Vol. 2, Issue 1, 37-43

Anonymous, 2025a. Farming Practices That Cause Soil Erosion. <https://eos.com/blog/soil-erosion/> Access date: 24.01.2025

Anonymous, 2025b. Irrigation. [https://mospi.gov.in/sites/default/files/Statistical\\_year\\_book\\_india\\_chapters/ch12.pdf](https://mospi.gov.in/sites/default/files/Statistical_year_book_india_chapters/ch12.pdf) (Access date: 27.01.2025)

Anonymous, 2025c. water-conservation-in-agriculture . <https://www.nidwater.com/water-conservation-in-agriculture> (Access date: 24.01.2025)

Anonymous, 2025d. Soil Fertility and Erosion. <https://www.globalagriculture.org/report-topics/soil-fertility-and-erosion.html> (Access date: 26.01.2025).

Anonymous, 2025e. Northwest No-Till Farming for Climate Resilience. USDA <https://www.climatehubs.usda.gov/hubs/northwest/topic/northwest-no-till-farming-climate-resilience> (Access date: 01.02.2025)

Berg, R.D., Carter, D.L., 1980. Furrow Erosion and Sediment Losses on Irrigated Cropland. Journal of Soil and Water Conservation 35:367-370.

Binzaid, S., Chowdhury, I., 2014. Soil Erosion Prevention by Sustainable Phytoremediation Process using Solar Irrigation and Fertilization System. International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 4, Issue 4,

ISSN 2250-3153

Bjorneberg, D.L., 2013. Irrigation. Methods, Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, Elsevier, 11-Sep-13 doi: 10.1016/B978-0-12-409548-9.05195-2.

Çetin, Ö., 2019. Sustainable Water Saving and Water Productivity Using Different Irrigation Systems For Cotton Production. 3rd World Irrigation Forum, 1-7 September 2019, Bali, Indonesia, ST-1-3, W.1.3.31

Çetin, Ö., Üzen, N., Koca, Y.K., 2018. The importance of Amelioration on Soil and Water Resources in the Rural Areas of Turkey. International GEA (Geo Eco Eco Agro) Conference, 1-3 November, 2018, Podgorica, Montenegro. Book Proceedings, 146-152

Dlamini, M.V., 2022. Evaluating the Erosion Impact of Irrigation Water at Three Positions on a Rectangular Furrow Shape at the Greenville Farm in Logan, Utah (USA). American Journal of Engineering Research (AJER), Vol. 11, Issue-11, pp-11-15,

Eurostat, 2024. Statistics Explained. Agri-environmental indicator - soil erosion. (<https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/>) 14/11/2024 (Access date: 24.01.2025).

Fadl, M.E., Sayed, Y.A., El-Desoky, A., Shams, E.M., Zekari, M., Abdelsamie, E.A., Drosos, M., Scopa, A., 2024. Irrigation Practices and Their Effects on Soil Quality and Soil Characteristics in Arid Lands: A Comprehensive Geomatic Analysis. Soil Systems, 8, 52. <https://doi.org/10.3390/soilsystems8020052>

Kuchkarova, N., Khakberdiev, O., Makhkamova, A., 2023. Risk Identification and Assessment of Irrigated Land Erosion in Tashkent Province, Uzbekistan. E3S Web of Conferences 381, AQUACULTURE 2022, 01018 (2023) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338101018>

Mwanake, H., Mehdi-Schulz, B., Schulz, K., Mehdi-Schulz, B., Schulz, K., Kitaka, N., Olang, L.O., Lederer, J., Herrnegger, M., 2023. Agricultural Practices and Soil and Water Conservation in the Transboundary Region of Kenya and

Uganda: Farmers' Perspectives of Current Soil Erosion. *Agriculture*, 13, 1434.  
<https://doi.org/10.3390/agriculture13071434>

O'Geen, A.T., Schwankl, L.J., 2006. *Understanding Soil Erosion in Irrigated Agriculture*. Division of Agriculture and Natural Resources, University Of California, Publication 8196 ISBN-13: 978-1-60107-389-1, USA

Pimentel, D. 2000. Soil Erosion and The Threat To Food Security and The Environment. *Ecosystem Health* 6:221–226.

Pimentel, D., Terhune, E. C., Dyson-Hudson, R., Rochereau, S., Samis, R., Smith, E. A., Denman, D., Reifschneider, D., Shepard, M., 1976. Land Degradation: Effects on Food and Energy Resources. *Science* 94:149–155.

Reddy, V.R., Syme, G.J., 2015. Integrated Assessment of Scale Impacts of Watershed Intervention. Pages 3-21, ISBN 9780128000670, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800067-0.00001-3>

Schwankl, L.J., Prichard, T.L., Hanson, B.R., 2007. *Tailwater Return Systems*. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 8225 CA, USA

Sojka, R.E., Bjerneberg, D.L., Trout, T.J., Strelkoff, T.S., Nearing, M.A., 2007. The Importance and Challenge of Modeling Irrigation-Induced Erosion. *Journal of Soil and Water Conservation*, Vol. 62, Num. 3, 153-162

Tari, A.F., Çetin, Ö., Yolcu, R., Bogdanets, V., 2015. An Assessment Of Runoff and Sediment in Some Irrigation Districts In A Semi-Arid Region Of Turkey . *Fresenius Environmental Bulletin*, Vol. 24 – No 7. 2015, 2319-2314

Walker, D.J., Carter, D.L., 1992. The Impact of Irrigation Erosion Damage on Farm Profitability. A.E. Research Series, No. 92-9, the National Irrigation-Induced Erosion and Water Quality Conference, Boise, Idaho, USA, September 1, 1992

Yakubu, S., Mallo, I.I.Y., 2019. Assessment of Soil Fertility Status under Continuous Irrigation Farming in Nigerian Savanna. *Ghana Journal of Geography* Vol. 11(2), 227-242

Taghiyev, U., Yusubova, U., 2024. Conservation Techniques in Agriculture



Under Climate Change. (Eds: Oner Cetin, Agriculture and Water Management Under Climate Change), 173-192, Springer Nature Switzerland AG, ISSN 2191-589X ISSN 2191-5903 (electronic), ISBN 978-3-031-74307-8 (eBook), <https://doi.org/10.1007/978-3-031-74307-8>

## A NEW VISION OF SOIL ORGANIC MATTER COMPOSITION

**Kravchenko Y. S.***National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

The composition, dynamics, and global distribution of soil organic matter (SOM) have been extensively documented in the scientific literature. However, due to the presence of inert fractions of specific humic substances within humus, assessing the short-term effects of agricultural technologies on humus content, stocks, and qualitative changes remains a significant challenge. This study was conducted under long-term conditions to evaluate the influence of different agricultural technologies, enabling the identification of reliable patterns in the direction and intensity of humus formation within the Chernozem solum. In a Typical Chernozem, the implementation of soil conservation technologies resulted in the highest humus content in the upper 0–20 cm layer, whereas conventional ploughing led to greater humus accumulation in the 20–60 cm layer. When considering the labile and fulvic acid pools as sources and precursors of humus, it can be inferred that conservation technologies and natural ecosystems serve as the primary contributors of these substances.

The SOM of Typical Chernozem under fallow and conservation tillage exhibits significantly higher heterogeneity compared to conventional tillage and black fallow. Thermogravimetry and differential scanning calorimetry were employed to analyze SOM, revealing numerous exothermic reactions associated with the oxidation of various organic compounds. These include sugars, nitrogen functional groups, carboxyl, methylene, alcohol, aldehyde, amide, amine, and phenolic groups of humic and fulvic acids, as well as polysaccharides, aromatic structures, polycyclic and polyaromatic compounds, and complex long-chain carbohydrates. The adsorption of these organic compounds on mineral surfaces is catalyzed by polar carboxyl groups and multifunctional protein compounds. This process is facilitated by strong electrostatic and entropic coupling, ligand exchange, and stabilization through multiple mechanisms. The resulting organo-mineral humus substances are

associative, separated, self-organized, and heterogeneous low-molecular-weight molecules of diverse composition. These molecules are interconnected and stabilized within supramolecular structures by weak forces, including orientational, dispersion/dipole, induction, electrostatic, gravitational, and intramolecular CH-interactions, as well as hydrogen bonding, which is more pronounced in acidic environments. Within the supramolecular structures, intermolecular forces determine the conformational arrangement of humus substances, while a variety of non-covalent interactions govern their reactive behavior in the environment. A hypothesis is proposed that strongly bound low-molecular-weight hydrophobic associations of humus substances can unite through stable alkyl groups (derived from original plant tissues) and intermolecular bonds, self-organizing alongside hydrophilic molecules or associated clusters to form helical, elongated super-(bio-)molecules. Proponents of the polymerization theory argue that humus consists of a heterogeneous pool of organic molecules tightly bound to groups such as humic and fulvic acids, as well as organic-mineral fractions of humus substances. According to this perspective, condensed and polymerized SOM is chemically and physically stabilized within biomolecules and cannot be separated into distinct fractions using non-destructive testing methods.

NEW LOW-COST STRATEGIES OF CROP BASED ON BIODIVERSITY  
AND REMOTE SENSING TO REDUCE THE APPLICATION OF NITROGEN  
FERTILIZERS IN THE MEDITERRANEAN AREA

**Wassar F<sup>1,2</sup>, Ayadi I<sup>2</sup>, Toumi I<sup>1</sup>, Mahmoudi N<sup>2</sup>, Garcia-Sanchez. F<sup>3</sup>,  
Camara-Zapata. J. M<sup>4</sup>, Tedeschi A<sup>5</sup>, El Hajjaji S<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>*Institute of Arid Regions, Medenine Tunisia*

<sup>2</sup>*Higher Institute of Water Sciences and Techniques of Gabes-University of Gabes*

<sup>3</sup>*CEBAS-CSIC, Spain*

<sup>4</sup>*UMH, Spain*

<sup>5</sup>*National Research Council of Italy, Italy*

<sup>6</sup>*Mohamed V University, Morocco*

The excessive use of nitrogen fertilizers in Mediterranean agriculture poses significant environmental challenges, including nitrate leaching, soil degradation, and water contamination. The Telenitro project aims to develop a cost-effective agronomic strategy that reduces nitrogen fertilizer application while maintaining crop yield and quality. By integrating natural nitrification inhibitors (NIs), remote sensing technologies, and decision-support systems (DSS), the project enhances nitrogen use efficiency and mitigates nitrate pollution. The main objective is to optimize fertilization management by reducing nitrogen inputs while ensuring sustainable agricultural productivity and environmental protection. The project is implemented across four Mediterranean countries: Spain, Italy, Morocco, and Tunisia, focusing on key crops including broccoli and watermelon in Spain, pepper in Italy, pepper in Morocco, and melon in Tunisia. Preliminary results indicate that nitrogen fertilizer application can be reduced by 30–50% while maintaining crop yield. Trials on watermelon showed a yield increase from 3.84 to 39.40 tons/ha with optimized nitrogen use, while in melon trials in Tunisia, reducing nitrogen input to 70% of conventional rates maintained yields at 30 tons/ha, demonstrating the potential for fertilizer reduction without sacrificing production. Additionally, hyperspectral imaging demonstrated a strong correlation ( $R^2 > 0.8$ ) with nitrogen application levels, allowing for real-time monitoring and improved fertilization efficiency. These findings highlight the effectiveness of biodi-

versity-based strategies and digital agriculture tools in improving nitrogen management. The implementation of these techniques not only reduces environmental pollution but also enhances resource efficiency and resilience in Mediterranean agricultural systems. The project recommends wider adoption of DSS for precision fertilization, investment in hyperspectral imaging technologies, and policy support for sustainable nitrogen management practices. By aligning with the European Green Deal and Sustainable Development Goals, Telenitro provides actionable solutions for the future of sustainable agriculture.

**Keywords:** *Nitrogen fertilizers, precision agriculture, remote sensing, nitrification inhibitors, hyperspectral imaging, decision-support systems, Mediterranean agriculture, sustainable farming.*

## SOIL AND CLIMATE CONDITIONS OF THE ALGERIAN SUBTROPICS: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR SUSTAINABLE AGRICULTURE

**Belarbi T., Yarosh A.**

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

Algeria's total agricultural land covers approximately 43.9 million hectares, yet only 8.56 million hectares are currently exploited. This disparity is due to several factors, including climate variability, historical land use patterns, and soil degradation. The Algerian subtropics are characterized by three major climatic zones: the northern coastal regions have a Mediterranean climate with mild, wet winters and hot, dry summers, the inland plateaus and highlands experience semi-arid conditions, while the southern regions transition into the Sahara, marked by extreme aridity. These climatic variations directly impact soil formation, fertility, and agricultural potential.

The dominant soil types in the Algerian subtropics include calcareous soils, sandy loams, and clay-rich vertisols. Many of these soils suffer from low organic matter content, salinization, and erosion, particularly due to intensive land use, deforestation, and unsustainable irrigation practices. Additionally, water scarcity and irregular rainfall patterns exacerbate soil degradation, making moisture conservation a critical concern for farmers.

A major issue is the alarming increase in soil salinity, driven by weather fluctuations, limited rainfall, and excessive, ill-considered use of nitrogen fertilizers. Additionally, historical and socio-political factors have played a role. After 132 years of colonization (ending in 1962), followed by 30 years of state-building and a decade of civil war (1992–2001), many farmers abandoned their lands, leading to poor soil management and unsustainable farming practices. These factors have contributed to soil degradation, making restoration and sustainable land use an urgent necessity.

Despite these challenges, the Algerian subtropics hold great potential for sustainable agricultural development. Strategies such as drip irrigation, conservation tillage, organic soil amendments, and agroforestry can enhance soil fertility while miti-

gating degradation. The implementation of precision agriculture and smart irrigation technologies, leveraging real-time soil moisture monitoring and AI-driven decision-making, can further optimize water use and improve productivity.

Moreover, adopting climate-resilient crops such as drought-tolerant cereals, legumes, and native fruit trees like olives and dates can contribute to long-term agricultural sustainability. Policies promoting integrated soil fertility management, reforestation, and the use of renewable energy in agriculture can also help adapt to climate change while improving soil health.

Algeria's agricultural sector faces significant soil and climate challenges, but modern technologies, sustainable land management, and climate-smart farming practices offer a path toward soil restoration and long-term agricultural productivity. By integrating traditional knowledge with advanced solutions, Algeria can improve food security while protecting its valuable soil and water resources for future generations.

## ПОТЕНЦІАЛ ГРУНТОУТВОРЕННЯ ТА ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЯ В ЛІТОГЕННИХ КОНСТРУКЦІЯХ ТЕХНОЗЕМІВ ЗА ТРИВАЛОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИКОРИСТАННЯ РЕКУЛЬТИВОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ

**Забалуєв С.В.**

*НУБіП України*

Важливим теоретичним і практичним питанням вирішення проблеми сільськогосподарської рекультивації техногенно порушених земель є дослідження потенціалу природних та антропогенних факторів ґрунтоутворення в різноякісних за літологічним складом конструкціях техноземів та його реалізація впродовж перших років сільськогосподарського використання рекультивованих земель в умовах Південного Степу України. Проведені багаторічні дослідження дозволяють зробити такі узагальнення і висновки:

1. Відновлення техногенно зруйнованого ґрунтового покриву за дефіциту гумусованої ґрунтової маси можливо вирішувати шляхом створення літогенних техноземних конструкцій, які формуються з потенційно родючих гірських порід, а саме: з незасолених субстратів лесоподібних і червоно-бурих суглинків, червоно-бурих і сіро-зелених глин без покриття їх родючим шаром ґрунту. Такі різноякісні за літологією техноземні ґрунти є унікальними об'єктами для дослідження первинного ґрунтоутворення з моменту експонування гірських порід на денну поверхню («нуль-момент» ґрунтоутворення).

2. Сприятливість до сільськогосподарського використання таких моделей техноземів на початку їх освоєння обумовлюється насамперед полімінеральним складом, полідисперсністю і забезпеченістю основними біофільними елементами (крім азоту). Подальший розвиток ґрунтових процесів залежить від реалізації потенціалу природних і антропогенних чинників ґрунтоутворення в конкретних умовах.

3. Геобіокліматичний потенціал ґрунтогенезу території півдня України має достатнє ресурсне забезпечення, що дозволяє формуватись молодим ґрун-



там чорноземного типу з різноякісних материнських порід, представлених полімінеральними дисперсними нефітотоксичними розкривними гірськими породами, які складають відвали відпрацьованих марганцевих кар'єрів.

4. Літогенний потенціал ґрунтогенезу визначається перш за все мінералогією, дисперсністю, соленосністю і термодинамічними показниками субстратів гірських порід. За показником дисперсності найбільш сприятливими виявились сіро-зелені глини, за вмістом легкорозчинних солей – лесоподібні відклади (верхній 2 м шар); за термодинамічними показниками субстрати порід оцінюються таким рядом: сіро-зелені мергелясті глини > червоно-бурі глини і суглинки > лесоподібні суглинки.

5. За сільськогосподарського використання літогенних техноземів основним процесом первинного ґрунтоутворення є гумусонакопичення, темпи якого залежать від складу і властивостей мінеральної частини техноземів, від ступеня реалізації біокліматичного потенціалу території, а також від фітомеліоративних можливостей агроценозів.

6. Прискорення процесів ґрунтоутворення в літогенних техноземах можливе завдяки оптимальному насиченню сівозмін фітомеліоративними агроценозами, насамперед, багаторічними бобовими і бобово-злаковими травами. За 50-річний період уміст гумусу у шарі 0-20 см суттєво збільшився. Так, у техноземах, сформованих: лесоподібними суглинками – з 0,41 до 1,49 %; сумішкою червоно-бурих глин і суглинків – з 0,22 до 1,33 %; сіро-зеленими мергелястими глинами – з 0,18 до 1,53 %. Потенціал гумусонакопичення найкраще реалізується сіро-зеленими мергелястими глинами завдяки більшому вмісту «фізичної глини», монтморилоніту, ємності катіонного обміну, кращим термодинамічним характеристикам.

7. На початку сільськогосподарського використання літогенні техноземи, в порівнянні із зональними непорушеними ґрунтами, мають більше лімітуючих чинників для росту і розвитку агроценозів, а їх обмежувальний рівень – більш значний. З часом деякі лімітуючі фактори (поживний режим, фізичні вла-

стивості) зменшують свій обмежувальний рівень. Якщо на початку їх біологічного освоєння літогенні техноземи є низькородючими і здатні забезпечити едафічними ресурсами (крім фосфору) лише багаторічні бобові трави, то вже через 50 років здатні формувати генеративну продуктивність ячменю ярого (вимогливого до родючості) на рівні 69,8–82,2% від урожайності на зональних не порушених землях.

Для конструювання літогенних техноземів рекомендується використовувати незасолені лесоподібні відклади і/або сіро-зелені мергелясті глини. Для прискорення процесів ґрунтоутворення за сільськогосподарського використання в умовах Південного Степу України агропідприємствам, які використовують рекультивовані землі без покриття гумусованим шаром ґрунту, рекомендується здійснювати такі заходи. У перші 4–8 років сільськогосподарського використання перевагу слід надавати одновидовим агроценозам. Пропонується така агросукцесія «люцерна посівна 3-5 років – чистий пар – еспарцет піщаний 3-4 роки. Продовжують агросукцесію багаторічними бобово-злаковими агроценозами: 2-3 ротації по 4-5 років використання. В подальшому вирощують середньовимогливі до родючості сільськогосподарські культури (ярий ячмінь, горох, вику, сорго). Максимальне насичення фітомеліоративними агроценозами обмежується із-за «ґрунтовтоми» і фітотоксикозу. Тому необхідно чергувати багаторічні бобові трави зі злаковими агроценозами.

За дотримання вище перерахованих рекомендацій в умовах Південного Степу накопичення гумусу як інтегрального показника відбувається зі швидкістю 0,6-0,9 т/га щорічно (20 см шар) залежно від субстрату літогенних техноземів, а їх сільськогосподарське використання забезпечує щорічне отримання до 3,0-4,7 т/га кормо-протеїнових одиниць.

## ПОТЕНЦІАЛЬНІ ОБСЯГИ ГУМІФІКАЦІЇ ВІДХОДІВ МІКРОГРІН ГОРОХУ НА ВЕРТИКАЛІНІЙ ФЕРМІ

**О. О. Біляк**

*Національний університет водного господарства та природокористування*

**Постановка проблеми.** Однією з основних проблем сучасного сільського господарства є винос гумусу з ґрунтів, що знижує їх родючість і продуктивність. Внаслідок інтенсивного землеробства, монокультурних посівів і недостатнього внесення органічних добрив відбувається значний винос гумусу. Для сталого землекористування важливо розробити стратегії, які дозволять не тільки компенсувати втрати гумусу, але й забезпечити його відновлення. Водночас в процесі вирощування мікрогрін на вертикальних фермах утворюється значна кількість рослинних решток, що становить значні обсяги органіки та потребує ефективної утилізації. Одним із способів такої утилізації є компостування для отримання органічних добрив. Тому науково-практичне завдання оцінки обсягів утворення органічних добрив та поповнення за їх рахунок гумусу в ґрунтах є актуальним завданням нового напрямку овочівництва – виробництва мікрогрін.

**Методика досліджень.** Визначення об'єму рослинних залишків з подальшим перерахунком на потенційну кількість гумусу, проводилось на підприємстві яке спеціалізується на виробництві мікрозелені за власною технологією (подалі вертикальна ферма). Посівна площа сягає 230 метрів квадратних. Посівна одиниця - пластикова ємність розмірами 11 x 19 см., або 0,02 м<sup>2</sup>. Кількість насінневого матеріалу посівної одиниці 50 г насіння гороху. Час вигонки мікрозелені гороху під штучним освітленням становить 7 діб.

**Результати дослідження.** Після збору врожаю було вираховано середнє значення рослинних решток з 100 посівних одиниць, результати відображені в (табл.).

**Таблиця. Кількість рослинних решток гороху з посівної одиниці, г**

Вид залишків	До дегідратації		Після дегідратації (с.р.)	
	г/лоток	г/м <sup>2</sup>	г/лоток	г/м <sup>2</sup>
Стебла	17	850	1,94	97
Насіння	87	4350	21,4	1068
Коренева система	78	3900	7,15	358
<b>Загалом</b>	<b>182</b>	<b>9100</b>	<b>30,4</b>	<b>1522</b>

В результаті компостування решток гороху середні втрати біомаси сягатимуть 25-30%, що враховано в таблиці 2. Беручи за основу коефіцієнт гуміфікації рослинних залишків зернобобових 0,25 (стебел – 0,20, насіння – 0,30, коренів – 0,30) [1], маємо результати по потенційній кількості органічного добрива (компосту) з кожного виду решток: стебла - 67,9г/м<sup>2</sup>, насіння–747г/м<sup>2</sup>, коренева система–250г/м<sup>2</sup>. Та потенційна маса гумусу: 13,6г/м<sup>2</sup>, 224г/м<sup>2</sup>, 75,1г/м<sup>2</sup>відповідно.

Враховуючи загальну площу посіву підприємства, та те що виробництво не має сезонності,отримуємо результати кількості потенційного органічного добрива (компосту): стебла - 0,81т/рік, насіння - 8,93т/рік, коренева система - 2,99т/рік. Та потенційна маса гумусу: 0,16т/рік, 2,68т/рік, 0,9т/рік відповідно.

На річне виробництво мікрогрін, підприємство витрачає 29,9 т насіннєвого матеріалу гороху, що еквівалентно приблизно 9,5 га необхідних для збору врожаю насіння гороху [2] , та беручи до уваги що дана культура мінералізує 1,5 т/га гумусу на чорноземах [3], тобто на річний посів гороху вертикальної ферми виноситься 14,25 т гумусу за рахунок мінералізації.

**Висновки.** 1. На вертикальній фермі посівною площею 230 м<sup>2</sup> за кругло-річного виробництва мікрогрін гороху річне потенціальне утворення органічних решток гороху в перерахунку на абсолютно суху речовину становить 18,2 т/рік

або 79 кг/м<sup>2</sup> посівної площі, що представлені на 6,3 % залишками стебел, 70,3% - кореневою системою, 23,4% - насінням.

2. Потенціал щорічного виробництва органічного компосту із решток мікрогрину гороху в перерахунку на абсолютно суху речовину на вертикальній фермі посівною площею 230м<sup>2</sup> становить 12,73 т/рік (55,3 кг/м<sup>2</sup>), з яких потенційне утворення гумусу складає 3,74 т/рік (16,2 кг/м<sup>2</sup>)

**Ключові слова:** *гумус, гуміфікація, горох, мікрогрін, вертикальна ферма.*

### **Література**

1. Журавель С. В., Кравчук М. М., Кропивницький Р. Б., Клименко Т.В., Трембіцька О. І., Радько В. Г., Нігородова С. А., Дяченко М. О., Журавель С. С., Поліщук В. О. Органічні добрива: навч. посібн. За редакцією С. В. Журавля. Житомир: Вид-во Поліського ун-ту, 2020. 184 с.

2. Кириченко В.В., Огурцов Ю.Є., Костромітін В.М., Красиловець Ю.Г., Стрельцова І.Б., Цехмейструк М.Г., Безуглий І.М., Василенко А.О. Технологія вирощування гороху: навч. посібн. За редакцією доктора с.-г. наук, професора, академіка НААН України В.В. Кириченка. Харків: Магда ltd, 2010. 61–67 с.

3. Дегтярьов В. В., Крохін С. В., Баланс гумусу: методичні вказівки до вивчення теми «Походження, склад, властивості, агрономічне значення органічної частини ґрунту». Харків: ДБТУ, 2022. — 9 с.

4. Колесник Т. М., Зіневич М. В., Глібко А. О., Швець М.М. Якість органічних та органо-мінеральних добрив: як оцінити І-ша Міжкафедральна науково-практична конференція "Поєднання професійних підходів агронома та агроінженера у вирішенні сучасних проблем агровиробництва" (16-17 травня 2023 р., м. Рівне, НУВГП): тези доповідей, 2023. - 9. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/27658/> .

## ЛАБІЛЬНІ ФОРМИ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ У СІРИХ ЛІСОВИХ ГРУНТАХ АГРОЕКОСИСТЕМ ПРУТ-ДНІСТРОВСЬКОГО МЕЖИРІЧЧЯ

Демид І.Е.

*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича*

Лабільні форми органічної речовини відіграють ключову роль у формуванні ефективної родючості ґрунту. Вони представлені водорозчинними та вільними чи зв'язаними з рухомими півтораоксидами гумусовими речовинами. Ці речовини активно беруть участь у процесах ґрунтоутворення, формуванні структури та є основним матеріалом для створення стійких гумусових сполук. Лабільна органічна речовина швидко мінералізується під впливом окиснювальних і ферментативних процесів, слугуючи джерелом енергії для мікроорганізмів та легкодоступних поживних речовин для рослин. Основна її функція – забезпечення сприятливих умов для росту, розвитку та продуктивності рослин. Антропогенна діяльність значно впливає на вміст цих речовин у ґрунті, спричиняючи зміни їхніх структурно-функціональних параметрів і кількісного складу. Особливо чутливими вони є до методів господарського використання ґрунтів. Їхній вміст у верхньому шарі визначається такими чинниками, як внесення добрив, сівозміна, кількість рослинних решток, способи обробітку ґрунту та проведення меліоративних заходів.

Мета дослідження – оцінити вміст і розподіл різних форм органічної речовини в умовах ґрунтозахисної агроєкосистеми.

Об'єктом дослідження є ґрунти полів Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН (с. Бояни). Було відібрано чотири розрізи:

- Розріз №1 – сірий лісовий окультурений ґрунт на карбонатному лесовидному суглинку, угіддя під озимою пшеницею.
- Розріз №2 – аналогічний ґрунт, поле гороху.
- Розріз №3 – аналогічний ґрунт, поле гречки.

- Розріз №4 (контроль) – сірий лісовий окультурений ґрунт на карбонатному лесовидному суглинку, ділянка з багаторічними насадженнями (колишня рілля).

У відібраних зразках ґрунту визначали:

- Вміст органічної речовини ґрунту (гумусу) – оксидиметричним методом (ДСТУ 4289:2004);

- Вміст лабільної органічної речовини (ДСТУ 4732:2007) та водорозчинної органічної речовини (ДСТУ 4731:2007).

Загальний вміст гумусу в досліджених розрізах є низьким і має регресивно-акумулятивний характер профільного розподілу. Максимальне значення (2,74%) зафіксовано у верхньому горизонті контрольного розрізу №4 під цілинною рослинністю, тоді як найменший вміст (1,48%) спостерігається у розрізі №1 під озимою пшеницею. Значних відмінностей між контролем і розрізами №2 та №3, під посівами гороху та гречки відповідно, не виявлено.

Вміст та розподіл лабільної органічної речовини демонструє суттєвіші коливання залежно від культури. У верхніх горизонтах їхній вміст змінюється від 360,26 мг/кг (розріз №1, озима пшениця) до 406,46 мг/кг (розріз №4, цілинна рослинність). У розрізі №2 (горох) спостерігається виражений елювіально-ілювіальний розподіл, із максимумом у горизонті Іh (413 мг/кг).

Водорозчинні органічні речовини є найдинамічнішою складовою ґрунтової органічної речовини. Вони беруть активну участь у процесах ґрунтоутворення, мобілізації поживних речовин та посиленні їх міграції. У верхньому горизонті їхній вміст варіює від 112,86 мг/кг (розріз №1, озима пшениця) до 365,1 мг/кг (розріз №2, горох). Через значні сезонні коливання цей показник доцільно визначати кілька разів на рік, залежно від агротехнічних заходів.

Результати кластерного аналізу продемонстрували, що вміст гумусу та лабільної органічної речовини має тісний взаємозв'язок, тоді як водорозчинні органічні сполуки утворюють окрему групу з меншою кореляцією з цими компонентами. Це свідчить про те, що водорозчинні форми є найбільш мобільною

та динамічною частиною гумусових речовин, яка швидко піддається трансформаціям у ґрунтового середовищі. Їхній відносно незалежний розподіл може бути зумовлений як високою біологічною активністю, так і чутливістю до змін вологості, температури та інших факторів зовнішнього середовища. Водночас висока варіабельність вмісту водорозчинної органічної речовини підтверджує її роль як первинного субстрату для мікробіологічних процесів і ключового джерела поживних речовин для рослин. Таким чином, кластерний аналіз дозволяє не лише визначити взаємозв'язки між різними формами органічної речовини, а й оцінити ступінь їхньої стабільності та участі у ґрунтоутворювальних процесах.

Інтенсивне використання сірих лісових ґрунтів у рільництві призводить до зниження вмісту органічної речовини у верхньому горизонті, що негативно впливає на їхню родючість. Зменшення загального гумусу супроводжується значними коливаннями вмісту лабільних та водорозчинних органічних сполук, що свідчить про посилення процесів мінералізації. Для збереження та відновлення рівня органічної речовини в орному шарі доцільним є застосування органічних і мінеральних добрив, а також оптимізація агротехнічних заходів, спрямованих на підтримку балансу гумусових сполук.



## ПОДРІБНЕННЯ РОСЛИННИХ РЕШТОК ЯК ОДИН З ЕЛЕМЕНТІВ ВІДНОВЛЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ

Диня В.І.<sup>1</sup> Диня У.Я.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут», м. Бережани,

<sup>2</sup> ВСП НУБіП України «Бережанський фаховий коледж», м. Бережани, Україна

В сучасних умовах вирощування рослинницької продукції актуальним залишається пошук компромісних рішень для зниження її собівартості, а також збереження та відновлення родючості ґрунтів. З початком військової агресії росії проти України різко зросла вартість енергоносіїв, що суттєво впливає на собівартість виробництва та є визначальним фактором розвитку агропромислового комплексу.

Ефективність внесення в ґрунт подрібненої соломи еквівалентна 3,5–4 тоннам, а за деякими даними – 5 тоннам напівперепрілого гною. Використання соломи безпосередньо на полях дозволяє уникнути додаткових витрат на її транспортування та зберігання. Запровадження сучасних агротехнологій для відновлення родючості ґрунтів передбачає рівномірний розподіл та часткове загортання значної кількості побічної продукції рослинництва, що, у свою чергу, вимагає застосування спеціалізованої сільськогосподарської техніки.

У багатьох випадках розкидання соломи не дає очікуваного ефекту. Основною причиною цього є те, що не всі наявні технічні засоби для подрібнення та рівномірного розподілу соломи відповідають агротехнологічним вимогам. Крім того, аграрні господарства не завжди дотримуються науково обґрунтованих методик використання побічної продукції рослинництва як добрива. Згідно з такими методиками, на кожну тонну рослинної маси необхідно додавати 10 кг діючої речовини азоту, що дозволяє підтримувати оптимальне співвідношення азоту і вуглецю, сприяє мінералізації соломи в ґрунті та запобігає конкуренції за азот між рослинами й мікроорганізмами, які розкладають целюлозу.

Однак правильне розкидання рослинних решток не лише сприяє підвищенню родючості ґрунту, а й допомагає зберігати вологу, активізує біологічні процеси та зменшує ризик ерозії. Солома є важливим джерелом вуглецю, необхідного для розвитку мікроорганізмів, які покращують структуру ґрунту та збагачують його органічними речовинами. Крім того, завдяки цьому ґрунт краще утримує вологу, що є особливо цінним для регіонів із недостатнім зволоженням.

Для досягнення максимального ефекту важливо правильно організувати процес подрібнення та розподілу соломи. Передусім необхідно обрати відповідну техніку, зокрема сучасні подрібнювачі та розкидачі, які забезпечують рівномірне покриття поверхні поля. Це сприятиме рівному доступу рослин до поживних речовин. Важливим фактором є також правильний вибір часу для розкидання соломи – найкраще це робити одразу після збирання врожаю, коли ґрунт ще зберігає тепло. Це пришвидшує процес розкладання органічних залишків.

Розкидання соломи також має значний екологічний ефект. Солом'яний покрив створює сприятливе середовище для розвитку корисних мікроорганізмів, дощових черв'яків та інших організмів, які беруть участь у формуванні родючості ґрунту. Використання органічних решток зменшує потребу в хімічних добривах, що сприяє скороченню викидів парникових газів. Крім того, розподілена по полю солома знижує поверхневий стік води на схилах, що допомагає запобігти забрудненню водойм пестицидами та іншими шкідливими речовинами.

Попри численні переваги, існують певні труднощі, пов'язані з подрібненням і розкиданням соломи. Зокрема, не всі господарства мають доступ до сучасної техніки, що може обмежувати ефективність впровадження цієї технології. Важливим аспектом успішного використання є навчання агрономів та працівників правильному застосуванню техніки та дотриманню агрономічних норм.

У перспективі використання соломи як добрива може стати ще більш поширеним завдяки розвитку новітніх технологій. Зокрема, застосування мікроорганізмів для прискорення її розкладання підвищить ефективність біотехнологічних процесів, а сучасні системи моніторингу та управління дозволять аграріям оптимізувати внесення соломи відповідно до потреб культур і особливостей ґрунту. Це сприятиме розвитку точного землеробства та підвищенню ефективності господарств.

Подрібнення та рівномірний розподіл соломи по полю є ефективним способом підвищення родючості ґрунту. Ця практика не тільки сприяє збагаченню ґрунту органічними речовинами, а й допомагає зберігати природні ресурси. Впровадження сучасних агротехнологій у цей процес дає можливість фермерам отримувати стабільні та високі врожаї, а також забезпечувати екологічну стійкість сільськогосподарського виробництва.

### **Список використаних джерел**

1. Богданович Р.П., Олійник В.С. Вплив надходження рослинних решток на вміст гумусу у ґрунті. URL: [https://www.agronom.com.ua/vplyv- The scientific heritage No 46 \(2020\) 45 nahodzhennya-roslynnyh-reshtok-na-vmist-gumusuu-grunti/](https://www.agronom.com.ua/vplyv-The-scientific-heritage-No-46-(2020)-45-nahodzhennya-roslynnyh-reshtok-na-vmist-gumusuu-grunti/). (дата звернення: 6.02.2025).

2. Г. Гелетуша, В. Крамар, О. Епик, Т. Антощук, В. Тітков. Розвиток та комерціалізація біоенергетичних технологій у муніципальному секторі в Україні. КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ УКРАЇНСЬКОГО РИНКУ ПЕЛЕТ З БІОМАСИ. Comprehensive analysis of the Ukrainian biomass pellets market. К.: 2016. С. 336.

3. Шувар І.А., Сендецький В.М., Тимофійчук О.Б. Солома допоможе родючості ґрунту. Агробізнес сьогодні. 2016. № 10. URL: <http://agrobusiness.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/592-soloma-dopomozhe-rodichosti-hruntu.html>.

ВПЛИВ СИСТЕМ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ВИКОРИСТАННЯ ПОБІЧНОЇ  
ПРОДУКЦІЇ НА ОРГАНІЧНУ РЕЧОВИНУ ТЕМНО-СІРОГО ОПІДЗОЛЕНОГО  
ҐРУНТУ

**Фурманець М. Г.<sup>1</sup>, Фурманець Ю. С.<sup>1</sup>, Фурманець І. Ю.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН, Україна*

<sup>2</sup>*Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна*

Органічна речовина ґрунту, її склад, запаси, особливості якісних характеристик є основними показниками родючості ґрунтів, зміна яких значною мірою залежить від інтенсивності агрозаходів, зокрема системи удобрення та обробітку ґрунту. Гумус активізує біохімічні та фізіологічні процеси, посилює обмін речовин і загальний енергетичний рівень процесів у рослинному організмі, сприяє посиленому надходженню елементів. Основними причинами зниження вмісту гумусу є зменшення надходження свіжої органічної речовини до ґрунту внаслідок відчуження значної частини біомаси з урожаєм. Проблема дегуміфікації ґрунтів ускладнена погіршенням рівня якості агротехніки в період економічної дестабілізації і відсутністю контролю над біологічними і біохімічними процесами в ґрунті.

Важливого значення набуває питання ресурсозбереження в інтенсивних технологіях вирощування сільськогосподарських культур: способів і глибини основного обробітку ґрунту, систем удобрення, у т.ч. із використанням побічної продукції культур сівозмін для підтримання рівноважного балансу гумусного стану ґрунту. У зв'язку з цим питання прогнозу процесів гумусонакопичення в ґрунтах є актуальним.

Мета досліджень – вивчити вплив систем обробітку ґрунту та використання побічної продукції на вміст гумусу в темно-сірому опідзоленому ґрунті.

Дослідження з вивчення якісних змін гумусу проводили в довгостроковому стаціонарному досліді Інституту сільського господарства Західного Полісся

НААН у чотирьохпільнійкороткоротаційній сівозміні: пшениця озима – соя – кукурудза – соняшник.

В досліді вивчали три системи обробітку ґрунту (різноглибинна оранка – 20-22 см пшениця озима, соя; 25-27 см соняшник, кукурудза; дискування на 15–17 см, дискування на 10–12 см). На варіантах з дисковими системами обробітку ґрунту проводили періодичне глибоке розпушення на 35 см через 2 роки в сівозміні глибокорозпушувачем. Схема досліді передбачала три системи удобрення: 1) без побічної продукції; 2) побічна продукція; 3) побічна продукція + N<sub>10</sub> (аміачна селітра) на 1 т. Площа облікової ділянки – 100 м<sup>2</sup>, повторність – 3-разова. Норми добрив (фон) під сільськогосподарські культури становили: пшеницю озиму N<sub>170</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>; сою N<sub>45</sub>P<sub>30</sub>K<sub>50</sub>; соняшник N<sub>70</sub>P<sub>35</sub>K<sub>60</sub>, кукурудзу N<sub>150</sub>P<sub>60</sub>K<sub>100</sub> і вносилися у формі аміачної селітри, калію хлористого та амофосу.

Формування гумусового стану ґрунту визначається рівновагою двох постійних процесів – мінералізації гумусу і синтезу новоутворених гумусових речовин (гуміфікація). За використання оранки вміст гумусу в ґрунті в середньому за роки досліджень був найменший в орному шарі ґрунту за різних систем удобрення з використанням побічної продукції – 1,67-1,76 %. На варіантах з використанням систем удобрення з побічною продукцією та побічною продукцією + N за дискових обробіток ґрунту спостерігали накопичення гумусу до 1,94 – 2,12 %. У орному 0-20 см шарі ґрунту найвищі показники вмісту гумусу відмічали на варіанті з дискуванням на 15-17 см за різного використання побічної продукції – 2,06 – 2,12 %.

Проведені розрахунки балансу гумусу в темно-сірому опідзоленому ґрунті під впливом систем обробітку ґрунту та удобрення показали, що найбільший від’ємний баланс гумусу в ґрунті визначено на контролі без використання побічної продукції (– 1,05 т/га). Дефіцитний баланс гумусу сформувався через нестачу надходження органічної речовини за рахунок корневих решток і видалення із поля усієї нетоварної частини врожаю. Натомість додатний баланс гумусу в темно-сірому опідзоленому ґрунті встановлено під впливом використан-

ня побічної продукції за різних систем обробітку ґрунту. Надходження у ґрунт органічної речовини і перетворення її в складові частини ґрунту сприяє накопиченню гумусу. Використання в системі удобрення побічної продукції і побічної продукції + N за різних обробітків ґрунту в сівозміні забезпечило найбільше накопичення гумусу, відповідно 2,28–2,52 т/га і 2,38–2,66 т/га.

Менше утворилося гумусу на варіанті без побічної продукції за всіх систем обробітку ґрунту 0,55–0,63 т/га, де отримали від'ємний баланс гумусу (–0,97 т/га) – (–1,05 т/га). Системи удобрення з побічною продукцією і побічною продукцією + N<sub>10</sub> за різноглибинної оранки та дискування на 15-17 см забезпечили найбільші показники балансу гумусу відповідно (+0,92 т/га) і (+1,06 т/га) та (+0,81) і (+0,88 т /га).

## ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ҐРУНТОВИХ МІКРОБНИХ УГРУПОВАНЬ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**Гуменюк І.І., Левішко А.С., Цвігун В.О., Дем'янюк О.С.**

*Інститут агроекології і природокористування НААН, Київ*

Зважаючи на постійно зростаючий вплив людини на ґрунтову екосистему помножується й увага до екологізації агропромислового сектору, через що збільшується необхідність покращення розуміння самої концепції екології у ґрунтовій мікробіології. Розуміння законів функціонування ґрунтової мікробіоти в природній екосистемі, дозволяє швидко виявляти та зрозуміти причини змін, які в ній відбуваються та знайти шляхи їх регулювання. Найбільшу увагу, заслуговують дослідження із позиції структури мікробних угруповань на таксономічному рівні. Ґрунти сільськогосподарського значення знаходяться під постійним антропогенним впливом, а тому важливо знати як дії людини впливають на інтенсивність та направленість мікробіологічних процесів, що є основою родючості ґрунтів.

Поєднання мікробіологічних параметрів разом із хімічними та фізичними, а також їх інтегрування за допомогою математичного аналізу дозволить продемонструвати мікробні екосистеми певного ландшафту в залежності від різних заданих параметрів (систем удобрення, агротехнічних прийомів, тощо). Тому, нами було взято комплексний підхід до аналізу ґрунту, що включав в себе аналіз чисельності та активності еколого-трофічних груп ґрунтових мікроорганізмів, пул органічного вуглецю, в якості інтегральних мікробних показників використовували вуглець та азот загальної мікробної біомаси, а також емісію CO<sub>2</sub>. Метою роботи було відтворити стан мікробної екосистеми ґрунту Київської області за допомогою комплексного підходу до аналізу ґрунту.

Для дослідження було взято ґрунт Київської області: чорнозем типовий із вмістом гумусу 4,3%, гідролізованого азоту – 110 мг/кг, рухомого фосфору – 240 мг/кг, обмінного калію – 85 мг/кг ґрунту, рН сольової витяжки – 6,5.

Зразки відбирали весною до проведення агрозаходів. У попередні роки вирощувалась кукурудза та вносили  $N_{90}P_{60}K_{90}$  (мінеральна система живлення) та  $N_{70}P_{40}K_{70}$ +перегній (органомінеральна система живлення).

Проведені дослідження показали, що мікробне угруповання використаного ґрунту за дії обох систем удобрення свідчить про їх різний вплив на формування популяцій мікроорганізмів. За мінеральної, так і за змішаної системи переважають бактеріальні форми мікроорганізмів, здатні до амоніфікації, амілолітичні, олігонітрофільні та олігокарбофільні, але їх більша чисельність виявлялась за першої системи удобрення. Використання мінеральних добрив також сприяє зростанню чисельності діазотрофів у ґрунті. За змішаного типу удобрення спостерігалась висока кількість целюлозоруйнівних мікроорганізмів, мікроміцетів та бактерій амоніфікаторів. Застосування додаткових органічних добрив позитивно впливає на розвиток азотфіксаторів: їх кількість зростає у 5-6 разів. Як відомо, чисельність амоніфікувальних мікроорганізмів та їх значний розвиток зумовлюється наявністю органічної речовини в ґрунті. Висока кількість амоніфікаторів, яка спостерігалась за умов використання мінеральних добрив може свідчити про мінералізацію складних органічних сполук, зокрема гумусу, через недостатність у ґрунті свіжої органічної речовини.

Обидва варіанта ґрунту, не дивлячись на відмінності у чисельності мікроорганізмів, характеризувалися майже однаковим показником загальної мікробної біомаси. Більш за все це пов'язано із тим, що при наявності перегною у ґрунті велику частину в біомасу додають міцеліальні гриби. Опосередкованим доказом останнього слугує показник емісії  $CO_2$  ґрунту, який вище за мінеральної системи удобрення. Відомо, що у бактерій більше співвідношення поверхні тіла до об'єму й відповідно більш висока інтенсивність обміну. Якщо розглядати обидві взяті нами в дослід системи, то варіант змішаного типу, виявлені там групи мікроорганізмів та зв'язані з ними інші показники (біомаса,  $CO_2$  ґрунту) – саме ця система знаходиться в стані відносного спокою. Однак, слід відмітити що ґрунтові мікроорганізми беруть участь в активних фізіологічних процесах



не лише росту та розмноження, а й в процесах підтримання життєздатності клітин, на що також витрачається велика кількість органічної речовини.

Аналіз кореляційних зав'язків досліджуваних груп мікроорганізмів із різними пулами вуглецю допоміг оцінити біологічну вагомість останнього в якості джерела, що забезпечує структурно-енергетичні витрати мікроорганізмів у конкретних умовах. Так, було виявлено відмінності між двома взятими в дослід системами. За мінеральної системи загальна мікробна біомаса та більша частина груп мікроорганізмів корелювали з вуглицем гумусу та пулами вуглецю, що з ним пов'язані. Високий вміст копіотрофів, може бути опосередкованим підтвердженням збагачення ґрунту мономерними сполуками. Вони є сигнальними метаболітами ферментативного гідролізу полімерів та сприяють пригніченню розвитку гідролітиків та оліготрофів. Підтвердженням цього є зворотній зв'язок чисельності целюлозоруйнівних та олігокарбофільних мікроорганізмів із тими пулами вуглецю, з якими в їх конкурентів були тісні зв'язки. Дефіцит у забезпеченні структурно-енергетичними матеріалами вищезгаданих мікроорганізмів призводить до зворотної залежності з усіма інтегральними показниками. При змішаній системі удобрення відмічено найбільш тісну позитивну кореляцію більшості груп мікроорганізмів із рослинними залишками.

Тобто, отримана раніше диспропорція між запасом загальної мікробної біомаси та чисельності мікроорганізмів пов'язана із різними шляхами використання ґрунтової органічної речовини. Саме це й визначило різну структуру мікробного угруповання у взятих в дослід ґрунтів із різними системами удобрення. Все одержане вказує на те, що за мінеральної системи очікувано більша рухомість ґрунтової органічної речовини, яку підтвердив біохімічний аналіз. Так, використовуючи комплексний підхід до аналізу ґрунту, було показано, що за мінеральної системи удобрення в ґрунті спостерігається рухлива рівновага між синтезом та розкладанням гумусу яка зрушена в бік розкладу. Більш за все це і є причиною «консервування» рослинних залишків у цьому варіанті, оскільки мі-

кробне угруповання віддає перевагу гумусу в якості субстрату, ніж рослинним залишкам.

ДО ПИТАННЯ МОНІТОРИНГУ РАДІОНУКЛІДІВ  
У ҐРУНТАХ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ

**Ґущук В.І.**

*НУВГП, м. Рівне, Україна*

В результаті аварії на ЧАЕС в природне середовище потрапив широкий спектр радіонуклідів, але особливу екологічну небезпеку становлять такі тривалоіснуючі радіонукліди, як  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{238-240}\text{Pu}$  та  $^{241}\text{Am}$ . Запас  $^{90}\text{Sr}$  на території заплави р. Прип'ять у межах ЧЗВ досягнув  $3,7 \times 10^{13}$  Бк. Загальна площа забруднення  $^{137}\text{Cs}$  з щільністю  $37 \times 10^6$  Бк на  $1 \text{ км}^2$  склала близько 100 тис. км.

До 2012 року в Україні здійснювалися різні програми моніторингу радіоактивного стану земель, як національні, так і міжнародні, спрямовані на контроль наслідків Чорнобильської катастрофи та запобігання поширенню радіоактивного забруднення. Однак навіть ці програми мали різнобічний характер і не формували єдиної централізованої бази даних, що ускладнювало системний аналіз та прийняття стратегічних рішень. Протягом останніх десяти років моніторинг радіоактивного забруднення територій практично зупинився, а ключові програми були припинені, серед них: Державна програма ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи; Міжнародні проекти Чорнобильського фонду "Укриття" (спільно з IAEA, EBRD); UNSCEAR та програми Європейської комісії з моніторингу Чорнобильських зон; Спільні дослідницькі програми з FAO (Продовольча та сільськогосподарська організація ООН).

Відсутність активних програм значно обмежує здатність України ефективно реагувати на нові радіаційні виклики, що потребує термінового відновлення та модернізації моніторингової системи. Міграція радіонуклідів у ґрунтах Західного Полісся залишається актуальною екологічною проблемою, незважаючи на поступове зменшення рівня забруднення після аварії на Чорнобильській АЕС.

Площа забруднених територій у регіоні становить тисячі квадратних кілометрів, із щільністю забруднення Цезієм-137 у межах 1-5 Кі/км<sup>2</sup> у багатьох районах (Григоренко та Ковальчук, 2020). На теперішній час в ґрунтах на місці сільськогосподарських угідь, за різними підрахунками, залишилося близько 50% від загальної кількості радіонуклідів. Це пов'язано з повільною вертикальною міграцією в ґрунті <sup>137</sup>Cs та <sup>90</sup>Sr. Тому сподіватися на різке зниження рівнів забруднення сільськогосподарської продукції на найближчі кілька десятиліть не варто.

Значна частина (до 90%) <sup>137</sup>Cs в межах натуральних угідь концентрується у верхніх шарах. Так, при нормальних рівнях зволоження у 5-см шарі ґрунтів знаходиться біля 75% радіонукліду. Загалом у 15-см шарі натуральних угідь незалежно від рівня їх забруднення збереглося 98-99% радіонуклідів. Значна частина цих земель використовується для сільськогосподарських та лісових господарських потреб, що створює ризики для продовольчої безпеки та екологічної стабільності. Аналіз даних показує, що вміст радіонуклідів у продуктах сільськогосподарства та лісової продукції на певних територіях все ще перевищує допустимі рівні, особливо для грибів, лісових ягід та молочної продукції (Захаров і Ковальчук, 2021).

За даними останнього моніторингу в Рівненській області найбільш забрудненими населеними пунктами залишаються: Біле (Сарненський район) – концентрація Cs-137 125 кБк/м<sup>2</sup>; Велюнь (Сарненський район) –155 кБк/м<sup>2</sup>; Загребля (Сарненський район) –133 кБк/м<sup>2</sup>; Людинь (Сарненський район) –100 кБк/м<sup>2</sup>; Нетреба (Сарненський район) –110 кБк/м<sup>2</sup>; Рудня (Сарненський район) – 115 кБк/м<sup>2</sup>.

Такі відносно високі рівні радіоактивного забруднення, засвідчують про досить високі екологічні ризики та є обґрунтованою підставою для поновлення програм моніторингу ґрунтів у забруднених регіонах для оцінки поточної ситуації та розробки заходів щодо мінімізації екологічних ризиків.

Таким чином, незважаючи на те, що з часом рівень забруднення поступово зменшується внаслідок природного розпаду радіонуклідів, ризик їхнього потрапляння в харчові ланцюги та водні системи залишається високим. Відсутність актуальних даних про рівень забруднення ускладнює ефективне управління земельними ресурсами та контроль за безпечністю продукції, тому моніторинг радіонуклідного забруднення ґрунтів залишається важливим напрямом наукових досліджень.

### **Література:**

1. Григоренко В., Ковальчук С. Радіаційний моніторинг ґрунтів Полісся // Екологічний вісник. – 2020. – №2. – С. 45–52.
2. Захаров Ю., Ковальчук П. Радіоекологічна ситуація в Україні: Моніторинг і наслідки // Наукові записки НАН України. – 2021. – №5. – С. 78–85.
3. Сидоренко О. Особливості поведінки радіонуклідів у різних типах ґрунтів // Географічний журнал. – 2018. – №4. – С. 120–128.
4. Ковальчук П. Проблеми сучасного радіоекологічного моніторингу // Екологія і довкілля. – 2019. – №1. – С. 59–67.

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СУПУТНИХ ПРОДУКТІВ ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ В СУЧАСНИХ АГРОТЕХНОЛОГІЯХ

**Шевчук О. В., Господаренко Г. М.**

*Уманський національний університет садівництва, Україна*

Циркулярна утилізація органічних відходів рослин і тварин у виробничий цикловерненням у процесі виробництва біогазу є перспективним з погляду їх використання для удобрення. Це може мати позитивний вплив на клімат, довкілля та сталість сільськогосподарського виробництва. Анаеробний дигестат є ефективним добривом завдяки вмісту в ньому легкодоступного азоту, а також інші елементів живлення, органічних сполук різного складу. Властивості цього продукту, його вплив на ґрунт, урожайність сільськогосподарських культур та технологічні властивості зерна до кінця не вивчені і можуть відрізнятися від традиційних органічних і мінеральних добрив. Досліджень системи удобрення пшениці озимої і кукурудзи в умовах Правобережного Лісостепу України, у тому числі оцінювання формування врожайності та якості зерна проведено не достатньо.

Використання анаеробного дигестату для удобрення ймовірно зменшить залежність від мінеральних добрив і сприятиме впровадженню кліматично нейтральних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Сприяння його застосуванню в землеробстві може зменшити забруднення довкілля значними відходами тваринництва, а також сприяти ефективному органічному поєднанню рослинництва і тваринництва, просуванню та застосуванню ефективних циклічних і низьковуглецевих агротехнологій.

Вже проведено багато дослідження щодо застосування дигестату на сільськогосподарських угіддях в багатьох країнах світу, але через різні природно-кліматичні умови, особливості сільськогосподарських культур існують значні відмінності ефективності його застосування. Дигестат також має різні фізичні та хімічні властивості, що може спричинити зниження ефективності системи

удобрення, пригнічення росту й розвитку рослин, зниження якості врожаю та інші негативні наслідки. Тому його застосування має бути адаптоване до місцевих умов. У проведених дослідженнях пшениця озима та кукурудза були використані як об'єкт дослідження для вивчення впливу різних доз дигестату на властивості ґрунту, формування врожаю та його якісних показників, що дозволяє сформулювати наукову основу для екологічнобезпечного застосування та реалізації сталого розвитку сільського господарства.

Досліджено хімічний склад супутніх продуктів біогазового виробництва з курячого посліду і встановлено порівняно високий вміст органічної речовини і поживних речовин, тому вони можуть застосовуватися як біоорганічні добривальні продукти. Визначено оптимальні дози дигестату на основі курячого посліду на темно-сірому лісовому ґрунті в умовах Правобережного Лісостепу в системах удобрення пшениці м'якої озимої і кукурудзи, що сприяє підвищенню їх продуктивності, відновленню родючості ґрунту, зменшенню використання штучних хімічних добрив, вартості сільськогосподарського виробництва та забрудненню довкілля продуктами життєдіяльності птахів.

У майбутньому використання супутніх продуктів біогазового виробництва буде все більше використовуватися для просування інтегрованого поєднання тваринництва та рослинництва і сприятиме формуванню низьковуглецевого, сталого та ефективного сільськогосподарського виробництва.

Було вивчено та оцінено вплив застосування дигестату на властивості ґрунту та сільськогосподарські культури (пшеницю м'яку озиму і кукурудзу), дістали подальший розвиток наукові основи його застосування. На основі цього розроблено практичні рекомендації застосування дигестату. Удобрення пшениці озимої азотними добривами (109 кг/га д. р.) і дигестатом забезпечує приріст урожайності 0,60–2,4 т/га або на 10–41 % і знижується зі збільшенням дози внесення дигестату з 10 до 20–30 м<sup>3</sup>/га. Ранньовесняне підживлення пшениці озимої дигестатом у дозі 10–30 м<sup>3</sup>/га за впливом на показники якості зерна не поступається традиційній системі її удобрення синтетичними азотними добривами.

Урожайність кукурудзи за різних систем удобрення і дози азоту 200 кг/га врожайність зерна збільшується на 2,65–2,96 т/га або на 45,7–51,0 % за врожайності на контролі без добрив 5,80 т/га. За внесення 10 м<sup>3</sup>/га дигестату в поєднанні з аміаком водним у відношенні 1 : 1 за азотом спостерігається тенденція збільшення врожайності на 0,31 т/га або на 12 % порівняно з внесенням лише дигестату в дозі 20 м<sup>3</sup>/га.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у вирішенні актуального науково-прикладного завдання в сучасному розвитку сільського господарства, оптимальному поєднанню галузей тваринництва й рослинництва як основи проведених досліджень. Повернення в ґрунт дигестату не лише сприяє переробленню та ефективному використанню супутніх продуктів біогазового виробництва, але й вирішує триєдине завдання – відновлення родючості ґрунту, підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, екологічно безпечна утилізація, що відповідно забезпечує реалізацію концепції сталого розвитку.

Науково обґрунтовано і практично доведено агрохімічну доцільність й ефективність застосування дигестату біогазового виробництва з курячого посліду як удобрювального продукту під пшеницю м'яку озиму та кукурудзу, а також запропоновано вирішення питання еколого безпечної його утилізації на темно-сірому лісовому ґрунті Правобережного Лісостепу за результатами агрохімічних, мікробіологічних та польових досліджень, визначено формування показників продуктивності культур, агрохімічну, економічну та енергетичну ефективність. Обґрунтовано оптимальні дози внесення дигестату в агроценозах пшениці м'якої озимої і кукурудзи. Доведено, що при цьому підвищується врожайність і поліпшуються біохімічні показники якості зерна пшениці м'якої озимої і кукурудзи.



## ВПЛИВ ТРИВАЛОГО УДОБРЕННЯ СІВОЗМІН НА ОБІГ ВУГЛЕЦЮ ТА ВМІСТ ГУМУСУ У ЧОРНОЗЕМІ ТИПОВОМУ

**Іваніна В.В., Стрілець О.П., Поплавський В.Б.**

*Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, Київ*

Відтворення вмісту гумусу в ґрунтах України є першочерговим завданням на шляху сталих засад ведення сільськогосподарського виробництва. За умов гострого дефіциту гною застосування на добриво побічної продукції та формування ефективної структури сівозмін є найдешевшими і найефективнішими засобами в досягненні поставлених цілей [1, 2].

Метою досліджень було встановити вплив довготривалого застосування традиційної та альтернативної органо-мінеральних систем удобрення на вміст гумусу в чорноземі типовому в умовах короткоротаційних сівозмін.

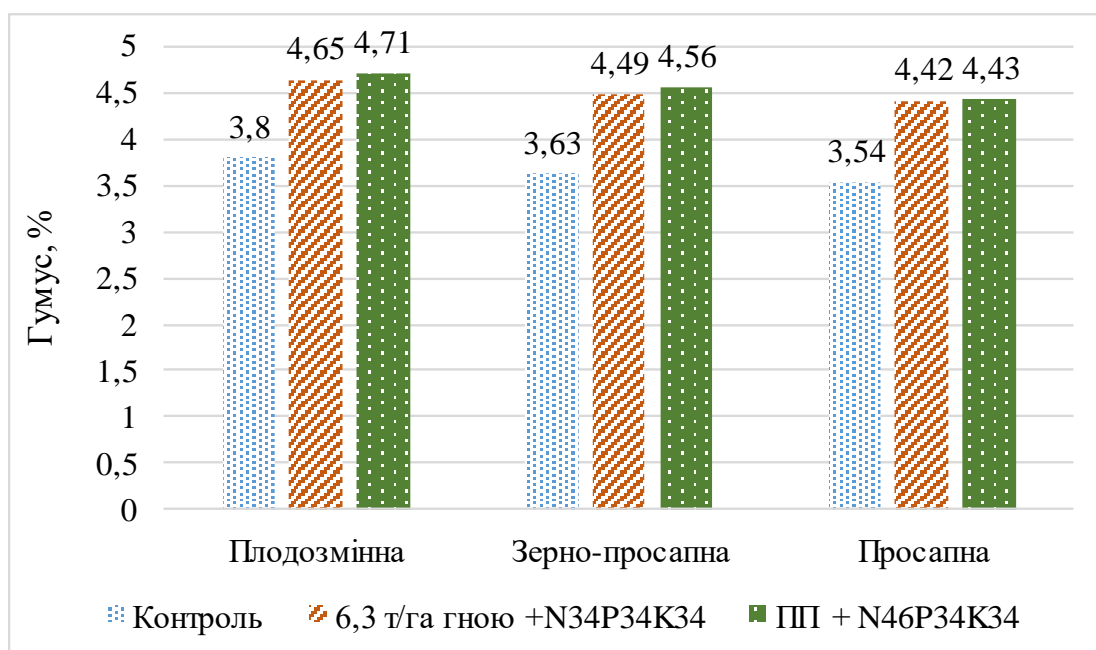
Дослідження проводили у трьох типах чотиріпільних сівозмін основу яких складала пшениця озима-буряки цукрові-ячмінь ярий, четверте поле різнилось, тут вирощували кострицю + еспарцет, кукурудзу на силос та горох.

Розрахунок обсягів надходження вуглецю у ґрунт за різних систем удобрення показав, що на контролі без добрив за рахунок кореневих решток у ґрунт щорічно надходило у плодозмінній сівозміні – 0,48 т, зерно-просапній – 0,41, просапній – 0,43 т. За внесення 6,3 т гною +  $N_{34}P_{34}K_{34}$  на 1 га сівозміни обсяги надходження вуглецю у ґрунт істотно зросли і становили у плодозмінній сівозміні – 1,37 т, зерно-просапній – 1,32, просапній – 1,32 т. При цьому у складі гною вуглецю щорічно надходило 0,81 т, що складало 59-61% від обсягів його надходження у складі кореневих решток.

Найбільші обсяги наповнення ґрунту органічною речовиною спостерігали за альтернативної збагаченої на азот системи удобрення. Внесення побічної продукції +  $N_{46}P_{34}K_{34}$  на 1 га сівозміни забезпечило щорічне надходження у ґрунт вуглецю у плодозмінній сівозміні – 1,89 т, зерно-просапній – 1,92, просапній – 1,66 т.

Результати досліджень показали, що обсяги надходження органічної речовини у ґрунт визначали інтенсивність процесів утворення гумусу в чорноземі типовому і залежали від системи удобрення та структури сівозмін. У середньому за 2023-2024 роки вміст гумусу у орному 0-30 см шарі чорнозему типового після 46 років вирощування сільськогосподарських культур без внесення добрив у плодозмінній сівозміні становив 3,80%, зерно-просапній – 3,63%, просапній – 3,54%.

Наявність багаторічних трав у структурі чотирьохріпільних сівозмін зменшило інтенсивність обробіток, збільшило надходження у ґрунт органічних решток, що запобігало швидкій мінералізації гумусу. У плодозмінній сівозміні вміст гумусу після 46-річного використання був вищим порівняно із зерно-просапною сівозміною – на 0,17%, просапною – 0,26% (рис. 1).



**Рис. 1** Вміст гумусу в 0-30 см шарі чорнозему типового за довготривалого застосування добрив у короткоротаційних сівозмінах, ВПДСС, %, 2023-2024 рр.; ПП – побічна продукція

Застосування упродовж 46 років традиційної на основі гною органічно-мінеральної системи удобрення забезпечило вміст гумусу у ґрунті у плодозмінній сівозміні – 4,65%, зерно-просапній – 4,49%, просапній – 4,42%. Порівняно з

контролем без добрив внесення 6,3 т гною +  $N_{34}P_{34}K_{34}$  на 1 га сівозміни збільшило щорічне надходження органічних сполук вуглецю у ґрунт на 0,81 т/га сівозміни і підвищило вміст гумусу у чорноземі типовому у плодозмінній сівозміні – на 0,85%, зерно-просапній – на 0,86%, просапній – на 0,88%. При цьому вміст гумусу у плодозмінній сівозміні порівняно із зерно-просапною та просапною був вищим на 0,16-0,23%.

Ефективним в усіх сівозмінах визначено поєднане внесення побічної продукції сільськогосподарських культур та мінеральних добрив. Внесення на 1 га сівозміни побічної продукції +  $N_{46}P_{34}K_{34}$  збільшило обсяги надходження вуглецю у ґрунт порівняно з контролем без добрив на 1,23-1,51 т/га, внесенням 6,3 т гною +  $N_{34}P_{34}K_{34}$  – на 0,34-0,60 т/га. Зазначена система удобрення забезпечила найвищий вміст гумусу у ґрунті: у плодозмінній сівозміні – 4,71%, зерно-просапній – 4,56%, просапній – 4,43%. При цьому вміст гумусу у плодозмінній сівозміні перевищував його вміст порівняно із зерно-просапною сівозміною – на 0,15%, просапною – на 0,28%.

Отже, найвищий вміст гумусу в чорноземі типовому досягався у плодозмінній сівозміні за 46-річного застосування побічної продукції +  $N_{46}P_{34}K_{34}$  – 4,71% з перевищенням контролю без добрив на 0,91%.

### Список використаних джерел

1. Балаєв А. Д., Тонха О. Л. Відновлення родючості чорноземів Лісостепу в сучасному землеробстві. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2014. Вип. 195(1). С. 14–19.
2. [Martyniuk S.](#), [Pikuła D.](#), [Kozieł M.](#) (2019). Soil properties and productivity in two long-term crop rotations differing with respect to organic matter management on an Albic Luvisol. *Scientific Reports*, 9, 1878. doi:[10.1038/s41598-018-37087-4](https://doi.org/10.1038/s41598-018-37087-4)

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ РОСЛИН ТОМАТА У ФОРМУВАННІ  
ВРОЖАЙНОСТІ РАННЬОСТИГЛИХ ГІБРИДІВ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖ-  
НОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ НА ДЕРНОВО-СЕРЕДНЬООПІДЗОЛЕНОМУ  
ГРУНТІ

**Комар В.О.<sup>1</sup>, Комар О.О.<sup>2</sup>, Шеметун О.В.<sup>2</sup>, Шеметун К.І.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Інститут захисту рослин Національної академії аграрних наук України*

<sup>2</sup>*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Значна проблема, з якою стикаються сільськогосподарські системи в усьому світі, пов'язана з управлінням бур'янами, хворобами та комахами-шкідниками. За глобальними оцінками, втрати врожаю через ці фактори становлять близько 34 % унаслідок бур'янів, 16 % через патогени рослин і 18 % через шкідників тваринного походження, здебільшого комах. Стійкість до інсектицидів, гербіцидів та інших пестицидів спричинила підвищення норм їх використання, зростання втрат врожаю та збільшення витрат фермерів на безперервне посилення хімічного захисту рослин. У цьому контексті використання пестицидів викликає серйозне занепокоєння не лише через потенційний вплив на здоров'я людини, але й через вплив на дику природу та вразливі екосистеми.

Біопестициди є кращими за традиційні хімічні пестициди завдяки своїй екологічній чистоті та специфічності до шкідників, що робить їх використання перспективним напрямком у сільському господарстві для захисту культурних рослин.

Метою даного дослідження було оцінити ефективність різних засобів захисту рослин на врожайність ранньостиглих гібридів томатів, які вирощувалися в Правобережному Лісостепу України на дерново-середньопідзолистому ґрунті.

Полеві дослідження проводилися в НЛ "Плодоовочевий сад" НУБіП України в умовах Правобережного Лісостепу України у 2024 році. В експерименті брали участь ранньостиглі детермінантні гібриди томатів: Морелія F<sub>1</sub>, Едімар F<sub>1</sub> та

Мамако F<sub>1</sub>. Дослідження передбачали обробку рослин наступними препаратами: Бітоксисацілін (6 л/га), Актотіт (1 л/га), Енжіо (0,18 л/га), Люфокс (0,5 л/га), Натур Гард (1 л/га). За контроль було взято обробку водою. Розмір однієї облікової ділянки становив 25 м<sup>2</sup>. Розташування ділянок було рендомізоване в 3 повтореннях. Дослідження проведені згідно з загальноживаними методиками.

Динаміка врожайності ранньостиглих гібридів томатів свідчить про те, що швидкість накопичення врожаю залежить від гібриду та засобів захисту рослин, що застосовуються. Середня врожайність гібриду Мамако по досліді становила 2,1 т/га в перший тиждень після початку плодоношення, збільшившись до 8,7 т/га на 15 липня (+314 %). Надалі спостерігалось зниження врожайності до 8,6 т/га на 1 серпня, що на 1,1 % нижче за врожайність попереднього збору врожаю. До 10 серпня темпи зростання сповільнилися до 3,8 т/га, що відповідає скороченню на 55,8 % порівняно з попереднім врожаєм.

Гібрид Морелія продемонстрував найбільшу продуктивність на початковому етапі, з врожайністю 2,7 т/га. В подальшому спостерігали дещо нижчу врожайність порівняно з іншими гібридами. Станом на 15 липня врожайність становила 8,0 т/га, або збільшення на 196,2 % відносно першого тижня збору врожаю. Водночас на 1 серпня спостерігали найбільшу врожайність для гібриду 8,4 т/га, що становить 5 % збільшення порівняно з попереднім збором врожаю. Згодом, на 10 серпня врожайність знизилася до 2,3 т/га, що на 72,6 % менше порівняно з врожайністю 1 серпня.

У перший тиждень плодоношення гібрид Едімар зайняв проміжне положення з показником врожайності 2,3 т/га. При цьому, у варіанта за послідуєчих зборів врожайність була вищою порівняно з іншими гібридами. Таким чином, врожайність на 15 липня становила 9,2 т/га (+300 % відносно попереднього збору врожаю), на 1 серпня – 9,8 т/га (+6,5 % відносно попереднього збору врожаю), та на 10 серпня – 4,5 т/га (-54 % відносно попереднього збору врожаю).

В результаті дослідження врожайності ранньостиглих гібридів помідора (Мамако, Морелія, Едімар) залежно від засобів захисту рослин у 2024 році було

встановлено, що найбільша врожайність спостерігалась при застосуванні Актофіту: для Мамако – 25,6 т/га (порівняно з контролем 18,0 %), для Морелія – 23,1 т/га (порівняно з контролем 9,0 %), для Едімар – 28,6 т/га (порівняно з контролем 30 %). Інші засоби захисту, такі як Бітоксисабацилін та Люфокс, також показали позитивні результати, але не досягли рівня Актофіту: Бітоксисабацилін забезпечив врожайність для Мамако на рівні 24,4 т/га (+12,4% до контролю), для Морелія – 22 т/га (+3,8%), для Едімар – 27,3 т/га (+24,1%). Лепідоцид, Натур Гард і Енджіо продемонстрували помірковані зростання врожайності порівняно з контролем.

**Висновки.** Результати дослідження свідчать про позитивний вплив застосованих засобів захисту рослин на продуктивність ранньостиглих гібридів томатів. Зокрема, використання Актофіту сприяло значному підвищенню врожайності, тоді як Бітоксисабацилін та Люфокс також продемонстрували позитивну, хоча й менш виражену ефективність. Отримані дані підкреслюють важливість оптимізації вибору засобів захисту рослин для конкретного генотипу з метою досягнення максимальної продуктивності культури.

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ҐРУНТОЗАХИСНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА ПРИ ВИРОЩУВАННІ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УКРАЇНІ

**Коваленко Н. П.**

*Інститут фізіології рослин і генетики НАН України*

Одним із шляхів вирішення проблеми охорони і відтворення родючості ґрунтів є впровадження ґрунтозахисного землеробства, яке базується на застосуванні безполицевого обробітку ґрунту, що у порівнянні з оранкою прискорює процеси ґрунтоутворення та підвищує коефіцієнти гуміфікації органічної речовини [1, с. 341]. У ґрунтозахисному землеробстві ефективно поєднання безполицевого обробітку ґрунту з оптимальним внесенням органічних і мінеральних добрив, застосуванням рослинних решток культур у науково обґрунтованих сівозмінах, забезпечує раціональне використання сільськогосподарських земель, зменшення ерозійних процесів, зростання нагромадження вологи і поживних речовин, що підвищує рівень родючості ґрунту та продуктивність сільськогосподарських культур [2, с. 344].

У другій половині ХХ століття під керівництвом ґрунтознавця, доктора сільськогосподарських наук, професора Миколи Кіндратовича Шичули (1925–2006 рр.) на кафедрі ґрунтознавства і охорони ґрунтів Національного аграрного університету (нині – кафедра ґрунтознавства і охорони ґрунтів імені професора М. К. Шичули Національного університету біоресурсів і природокористування України) доведено ефективність впровадження ґрунтозахисного землеробства на основі комплексу заходів для відтворення родючості ґрунтів [3, с. 69]. Його підґрунтям стало застосування у сівозмінах безполицевого плоскорізного обробітку ґрунту зі збереженням на поверхні ґрунту рослинних решток сільськогосподарських культур, які не тільки ефективно захищали від ерозійних процесів, а й створювали умови для нагромадження вологи і поживних речовин. Зокрема, упродовж 1971–1995 рр. при впровадженні ґрунтозахисного землеробства у го-

сподарствах Полтавської області на чорноземах типових урожайність зернових культур, у тому числі й пшениці озимої, у порівнянні з оранкою, зросла у понад 2 рази. Найвищу урожайність пшениці озимої, яка становила 6,68 т/га, отримали при застосуванні поверхневого безполицевого плоскорізного обробітку ґрунту на 10–12 см та найкращого попередника у сівозмінах – гороху [4, арк. 7]. Отже, впровадження ґрунтозахисного землеробства сприяло покращенню структурно-агрегатного складу ґрунту та багаченню його верхнього біологічно активного шару органічною речовиною, що забезпечило зростання продуктивності всіх зернових культур у сівозміні, у тому числі й пшениці озимої.

Плідна співпраця організаторів відомого полтавського експерименту Ф. Т. Моргуна, М. К. Шикули із засновником в Полтавській області ПП «Агроєкологія» С. С. Антонцем сприяла розвитку ґрунтозахисного землеробства для виробництва сертифікованої органічної продукції, де упродовж 1995–2020 рр. урожайність зернових культур, у тому числі й пшениці озимої, зросла майже у 2 рази [1, с. 342].

Впровадження комплексу ґрунтозахисних заходів у системі органічного землеробства ПП «Агроєкологія» базується на застосуванні науково обґрунтованої структури посівних площ і спеціалізованих сівозмін на основі чергування культур із різними біологічними властивостями; мілкої безполицевої обробітку ґрунту, що зберігає природну структуру орного шару, не руйнуючи вертикальну орієнтацію пор аерації; вирощуванні зернобобових культур і багаторічних бобових трав, сидератів (люпин, редька олійна, гірчиця), внесенні органічних добрив, біогумусу – продукту біологічної ферментації, а також мульчуванні на поверхні ґрунту соломи зернових, подрібнених стебел соняшника та кукурудзи, гички коренеплодів, що забезпечує сільськогосподарські культури поживними речовинами і формує позитивний баланс гумусу [2, с. 350].

У зазначеній системі важливу роль відіграє цілеспрямоване створення та впровадження високопродуктивних сортів і гібридів сільськогосподарських культур, стійких до шкідників та збудників хвороб, температурних і водних стрес-



сових факторів, які спроможні стабілізувати формування високої урожайності за умов посухи та підвищеного температурного режиму. Зокрема, сортів пшениці озимої селекції Інституту фізіології рослин і генетики Національної академії наук України: високоінтенсивного типу – Астарта, Городниця, Золотоколоса, Київська 19, Новосмуглянка, Софія Київська, Степова криниця, Фаворитка; інтенсивного типу універсального використання – Богдана, Борія, Даринка Київська, Джамала, Золото України, Київська 17, Подолянка, Щедрівка Київська; спеціалізованого сорту – Зимоярка, який є дворучкою і поєднує гени озимості та ярості [5, с. 14–15].

Отже, ефективне впровадження комплексу ґрунтозахисних заходів у системі органічного землеробства при вирощуванні високопродуктивних сортів пшениці озимої сприятиме збереженню та зростанню рівня родючості ґрунту, продуктивному використанню вологи, створенню умов для життєдіяльності ґрунтової біоти, попередженню ерозійних процесів і збільшенню продуктивності сільськогосподарських культур, що забезпечить підвищення отримання екологічно чистої продукції та сталий розвиток господарювання.

### **Список використаних джерел**

1. Юркевич Є. О., Бойко П. І., Коваленко Н. П., Валентюк Н. О. Науково-технологічні та агробіологічні основи високопродуктивних агроecosystem України: монографія. Одеса: Видавництво ТОВ «Іздательський центр», 2021. 654 с.
2. Коваленко Н. П. Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина XIX – початок XXI ст.): монографія. Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 490 с.
3. Шикуча М. К., Антоненко С. С., Андрієнко В. О. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві: наукова монографія. Київ: Оранта, 1998. 680 с.
4. ЦДАГО України. Ф. 1. Оп. 32. Спр. 2329. Арк. 7.

5. Моргун В. В., Швартау В. В., Коновалов Д. В., Михальська Л. М., Скрипльов В. О. Клуб 100 центнерів «Сучасні сорти та системи живлення і захисту пшениці озимої»: наукове видання. Київ: Вістка. 2022. Вид. XI. 106 с.

## DEGRADED SOD-PODZOLIC SOILS OF POLISSYA IN UKRAINE

**Kucher L., Kucher T.***National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

The problem of soil degradation is one of the most pressing issues of our time. The consequence of soil degradation is the deterioration of their agronomic properties, and a decrease in fertility due to natural and anthropogenic factors [1]. In degraded soil, the content of humus and nutrients decreases, which is a consequence of the deterioration of its physicochemical and agrochemical properties, and gradually there is an absolute decrease in the amount of land resources, which is the main means of production in agriculture [2]. On eroded lands, there is a decrease in crop yields by an average of 10-60% and an increase in the cost of their agro-reclamation. As a result of wind and water erosion, biological and economic productivity is reduced, and the structure of arable land is disrupted.

Among soil degradation, water and wind erosion processes are the most important. Agroecological zoning of agricultural land is necessary due to the wide variety of natural and economic conditions [3].

Soil degradation includes erosion, increased acidity, salinization and desertification. Soil degradation is the deterioration of soil properties caused by changes in soil formation conditions due to human activity or natural processes stimulated by this activity, accompanied by the loss of both productive and ecological functions of soils.

Agriculture has a major impact on the environment of Chernihiv region. The land fund of the region is about 5,2% of the land area of Ukraine, and agricultural land makes up about 66% of the structure.

To select effective measures to improve or maintain soil properties in a favorable range of values, it is necessary to determine the degree of soil degradation.

The degree of agrochemical degradation of these soils is estimated to be weak in terms of easily hydrolyzed nitrogen and medium in terms of potassium.

According to an agrochemical survey of potential soil fertility, Chernihiv Oblast accounts for more than 533 thousand hectares. One of the commonly used measures to improve the physical and physicochemical characteristics of the region's soils is liming, which helps to start microbiological processes, provides plants with magnesium and calcium, improves chemical properties and efficiency of mineral fertilizer absorption by 20% and crop yields by 7-9 c/ha of grain.

Of course, chemical reclamation of acidic soils is a rather expensive measure, with the cost of dolomite flour per hectare ranging from 832 hr. to 1188 hr..

Along with low natural fertility, the soils of Chernihiv Oblast are experiencing degradation due to low levels of mineral and organic fertilizer application for the planned harvest. Farms focus on applying only nitrogen fertilizers, which increases dehumidification and acidification of the soil solution, and contributes to a deficit of mobile forms of phosphorus and potassium in the soil.

In the structure of the soil cover of arable land in the district, the most common are sod-podzolic soils (55%). Sod-podzolic soils of the district are located on elevated relief forms on rocks of light granulometric composition. They were formed as a result of a combination of sod and podzolic soil formation processes.

Soddy-weakly podzolic clay-sandy soils are characterized by a low humus content – 1,1% in the upper genetic horizon, 0,5% in the eluvial horizon. They have a medium acidic reaction of the soil solution (pH 4,6), low hydrolytic acidity, a small amount of absorbed bases (0,8 mg-eq/100 g of soil) in the upper genetic horizon and insufficient nutrient content (40 mg/kg of easily hydrolyzed nitrogen according to Tyurin-Kononova, 53 mg/kg of mobile phosphorus and 24 mg/kg of exchangeable potassium according to Kirsanov).

In the illuvial horizon, there is an accumulation of mobile phosphate and exchangeable potassium, where they are washed out by downward moisture flows.

The boron content in these soils is elevated (0,35 mg/kg) and the manganese content is very high (62,2 mg/kg). Other trace elements listed in the table are either low or very low.

Soddy-weak podzolic soils are characterized by a strong degradation of the upper genetic horizon in terms of humus. According to the acidity of the soil solution and the density of the grit, the degree of degradation is estimated as average with a  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  of 4,6 and  $1,33 \text{ g/cm}^3$ .

The degree of agrochemical degradation of these soils is assessed as weak in terms of easily hydrolyzed nitrogen compounds and average in terms of potassium.

List of sources used:

1. Lal, R. Agronomic Impact of Soil Degradation. Methods for Assessment of Soil Degradation, 2020, P. 459–473. <https://doi.org/10.1201/9781003068716-24>
2. Pichura V.I. Geomodelyuvannya vodno-eroziinikh protsesiv u baseini richki Dnipro. Agroekologichnii zhurnal, 2016, № 4. P. 66-75. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog\\_2016\\_4\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2016_4_11)
3. Szabolcs, I. Salt Buildup as a Factor of Soil Degradation. Methods for Assessment of Soil Degradation, 2020. P. 253–264. <https://doi.org/10.1201/9781003068716-13>

PECULIARITIES OF THE GENESIS OF GRAY FOREST SOILS OF  
SMALL POLISSYA

**Kucher L., Kucher T.**

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

Small Polissya is a region with Polissya-like features of nature, which is wedged into the middle of the Western Ukrainian forest-steppe physiographic province [1]. Forest-steppe natural areas are located to the north and south of Small Polissia. The reason for this is the flat relief of Lesser Polissya, which is lower in absolute height than the neighboring Lublin and Volyn Uplands in the north, Podillia Upland in the southeast, and Roztocze in the southwest. Within the Small Polissya, zandra plains with wide, mostly swampy river valleys prevail, but sand dunes, denudation, karst, and anthropogenic landforms, and the elongated hills of the Pasmovy Pobuzhzhya are also found.

Quaternary sediments cover almost the entire area of Little Polissya in a continuous layer and are absent in relatively small areas where Cretaceous and Neogene strata are exposed. They are represented by pre-glacial formations, ancient and modern alluvium, and less often by eluvial, deluvial, and aeolian deposits. The thickness of the Quaternary sediments in the area is insignificant and ranges from 0 to 35 meters [3].

The soil cover of the region is heterogeneous and variegated, due to the humid and mild temperate continental climate and heterogeneity of soil-forming rocks. Other factors that affect the structure and properties of the region's soil cover are the flat terrain, close occurrence of groundwater, diversity of vegetation, and intensity of human activity.

The soil-forming rocks here are Quaternary water-glacial, alluvial, aeolian and deluvial sediments, as well as loess-like loams and marls.

The soil cover is very diverse and includes more than 700 soil varieties and a numerous mosaic of soil cover structures. On a single working field (land plot) of 25

hectares, up to 15 or more separate contours of soil types can be found. The latter can also be found up to 5 or more. Such mosaicism complicates the implementation of agrotechnological and reclamation measures to restore soil fertility.

Gray and dark gray podzolized soils and podzolized chernozems are confined to the forest "islands". Most of the soils are characterized by low humus content [2]. Gray forest soils are formed under the influence of such soil formation processes as humus formation and humus accumulation, podzolic process, loessification, and sometimes glazing.

The humus-eluvial horizon in the gray forest soils of Small Polissya is divided into two parts. The upper part is the actual arable layer, which is relatively loosened, periodically mixed, and more homogeneous. The lower part, the pressed or subsoil, is a fairly compacted layer formed by prolonged plowing to approximately the same depth. The illuvial horizon is characterized by the accumulation of secondary clay minerals and free hydrates of one-and-a-half oxides, and is dense, viscous, and capable of swelling.

The granulometric composition of the soils is predominantly coarse-dusty light loam, medium loamy - the content of physical clay in the NE horizon is 24,7-22,9%-35%. Gray forest soil is characterized by satisfactory physical properties. The density of the solid phase in the arable horizon is 2,60 g/cm<sup>3</sup>, increasing with depth to 2,63 g/cm<sup>3</sup>.

The density of the compaction in the arable horizon is 1.41 g/cm<sup>3</sup>, which indicates over-compaction of the arable land. The high density is due to insufficiently strong soil structure and the use of heavy agricultural machinery. The profile shows two abrupt increases in the density of the soil structure - the first one at the transition to the subsoil (up to 1,50 g/cm<sup>3</sup>), and the second one in the illuvial horizon (up to 1,59-1,62 g/cm<sup>3</sup>). The total porosity also changes with depth, decreasing from 45.8% in the NE horizon to 37,9% in the Illuvial horizon.

Due to over-compaction, the arable soil horizon is characterized by unsatisfactory porosity. According to the assessment of the parameters of the physical state of

gray forest soil, the arable layer is over-compacted with low porosity, which is undesirable for many crops. Therefore, due attention should be paid to the quality of pre- and post-emergence tillage, applying sufficient organic fertilizers or sowing green manure crops.

Long-term agricultural use of soils causes agrogenic transformation of not only their morphological, but also physical, physicochemical, and biological properties. Such changes occur most intensively in the humus-eluvial horizon, as it is most affected by agrotechnical measures such as plowing, fertilization, and chemical ameliorants.

List of sources used:

1. Marinich O. M. Ukraïnske Polissya. Fiziko-geografichnii naris. K. 1962. 169 s.
2. Zuzuk F. V., Koloshko L.K., Karpyuk Z.K. Osusheni zemli Volinskoï oblasti ta ïkh okhorona: monografiya. Lutsk: Volin. nats. un-t im. Lesi Ukraïнки, 2012. 294 s.
3. Priroda Ukraïnskoï RSR. Landshafti i fiziko-geografichne raionuvannya / Pid red. A.M. Marinicha. K.: Nauk. Dumka, 1985. 223 s.



ВПЛИВ БІОЛОГІЗАЦІЇ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ НА ВМІСТ ГУМУСУ І  
ГУМІНОВИХ КИСЛОТ В ЧОРНОЗЕМІ ТИПОВОМУ ЛЕГКОСУГЛИНКОВО-  
МУ

**Кучер Л.І., Чмиренко Д.**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Органічна речовина, як правило, має важливе значення в формуванні ґрунту, його родючості і живленні рослин. У цих процесах роль окремих компонентів гумусу неоднакова, оскільки вони мають різні властивості. Уміст гумінових кислот в ґрунті сприяє забарвленню ґрунту в темний колір навіть за їх невеликій кількості в ґрунті. Порівняно зі світлими, такі ґрунти, мають кращий тепловий режим, завдяки кращому поглинанню сонячного випромінювання, вважаються теплими і на них краще розвивається рослинний покрив. Гумінові кислоти мають погану розчинність у воді і мають властивість не вимиватися у нижні горизонти, формуючи таким чином гумусний горизонт.

Ґрунти з високим вмістом гумусу можуть дещо самовідновлюватися і за різних погодних умов можуть давати високу урожайність сільськогосподарських культур. Чим більший вміст гумусу в ґрунті, тим вища його буферна і вбирна здатність. Високогумусовані ґрунти які багаті на трьохшарові силікати мають водостійку структуру. Структура, вологоємність, водний, повітряний і тепловий режим мають пряму залежність від вмісту органічної речовини в ґрунті.

Нашою метою було дослідити гумусний стан чорнозему типового легкосуглинкового та врожайність озимої пшениці в умовах застосування ґрунтозахисних технологій. Дослідження проводили на чорноземі типовому крупнопилувато-легкосуглинковому на лесі. Досліджувалася культура озимої пшениці сорту «Поліська 90». Було досліджено порівняльну ефективність таких технологій: 1). Традиційна, що ґрунтується на полицевій оранці на глибину 25-27 см. 2. Ґрунтозахисна, що ґрунтується на мілкому плоскорізнному обробітку на глибину 10-12 см. На фоні перерахованих технологій вирощування вивчалася піс-

лядія систем удобрення: 1. Контроль (без добрив); 2. Солома 1,2 т/га+N<sub>12</sub>+N<sub>55</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>; 3. Солома 1,2 т/га +N<sub>12</sub>+N<sub>78</sub>P<sub>68</sub>K<sub>68</sub>; 4. Солома 1,2 т/га+N<sub>12</sub>+сидерати+N<sub>55</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>; 5. Солома 1,2 т/га+N<sub>12</sub>+сидерати+N<sub>78</sub>P<sub>68</sub>K<sub>68</sub>.

Застосування ґрунтозахисної технології порівняно з традиційною суттєво не відобразилося на вміст гумусу в орному шарі, проте вплинуло на його перерозподіл. Найвищим вміст гумусу - 3,77% був у варіанті: солома 1,2т/га+N<sub>12</sub>+сидерати+N<sub>78</sub>P<sub>68</sub>K<sub>68</sub> на фоні ґрунтозахисної технології (шар 0-15 см). Органічні добрива підвищили вміст рухомих органічних речовин в 0-30 см шарі на фоні традиційної технології на 0,063 відносних %, а на фоні ґрунтозахисної технології – на 0,176%. За внесення соломи з мінеральними добривами вміст гумінових кислот у чорноземі типовому склав 0,042-0,052% на фоні традиційної технології та 0,055-0,088 % на ґрунтозахисній технології. Найбільший вміст гумінових кислот – 0,088% був на варіанті з внесенням соломи 1,2т/га+N<sub>12</sub>+сидерати+N<sub>78</sub>P<sub>68</sub>K<sub>68</sub>, що у 1,5 рази більше ніж на аналогічному варіанті при проведенні традиційної технології.

## ОСОБЛИВОСТІ СІРИХ ЛІСОВИХ ҐРУНТІВ ФАСТІВСЬКОГО РАЙОНУ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**Кучер Л.І., Шкеліберда В.**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Територія Фастівського району в фізико-географічному відношенні лежить в Київській височинній області Подільсько-Придніпровського краю Лісостепової зони. Кристалічні породи району тут перекриті значною товщею (більше 400 м) осадових порід. Верхня частина цих порід представлена четвертинними відкладами.

Сірі лісові ґрунти сформувалися за поєднання двох процесів ґрунтоутворення: опідзолення («м'яка» форма підзолистого процесу) і дернового. За переважання першого процесу утворювались сірі лісові ґрунти, а за другого, - формувалися темно-сірі опідзолені ґрунти. Залягають сірі лісові ґрунти, як правило, на найбільш підвищених елементах сучасного рельєфу області. Вони мають частіше всього супіщаний та легкосуглинковий гранулометричний склад. Структурні агрегати цих ґрунтів неміцної будови, а тому за впливу атмосферних опадів, поверхня ґрунтів запливає, що ускладнює їх обробіток. За сприятливих умов запас вологи в метровому шарі ґрунту може досягати 150-190мм.

Процес опідзолення у цих ґрунтах добре виражений, тому у профілі чітко спостерігається диференціація речовин за елювіально-ілювіальним типом. У профілі сірих лісових ґрунтів виділяють горизонти: HE – гумусово-елювіальний (потужність 25-35см); I(h) - ілювіальний, злегка гумусований (15-20см); I – ілювіальний та Р-материнська порода з глибини 100–150см. Сірі опідзолені ґрунти відрізняються від світло-сірих опідзолених відсутністю морфологічно вираженого елювію.

Уміст гумусу в сірих лісових ґрунтах вищий, ніж у дерново-підзолистих. Загальний його уміст залежить від характеру рослинності і надходження в ґрунт органічних решток, а також від гранулометричного складу. У профілі (роз-

різі) ґрунту сірих лісових ґрунтів добре помітний перерозподіл колоїдів, що змінює, у порівнянні з породою, гранулометричний склад його верхніх горизонтів, форму і якісний склад структурних агрегатів. Ілювіальний горизонт цих ґрунтів збагачений колоїдами, ущільнений, важкопроникний для води.

Сірі лісові ґрунти ненасичені основами (Са і Mg), мають значну кислотність, бідні на поживні речовини. Завдяки кислій реакції ґрунтового розчину фосфор стає більш рухомий у порівнянні з карбонатними ґрунтами. Це ґрунти з низьким або середнім рівнем забезпеченості калію. Особливо мало в них азоту. Проте, недивлячись на деякі незадовільні властивості сірих лісових ґрунтів, вони за регулярного внесення вапна та систематичного внесення науково-обґрунтованих доз мінеральних та органічних добрив, правильного ведення сівозміни дають достатньо високі та стійкі врожаї сільськогосподарських культур.

## ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ФАКТИЧНОГО І ОПТИМАЛЬНОГО КАТІОННОГО СКЛАДУ ГВК СІРОГО ЛІСОВОГО СЕРЕДНЬОСУГЛИНКОВОГО ҐРУНТУ

**Кучер Л.І., Білоконенко М.**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Екологічна сутність вапнування полягає у формуванні оптимальної реакції ґрунтового розчину стосовно біологічних потреб с/г культур, корегування напрямів та інтенсивності фізико-хімічних, біологічних та інших процесів у ґрунтах. Відомо, що регулятором кислотності в ґрунтах на першому плані виступає кальцій як «сторож родючості» (за висловлюванням О.Н. Соколовського).

Внаслідок вапнування ґрунт поповнюється кальцієм, через що знижується його актуальна і потенціальна кислотність. Отже, вапнування слід розглядати як комплексний багатофункціональний захід докорінного впливу на ґрунт, який є обов'язковим на дерново-підзолистих, сірих та темно-сірих опідзолених ґрунтах і ненасичених основами черноземах.

Вінницька область останні два десятиліття знаходиться в лідерах по темпах закислення та декальцинації ґрунтів, щорічно замість нормативних 20% вапнується всього 1-2% кислих ґрунтів області. Програмою збереження та відтворення ґрунтів земель державної форми власності у Вінницькій області на 2018-2022 роки передбачалось проведення масштабної хімічної меліорації закислених ґрунтів та організаційна і фінансова підтримка сільгоспвиробників-землекористувачів шляхом відшкодування витрат, що будуть понесені ними на вапнування кислих ґрунтів (не більше 1510 грн. на 1 га). Даною програмою було заплановано вапнування протягом 5 років 221,2 тис. га землі (ґрунти з рН 5,0 і нижче), що складає 17,9% орних земель Вінницької області (у т.ч. по СТГ – 14,5 тис. га або 33,7% усіх площ).

Розрахунок кількості меліоранту за гідролітичною кислотністю часто призводить до перевапнування ґрунтів, внаслідок чого різко погіршуються їх фізико-хімічні властивості, знижується засвоєння поживних речовин. Крім цьо-

го, цей метод не враховує повністю основних властивостей ґрунтів, що значно впливають на їх потребу у вапні (вміст гумусу, гранулометричний склад, вміст обмінних основ). Сірі опідзолені середньосуглинкові ґрунти містять 0,5 грамів  $\text{CaCO}_3$  необхідних для нейтралізації 1 мг-екв. кислотності в 1 кг ґрунту,  $H_r$  – 4,62;  $d_v$  – 1,45 г/см<sup>3</sup>,  $D$  – доза  $\text{CaCO}_3$ , за  $H_r$ - 8,37 т/га. Якщо розрахувати норму вапна за нормативним методом (за величиною витрати  $\text{CaCO}_3$  для зміни рН на 0,1) в інтерпретації Грінченка Т.О. то  $D$  – доза  $\text{CaCO}_3$  становитиме 8,8 т/га – це і є нормативний метод розрахунку норм вапна в Україні – за величиною витрати  $\text{CaCO}_3$  для змінення рН на 0,1, однак поки що немає остаточно розроблених диференційованих нормативів і цей метод застосовується лише при загальних розрахунках потреби у вапняних добривах.

В якості альтернативного варіанту визначення норм внесення вапна заслуговує на увагу концепція мінерального живлення доктора Вільяма Альбрехта (1888-1974), який був завідувачим кафедрою ґрунтознавства Університету Міссурі (США). За цією концепцією катіонів кальцію повинно бути від 60 до 70% насичення ГВК, відповідний показник по катіонам магнію має бути від 10 до 20%. Проте, якщо розглянути фактичні і оптимальні вміти катіонів в сірих лісових ґрунтах:  $K^+$  ф, -0,20, опт. - 0,75;  $Na^+$  ф, - 0,19, опт. - 0,19;  $Ca^{2+}$  ф.-10,26, опт. -12,72;  $Mg^{2+}$  ф. -2,55, опт.- 2,25;  $H_r$  ф.- 4,62, опт. -1,92; S ф. -13,2, опт. -15,9 в мг-екв/100г. Тобто дефіцит  $K^+$  -0,55 мг-екв/100г,  $Ca^{2+}$  - 2,46 мг-екв/100г і ці ґрунти потребують вапнування і внесення калійних добрив.

Отже, враховуючи наведені положення концепції співвідношення насичення основними катіонами задля уникнення перевапнування ґрунтів формулу визначення дози вапна за величиною повної гідролітичної кислотності можна модифікувати і поставити в залежність від ступеню оптимальної ненасиченості вбирного комплексу, тобто вапнуванню підлягатиме лише частина гідролітичної кислотності, що перевищуватиме 10% ємності катіонного обміну:

$$D = 0,05 \cdot (H_2 - 10\% \cdot (H_2 + S)) \cdot h \cdot d_v,$$

де  $D$  – доза  $\text{CaCO}_3$ , т/га; 0,05 – міліеквівалент  $\text{CaCO}_3$ , в г;  $H_2$  – гідролітич-

на кислотність, мг-екв. на 100 г ґрунту;  $S$  – сума увібраних основ, мг-екв. на 100 г ґрунту;  $h$  – потужність шару ґрунту, в який вноситься меліорант, см;  $d_v$  – щільність ґрунту, г/см<sup>3</sup>. За цією формулою  $D$  – доза  $\text{CaCO}_3$  становитиме 4,46 т/га. За такого внесення буде забезпечена максимальна доступність фосфатів, калію, більшості мікроелементів та інших поживних речовин.

ESTIMATION OF EXCHANGEABLE POTASSIUM CONTENT AFTER  
FERTILIZER APPLICATION ON PODZOLIZED CHERNOZEM OF KYIV  
REGION

**Kucher L., Kucher T.**

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

The state of potassium compounds in soils significantly determines their fertility and the yield of agricultural crops. The existing methods of determining the content of mobile forms of potassium in soils do not allow to fully describe the processes of transformation of its compounds in the soil-plant system. More than 65% of the soils of Ukraine have a low or average supply of mobile potassium, while its gross content in a meter layer is 300-500 t/ha, but it is unavailable to plants. The production of potash fertilizers in our country does not meet the needs of agriculture. In 2023, Ukraine imported 133.5 thousand tons of potassium fertilizers. In practice, there are problems with optimizing the doses of potassium fertilizers in order to bring the nutrient regime of soils to the specified properties and achieve high fertilization efficiency.

The main source of plant nutrition with potassium is its exchangeable form, the relative content of which in its total reserves can be more than 2%. Exchangeable potassium serves as the closest reserve for transition into the soil solution.

It is believed that as a result of the transition of potassium into a non-exchangeable form, the content of its available forms practically does not increase after the application of fertilizers. And even without the use of fertilizers, due to the constant replenishment of the amount of exchangeable potassium due to non-exchangeable forms in the process of maintaining dynamic equilibrium, the concentration of available potassium can remain at an unchanged level for a long time.

The aim of our research was to study the influence of organic and mineral fertilizers on the migration and accumulation of exchangeable potassium in the podzolized chernozem medium loam soil zone of the Forest Steppe of Ukraine. Five fertilization systems were studied (per 1 ha of crop rotation): without fertilizers (control);



$N_{90}P_{60}K_{60}; N_{90}P_{60}K_{60} + +$  manure 12 t/ha;  $N_{90}P_{60}K_{60} +$  straw 2.4 t/ha +  $N_{24}$ ;  $N_{90}P_{60}K_{60} + +$  manure 12 t/ha + straw 2.4 t/ha+  $N_{24}$ .

Long-term application of potash fertilizers leads to the accumulation of exchangeable potassium in the arable and subsoil layers of the soil. It was established that as a result of the application of different fertilization systems and doses of fertilizers in crop rotation, the content of exchangeable potassium compounds increased both in the arable and in the subsoil layers of the soil. At the same time, most of it was contained in the one-meter layer of the soil in the areas where potash fertilizers were applied in high doses.

As a result of the application of fertilizers, the content of exchangeable potassium in the 0-20 cm soil layer was higher compared to the control for all fertilization options: for the mineral system by 30.4%, for the organic system by 23%, and for the organomineral system by 47.2%.

The same regularity was observed in the subsoil layer. Fertilizers helped to increase the content of exchangeable potassium in the 20-40 cm soil layer, depending on the dose and fertilization systems, by 23- 57 mg/kg. In the deeper layers of the soil, the effect of fertilizers on the content of exchangeable compounds of potassium in the soil was much weaker than in the upper layers. At the same time, the maximum increase in its content was observed in variants with the use of mineral fertilizers and amounted to 6.4%, respectively, compared to the control. In the soil layer of 80-100 cm, the content of exchangeable compounds of potassium in all experimental areas was within the limits of error of the experiment

The weak migration of potassium along the soil profile is explained by the transition of exchangeable potassium into a non-exchangeable form

Long-term use of fertilizers contributes to the accumulation of exchangeable compounds of potassium only in the upper layers of the soil, which indicates the absence of its loss as a result of leaching. This form of potassium can be used by field rotation crops in the future to form the planned yield.

CONTENT OF WATER-SOLUBLE POTASSIUM WHEN USED  
OF FERTILIZERS IN MEDIUM LOAMY CHERNOZEM OF KYIV REGION

**Kucher L, Bilokonenko M.**

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

Soil potassium is the main source of its nutrition for plants. The amount of potassium in the soil is mainly determined by its granulometric composition. Water-soluble potassium appears in the soil as a result of chemical and biological effects on soil minerals, as well as their hydrolysis. For example, minerals can be destroyed under the influence of plant root secretions, acidic products of the life of microorganisms, including nitric acid accumulated by nitrifying bacteria.

Part of the potassium can pass from the exchange state to the solution as a result of its displacement from the absorbing complex by various salts, including fertilizers introduced into the soil. It is important to note that the forms of potassium do not have strict boundaries, so they can periodically transition into one another.

The aim of the research was to study the influence of organic and mineral fertilizers on the migration and accumulation of water-soluble potassium in the podzolized chernozem medium loam soil forest-steppe of Ukraine. Five fertilization systems were studied (per 1 ha of crop rotation): without fertilizers (control);  $N_{90}P_{60}K_{60}$ ;  $N_{90}P_{60}K_{60}$  + manure 12 t/ha;  $N_{90}P_{60}K_{60}$  + straw 2.4 t/ha +  $N_{24}$ ;  $N_{90}P_{60}K_{60}$  + + manure 12 t/ha + straw 2.4 t/ha +  $N_{24}$ .

In the distribution of water-soluble potassium along the profile, there are no special regularities associated with the nature of the manifestation of soil-forming processes. The maximum amount of this form of potassium is limited to the upper horizon, which is, among other things, the result of its biological accumulation by vegetation, and therefore, its greater content in the soil solution and more intensively undergoing the processes of weathering and soil formation. Potassium, which is bound to plant residues, is quite mobile and in the process of their mineralization and exchange reactions, it changes into a form available to plants.

As a result of the application of fertilizers, the content of water-soluble potassium in the 0-20 cm soil layer was higher compared to the control for all fertilization options: for the mineral system by 0.7, for the organic system by 2.3, and for the organo-mineral system by 6.53 mg/kg. In the 20-40 cm sub-surface layer, fertilizers also contributed to a slight increase in the content of watersoluble potassium by 0.44-0.56 mg/kg, depending on the dose and fertilization systems.

In the deeper layers of the soil, the effect of fertilizers on the content of water-soluble potassium in the soil was much weaker. In the soil layer of 80–100 cm, the content of water-soluble potassium in all experimental areas reached its minimum compared to the previous layer and amounted to 1.78–2.65 mg/kg of soil.

## ПРИЧИНИ І НАСЛІДКИ ЗАСОЛЕННЯ ҐРУНТІВ ДОНБАСУ

**Кучер Л.І., Шкеліберда В.***Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Проблема відчуження земель внаслідок їх засолення стоїть особливо гостро, тому, що щорічно спостерігається зростання техногенного навантаження на ґрунти на тлі природних особливостей, які сприяють формуванню цього явища. Засолені ґрунти мають сувору приуроченість до якоїсь певної зони, оскільки є інтразональними та зустрічаються в різних ґрунтово-кліматичних зонах.

За даними Міжнародного інституту навколишнього середовища та розвитку, а також Інституту світових ресурсів, близько 10% поверхні континентів займають засолені ґрунти. Більшою мірою вони поширені в аридних районах. З проблемами засолення ґрунтів стикаються у 75 країнах світу (Австралія, Китай, Індія, Ірак, Мексика, Пакистан, США та ін.). 3222 млн. га ріллі 40 млн. га займають засолені ґрунти та 62 млн. га займають солонці, солончаки та солоді. На зрошуваних землях проведення агрохімічної меліорації необхідно на площі 211 тис. га, а сильно засолені ґрунти займають понад 101 тис. га.

Актуальною є ця проблема і для України, де засолені ґрунти займають 1,7 млн. га (2,8% від загальної площі країни), а солонцюваті ґрунти – 2,2 млн. га (3,5% загальної площі країни).

Процес засолення ґрунтів у більшості випадків пов'язані з соленакпиченням внаслідок випаровування підземних вод, заболоченням, підвищенням рівня підґрунтових вод, просіданням земної поверхні. Інтенсивність засолення ґрунтів залежить від глибини залягання та мінералізації підземних вод, механічного складу ґрунтів, що визначає капілярні властивості. Чим ближче ґрунтові води до денної поверхні вище мінералізація, тим більша швидкість накопичення солей.

За видобування вугілля шахтні води, що відкачуються на поверхню накопичуються в ставках-накопичувачах, які зазвичай розташовуються у природних пониженнях рельєфу. Внаслідок їх технологічної недосконалості, недостатньої

гідроізоляції днищ водойм солі інфільтруються в нижчі ґрунтові та водні горизонти. Просочування води з ставків-накопичувачів можуть спричинити підвищення рівня підземних вод на 2-4 м.

Внаслідок просідання поверхні відбувається фізичне руйнування будівель та споруд, вихід з ладу інженерних комунікацій, заболочування сільськогосподарських угідь, підтоплення населених пунктів. Глибина просідання в середньому становить 0,2-1,2 м, а в деяких місцях досягає 5,0 м. Такі просідання територій призводить до підвищення рівня ґрунтових вод, а також може стати причиною утворення техногенних озер.

Крім того, внаслідок руйнування каналізаційних систем та систем відведення шахтних вод та вимивання ґрунтовимиводами токсичних компонентів із порід шахтних відвалів, які широко використовуються для підсилення підтоплених територій, ґрунтові води забруднюються і можуть викликати засолення ґрунтів.

Вугледобувні підприємства є потужним багатофакторним джерелом негативного впливу на ґрунтову складову екосистем, викликаючи незворотні процеси трансформації та подальшої деградації ґрунтів. Розробка та впровадження заходів спрямованих на запобігання процесам засолення ґрунтів дозволить підвищити рівень екологічної безпеки не тільки вугледобувних регіонів, а й території країни загалом. Першочерговим завданням розробки заходів щодо попередження засолення ґрунтів є розробка системи критеріїв та ознак, що дозволяють ідентифікувати та попередити розвиток процесів засолення на початкових стадіях. При виявленні ознак засолення необхідно враховувати технологічні особливості підземного видобутку вугілля.

ВПЛИВ РІЗНОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ ФЕРТИГАЦІЇ КАРТОПЛІ СТОЛОВОЇ НА ЗМІНУ РЕАКЦІЇ СЕРЕДОВИЩА ТЕМНО-СІРОГО ОПІДЗОЛЕНОГО ГРУНТУ

**Кудря О.Ю.**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Реакція ґрунту відіграє важливу роль для росту і розвитку рослин і ґрунтової мікробіоти, впливає на швидкість і напрямок перебігу у ньому хімічних і біохімічних процесів. Засвоєння рослинами елементів живлення, інтенсивність мікробіологічної життєдіяльності, мінералізація органічних речовин, розкладання ґрунтових мінералів і розчинення різноманітних важкорозчинних сполук, коагуляція і пептизація колоїдів та інші фізико-хімічні процеси значною мірою визначаються реакцією ґрунту [1].

Для культивування картоплі найкраще підходять слабокислі, добре аеровані, неущільнені ґрунти, легко- та середньосуглинкового гранулометричного складу, з низькою засоленістю, що швидко прогриваються навесні та мають високий вміст обмінного калію. Оптимальні межі рН ґрунту для культури становлять від 5.5 до 6.5. Волога – один з найголовніших чинників формування врожаю картоплі високої якості. З огляду на те, що коренева система рослини обмежена розмірами гребеню, глибиною обробітку ґрунту, але також і морфологічними особливостями, достатнє і рівномірне забезпечення вологою, особливо в періоди інтенсивного вегетативного росту та формування бульб під кущем, набуває надзвичайно важливого значення. Окрім того, вирощування картоплі переважно на піщаних та супіщаних ґрунтах, в умовах яких внесені поживні речовини здатні швидко вимиватись за межі активної діяльності кореневої системи, обумовлює пошук технологічних рішень ефективного використання наявної вологи і збереження та дозованого внесення мінеральних добрив саме в той час, коли вони необхідні. Таким рішенням є фертигація, а точніше – внесення водорозчинних мінеральних добрив з поливною водою. Завдяки такому способу

удобрення вдається підвищити коефіцієнт засвоєння поживних речовин культурою до 90%, знизити непродуктивні втрати, одночасно мінімізувавши негативний вплив на навколишнє середовище через промивання нітратів, сульфатів тощо, що спричинює евтрофікацію водойм та забруднення підземних вод [2]. Окрім того, особливо крапельна фертигація забезпечує ще й ґрунтозберігаючу функцію. Крапельна трубка, що дозовано подає вологу під шаром ґрунту, мінімізує евапорацію цінної вологи і унеможливорює прояв водної ерозії, як це трапляється за поверхневої суцільної іригації, а також знижує ризик вторинного засолення ґрунтів.

**Метою досліджень** було встановлення впливу різного ступеня інтенсивності фертигації фосфорними і калійними добривами за вирощування картоплі столової на динаміку зміни реакції ґрунтового середовища в орному і підорному шарі темно-сірого опідзоленого ґрунту протягом вегетації культури.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження проводили в 2023-2024 роках в польовому досліді кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва Національного університету біоресурсів та природокористування України на базі господарства ТОВ Біотех ЛТД, Бориспільського району, Київської області. В досліді використовували картоплю столову сорту Тирас. Оригігатор сорту - Інститут картоплярства НААН України. Варіанти досліді відрізнялись різною часткою норми діючої речовини фосфору і калію (30%, 50% і 100% від загальної норми), яка вносились з поливною водою (метод краплинної фертигації). Відбір, підготовка та аналіз зразків ґрунту здійснювалось згідно загальноприйнятих методик в агрохімії. Показник реакції ґрунтового середовища визначено у водній суспензії за методом Слауна (Sloan Method).

Отримані результати підтверджують вплив внесення мінеральних добрив у вигляді розчину в прикореневу зону рослин на рН ґрунту. Цей показник тенденційно знижувався від фази сходів до технічної стиглості бульб. Зокрема, це стосувалось як верхнього (0-25см) так і нижнього шару ґрунту (25-50см). Показник рН у орному шарі ґрунту у варіанті, де через систему фертигації внесено 30%

фосфорно-калійних добрив, знизився з 7.5 до 7.0 (2023 р.). Для підорного шару було характерним його зростання з 7.2 до 7.9. За 50% фертигації підкислення було менш помітним - з 7.0 до 6.9 у шарі 0-25 см та з 8.0 до 7.8 у шарі 25-50 см. За 100% фертигації фосфором і калієм встановлено підкислення в обох шарах ґрунту – з 7.2 до 7.0 та з 7.5 до 6.7 відповідно. У 2024 подібні тенденції відмічались у верхньому шарі ґрунту. Зокрема, показник реакції ґрунтового середовища дещо зріс з 5.6 до 5.7 у першому варіанті, але знизився у другому та третьому варіантах, з 5.5 до 5.3 та з 6.9 до 6.5 відповідно. У нижньому шарі зазначений параметр ґрунту, навпаки, зріс у перших обох варіантах, з 5.2 до 5.9 та з 5.4 до 5.7 відповідно. Лише в останньому варіанті, де була 100% фертигація фосфорними і калійними добривами, було відмічено підкислення ґрунту з 6.5 до 5.9. Таке коливання показника рН ґрунту ймовірно пов'язане з використанням фізіологічно-кислих добрив та продукуванням корневих виділень (ексудатів) в процесі росту і розвитку рослин картоплі, адже відбір зразків ґрунту проводився на рівні залягання материнської бульби, в безпосередній зоні формування та активності кореневої системи.

#### **Джерела та література**

1. Городній М.М., Бикін А.В., Нагаєвська Л.М. Агрохімія., Київ, 2003. 284 с.
2. Anton J. Havenkort, Wageningen University and Research, The Netherlands. Potato Handbook. Crop of the future / 2018. 175.



## НЕГАТИВНИЙ ВПЛИВ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ҐРУНТИ УКРАЇНИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ШЛЯХІВ ЇХ ВІДНОВЛЕННЯ

<sup>1</sup>Трофименко П., <sup>2</sup>Забалуєв В., <sup>2</sup>Забалуєв С., <sup>2</sup>Андрійчук В.

<sup>1</sup>*КНУ імені Тараса Шевченка,*

<sup>2</sup>*НУБіП України*

Унаслідок військових дій, деякі території України піддаються значним деградаціям, насамперед механічному руйнуванню і забрудненню небезпечними речовинами. Найбільш істотними наслідками воєнних дій для ґрунтів є механічне пошкодження і руйнування ґрунтів, спричинене вибухами, прокладанням траншей, транспортуванням важкого військового обладнання, а також тривалим підтопленням територій унаслідок підризу дамб, зокрема Каховського водосховища. Крім того, зафіксовано: руйнування іригаційних і дренажних систем та їх інфраструктури, що неминуче призведе до зниження ефективності сільськогосподарської діяльності та забруднення водних джерел; зміну властивостей ґрунту внаслідок високих температур та тиску від вибухів. Це спричинить зниження якісних показників ґрунтів: втрати верхнього гумусованого шару ґрунту, зниження вмісту гумусу, отже й зміну усталених ландшафтів. Фіксується і механічне забруднення ґрунту із-за різних засобів знищення, включаючи снаряди, бомби, міни та інші вибухові пристрої. Це призводить до забруднення ґрунту фрагментами металічних конструкцій, хімічними та іншими отруйними речовинами.

Можлива трансформація мікробіологічної різноманітності у ґрунті, в першу чергу груп мікроорганізмів, що обумовлюють розклад органічної речовини та утворення гумусу. Відомі випадки зниження рівня залягання підґрунтових вод, що спричиняє негативний вплив на водний баланс окремих регіонів, а також на рівень залягання підґрунтових вод. В кінцевому результаті це призведе до погіршення режиму зволоження ґрунтів та зміни характеру ґрунтоутворення. В тривалій перспективі це може викликати знищення природних водних джерел, блокування потоків водних ресурсів.

Для вирішення вищезазначених питань, виявлення масштабів впливу військової агресії на ґрунти необхідно провести інвентаризацію пошкоджених ґрунтових ресурсів та змін у структурі ґрунтового покриву. Існують різні методи інвентаризації, які можуть допомогти в оцінці стану ґрунтів. До них відносять:

1. Візуальну інспекцію: метод, який використовують для оцінки ступеня пошкодження ґрунту шляхом візуальної оцінки морфологічних ознак.. Для цього можна використовувати фотографії, відео та інші засоби візуальної документації. Оцінювання проводиться безпосередньо на місцевості разом з відбором зразків ґрунту для подальшого дослідження.

2. Лабораторний аналіз зразків ґрунту дозволить отримати детальну інформацію про стан ґрунту та зробити висновки про відновлювальні роботи.

3. Геофізичні методи (електрорезистивної томографії, електромагнітної індукції) використовують для дослідження фізичних властивостей ґрунту.

4. Дистанційне зондування Землі дає змогу виявити зміни в ландшафті та структурі ґрунтового покриву для оцінки ступеню пошкодження ґрунту

5. Геоінформаційні системи для збору та аналізу даних про ґрунти. ГІС дозволяє інтегрувати різні види інформації, такі як аерофотознімки та дані польових досліджень, для створення в тому числі ґрунтових карт.

Узагальнення існуючих методів відновлення ґрунтів після воєнних дій дозволяє запропонувати такі етапи та види робіт:

1. Оцінка пошкоджень.
2. Технічні роботи з усунення наслідків військових дій (рекультивация, меліорація, ремедіація).
3. Відновлення фізичних властивостей ґрунту агротехнологічними методами.
4. Відновлення біологічного розмаїття у ґрунтах.
5. Захист ґрунтів від ерозійних процесів та наслідків фізичних пошкоджень.

Воєнні дії свідчать про значний негативний вплив на ґрунти, в першу чергу півдня та сходу нашої держави. Комплексний характер цього впливу на ґрунти потребує від наукової спільноти разом з представниками виробництва об'єднання зусиль та ресурсів, що допоможе мінімізувати негативний вплив ВД на ґрунти та забезпечить їхню реабілітацію у найкоротші терміни, а нашій державі – відновлення.

## БАЛАНС ГУМУСУ В ЧОРНОЗЕМІ ТИПОВОМУ ЗА ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ І БОБОВИХ КУЛЬТУР У КОРОТКОРОТАЦІЙНІЙ СІВОЗМІНІ

**Кудря С.О.**

*ННЦ «Інститут землеробства НААН України»*

Вміст гумусу є одним із найважливіших показників потенційної родючості та агроекологічного стану ґрунтів. Органічна речовина визначає структурно-агрегатний стан ґрунтів, фізико-хімічні властивості і в значній мірі слугує джерелом елементів живлення. Гумус забезпечує стійкість чорноземних ґрунтів до зовнішніх впливів і тим самим підтримує одну з головних функцій – їхню біогенність. Адже одержання високих і стабільних урожаїв сільськогосподарських культур можливе лише за умови дотримання бездефіцитного балансу гумусу, надходження якого в ґрунт значною мірою залежить від набору та чергування сільськогосподарських культур в сівозміні. Тому, дослідження щодо закономірностей формування балансу гумусу в чорноземі типовому є актуальними.

Основні причини зниження вмісту гумусу в орних ґрунтах пов'язані із різким скороченням виробництва традиційних органічних добрив та зменшенням надходження свіжої органічної речовини через відчуження значної частини біомаси з урожаєм.

Мета роботи – дослідити закономірності формування балансу гумусу в чорноземі типовому за вирощування зернових і бобових культур у короткоротаційній сівозміні.

Для забезпечення оптимальних значень вмісту гумусу необхідно щороку поповнювати ґрунти потрібною кількістю органічного удобрення, а за вмісту, близькому до оптимальних значень, забезпечувати його бездефіцитний баланс. Для кожного типу ґрунту встановлено оптимальний уміст гумусу. За даними Б. С. Носка, для чорноземів типових легкосуглинкових він становить – 3,7–4,2 % і за такого вмісту гумусу забезпечується стабільний рівень родючості ґрунту.

Інтенсивне ведення землеробства без унесення достатньої кількості органічних добрив, що спостерігається останнім часом, призводить до дегуміфікації ґрунтів і деградаційних процесів. У результаті цього процеси мінералізації гумусу в ґрунтах інтенсивного використання домінують над процесами гуміфікації.

Аналіз літературних джерел свідчить, що основою балансу гумусу є складання витратної і прибуткової його складових. До основних витратних статей, що зумовлюють від'ємний баланс гумусу в ґрунті, відносять: недостатнє надходження в орні ґрунти післяжнивних решток, органічних добрив, збільшення витрати органічної речовини з ґрунту на формування врожаю, посилення мінералізаційних процесів органічної речовини в результаті інтенсивного використання ґрунту; втрати гумусу внаслідок ерозії і дефляції тощо. Прибуткова ж частина балансу гумусу складається з надходження органічних добрив, органічних речовин з післяжнивними рештками врожаю польових культур, а також за рахунок діяльності мікроорганізмів. За інтенсивного ведення землеробства, рослинні рештки сільськогосподарських культур є основним джерелом відновлення вмісту гумусу в ґрунтах, але компенсують його втрати лише на 24–40 %. У зв'язку з цим нині є потреба в залученні до гумусовідновлюваних процесів у ґрунті альтернативних джерел надходження органічної речовини, зокрема сидератів та нетоварної продукції рослинництва (побічна продукція). На думку Сайка В.Ф. використання побічної продукції на удобрення забезпечує економію майже 65 % витрат органічної речовини, пов'язаних з вирощуванням культур.

Дослідження щодо закономірностей формування балансу гумусу за внесення органічного удобрення (побічна продукція) у короткоротаційній сівозміні, проведено в підзоні нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу на чорноземі типовому малогумусному Панфільської дослідної станції Національний науковий центр «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України» у довготривалому стаціонарному польовому досліді з вивчення різно-

ротаційних сівозмін, де уміст гумусу в орному шарі варіює у дуже вузькому проміжку значень – від 3,08 до 3,15 %, підорному – від 2,72 до 2,90 %.

Результати проведених досліджень свідчать, що в 4-пільній сівозміні (горох – пшениця озима – кукурудза на зерно – ячмінь ярий) баланс гумусу залишався від'ємним на фоні без застосування добрив (контроль), як в цілому по сівозміні (-1,348 т/га), так і в розрахунку на гектар сівозмінної площі (-0,337). Така ж закономірність спостерігається за внесення лише мінеральних добрив у дозі  $N_{45}P_{55}K_{55}$ , де баланс гумусу становив – -1,046 і -0,261 т/га. Використання лише побічної продукції культури-попередника без мінеральних добрив збільшило баланс гумусу до +1,039 і +0,260 т/га. Найвищий рівень балансу гумусу зафіксовано при одночасному застосуванні побічної продукції культури-попередника та мінеральних добрив ( $N_{45}P_{55}K_{55}$ ), що забезпечило позитивний баланс гумусу – +1,940 і +0,485 т/га.

Отримані результати свідчать про те, що на позитивний баланс гумусу значною мірою впливають кореневі рештки і нетоварна продукція рослинництва, а також чергування зернових культур з бобовими у сівозміні. Відсутність органічного удобрення, а також використання лише мінеральних добрив негативно впливає на баланс гумусу і поступово призводить до ґрунтовтоми. Використання побічної продукції сприяє позитивному балансу гумусу. Найвищих показників вдалося досягти за комплексного використання побічної продукції культури попередника з мінеральними добривами ( $N_{45}P_{55}K_{55}$ ). Отже, необхідно здійснювати науково обґрунтовану оптимізацію структури посівних площ із раціональним внесенням мінеральних добрив, при цьому збільшувати частку бобових культур у них. Також максимально використовувати нетоварну частку культур сівозміни, сидерацію з метою запобігання ґрунтовтоми, накопичення органічної речовини для збереження потенційної родючості ґрунту.

## SMART-АГРОІНЖЕНЕРІЯ РИЗОСФЕРИ: ВИКОРИСТАННЯ МІКРОБНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ

**Патика М.В.**

*НУБіП України*

Розуміння функціонування ґрунту як складного біологічного середовища, стабільний розвиток якого визначає різноманіття функціональних та екологічних особливостей, а розуміння глибини та ступеня вивченості всіх факторів дає змогу виявити механізми, що лежать в їх основі, та інноваційно забезпечити гомеостаз агроecosystem. Ґрунтова мікробіота відіграє ключову роль у підтримці родючості та стабільності ґрунту. Збільшення виробництва продовольства, необхідного для задоволення потреб постійно зростаючого населення, значною мірою залежить від комплексного управління трофічними потоками поживних речовин. Однак потенціал мікробних біоагентів часто залишається недооціненим. Значення ризосферних мікроорганізмів величезне, так як вони сприяють перетворенню поживних речовин, їх поглинанню і використанню, тим самим оптимізуючи онтогенез рослин, що в свою чергу сприяє отриманню високих стійких врожаїв. Стабільність трофічних режимів ґрунту як основи здоров'я ґрунту і, отже, ефективності використання поживних речовин може бути значно покращена шляхом модифікації та управління ризосферою за допомогою оптимальних заходів, таких як реалізація біологічного потенціалу ґрунтового метабеному, методи регулювання трофічних потоків за допомогою біологічної регуляції колонізації ризосфери рослин, використання органічних та біологічних добрив; оптимізація процесів, що відбуваються в кореневій зоні.

Мікроорганізми є одними з найпоширеніших живих істот на планеті, на їх частку припадає близько 17% світової біомаси. Ґрунт, будучи однією з найскладніших екосистем, містить величезну кількість мікробного життя, в тому числі близько  $4-5 \times 10^3$  мікробних клітин. Мікробіом ґрунту в основному складається з бактерій, архей, грибів і вірусів. Згідно з відомими даними, в одному грамі ґру-

нту може міститися  $10^8$ - $10^9$  бактерій,  $10^7$ - $10^8$  вірусів і  $10^5$ - $10^6$  мікроміцетів. Ґрунтові мікробні спільноти виконують важливі екосистемні функції, такі як перетворення поживних речовин, поглинання вуглецю, поглинання води, сприяння росту рослин і захист від патогенів. Інтерес до вивчення ґрунтової мікробіоти зріс у зв'язку з її роллю у глобальному трофічному циклі, зміною клімату та сталим сільськогосподарським виробництвом. Різноманіття, чисельність, структура та функції мікробів залежать від способів землекористування і особливостей ґрунту. Аграрні екосистеми є більш однорідними, ніж природні середовища, через меншу різноманітність рослин та регулярний антропогенний вплив.

Виходячи з міцності трофічних зв'язків з кореневими системами рослин, можна виділити два типи ґрунтових ніш: ґрунт, який не пов'язаний або слабо пов'язаний з коренями рослин, і ризосферний ґрунт, безпосередньо прилеглий до кореневої системи. Склад бактеріальних угруповань також значно диференціюється між незв'язаними з рослинами та ризосферними ґрунтами, з змінами різноманітності в міру наближення до кореневої системи рослин. Ризосфера є важливим біологічним індуктором, де відбуваються ключові взаємодії між рослинами та мікробіомом, а також між самими мікробами, які формують структуру цих угруповань. Коренева система рослин продукує органічні сполуки, що обумовлюють діяльність мікроорганізмів. Ризосферний ґрунт містить  $10^8$ - $10^{11}$  клітин на грам, що еквівалентно приблизно  $10^4$  видам мікробів. Крім ризобактерій, які сприяють росту рослин, ґрунт також є середовищем існування фітопатогенних мікроорганізмів і умовно-патогенних бактерій для людини.

Основні фактори навколишнього середовища, такі як рН, вологість, температура та вміст поживних речовин (включаючи співвідношення вуглецю та азоту), відіграють вирішальну роль у формуванні структури мікробіому ризосфери. Однак чималий вплив мають і особливості культури рослин. Ці фактори середовища створюють унікальні екологічні ніші, які сприяють формуванню структури певного мікробного біому. Дослідження показують, що антропогенне



навантаження у природньому середовищі може змінювати мікробне різноманіття та функціональні характеристики екосистеми. Дослідження ніш показують, що важливі процеси мікробних угруповань залежать як від адаптаційних властивостей мікроорганізмів, так і від умов їх проживання.

Просторову неоднорідність ґрунтового мікробіому вивчали на прикладі злакових культур, де структура бактеріальних угруповань виявилася неоднорідною, а кількість домінуючого типу *Verrucomicrobia* змінилася у 2,5 рази на площі 10 см<sup>3</sup>. Диференціація між мікробіомами різних типів рослин (бобові, злаки та різнотрав'я) показали, що 4% варіації бактерій та 11% мікроміцетів було пов'язане з групами рослин, а 30% – з видами рослин.

Дослідження різних сортів пшениці виявили значну диференціацію в мікробних групах *Planctomycetes*, *Acidobacteria* і *Actinobacteria*, а також меншурізницю в *Chloroflexi*, *Fibrobacteres* і *Verrucomicrobia*. Структури бактеріальних угруповань на більш низьких таксономічних рівнях (родина, роди, види) змінювалися в залежності від стадії онтогенезу кукурудзі. Переважали бактеріальні види родів *Massilia*, *Flavobacterium*, *Arenimonas* і *Ohtaekwangia*, тоді як на пізніх стадіях домінували види родів *Burkholderia*, *Ralstonia*, *Dyella*, *Chitinophaga*, *Sphingobium*, *Bradyrhizobium* і *Variovorax*.

Антропогенні впливи, що спричиняють біотичні та абіотичні навантаження, а також зміни кліматичних умов впливають на різноманітність мікробних та рослинних угруповань ґрунту. Посухостійкі бактерії були виявлені у схильних до посухи рослин та термофільних бактерій, що належать до типів *Chloroflexi* та *Gemmatimonadetes*, переважають у середовищах, де спостерігався вплив посухи. В агроєкосистемах використання добрив, методи землеробства та обробітку ґрунту призводять до змін у ґрунтовому мікробіомі. У випадку з ризосферним мікробіомом зернових культур при внесенні добрив, зменшило відносну чисельність *Verrucomicrobia*. Різні ґрунтові добрива також зменшували різноманітність ґрунтового мікробіому та впливали на ризосферні угруповання ризосфери кукурудзи. Так зміни в структурі угруповань були викликані змен-

шенням чисельності *Actinobacteria* і *Firmicutes* і збільшенням чисельності *Proteobacteria*, *Bacteroidetes*. Тип і кількість добрив також сприяли змінам у структурі угруповань ризобій у кукурудзи, причому різниця в чисельності мікробних груп корелювали зі змінами вмісту поживних речовин. Методи обробки ґрунту впливали на зміни бактеріальних угруповань, пов'язані з ризосферою ріпаку, тоді як методи аграрного виробництва вплинули на структуру мікробного мікробіому рису.

Таким чином, у мікробних угрупованнях важливо досліджувати видовий склад та існуючі еколого-функціональні групи. Різні мікроби відіграють важливу диференційовану роль у структурі мікробіому ризосфери, який обумовлює здоров'я ґрунту та продуктивність рослин. Мікробні угруповання - це складні динамічні мережі з різними надскладними взаємодіями між мікробами, такими як конкуренція за ресурси, метаболічні залежності, просторова організація, зокрема, виробництво біоплівки, сигналінг, горизонтальне перенесення генів, коєволюція та ін.

Зазвичай більш високе різноманіття мікробів збільшує кількість метаболітів, вторинних метаболітів, фітогормонів, речовин біоконтролю та інших корисних речовин, тим самим сприяючи структурі та родючості ґрунту, архітектурі кореневої системи та пошуку поживних речовин, живленню рослин та гормональному балансу, стійкості рослин до стресу, продуктивності аграрного виробництва та стійкості до змін і впливу клімату, землекористування та ін. Наприклад, дослідження ролі автохтонного мікробіому в походженні і формуванні фітопатогенного потенціалу *Rhizoctoniasolanum*.

Велика кількість *Alphaproteobacteria* і *Cyanobacteria* була виявлена в ґрунтах, пов'язаних зі здоровими рослинами томатів, в той час як під хворими рослинами в ґрунтах, було виявлено велику кількість *Acidobacteria*, *Actinobacteria*.

## МІКРОБНІ ПРЕПАРАТИ ЯК ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ҐРУНТУ

**Мельничук<sup>1</sup> Т. М., Вішован<sup>1</sup> Ю.Ю., Самкова<sup>1</sup> О.П.,  
Вишнівський<sup>1</sup> П.С., Білявська<sup>2</sup> Л.О.,  
Феделеш-Гладинець<sup>1</sup> М.І., Савченко<sup>1</sup> Є.А.**

*<sup>1</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України,*

*<sup>2</sup>Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України*

Складно переоцінити роль ґрунтових мікроорганізмів в агроекосистемах. Завдяки ефективній рослинно-мікробній взаємодії відбувається забезпечення екологічним шляхом трофічних потреб рослин, підвищення їх стійкості до негативних факторів навколишнього середовища. Процеси взаємодії різних груп ґрунтової біоти призводять до прискорення обміну речовин у ґрунті, сприяють розвитку ґрунтів, утворенню гумусу, збільшенню первинної продуктивності біогеоценозів.

Мікроорганізми здатні фіксувати азот атмосфери, перетворювати важкодоступні форми фосфору в доступні для рослин, контролювати чисельність шкочинних представників мікробіоти ґрунту. Сучасні біотехнології дозволяють розробляти мікробні препарати комплексної дії, які здатні поєднувати цілу низку корисних для рослини і ґрунту властивостей.

Інтродукція ефективних штамів мікроорганізмів в ризосферу рослин зумовлює, як правило, підвищення біологічної активності ґрунту. В умовах польового дослідження на чорноземі типовому досліджували вплив комплексу мікробних препаратів, який включав споразин, аверком і фітовіт, на щільність популяцій мікроорганізмів ряду еколого-трофічних груп ризосфери кукурудзи. Досліджувані препарати є біотехнологічною розробкою Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України. Насіння простого із зубовим типом зерна середньостиглого (ФАО 310) гібриду кукурудзи Р9042 обробляли мікробним комплексом в день висіву.

Інокуляція насіння кукурудзи комплексом мікробіологічних препаратів сприяла підвищенню чисельності агрономічно корисної мікробіоти біоценозу ризосфери рослин в умовах чорнозему типового. Відмічене збільшення кількості мікроорганізмів, здатних здійснювати процеси азотфіксації та фосфатмобілізації, що є важливим у забезпеченні рослин доступним азотним та фосфорним живленням. Встановлено, що застосування мікробіологічних препаратів забезпечує зменшення чисельності мікроміцетів ризосфери кукурудзи в 1,3-2,4 рази в залежності від фази розвитку культури в порівнянні з контролем, що може свідчити про інгібування розвитку фітопатогенних грибів.

Таким чином, мікроорганізми, які складають основу мікробних препаратів, здатні формувати ефективні взаємокорисні взаємодії з рослинами, що є важливим кроком в підвищенні біологічної активності та антифунгального потенціалу ґрунту. Широкомаштабне застосування мікробних препаратів в складі екологічних агротехнологій сприятиме зниженню фітотоксичності, забезпеченню його родючості і стійкості агроecosystem.

## СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ РАЦІОНАЛЬНОГО ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ

**Фурман В.М., Мороз О.С.***Національний університет водного господарства та природокористування*

На сьогодні у всьому світі відбувається стрімкий розвиток технологій раціонального землекористування. Все більше фахівців вважають, що ці технології відіграють вирішальну роль у процесі виробництва продукції, підвищення родючості ґрунтів і їх охорони.

Гострими є проблеми землекористування і в Україні, що зумовлено високим рівнем господарського використання території, значною її розораністю, надзвичайно високою інтенсивністю ерозійних процесів (водній і вітровій ерозії піддається близько 15 млн. га с/г угідь, а щорічний приріст еродованих земель становить понад 80 тис. га).

Усе це вказує на те, що питання економічно ефективного та екологічно безпечного використання земельних ресурсів сільськогосподарського призначення, врахування екологічних факторів при їх економічній оцінці є надзвичайно актуальними як з наукової, так і з практичної точок зору.

Метою роботи слугувало:

- проаналізувати сучасні тенденції та підходи до вибору і обґрунтування технологій раціонального землекористування як в Україні так і за її межами;
- встановити напрями розробки технологій раціонального землекористування в сільськогосподарському виробництві, з урахуванням викликів сьогодення;
- розробити критерії вибору технологій раціонального землекористування в сільськогосподарському виробництві України як в нинішній так і в повоєнний час.

До деградаційних процесів, що негативно впливають на якість ґрунтів і знижують продуктивність сільськогосподарських угідь відносять наступні найбільш розповсюджені їх види: водна та вітрова ерозія, засолення і осолонцю-

вання, перезволоження і підтоплення, заболочування, забруднення засобами хімізації тощо.

Результати перерахованих деградаційних процесів і негативних факторів призводять до скорочення площ найбільш цінних ґрунтів, зниження рівня родючості всього ґрунтового покриву, що свідчить про нераціональне та безгосподарське використання земель.

Раціональне використання і охорона земельних ресурсів включає дві групи питань: охорона ґрунтів (землекористувань) від виснаження і підвищення їх родючості – економічна група; охорона ґрунтів від забруднення та його попередження – екологічна група.

Технології раціонального землекористування, що розробляються і впроваджуються науковцями і практиками та відіграють вирішальну роль у процесі виробництва продукції, передбачають:

- оптимізацію структури земельних угідь;
- оптимізацію структури посівних площ, у відповідності з сучасними завданнями ведення сільськогосподарського виробництва;
- осушення заболочених і перезволожених земель;
- зрошення і обводнення посушливих земель;
- вапнування кислих ґрунтів;
- гіпсування та раціональне використання засолених і солонцюватих ґрунтів;
- розробка і запровадження раціональних ґрунтозахисних систем землеробства;
- раціональний обробіток ґрунту на основі збереження і перерозподілу рослинних решток сільськогосподарських культур;
- створення умов раціонального використання природних кормових угідь;
- підвищення продуктивності порушених земель.

Суттєві корективи до критеріїв вибору технологій раціонального землекористування внесли повномасштабні воєнні дії. Війна в Україні наносить величез-

зну шкоду її землям. Необхідно вже зараз розробляти критерії вибору існуючих та розробляти нові технології раціонального землекористування щоб позбутися або звести до мінімуму вплив цих уражень. Насамперед, звичайно, потрібно провести моніторинг земель, що зазнали впливу воєнних дій з використанням всіх наявних технологій та засобів, включаючи новітні картографічні системи (аеро-, супутникових, комп'ютерних та інших). Лише після наявності даних моніторингу можна вибирати технології та розробляти проекти раціонального землекористування. Не маючи конкретних даних моніторингу вражених територій, можна вже зараз розробляти деякі рекомендації по змінах в системах землеробства на них.

В системах раціонального землекористування на вражених воєнними діями землях повинні домінувати системи точного землеробства, особливо на зрешуваних землях, з використанням всіх ланок що до таких систем входять.

Правильно запроектовані та обґрунтовані технології раціонального землекористування в сучасних умовах повинні забезпечувати: розв'язування складних задач і проблем у сфері агрономії під час здійснення професійної діяльності, що передбачає проведення досліджень та здійснення інновацій, що характеризується комплексністю умов; розробку та реалізацію проектів екологічно безпечних заходів та технологій виробництва високоякісної продукції рослинництва з урахуванням особливостей агроландшафтів та економічної ефективності; вміння реалізовувати розроблені технології раціонального землекористування в сфері агрономії для збереження та відтворення родючості ґрунтів.

## ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИН ДЛЯ РЕМЕДІАЦІЇ НАФТОЗАБРУДНЕНИХ ГРУНТІВ

**Новицька Н. В.<sup>1</sup>, Доктор Н.М.<sup>2</sup>, Коцібан О.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Національний університет біоресурсів і природокористування України,*

<sup>2</sup>*ВСП «Мукачівський фаховий коледж НУБіП України»,*

Фіторемедіація є екологічно безпечним методом очищення ґрунтів, забруднених нафтою, із використанням рослин, які не лише витримують токсичний вплив нафтопродуктів, але й сприяють їх розкладанню або фіксації. Це знижує шкідливий вплив забруднювачів на ґрунтову екосистему. Метод фіторемедіації має низку переваг. Передусім це економність – він не потребує значних фінансових витрат і виключає необхідність екскавації ґрунту. Наступна перевага – екологічна безпека, оскільки використання рослин не призводить до утворення відходів і стимулює відновлення природних процесів у ґрунті. Рослини адаптуються до несприятливих умов, а їхня коренева система підтримує активність корисної мікрофлори, забезпечуючи довготривале відновлення ґрунтових ресурсів. Обрані рослини для фіторемедіації повинні бути стійкими до токсичних умов. Наприклад, обліпіха крушиновидна демонструє високу ефективність, очищуючи ґрунт до 92–93 % від нафтових компонентів і водночас покращуючи його фізико-хімічні характеристики. Такі культури, як льон звичайний, соняшник однорічний і гречка посівна, можуть слугувати тестовими об'єктами, що дозволяють оцінити рівень нафтового забруднення. Кореневі системи цих культур сприяють аерації ґрунтів та активізують розвиток корисної мікрофлори, завдяки чому прискорюється біодеградація нафтових сполук. Використання льону, соняшника чи гречки дозволяє не лише оцінювати рівень токсичного впливу, але й безпосередньо брати участь у процесі очищення ґрунту. Їхні добре розвинені кореневі системи забезпечують ефективну аерацію та покращують умови для життєдіяльності мікроорганізмів-деструкторів нафти. Поєднання рослин із природними сорбентами-меліорантами (наприклад, лущинням соняшника) та



мінеральними добривами значно підвищує ефективність фітореMediaції. Такий комплекс допомагає знизити токсичність ґрунту, покращує ріст культур і пришвидшує очищення від нафтопродуктів.

Мета дослідження полягає у створенні стійких до нафтового забруднення фітореMediaційних засобів, адаптованих для ефективного використання у технологіях рекультивації ґрунтів, що зазнали впливу нафти та її похідних. Експерименти з вивчення фітореMediaційного потенціалу сої (*Glicine hispida* Maxim) проводили згідно методик ДСТУ ISO 111269-1:2004 у науковій лабораторії «Якості насіння та садивного матеріалу» кафедри рослинництва НУБіП України.

Ґрунт відбирали в межах дії нафтохімічного забруднення викликаного ракетними обстрілами нафтобази в Київському регіоні за методикою Сплодитель А.О., хімічний склад ґрунту визначали на базі Української лабораторії якості і безпеки продукції АПК НУБіП України. Для досліджуваних рослин на 5-ту добу після сівби визначали схожість насіння, довжину кореня, висоту пагона, їх відносні величини, коефіцієнти варіації морфометричних параметрів. Для моделювання умов забруднення використовували просіяний ґрунт, який штучно забруднювали вуглеводнями (толуол, циклогексан, октан, ізооктан, ундекан) або сировою нафтою в концентрації 1–15 %. Після заповнення вегетаційних посудин забрудненим ґрунтом, ґрунт залишали на один місяць для випаровування летких токсичних нафтопродуктів, після чого висівали насіння сої. Через 46 днів вегетації здійснювали відбір рослин для аналізу і визначали їх ростові показники.

У дослідженнях було визначено фітореMediaційні властивості рослин соя (*Glicine hispida* Maxim) на ґрунтах, забруднених нафтою та її продуктами. Проаналізовано вплив різних типів вуглеводнів (лінійних, циклічних, ароматичних) із різною довжиною вуглеводневого ланцюга на ріст соя (*Glicine hispida* Maxim) і зменшення токсичності забрудненого ґрунту.

Дослідження підтвердило високу стійкість рослин родини бобових (Fabaceae) до нафтового забруднення завдяки їхній здатності фіксувати атмос-

ферний азот. Це важлива властивість, яка дозволяє забезпечувати рослини необхідним мінеральним живленням навіть у несприятливих умовах. До того ж симбіотичні бактерії роду *Rhizobium*, що живуть на коренях бобових, не лише фіксують азот, але й розкладають вуглеводні, використовуючи їх як додаткове джерело живлення. В дослідженнях зафіксовано різну реакцію на токсичний вплив: довжина кореня залишалася на рівні контрольних значень, тоді як висота пагона зменшувалася до 30,4 % від контрольного показника. Для цього параметра виявлено значну варіабельність із коефіцієнтом варіації до 71,3 %. Результати досліджень показали також підвищення схожості насіння сої під дією окремих вуглеводнів (1,3 %) порівняно з контролем. Толуол сприяв збільшенню цього показника на 10 %, циклогексан – на 6 %, октан – на 18 %, а ундекан – на 4 %. При цьому толуол підвищував масу сирої речовини рослин і знижував частку сухої маси. Вплив октану не змінював довжину надземної частини сої відносно контролю, проте збільшував накопичення сирої та сухої маси коренів приблизно вдвічі. Ізооктан, структурно схожий на октан, стимулював ріст надземної частини на 12 %, а ундекан демонстрував незначний ефект (до 2 %) у стимуляції росту *G. hispida* Maxim. Циклогексан помітно збільшував сирий об'єм коренів (на 39 %), але одночасно знижував частку сухої речовини цих органів удвічі.

Соя виявила високий потенціал для фіторемедіації ґрунтів із нафтовим забрудненням різного ступеня (1–15 %). Дослідження показали позитивну динаміку в зниженні фітотоксичності таких ґрунтів. Після фіторекультивації за участю сої ступінь схожості насіння зростав до 112,2 % в усіх випадках, а для ґрунтів із забрудненням у 15 % цей показник збільшувався у 2,2 рази. Таким чином, фіторемедіація за участю рослин родини бобових не тільки сприяє істотному зниженню рівня забруднення ґрунту нафтопродуктами, але й відіграє ключову роль у відновленні його родючості та загальної екологічної рівноваги. Це має важливе значення для забезпечення продовольчої безпеки та сталого розвитку аграрного сектору в довгостроковій перспективі.

## SUSTAINABLE TOBACCO PRODUCTION

**Kabranova Romina**

*University Ss. „Cyril and Methodius“ in Skopje  
Faculty of Agricultural Sciences and Food – Skopje  
Republic of North Macedonia*

Tobacco covers over 4.3 million hectares of agricultural land in the world and, like other crops, must be grown according to the principles of sustainability. North Macedonia is a competitive producer of exclusively oriental tobacco and is still among the 30 largest producers in the world list of more than 130 tobacco-producing countries. Tobacco is grown almost throughout the entire territory on an area of over 15,000 ha, and is most prevalent in the Pelagonija region (58 % of total tobacco areas) and the southeastern region (30 %). Tobacco, as an industrial crop, occupies a special place in the structure of agricultural production and export and is particularly important from an economic and social perspective, especially for certain regions where it is a significant source of financing and ensuring the livelihood of the population. The production of quality tobacco raw materials of a certain value and specific utility value directly depends on the fertility of the soil on which a certain type of tobacco is grown. In addition to the soil, other factors are also necessary for quality raw materials, such as climatic conditions, agro technical measures implemented during the growing season, up to the drying of tobacco leaves. The production of oriental tobacco in the Republic of North Macedonia has more than historical significance and is one of the basic traditional activities of every agricultural family in the regions where there are conditions for its cultivation. It is especially important to note that this type of tobacco is grown in conditions where no other crop can replace it in cultivation on soils of poorer quality (it is mainly grown on diluvial soils, which contain small amounts of nitrogen), where it provides adequate yield and quality, and therefore a decent income for farmers. The aim of the study is to present the technology of tobacco production, especially of the oriental type of tobacco (including soil preparation, hoeing, use of mineral fertilizers for basic

and supplementary nutrition of tobacco, irrigation and protection of tobacco, up to leaf harvesting), and therefore the negative impact on the soil. Data from practice, strategic documents at the country level and relevant professional literature in this field were used. Tobacco production in the primary sector uses a significant part of natural resources, such as water and soil, so obligations for sustainable agriculture and good agricultural practices are inevitable. Speaking of sustainable tobacco production, farmers should adhere to the "GAP program" (low tillage, crop rotation, regular agrochemical soil analysis, etc.) in order to maintain production levels and preserve natural resources. Special emphasis should be given to the long-term use of pesticides in tobacco health control, which not only affects soil fertility, but also pollutes the entire agroecosystem.

**Key words:** *tobacco, soil, sustainable production.*

## ВОЛОГООЩАДНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В СИСТЕМАХ ВІДНОВЛЮВАНОВОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА ЛІСОСТЕПУ

**Пташнік М.М., Ременюк Ю.О., Заяць П.С.**

*ННЦ «Інститут землеробства НААН»*

Сучасні системи обробітку ґрунту постійно вдосконалюються і навіть кардинально змінюються у площині комплексної адаптації до строкатих природних та антропогенних умов за різноступеневої мінімізації (глибина, способи, терміни та періодичність проведення), вирізняються більшою функціональністю та технологічністю. Технології вологоощадного обробітку ґрунту повинні забезпечувати раціональне використання, збереження та розширене відтворення родючості ґрунту, максимальне накопичення та збереження ґрунтової вологи, підвищення ефективності використання побічної продукції рослинництва як добрива та економічно виваженого зростання врожайності культур.

Полеві дослідження проводяться протягом 2021–2024 рр. у стаціонарному досліді відділу обробітку ґрунту і контролювання сегетальної рослинності ННЦ «ІЗ НААН» у північній частині Правобережного Лісостепу на сірих лісових крупнопилувато легкосуглинкових ґрунтах. Короткоротаційна зернова сівозміна (пшениця озима – просо – овес – соя) включала три блокову систему удобрення: природна родючість (без добрив), біологізація завдяки використанню всієї побічної продукції попередників (6,0–7,0 т/га) в чистому вигляді,  $N_{65}P_{60}K_{70}$  + побічна продукція (п. п.). Досліджували системи основного обробітку ґрунту: полицево-різноглибинний (контроль), плоскорізний, різноглибинний дисковий, адаптивний (диференційований), різні варіанти комбінованого.

Урожайність пшениці озимої в середньому за 2021–2024 рр. за оранки на глибину 16–18 см становила 5,14 т/га за удобрення  $N_{65}P_{60}K_{70}$  + п. п., що перевищувало варіант без добрив на 1,44 т/га. Заміна оранки веснооранкою під ярі культури веде до зменшення урожайності пшениці озимої до 4,56 т/га за внесення добрив та 3,49 т/га без них, що пов'язано із меншими запасами продукти-

вної вологи в сівозміні. Як і в минулорічних дослідженнях заміна оранки плоскорізним обробітком в сівозміні веде до зниження урожайності пшениці озимої незалежно від системи удобрення.

Застосування комбінованої системи обробітку ґрунту в сівозміні, за проведення під пшеницю озиму, овес та сою дискування на глибину 10–12 см, а під просо глибоке чизелювання на глибину 40–42 см забезпечує урожайність пшениці озимої 5,11 т/га за внесення п. п. та добрив, що було на рівні оранки. Найбільший врожай пшениці озимої отримали за використання адаптивної системи обробітку ґрунту, що становило за внесення лише п. п. 4,57 т/га,  $N_{90}P_{70}K_{80}$  + п. п. – 5,31 т/га, варіанту без добрив – 3,83 т/га. У даному варіанті застосовуємо глибокий чизельний обробіток на 40–42 см під попередник пшениці озимої, що дає можливість забезпечити оптимальні показники агрофізичного стану ґрунту та накопичити найбільші запаси продуктивної вологи в ґрунті. Безпосередньо під пшеницю озиму проводимо дискування на глибину 10–12 см, а після збирання оранка на 22–24 см, що дає можливість якісно заробити пожнивні рештки п. п.

Урожайність вівса за використання оранки на глибину 22–24 см на удобреному варіанті становила від 3,84 до 4,08 т/га. За весняної оранки та плоскорізного обробітку глибиною 10–12 см урожайність вівса не знижувалась і була на рівні 3,91 та 3,94 т/га. Суттєвого зниження урожайності вівса не відмічаємо і за дискування на глибину 10–12 см на рівні 3,70–4,42 т/га, що можна пояснити невибагливістю культури до обробітків та менш інтенсивною кореневою системою порівняно із пшеницею озимою.

Урожайність проса у варіантах без внесення добрив залишалась на низькому рівні як за різноглибинної оранки – 2,28–2,70 т/га, дискування на глибину 10–12 см – 2,04–2,28 т/га та найменше за дискування на 6–8 см – 1,66–1,81 т/га. На удобрених варіантах найвищий рівень врожайності проса відмічено за класичної системи обробітку ґрунту (оранка на 22–24 см) – 3,50 і 3,64 т/га. Водночас за використання глибокого чизельного обробітку на 40–42 см отримано най-

вищу урожайність проса 3,75 т/га, що можна пояснити кращим розвитком кореневої систем за рахунок глибокого розпушення ґрунту. Весняні оранка і плоско-різний обробіток на 22–24 см знижують урожайність проса на 0,68 і 0,61 т/га порівняно із контрольним варіантом.

Виявлено, що соя виявилася індиферентною до пошарової неоднорідності родючості ґрунту, зважаючи на формування досить високих врожаїв зерна, але за обов'язкового забезпечення біологічно необхідної для культури глибини зяблевого обробітку в межах 22–42 см будь-то чизельний, звичайний плуг, чи плоскокоріз-глибокорозпушувач. Так, найвищу врожайність отримано у варіанті адаптивного (диференційованого) основного обробітку – чизелювання (40–42 см), знову ж таки за удобрення та інтегрованої системи захисту що становило 3,37 т/га. Натомість, поверхнєве дискове розпушування на глибину 6–8 см веде до зниження урожайності до 2,68 і 2,44 т/га, що було менше порівняно до контролю на 0,58 і 0,82 т/га.

Загалом в короткоротаційній сівозміні найвищий збір зерна отримано за використання адаптивної системи обробітку ґрунту (дискування на глибину 10–12 см під пшеницю озиму та овес, оранка 22–24 см під просо, глибоке чизелювання 40–42 см під сою) – 4,18 т/га із внесенням побічної продукції попередника +  $N_{65}P_{60}K_{70}$ , 3,54 т/га – лише побічна продукція попередника та 3,0 т/га – без добрив, що перевищувало контрольний варіант (полицева різноглибинна оранка) на 0,26, 0,13 та 0,20 т/га. За цього варіанту в сівозміні створюються найбільш сприятливі умови вологонакопичення в ґрунті, враховані вимоги кожної культури до глибини і способу обробітку ґрунту.

Таким чином, активована системними обробітками комплементарність агрофізичного, агрохімічного, біологічного та фітосанітарного станів ґрунту в дослідних агроценозах забезпечує (залежно від агрофону) зростання природного біопотенціалу гектара ріллі в 1,3–1,5 раза та можливість накопичення запасів продуктивної вологи ґрунту за вологоощадних моделях обробітку ґрунту.

## ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА БІОЛОГІЧНУ АКТИВНІСТЬ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО

**Самкова О.П., Мельничук Т. М., Вішован Ю.Ю.**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Біологічна активність мікроорганізмів має надзвичайне значення у колообігу речовин і енергії, трофічних ланцюгах і геохімічних перетвореннях елементів у ґрунті. Ґрунтова мікробіота досить швидко реагує на вплив чинників різного походження. Тому біологічна активність ґрунтових мікроорганізмів є індикатором змін, які відбуваються у ґрунтах і показником здатності їх до самовідновлення. Воєнні дії, які тривають в Україні, завдають значної шкоди природі і створюють низку екологічних проблем, що тісно пов'язані зі здоров'ям людини і порушенням екосистем, та потребують їх безвідкладного вирішення.

В Українській лабораторії якості та безпеки продукції АПК НУБіП України проведені дослідження чорнозему типового підстилки соснового лісу, який зазнав негативного впливу, шляхом вигорання і утворення вирв від зривів боєприпасів.

Основу біологічної активності ґрунту складає базальне дихання ґрунтових мікроорганізмів, яке свідчить про кількість доступного вуглецю для підтримки їх життєдіяльності та характеризує інтенсивність мінералізації органічних речовин. Встановлено, що показники дихання ґрунту, який зазнав вигорання від боєприпасів, зменшувалась в 2,9 рази.

Біомаса ґрунтових мікроорганізмів є також одним з важливих показників активності мікробіологічних процесів, які відбуваються в ґрунті. В процесі досліджень виявлено за дії негативних чинників зменшення величини показника мікробної біомаси чорнозему типового в 4,5 рази в порівнянні з фоном.

Здатність ґрунтів до самовідновлення і змін, що відбуваються в них, зумовлена їх біологічною складовою. Зокрема, чисельність мікроорганізмів основних таксономічних, фізіологічних та еколого-трофічних груп може вказувати



на направленість ґрунтових процесів. Найбільш чутливими до дії досліджуваного чинника виявились наступні групи: амілолітиків, здатних споживати переважно мінеральні форми азоту; мікроорганізмів, що розкладають гумати, та оліготрофів, які здатні розвиватись за низької концентрації поживних речовин, щільність їх популяцій знижувалась в 1,6; 2,7 та 3,7 рази відповідно.

Таким чином, встановлено негативний вплив вигорання і утворення вирв від зривів боєприпасів в результаті воєнних дій на біологічну активність чорнозему типового підстилки соснового лісу. Існує необхідність застосування екологічних агротехнологій для біоремедіації ґрунтів, що дозволить швидше подолати наслідки війни і зумовить підвищення рівня продовольчої безпеки України та зростання її ролі на міжнародному ринку.

## INFLUENCE OF SIDERAL CROPS ON AGROCHEMICAL INDICATORS OF SOIL

**Panchuk T., Savchenko V.**

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

With the active intensification of agriculture in Ukraine, soil degradation is accelerating, the most important manifestation of which is the loss of humus due to a lack of organic fertilisers. Therefore, it is necessary to look for ways to replenish soil organic matter with alternative types of organic fertilisers. Among the existing and most feasible ways to replenish soil organic matter are green manure, which is the most effective, simple and inexpensive. The aim of this study was to investigate the impact of different types of post-harvest green manure on soil fertility.

Green manure can be an important source of humus and nitrogen replenishment in the soil. If the yield of green manure is 35-40 t/ha, 150-200 kg of nitrogen will be added to the soil, which is equivalent to applying 30-40 t/ha of manure.

Legume green manure is particularly valuable, as it can enrich the soil with nitrogen by fixing it from the atmosphere with nodule bacteria. For example, when 10 tonnes of lupine green mass is produced, the soil is enriched with nitrogen by 54-56 kg/ha, clover by 62 kg/ha, peas and fodder beans by 52 kg/ha, and horned lambsquarters by 59 kg/ha.

The rate of decomposition of green manure depends on a number of conditions. In particular, it is influenced by the type and age of the green manure plants, the soil texture and moisture content, and the depth of the green manure. The older the plant, the heavier the soil texture and the greater the depth of incorporation of the green manure, the slower the decomposition of the green manure mass.

The research aimed to study the impact of growing post-harvest green manure - winter wheat, spring barley, peas and winter rape - on soil fertility indicators: humus, alkaline hydrolysed nitrogen, mobile phosphorus, exchangeable potassium, soil solution pH, hydrolytic acidity and the amount of absorbed bases.

The studied green manure crops vegetated until late autumn and were incorporated into the soil at the following stages of growth and development: winter wheat - tillering; spring barley - tillering - tube formation; peas - budding; winter rape - beginning of flowering.

*Table* **The impact of green manure on soil fertility**

Soil agrochemical parameters	No green manure	winter wheat	spring barley	winter rape	peas
Humus, %.	2,25	2,41	2,39	2,42	2,41
Alkaline hydrolysed nitrogen, mg/kg	115	123	119	129	128
Mobile phosphorus, mg/kg	610	517	509	516	512
Exchangeable potassium, mg/kg	148	214	216	220	218
Soil reaction, pH	6,02	5,69	5,78	5,60	5,49
Hydrolytic acidity, mg-eq/100 g	1,55	1,58	1,61	1,73	1,71
Sum of absorbed bases, mg-eq/100 g	17,2	15,9	16,2	17,2	16,9

According to the results of the analysis, the humus content in the soil without green manure was 2.25%, while the use of green manure contributed to its increase to 2.39-2.42%. The highest level of humus was recorded in the variants with winter rape (2.42%) and winter wheat (2.41%), which indicates a positive effect of these crops on the accumulation of organic matter.

The content of alkaline hydrolysed nitrogen increased in all variants with green manure: from 115 mg/kg (without green manure) to 129 mg/kg in the variant with winter rape and 128 mg/kg in the variant with peas. This indicates the effectiveness of these green manures in improving the nitrogen balance of the soil. Mobile phosphorus in the variant without green manure reached 610 mg/kg, which was significantly higher than in the variants with green manure (509-517 mg/kg). This indicates an active use of phosphorus by plants and a possible need for additional phosphorus

fertilisers after growing green manure. Exchangeable potassium also increased significantly after the application of green manure. In the variant without green manure, its content was 148 mg/kg, while in the variants with green manure crops it was 214-220 mg/kg. The maximum level of potassium was observed in the variant with winter rape (220 mg/kg), which confirms its effectiveness in enriching the soil with this macroelement. The reaction of the soil solution (pH) in the variant without green manure was the highest (6.02), while after the application of green manure crops it decreased, especially in the variants with peas (5.49) and winter rape (5.60). This indicates soil acidification under the influence of green manure, which requires additional acidity control. The hydrolytic acidity in the variant without green manure was the lowest (1.55 mg-eq/100 g), while green manure contributed to its increase to 1.58-1.73 mg-eq/100 g, which may indicate an increase in the decomposition of organic matter. The amount of absorbed bases in the variant without green manure was maximum (17.2 mg-eq/100 g), and in soils with green manure it varied within 15.9-17.2 mg-eq/100 g. The smallest decrease of this indicator was noted in the variant with winter rape, which indicates its ability to maintain soil fertility.

**Conclusions.** The use of green manure crops helps to improve the main agrochemical parameters of the soil, especially the level of humus, exchangeable potassium and nitrogen. The most effective in this study were winter rape and peas, which provided the maximum improvement in soil fertility.

## INTEGRATED APPROACH TO SOIL MANAGEMENT

**Usata L., Usatyi S.***Institute of Water Problems and Land Reclamation of NAAS of Ukraine*

The integrated application of irrigation and no-till technology represents an innovative approach to soil management aimed at halting degradation, fostering green growth and low-carbon development, and aligning with Ukraine's climate policy amidst European integration and global challenges. The combination of various irrigation methods and soil conservation technologies, developed by the Institute of Water Problems and Land Reclamation of NAAS under the leadership of academician Romashchenko M.I., demonstrated a protective effect on low-fertility soils in southern Ukraine [1].

Compaction, structural degradation, poor supply of macro- and micronutrients, a negative humus balance, and a reduced capacity to perform ecological and productive functions - such were the characteristics of sodic degraded sandy loam soil due to intensive agricultural use and a deficit of natural soil moisture caused by climate change. Irrigation played a crucial role in creating conditions for the coexistence of microorganisms and cultivated plants, positively affecting the availability of macro- and micronutrients, their spatial distribution within the root zone, and increased crop yields. From the early stages of implementing different irrigation methods (sprinkler irrigation, drip irrigation, and subsurface drip irrigation), signs of improved water, nutrient, and biological regimes began to emerge, creating favorable conditions for soil biota and the root system of the cultivated crop-corn. Soil biological activity developed under the influence of soil microorganisms, which are key components of soil fertility and indicators of plant growth and development conditions.

Soil microorganisms functioned within microbial communities (microbioceneses) under the created conditions, where the main types of interactions were symbiosis, metabiosis, antagonism, and parasitism. Representatives of these microbioceneses included ammonifiers, bacteria utilizing mineral nitrogen, azotobacter, micromy-

cetes, streptomycetes, and oligotrophs. These microbial groups predominated in the total microbial biomass, most concentrated in the upper 0-20 cm soil layer.

The total microbial biomass represented the living mass of all microorganisms that began actively producing under the established conditions of irrigation and no-till. This further confirmed the significance of soil moisture and the quantity of organic residues in shaping the microbial environment, which serves as one of the key ecological factors in improving soil fertility under changing climatic conditions. The increase in microorganism populations contributed to higher corn yields, with each microbial group playing a specific role in the process.

The total number of microorganisms in the soil of the experimental plot was relatively low compared to typical chernozem soils. However, the trend toward enhanced soil microbiological activity due to irrigation and no-till technology was positive.

When considering the number of ammonifiers and bacteria assimilating mineral nitrogen, their population in irrigated variants was 1.2 to 3.8 times higher than in non-irrigated soil. For these types of microorganisms, the soil environment in the 0–20 cm layer was particularly favorable, as it maintained its water and nutrient regime through sprinkler irrigation, surface drip irrigation, and subsurface drip irrigation.

The presence of *Azotobacter* at 100% confirmed the absence of chemical contamination in all experimental variants and demonstrated the soil's high nitrogen fixation capacity. Sustainable soil development practices must utilize this feature under irrigation and no-till conditions.

The population of micromycetes in the variants with different irrigation methods was lower than in the non-irrigated variant. These species lacked sufficient moisture in the 0–10 cm layer and plant residues for decomposition, which serve as the primary nutrient source for fungi. In the 10–20 cm layer, micromycetes regained their activity, reaching the highest population under drip irrigation at 7.34 thousand CFU/g of soil, compared to 5.91 thousand CFU/g in the non-irrigated variant, 2.87 thousand CFU/g under sprinkler irrigation, and 2.59 thousand CFU/g under subsurface drip

irrigation. The low micromycete content indicated the absence of waterlogging and a favorable soil aeration regime in the irrigated variants. Even a few micromycetes confirmed the optimal conditions for this group of fungi to synthesize and release various hydrolytic enzymes into the external environment, breaking down organic substrates. This enables micromycetes to play the role of decomposers of organic residues in the untreated layer created by the no-till technology, transforming them into biologically active compounds and increasing soil humus content.

Oligotrophs, which utilize low-concentration energy sources, proliferated in the 0-20 cm layer. Their population was high in the irrigated variants - 42.5-61.2 million CFU/g of soil compared to 17.6 million CFU/g in control and recorded the highest number of oligotrophs under drip irrigation, where their population (61.2 million CFU/g of soil) was 3.5 times higher than in the non-irrigated soil. Irrigation conditions promoted active streptomycete production in the 0-10 cm layer, indicating enhanced mineralization processes. Under drip irrigation, the streptomycete population was 53.50 million CFU/g of soil; under sprinkler irrigation - 33.44 million CFU/g; under subsurface drip irrigation - 23.85 million CFU/g, and in non-irrigated soil - 25.25 million CFU/g. The role of oligotrophs and streptomycetes in intensifying organic matter mineralization in the 0-40 cm layer was most pronounced under drip and sprinkler irrigation.

If microorganisms are not supplied with fresh organic matter, they deplete soil reserves, reducing humus content and nutrient availability. Continuous input of plant residues into the soil is crucial, as they serve as a food source for microorganisms. The plant residues processed by microorganisms into biologically active compounds will contribute to the humus and nutrient balance of the soil and improve its physical properties. In combining no-till and irrigation, selecting crops in the crop rotation that leave sufficient plant residues on the soil surface is essential to support the development of beneficial soil microorganisms.

The set of physiological processes occurring within microbiocenoses was accompanied by CO<sub>2</sub> emissions. The symbiosis between plants and soil microorgan-

isms positively reduced CO<sub>2</sub> emissions by enhancing plant productivity. The stimulation of plant growth in the irrigated variants required increased CO<sub>2</sub> uptake, which reduced its release into the atmosphere. CO<sub>2</sub> sequestration by plants became the only means of reducing atmospheric CO<sub>2</sub> losses, as higher soil moisture and increased microbiological activity under irrigation conditions led to more significant CO<sub>2</sub> emissions.

Overall, all the studied irrigation methods contributed to reducing CO<sub>2</sub> emissions from the soil by promoting strong and productive crops capable of fully expressing their genetic potential and utilizing as much carbon as possible for their productive processes.

The research results showed that the integrated use of irrigation and no-till technology would be a driving force in restoring soil biota populations and enhancing biodiversity and soil fertility, including in areas disturbed and degraded by the aggression of the Russian Federation. At the same time, this will require fundamental research into the symbiotic relationships between plants and microorganisms under different irrigation methods to develop a strategy for managing CO<sub>2</sub> with soil conservation technologies.

### ***References***

1. Final report for the project "Development of Integrated Natural Resources Management Combined Approach for Lands in Arid Conditions: implementation of agroecological practices with underground drip irrigation and shelterbelt reconstruction". (2020). The Food and Agriculture Organization of the United Nations - the Institute of Water Problems and Land Reclamation of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv, 218 p.



## SOIL MOISTURE MANAGEMENT STRATEGIES IN IRRIGATION: IMPACT ON SOIL FERTILITY AND CLIMATE ADAPTATION

**Yarosh A.**

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

Soil moisture management is a cornerstone of sustainable agriculture, directly affecting soil fertility, crop productivity and climate resilience. Traditional irrigation methods often lead to inefficiencies: either excessive water use causes soil leaching and degradation, or insufficient irrigation reduces yields. To address these challenges, innovative technologies such as smart irrigation systems, the Internet of Things (IoT) and artificial intelligence (AI) are transforming water management in agriculture.

Smart irrigation systems use real-time soil moisture sensors, weather data, and predictive analytics to optimize water delivery. NetBeat™ from Netafim, for example, is an advanced irrigation platform that integrates AI-based recommendations with IoT sensors to deliver precise water and nutrient delivery, reducing water consumption by up to 30%.

The Internet of Things enables communication between sensors, irrigation controllers and farm management platforms to ensure accurate water distribution. Hortau, for example, uses IoT-based sensors to measure soil moisture in real time, helping operators make data-driven irrigation decisions and prevent over- or under-irrigation.

Decision-making artificial intelligence enhances these systems by analysing historical and real-time data to predict soil moisture dynamics and recommend optimal irrigation schedules. The Ceres Imaging platform applies artificial intelligence to satellite and drone imagery, identifying moisture deficits in crops before they become visible to the human eye, allowing agricultural producers to proactively adjust irrigation.

These technologies reduce water loss, prevent salinity, and improve soil structure - key factors for maintaining long-term soil fertility. Experience in Spain shows

that precision irrigation of olive orchards using AI-driven systems has led to a 25% reduction in water use while maintaining high productivity. Similarly, in the almond industry in California, USA, AI-powered variable rate irrigation (VRI) optimised water distribution based on soil variability, preventing waterlogging and improving root aeration.

Adapting to climate change, on the other hand, requires strategies that increase water efficiency while maintaining soil health. Drip irrigation using IoT sensors in Israeli desert agriculture has enabled precise water use, which has ensured sustainable crop production in arid conditions. AI-powered precision irrigation minimises water stress for crops and mitigates the impact of extreme weather, making agriculture more resilient to droughts and temperature fluctuations.

Effective soil moisture management through smart technologies has a significant impact on soil fertility, while increasing resilience to climate change. Using the Internet of Things and artificial intelligence, we can create more sustainable agricultural systems that will ensure food security for future generations.

## ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТИХ ГРУНТІВ ЗА ВИКОРИСТАННЯ СОЛОМИ І СИДЕРАТІВ

**Шеметун К.І., Балаєв А.Д.**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Інтенсивне використання ґрунтів у сівозмінах впродовж тривалого періоду призвело до поступового погіршення багатьох показників їх властивостей і, в цілому, до зменшення їх потенційної родючості. Вже багато років, особливо за останні десятиліття, врожаї сільськогосподарських культур одержують за рахунок інтенсивної мінералізації органічної речовини та використання потенційних запасів поживних речовин ґрунту. Цьому сприяє також внесення незбалансованих, переважно азотних добрив, які посилюють розклад органічної речовини, підкислюють ґрунтове середовище, що призводить до вимивання кальцію і збіднення ґрунтово-вбирного комплексу ґрунтів. Основною умовою стабільної і високої родючості дерново-підзолистих піщаних і супіщаних ґрунтів є збільшення в них вмісту органічної речовини, яка покращує і регулює їх властивості та режими. Внесення підстилкового гною залишається важливим чинником забезпечення ґрунтів органічною речовиною, проте в умовах різкого зменшення поголів'я тварин, а отже виробництва і використання традиційних органічних добрив, постає питання пошуку альтернативних шляхів і способів відтворення родючості ґрунтів.

Одним із напрямів вирішення цієї проблеми може бути використання соломи на добриво за місцем її вирощування. Недорогим прийомом забезпечення ґрунтів свіжою органічною речовиною є також сидерати, які акумулюють значну кількість азоту і поживних елементів, зберігаючи їх від вимивання та втрат від ерозії. Покращанню балансу поживних речовин та гумусового стану ґрунтів повинна слугувати також нетоварна продукція рослинництва: солома зернових, бадилля кукурудзи і соняшнику у поєднанні з сидерацією. Дослідження проводились на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті тривалий стаціонарний до-

слід Інституту сільськогосподарської мікробіології НААН у короткочасній сівозміні з таким чергуванням культур: жито озиме, картопля, пшениця яра, люпин. Вивчався вплив біології систем удобрення на властивості ґрунту і врожайність картоплі на таких варіантах досліду: 1. Без добрив (контроль); 2. Сидерат - люпин вузьколистий. 3.  $N_{120}P_{60}K_{120}$ ; 4. Побічна продукція (солома жита озимого). 5. Сидерат – редька олійна.

Отримані результати показують, що вміст гумусу в дерново-підзолистому ґрунті залежав від удобрення і був найвищим у варіантах, де використовували сидерати й залишали солому. За заробляння в ґрунт соломи гумусованість верхнього шару ґрунту (0–30 см) була найвищою і досягла 1,17%, а за використання сидерату люпину вона становила 1,12%. Використання варіанта без добрив, як і внесення лише мінеральних добрив, не сприяло гумусоутворенню, і вміст гумусу в цих варіантах був низьким — 0,95–0,96%.

Органічна речовина відіграє важливу роль у родючості дерново-підзолистих ґрунтів. Вона є основою їх вбирної здатності, а отже, показників ґрунтово-вбирного комплексу. Дерново-підзолисті ґрунти мають схильність до підкислення за внесення мінеральних добрив і навіть великої кількості свіжої органічної речовини, тому важливо, щоб ці ґрунти мали стабільний ґрунтово-вбирний комплекс. Показники суми ввібраних основ змінювались відповідно до вмісту гумусу і на варіантах із внесенням свіжої органічної речовини вони були високими і становили 6,06–6,35 мг-еквів/100 г ґрунту, а на варіантах без добрив та із внесенням мінеральних добрив — найнижчими (5,28–5,64 мекв/100 г ґрунту).

Реакція ґрунтового середовища була кислою, а на варіанті з внесенням мінеральних добрив дуже кислою. Впродовж вегетації картоплі відмічалась її динаміка. Значення рН сольового зростали від початку вегетації до її середини і не значно знижувались в кінці, у період збирання врожаю. Динаміка гідролітичної кислотності мала протилежну направленість, тобто її показники були високими на початку і в середині вегетації і знижувались в період збирання врожаю.

Гідролітична кислотність високі значення мала на варіантах за використання сидератів -3.03-3,18 мекв/100 г ґрунту, а самі низькі її показники були за внесення соломи.

Отже, відновлення родючості дерново-підзолистого ґрунту в короткочасній сівозміні Полісся відбувається за використання сидератів і залишення соломи жита озимого під картоплю. Удобрення картоплі лише мінеральними добривами призводить до мінералізації органічної речовини та підвищує кислотність ґрунту.

## РОЛЬ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР В ЗМЕНШЕННІ ПРОЦЕСІВ ДЕФЛЯЦІЇ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ

**Носенко В.Г.**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Дослідження щодо ерозійних процесів ґрунту, зокрема дефляції (здування ґрунтового покриву вітром), свідчать про те, що значна частина сільськогосподарських земель України зазнає впливу цих процесів. Хоча точні цифри можуть відрізнятися залежно від методик оцінки та регіональних особливостей, загальні висновки виглядають наступним чином:

Зазвичай дефляція ґрунту спостерігається в південних регіонах: *Одеська область*: Широко розповсюджені відкриті поля, де недостатній рослинний покрив і специфічні кліматичні умови сприяють активному здуванню ґрунту; *Миколаївська та Херсонська області*: Області із зменшеною вологістю ґрунтів і періодичними сильними вітрами, що підвищує ризик дефляції. Південно-східних регіонах: *Запорізька область*: Поєднання посушливих періодів і інтенсивного сільськогосподарського використання роблять ці території особливо вразливими до дефляції. Центральних та східних регіонах: *Харківська, Полтавська, Сумська області*: На окремих ділянках цих областей дефляційні процеси також мають місце, особливо там, де рослинний покрив недостатній або його сезонно немає.

За різними дослідженнями фахівців (зокрема, за даними інститутів ґрунтознавства та агрохімії, а також доповідей Міністерства аграрної політики) дефляційним процесам можуть піддаватися приблизно 15–20 мільйонів гектарів сільськогосподарських земель. Це становить орієнтовно 40–50 % від загальної площі оброблюваних земель в Україні.

Проте, в умовах глобальних змін клімату, коли пересушуються ґрунти українського Полісся процеси дефляції поширюються на нові регіони. Адже їй

сприяють недостатня вологість, часті посухи та сильні вітри що викликають здування ґрунтового покриву.

Монокультурне землеробство та недостатнє використання заходів захисту ґрунту (наприклад, мульчування, сівозміни, збереження рослинного покриву) посилюють ерозійні процеси. Адже без постійного захисного шару рослин ґрунт стає більш вразливим до дії вітру.

Серед усіх сільськогосподарських культур саме біоенергетичні мають низку властивостей, які сприяють захисту ґрунтів від дефляції: постійний рослинний покрив, який допомагає зменшити швидкість вітру біля поверхні ґрунту, що суттєво знижує ризик його здування. Навіть взимку або в умовах сезонної нестачі опадів, постійне коріння та залишки рослин забезпечують захисний шар.

Багато біоенергетичних культур, такі як міскантус чи інші багаторічні злаки, характеризуються розвиненою кореневою системою. Глибокі та густі корені допомагають укріпити ґрунт, збільшують його стійкість до ерозійних процесів і сприяють кращому утриманню вологи.

Вирощування цих культур сприяє накопиченню органічної речовини, що покращує агрегатну структуру ґрунту. Більш стабільна структура знижує сприйнятливність ґрунту до розвіювання вітром та водою, а також сприяє збільшенню родючості.

Поєднання біоенергетичних культур з традиційним сільським господарством дозволяє оптимізувати використання земельних ресурсів. Це сприяє як збереженню ґрунтів, так і підвищенню енергетичної незалежності, що є важливим фактором сталого розвитку. А завдяки створенню щільного покриву, біоенергетичні культури ефективно зменшують вплив сильних вітрів, які можуть призводити до дефляції ґрунту, особливо в регіонах із слабкою родючістю або на оброблюваних землях.

Таким чином, впровадження біоенергетичних культур у сільськогосподарські системи не лише сприяє виробництву відновлюваної

енергії, але й виступає важливим засобом охорони ґрунтових ресурсів, запобігаючи ерозії та сприяючи довгостроковій екологічній стабільності агроєкосистем.

Дані щодо площ вирощування біоенергетичних культур в Україні можуть значно відрізнитися залежно від того, які саме культури враховуються, а також від методології оцінки. За окремими дослідженнями площа їх наразі залишається досить невеликою – 10–50 тисяч гектарів. Проте слід зазначити, що вирощування таких культур у масштабі комерційного виробництва поки що знаходиться на стадії пілотних проектів або обмежених регіональних впроваджень.

- Дані можуть варіюватися залежно від джерела інформації (звітів Міністерства аграрної політики, Державної служби статистики, досліджень міжнародних організацій тощо) та періоду аналізу.

- Україна має значний потенціал для розширення вирощування спеціалізованих біоенергетичних культур завдяки великій площі родючих земель. Державні та приватні проекти з відновлюваної енергетики спрямовані на збільшення цієї площі в майбутньому.

- Для отримання найактуальніших даних рекомендується звернутися до останніх звітів Державної служби статистики України, Міністерства аграрної політики або аналітичних досліджень у сфері відновлюваної енергетики.

Таким чином, якщо розглядати виключно спеціалізовані біоенергетичні культури, то площа їх вирощування в Україні оцінюється орієнтовно в 200–500 тис. гектарів, а з урахуванням традиційних культур, що можуть використовуватися для виробництва біопалива, ця площа може сягати декількох мільйонів гектарів.



## ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ГРУНТОЗАХИСНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА ПРИ ВИРОЩУВАННІ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УКРАЇНІ

**Коваленко Н. П.**

*Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України*

Одним із шляхів вирішення проблеми охорони і відтворення родючості ґрунтів є впровадження ґрунтозахисного землеробства, яке базується на застосуванні безпліцевого обробітку ґрунту, що у порівнянні з оранкою прискорює процеси ґрунтоутворення та підвищує коефіцієнти гуміфікації органічної речовини [1, с. 341]. У ґрунтозахисному землеробстві ефективно поєднання безпліцевого обробітку ґрунту з оптимальним внесенням органічних і мінеральних добрив, застосуванням рослинних решток культур у науково обґрунтованих сівозмінах, забезпечує раціональне використання сільськогосподарських земель, зменшення ерозійних процесів, зростання нагромадження вологи і поживних речовин, що підвищує рівень родючості ґрунту та продуктивність сільськогосподарських культур [2, с. 344].

У другій половині 20 століття під керівництвом вченого-агронома, ґрунтознавця, доктора сільськогосподарських наук, професора Миколи Кіндратовича Шикучи (1925–2006) на кафедрі ґрунтознавства і охорони ґрунтів Національного аграрного університету (нині – кафедра ґрунтознавства і охорони ґрунтів імені професора М. К. Шикучи Національного університету біоресурсів і природокористування України) доведено ефективність впровадження ґрунтозахисного землеробства на основі комплексу заходів для відтворення родючості ґрунтів [3, с. 69]. Його підґрунтям стало застосування у сівозмінах безпліцевого плоскорізного обробітку ґрунту зі збереженням на поверхні ґрунту рослинних решток сільськогосподарських культур, які не тільки ефективно захищали від ерозійних процесів, а й створювали умови для нагромадження вологи і поживних речовин. Зокрема, упродовж 1971–1995 рр. при впровадженні ґрун-

тозахисного землеробства у господарствах Полтавської області на чорноземах типових урожайність зернових культур, у тому числі й пшениці озимої, у порівнянні з оранкою, зросла у понад 2 рази. Найвищу урожайність пшениці озимої, яка становила 6,68 т/га, отримали при застосуванні поверхневого безполицевого плоскорізного обробітку ґрунту на 10–12 см та найкращого попередника у сівозмінах –гороху [4, арк. 7]. Отже, впровадження ґрунтозахисного землеробства сприяло покращенню структурно-агрегатного складу ґрунту та збагаченню його верхнього біологічно активного шару органічною речовиною, що забезпечило зростання продуктивності всіх зернових культур у сівозміні, у тому числі й пшениці озимої.

Плідна співпраця організаторів відомого полтавського експерименту Ф. Т. Моргуна, М. К. Шикуди із засновником в Полтавській області ПП «Агроєкологія» С. С. Антонцем сприяла розвитку ґрунтозахисного землеробства для виробництва сертифікованої органічної продукції, де упродовж 1995–2020 рр. урожайність зернових культур, у тому числі й пшениці озимої, зросла майже у 2 рази[1, с. 342].

Впровадження комплексу ґрунтозахисних заходів у системі органічного землеробства ПП «Агроєкологія» базується на застосуванні науково обґрунтованої структури посівних площ і спеціалізованих сівозмін на основі чергування культур із різними біологічними властивостями; мілкою безполицевою обробітку ґрунту, що зберігає природну структуру орного шару, не руйнуючи вертикальну орієнтацію пор аерації; вирощуванні зернобобових культур і багаторічних бобових трав, сидератів(люпин, редька олійна, гірчиця), внесенні органічних добрив, біогумусу – продукту біологічної ферментації, а також мульчування поверхні ґрунту соломи зернових, подрібнених стебел соняшника та кукурудзи, гички коренеплодів, що забезпечує сільськогосподарські культури поживними речовинами і формує позитивний баланс гумусу[2, с. 350].

У зазначеній системі важливу роль відіграє цілеспрямоване створення та впровадження високопродуктивних сортів і гібридів сільськогосподарських ку-

льтур, стійких до шкідників та збудників хвороб, температурних і водних стресових факторів, які спроможні стабілізувати формування високої урожайності за умов посухи та підвищеного температурного режиму. Зокрема, сортів пшениці озимої селекції Інституту фізіології рослин і генетики Національної академії наук України: високоінтенсивного типу – Астарта, Городниця, Золотоколоса, Київська 19, Новосмуглянка, Софія Київська, Степова криниця, Фаворитка; інтенсивного типу універсального використання – Богдана, Борія, Даринка Київська, Джамала, Золото України, Київська 17, Подолянка, Щедрівка Київська; спеціалізованого сорту – Зимоярка, який є дворучкою і поєднує гени озимості та ярості [5, с. 14–15].

Отже, ефективне впровадження комплексу ґрунтозахисних заходів у системі органічного землеробства при вирощуванні високопродуктивних сортів пшениці озимої сприятиме збереженню та зростанню рівня родючості ґрунту, продуктивному використанню вологи, створенню умов для життєдіяльності ґрунтової біоти, попередженню ерозійних процесів і збільшенню продуктивності сільськогосподарських культур, що забезпечить підвищення отримання екологічно чистої продукції та сталий розвиток господарювання.

### **Список використаних джерел**

1. Юркевич Є. О., Бойко П. І., Коваленко Н. П., Валентюк Н. О. Науково-технологічні та агробіологічні основи високопродуктивних агроecosистем України: монографія. Одеса: Видавництво ТОВ «Іздательський центр», 2021. 654 с.
2. Коваленко Н. П. Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина ХІХ – початок ХХІ ст.): монографія. Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 490 с.
3. Шикуча М. К., Антоненко С. С., Андрієнко В. О. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві: наукова монографія. Київ: Оранта, 1998. 680 с.
4. ЦДАГО України. Ф. 1. Оп. 32. Спр. 2329. Арк. 7.

5. Моргун В. В., Швартау В. В., Коновалов Д. В., Михальська Л. М., Скрипльов В. О. Клуб 100 центнерів «Сучасні сорти та системи живлення і захисту пшениці озимої»: наукове видання. Київ: Вістка. 2022. Вид. XI. 106 с.

## ВПЛИВ НЕРІВНОМІРНОСТІ РОЗПОДІЛУ ДОБРИВ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

**Бикін А.В., Тонха О.Є.**

*НУБіП України*

Пшениця озима є головною зерною культурою у продовольчій безпеці України. Аграрна наука тривалий час веде наукові дослідження з удосконалення технологій її вирощування, в першу чергу через управління живленням рослин. Дослідженнями Jones et al. (2018) було встановлено, що рівномірний розподіл добрив забезпечує кращу доступність поживних речовин для рослин, що сприяє більш однорідному росту та розвитку культури. За результатами досліджень Smith et al. (2019), неоднорідний розподіл добрив призводить до значних варіацій у врожайності пшениці на різних ділянках поля. Технології точного землеробства допомагають знизити екологічне навантаження за рахунок оптимального використання добрив.

Метою дослідження було оцінити вплив нерівномірності внесення добрив на формування продуктивності пшениці озимої на темно-сірому опідзоленому ґрунті. Дослідження проводилися в польовому досліді кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О.І. Душечкіна НУБіП України на території землекористування ТОВ «Біотех ЛТД» (Бориспільський район, Київська область) впродовж 2023–2024 рр. згідно розробленої схеми досліду, яка включала дослідження нерівномірності  $\pm 10\text{-}25\%$  від норми контрольного варіанту із 100 % рівномірністю розподілу добрив ( $N_{30}P_{78}K_{78}$  –(ДАФК 10-26-26)). Площа посівної ділянки  $250\text{ м}^2$  ( $10\text{ м} \times 25,0\text{ м}$ ), облікової  $180\text{ м}^2$  ( $9\text{ м} \times 20\text{ м}$ ), повторність досліду чотириразова, розміщення ділянок – систематичне.

Встановлено позитивний вплив більшої норми фосфорних і калійних добрив на темно-сірому опідзоленому ґрунті на наростання надземної маси і кореневої системи пшениці озимої. Відбувалась динаміка наростання надземної маси рослин із найбільшими значеннями у фазу кушення. Нерівномірність вне-

сення добрив на 10-25% від норми з фази кушення призвела до різниці порівняно з контролем на 10-72%, у фазу виходу в трубку 6,4-25%, колосіння відповідно на 38-46%.

Таким чином, аналіз продуктивності показав, що тільки за 75 і 85% рівномірності добрив отримано достовірне зменшення урожайності пшениці озимої. Найбільшу урожайність отримано за використання  $N_{38}P_{98}K_{98}$  і становить 10,38 т/га, що 0,62 т/га більше за контрольний варіант. На темно-сірому опідзоленому ґрунті за високого рівня продуктивності треба звернути увагу на збільшення норми азотних добрив, тому що більший врожай призвів до зменшення вмісту білку. Найбільший вміст білку отримано за 110 -120% норми добрив і становили 13,63-13,96%, що на 0,3-0,52% більше порівняно з контролем.

## ФОРМУВАННЯ ТА ЗБЕРЕЖЕНІСТЬ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ НАСІННЯ РІПАКУ У ВИРОБНИЧИХ УМОВАХ

**Бобер А.В.<sup>1</sup>, Лисун Я.Ю.<sup>1</sup>, Бобер І.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Національний університет біоресурсів і природокористування України,*

<sup>2</sup>*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

У процесі вирощування ріпаку важливу роль відіграють численні фактори, які впливають як на врожайність, так і на якісні показники насіння. Ґрунт є одним із ключових факторів, що визначають врожайність та якість насіння ріпаку. Якісний ґрунт має важливе значення для вирощування ріпаку, адже культура потребує достатньої кількості вологи, попередження ерозії під час обробітку, мінімального застосування технологічних операцій. Від фізичних, хімічних і біологічних властивостей ґрунту залежить забезпечення рослин необхідними поживними речовинами, вологою та сприятливими умовами для росту й розвитку. Для оптимального росту ріпак потребує ґрунтів з високим рівнем родючості, багатих на поживні речовини, зокрема азот, калій, фосфор і сірку. Недостатня кількість цих елементів може призвести до уповільнення росту рослини, погіршення фотосинтетичної активності та зниження вмісту олії у насінні. Водночас, збалансоване живлення ріпаку є основою для підтримки високої продуктивності та якісних характеристик насіння. На озимих посівах ріпаку агроном стикається з низкою складних завдань. Деякі з них можна вирішити шляхом підживлення рослин гуматами.

У бакових сумішах з добривами гумат калію покращує мінеральне живлення і знижує витрати. Це досягається завдяки підвищенню засвоєння поживних речовин при додаванні гуматів у суміш. Гумати – це природні хелатори, і засвоєння макро- та мікроелементів в органічній формі значно вище і ефективніше, ніж у вигляді простих мінеральних солей. Завдяки високій буферній здатності гумати накопичують розчинені добрива на своїй поверхні, знижуючи випаровування та непродуктивні втрати. Гумати також покращують проникність

клітинних мембран у місці контакту з клітиною, багаторазово прискорюючи засвоєння поживних речовин (наприклад, засвоєння калію збільшується у 100 разів). Оброблене листя показує збільшення синтезу активних речовин, особливо ауксинів, які по флоємі транспортуються до коренів і активують їх всмоктувальну функцію. У результаті рослина засвоює більше поживних речовин з ґрунту, підвищуючи ефективність.

Мета роботи полягала у дослідженні впливу різних агротехнічних умов та методів підживлення на якісні показники насіння ріпаку під час вирощування і зберігання в умовах ТОВ «СП» «АгроДім».

Дослідження проводили впродовж 2023–2024 рр. в умовах ТОВ «СП» «АгроДім», Ніжинського району, Чернігівської області та у ННВЛ «Переробки продукції рослинництва» кафедри технології зберігання, переробки та стандартизації продукції рослинництва ім. проф. Б.В. Лесика НУБіП України із насінням ріпаку гібридів LG Architect (контроль), LG Antigua, LG Aviator. Насіння ріпаку було вирощене в однакових умовах за використання різних препаратів підживлення, а саме: контроль (без застосування препаратів); Гуміфренд 120 г/л в нормі 0,5 л/га; Авангард Стимул в нормі 1,5 л/га. Підживлення проводили згідно з рекомендованими нормами для кожного препарату. Першу обробку здійснювали у фазі 2–4 справжніх листків, що дозволяло активізувати ріст рослин. Наступні внесення проводили через 10–14 днів залежно від погодних умов і стадій розвитку рослин, було заплановано три внесення протягом вегетаційного періоду. Позакореневе підживлення виконували за допомогою обприскувача, щоб рівномірно покрити рослини дрібнодисперсним розчином. Оптимальний час для внесення – рано вранці або ввечері, щоб зменшити випаровування і підвищити ефективність. Дослідження проводили у польових умовах із дотриманням усіх агротехнічних заходів, таких як внесення основних добрив, контроль вологості ґрунту та захист рослин від шкідників і хвороб. Основні показники, такі як висота рослин, кількість листків і фітосанітарний стан, фіксували протягом вегетаційного періоду, а наприкінці оцінювали врожайність і якість проду-



кції. Також було досліджено як змінювались якісні показники насіння протягом 1, 3, 6, 9 та 12 місяців. Насіння зберігали у звичайному типовому зерносховищі.

У результаті проведених досліджень встановлено, що за комплексом господарсько-технологічних показників якості в умовах ТОВ «СП» «АгроДім» найбільш конкурентоспроможними виявилися гібриди ріпаку, де застосовували препарат Гуміфренд. Фактична урожайність у досліджуваних гібридів за обробки цим препаратом досягала 1,58–2,03 т/га. Умовний вихід олії з 1 га посіву ріпаку за ідентичних умов вирощування у повній мірі залежав від особливостей гібриду, показника урожайності та вмісту олії у насінні досліджуваних гібридів. Найвищий умовний вихід олії з 1 га посіву забезпечив варіант, де застосовувався Гуміфренд, із показником 774–994,7 кг/га. Серед досліджуваних гібридів ріпаку найвищими показниками врожайності та умовним виходом олії з 1 га посіву характеризувався гібрид LG Antigua.

Суттєвих відмінностей щодо зміни якісних показників насіння ріпаку серед досліджуваних гібридів під час зберігання не виявлено. Однак вищими якісними показниками для виробництва олії під час зберігання характеризувалися гібриди, де застосовувався Гуміфренд. Показник збереженості олії залишався стабільним у межах 90,7–97,3 %. Перед закладанням на зберігання показники кислотного числа ріпакової олії у розрізі досліджуваних гібридів не перевищували 2,0 мг КОН/г. Найменші показники кислотного числа олії мали гібриди, де застосовували Гуміфренд: 1,1–1,2 мг КОН/г. За зберігання насіння ріпаку у зерносховищі кислотне число олії насіння ріпаку зросло на 0,8–1,2 мг КОН/г протягом 12 місяців.

## РЕГЛАМЕНТАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ҐРУНТИ

**Булігін С.Ю.***Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Технологічне навантаження на ґрунти оцінюється в показниках роботи чи/або енергії СІ в джоулях чи калоріях а потужності впливу у ватах. До уваги беруться лише ті технологічні заходи, які безпосередньо енергетично впливають на ґрунти: обробіток, вплив ходових систем машин, мінеральні добрива, зрошення. Ці заходи є, як правило, невід’ємною частиною чи наслідком рослинницьких технологій, метою яких є отримання економічно доцільного врожаю сільськогосподарських культур. Енергія, яка необхідна для проведення цих заходів, руйнівна для ґрунтової системи. При перевищенні рівня стійкості ґрунту до загальної кількості цієї енергії (або роботи) чи потужності технологічного впливу ґрунт деградує, що зменшує його якість і цінність як основного засобу сільськогосподарського виробництва. Крім того, спрощення ґрунтового покриву як відкритої термодинамічної системи обумовлює наростання процесів опустелювання ландшафтів – базису життєдіяльності на-ції. Процес фотосинтезу – базовий рівень життя на Землі. Урожай сільськогосподарської культури складається з двох частин: товарної і побічної. Органічна речовина, що залишається на ґрунті та в ґрунті вміщує певну енергію, яка легко визначається. Ця енергія йде на ґрунтоутворення. Від співвідношення ( $H_T$  – норматив технологічний) енергії, що створена процесом фотосинтезу і має ознаки фактору ґрунтоутворення, до антропогенної енергії, яка потрапляє до ґрунту при технологічному його використанні і має для ґрунту руйнівний характер, залежить вектор тренду ґрунтоутворних процесів. Показник  $H_T$  є основним нормативом технологічного навантаження на ґрунт, потужність цього впливу і його загальна енергія – додаткові необхідні нормативні показники. Має, як це вимагається чинним законодавством України щодо охорони і відновлення ґрунтів, бути налагоджена чітка й ефективна система еколого-ґрунтової оцінки й контролю надходження машин

в агрокомплекс країни як із закордону, так й вітчизняного виробництва. При надходженні машини (мається на увазі як машина в цілому так й її окремі робочі органи та прилади) до державного пункту еколого-грунтової експертизи проводиться її польове випробовування на всіх режимах, які передбачені технічним паспортом машини. Рішення щодо доцільності використання машини для обробітку конкретного ґрунту приймається за устояними показниками. А саме: водостійкість макроагрегатів за середньо зваженими діаметром ( $d$ ) і сумою водостійких агрегатів більше 0,25 мм; сума ЕГЧ і коефіцієнт за Бейвером і Роадесем  $K_a$ ; кількість не агрегованого і загального мулу; новостворені «молоді» фракції (перш за все лабільний гумус) і загальний вміст гумусу. Необхідно ураховувати, перший показник в означених групах достатньо сенсорний, який легко змінюється. Напроти, другий показник є слабо «чутливим» консервативним. Тому, якщо після дії машини на ґрунт змінився/(змінилися) другий показник (будь який), машина не допускається до роботи на цьому ґрунті безумовно. При погіршенні перших показників імовірна процедура технологічних обмежень машини для конкретного ґрунту. Проводиться ретельний аналіз зміни щільності складення і твердості ґрунту. При виявленні істотного погіршення цих показників з'ясовується вплив на це безпосередньо машини з відповідними висновками. При проходженні первинної експертизи машина передається на етап ґрунтово-енергетичної експертизи і формування системи машин для певного рівня «екологічності» системи землеробства. Процедура оцінки екологічності передбачає наявність бази даних еталонів використання ґрунтів чи на першому етапі хоча б агровиробничих груп ґрунтів. Для отримання еталонів  $N_T$ , допустимих значень потужності впливу загальної енергії технологій і їх окремих операцій у розрізі окремих ґрунтів накопичена силами українських науковців «гора» інформації (стаціонари, полігони, монографії, бази даних тощо).

## УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ҐРУНТІВ У КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

**Бикова О.Є.***ТОВ «Ай.Пі.Серт»*

Концепція сталого розвитку в сільському господарстві полягає у забезпеченні механізмів і можливостей для ведення бізнесу, задоволення потреб сучасного покоління, використання природних ресурсів без шкоди для майбутніх поколінь.

Принципи екологічно відповідального виробництва включають управління родючістю ґрунтів, якістю поверхневих і підземних вод, розвиток біорізноманіття в агроценозах, заходи з охорони повітря від забруднення та зменшення викидів парникових газів.

Якість ґрунтів є ключовим фактором сталого розвитку сільського господарства, оскільки вона безпосередньо впливає на продуктивність агроєкосистем, продовольчу безпеку та екологічну стійкість. В умовах змін клімату необхідно розробляти ефективні стратегії управління якістю ґрунтів, які відповідають принципам сталого розвитку.

Основними викликами, що призводять до виснаження і деградації ґрунтової родючості є: інтенсивний тиск механічного обробітку; зниження вмісту органічної речовини та гумусу; деградація структури ґрунту, водна і вітрова ерозія; зростання антропогенного навантаження, зокрема від використання добрив і засобів захисту рослин.

Для досягнення балансу між продуктивністю сільськогосподарських угідь та екологічною стійкістю необхідно впроваджувати системний підхід до управління якістю ґрунтів, який базується на наступних принципах:

- ґрунтозберігаюче землеробство, яке передбачає мінімальний механічний вплив на ґрунт для збереження його структури, запобігання деградації захисту від водної і вітрової ерозії;

- раціональне внесення органічних та мінеральних добрив шляхом збалансованого живлення рослин із мінімізацією негативного впливу на ґрунт;
- оптимізація сівозміни: збільшення частки бобових та багаторічних культур, вирощування покривних культур і сидератів для покращення азотного балансу та біорізноманіття;
- управління водним балансом ґрунтів, що включає заходи по збереженню вологи, оптимізацію зрошення, встановлення захисних лісосмуг та створення буферних зон у вразливих з екологічної точки зору ділянках;

Усі ці принципи повинні бути також спрямовані на відновлення органічної речовини ґрунту, що є ключовим чинником збереження родючості, а також можливістю закріпити вуглекислий газ з атмосфери через фотозинтез вищих рослин у харчовий ланцюг ґрунтових мікроорганізмів у гумусі ґрунту.

Розвиток екологічно відповідального підходу до управління якістю ґрунтів допоможе зменшити негативний вплив аграрного виробництва на довкілля.

## СТРУКТУРНО-АГРЕГАТНИЙ СКЛАД ЧОРНОЗЕМІВ ТИПОВИХ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ В УМОВАХ БЕЗПОЛИЦЕВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

**Дегтярьов В.В.<sup>1</sup>, Чередніченко І.В.<sup>2</sup>, Коньшин Р.В.<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Державний біотехнологічний університет*

*<sup>2</sup>Луганський національний університет  
імені Тараса Григоровича Шевченка*

Прогресуюче погіршення якісного стану агроландшафтів в Україні, зниження родючості ґрунтів створюють реальну загрозу подальшого загострення кризи виробництва сільськогосподарської продукції (Тарасенко, 2001; Кисіль, 2001; Надточій, 2010; Шикула, 1998; Медведєв, 2002, 2013; Балаєв, 2011; Гринченко, 2007). Суспільство починає усвідомлювати, що традиційне сільське господарство та існуючі способи переробки продукції не гарантують достатньої безпеки та корисності продуктів харчування. Окрім того інтенсивні системи землеробства на базі хімізації порушують екологічну рівновагу агроєкосистем, забруднення їх важкими металами-канцерогенами, пестицидами, різними хімічними речовинами. Тому, заслуговує на розгляд такий напрям у розвитку світового сільського господарства, як органічне землеробство. У розвитку органічного землеробства основні дослідження у світі і в Україні були спрямовані на формування врожаїв та на показники якості продукції. Майже відсутні публікації з вивчення ґрунтових процесів в органічному землеробстві. Водночас з цим, визначення оптимальних параметрів агрофізичних показників чорнозему типового за різних систем удобрення в умовах органічного землеробства є актуальним, як для ґрунтознавства, так і для землеробства загалом.

Дослідження проводили у виробничих умовах на чорноземі типовому середньосуглинковому ПП «Агроєкологія» Шишацького району Полтавської області та розташованого поряд агрохолдингу «Астарта-Київ», де ведеться інтен-

сивне використання земельних ресурсів, застосовуються високі дози мінеральних добрив.

Ґрунтовий покрив ділянок однорідний. Ґрунт – чорнозем типовий середньосуглинковий на лесовидному суглинку.

Зразки ґрунтів відбирали по варіантах: переліг віком більше 30 років; контроль (овес, без добрив); органічна система добрив (кукурудза, гній 20 т/га сівозмінної площі); сидеральна система добрив (вико-овес); мінеральна система добрив (озима пшениця  $N_{120} P_{100} K_{100}$  кг сівозмінної площі).

Фізичні властивості та структурний стан – одні з найважливіших факторів, що визначають умови росту й розвитку рослин та величину їхньої продуктивності, оскільки вони обумовлюють формування водно-повітряного і теплового режиму. Чим більше агрономічно цінних агрегатів містить ґрунт, тим вищим є показник прояву фізичних факторів ґрунтової родючості.

Для чорноземів типових, що сформувалися під природною рослинністю і не зазнають впливу людини (переліг), характерним є досить високий уміст структурних агрегатів розміром 10-0,25 мм (91-93,9%) і не значний уміст брилуватої фракції та мілкозему.

У результаті сільськогосподарського використання чорнозему типового без застосування добрив (контроль) у 0-10-см шарі ґрунту кількість агрономічно цінних агрегатів (10-0,25 мм) на 11% нижче, ніж в аналогічному шарі чорнозему перелогу. Застосування органічної системи добрив сприяє збільшенню вмісту агрономічно цінних агрегатів (10-0,25 мм) порівняно з чорноземом контролю, тобто використання органічних добрив, зменшує негативний вплив зовнішніх факторів і тим самим поліпшує структурний стан ґрунту.

У верхньому шарі чорнозему за мінеральної системи удобрення відзначається збільшення кількості агрономічно цінних агрегатів (10-0,25 мм) на 2,3% порівняно з ґрунтом контролю. При цьому кількість структурних агрегатів розміром 10-0,25 мм з глибиною зменшується та збільшується уміст брилуватої фракції. За умов застосування сидеральної системи удобрення спостерігається

збільшення вмісту агрономічно цінних агрегатів (10-0,25 мм) по всіх досліджуваних шарах ґрунту порівняно з ґрунтом контролю.

Вплив систем удобрення на структурний стан ґрунту чіткіше прослідковується за значеннями коефіцієнта структурності. Для ґрунту контролю цей показник становить 4,62. Уведення перелогового режиму на чорноземах типових сприяє зростанню коефіцієнта структурності у верхній 0-10 см частині профілю ґрунту, практично в три рази порівняно з ґрунтом контролю.

Застосування органічної та сидеральної системи удобрення позитивно відбивається на коефіцієнті структурності у зіставленні з ґрунтом контролю, тоді як, коефіцієнт структурності для ґрунту за мінеральної системи удобрення за своїми значеннями наближається до чорнозему контролю.

Позитивний вплив структури на рівень родючості ґрунту найкраще проявляється тоді, коли структурні агрегати міцні, протидіють механічному руйнуванню, водостійкі. Визначення кількості водостійких агрегатів показали максимальні значення для чорнозему ділянки перелогу. За сільськогосподарського використання ґрунту без застосування добрив (контроль) відмічається зниження водостійкості по всіх шарах ґрунту порівняно з чорноземом перелогу. У результаті застосування органічної та сидеральної систем удобрення кількість водостійких агрегатів порівняно з ґрунтом контролю підвищується, що неможливо сказати про мінеральну систему удобрення, де водостійкість структурних агрегатів знижується.

Розрахунок коефіцієнта водостійкості чорноземів типових за різних систем удобрення свідчить, що найвищі його значення характерні для ґрунту перелогу (0,9). Для чорнозему варіанту контролю, характерним є зниження коефіцієнта водостійкості, який з глибиною варіює в межах 0,5-0,6, і лише на глибині 40-50 см становить 0,7.

Отже, застосування органічної та сидеральної систем удобрення викликає підвищення коефіцієнта водостійкості відносно контролю. Одночасно за засто-



сування мінеральної системи удобрення він за абсолютними значеннями наближується до варіанта контролю.

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ДЗЗ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ МЕЖ ПОРУШЕНИХ ҐРУНТІВ ВНАСЛІДОК БОЙОВИХ ДІЙ

**Горошко О.В., Нікорич В.А.**

*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Україна*

У сучасних умовах проведення інвентаризації та моніторингу порушених територій традиційними польовими методами є складним завданням, а в окремих регіонах – зовсім неможливим. Проте значну частину цієї роботи можна виконати завдяки використанню супутникових знімків і геоінформаційних технологій у віддаленому режимі.

Дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) дозволяє швидко визначати межі порушених територій, оцінювати масштаби деградації та планувати заходи з відновлення. Аналіз супутникових та аерофотознімків допомагає реконструювати хід подій, ідентифікувати забруднені ділянки, окопи, кратери від вибухів тощо. Дослідження архівних карт у поєднанні із сучасними технологіями, такими як Google Earth, дозволяє виявляти зміни рельєфу, які важко помітити з рівня землі.

Основні методи ДЗЗ включають:

- Оптичне та мультиспектральне зондування (Sentinel-2, Landsat) для аналізу змін ґрунтів і рослинності.
- Гіперспектральне зондування для виявлення забруднення та ідентифікації типів ґрунтів.
- Радарне (SAR) зондування (Sentinel-1, TerraSAR-X) для фіксації змін мікрорельєфу незалежно від погоди та часу доби.
- Лазерне сканування (LiDAR) для створення 3D-моделей ландшафту й виявлення слідів бойових дій.
- Теплове інфрачервоне зондування (TIR) для визначення теплових аномалій, пов'язаних із військовими діями або забрудненням.

Переваги ДЗЗ включають оперативність, широку територіальну охопленість, високу деталізацію та можливість аналізу змін у часі. Воно є економічно ефективним способом моніторингу стану ґрунтів без необхідності довготривалих польових досліджень.

Методи дистанційного зондування є незамінним інструментом для екологів, геологів, істориків і землевпорядників, допомагаючи не лише досліджувати наслідки військових конфліктів, а й планувати заходи з відновлення та рекультивації постраждалих територій. Бойові дії спричиняють деградацію ґрунтів, їх забруднення та руйнування структури. Наслідки військових конфліктів помітні в ландшафтах навіть через десятиліття, що робить актуальним їхнє дослідження не лише у зв'язку із сучасними війнами, а й для аналізу історичних бойових зон.

Аналізуючи супутникові знімки території Прут-Дністровського межиріччя в межах Чернівецької області, нами було виявлено низку об'єктів із неприродними абрисами, що різко контрастували з навколишнім ландшафтом. Вони мали чіткі геометричні контури, які не характерні для природних утворень. Особливо виразними були кільцеподібні й лінійні структури, приховані під шаром рослинності або ерозійних нашарувань. Це дало підстави припустити, що ці аномалії можуть бути залишками фортифікаційних споруд, окопів чи позицій артилерії.

Для перевірки припущення ми співставили виявлені об'єкти з архівними картами бойових дій часів Першої світової війни. Результати порівняння підтвердили здогадку: більшість цих структур точно збігалися з позиціями, позначеними на історичних схемах, що датуються періодом активних бойових. Додатковий аналіз дозволив оцінити рівень ерозії та заростання цих об'єктів, а також встановити ступінь змін ландшафту порівняно з картографічними даними сторічної давності.

На даний момент за допомогою Google Earth Pro, яка використовує супутники WorldView – 3, з розподільчою здатністю 1,24 м на піксель було прове-

дене повне вивчення аерофотознімків досліджуваної території та їх співставлення з військовими картами. У результаті створений детальний каталог відповідних об'єктів, який включає ідентифіковані фортифікаційні споруди, сліди окопів, артилерійські позиції та ділянки з потенційними екологічними ризиками. Також підготовлений план польового обстеження цих об'єктів, яке буде розпочате, щойно дозволять погодні умови. Це дозволить провести додаткову верифікацію отриманих даних, уточнити їхній сучасний стан та оцінити ступінь деградації ґрунтового покриву. А порівняльний аналіз властивостей та стану межевих порушених й природних ґрунтів дозволить оцінити їх понад сторічну еволюцію.

Подібні методи можна застосовувати не лише для аналізу історичних бойових зон, а й для оперативного виявлення сучасних порушень ґрунтів, спричинених військовими конфліктами. Співставлення супутникових даних з військовими картами дозволяє:

- Визначати точне розташування фортифікацій та зон активних бойових дій;
- Оцінювати ступінь впливу військової діяльності на екосистеми;
- Прогнозувати потенційні зони екологічного ризику;
- Планувати заходи з рекультивації територій, що зазнали значних змін.

Перспективи нашого дослідження включають розширення географії аналізованих територій, вдосконалення методів обробки супутникових знімків і використання штучного інтелекту для автоматизованого виявлення військових об'єктів та їхнього впливу на довкілля.

## ОЦІНКА ШКОДИ ДОВКІЛЛЮ ВНАСЛІДОК ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ

**Хоруженко А.Г., Кротенко В.В.**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

З метою визначення шкоди та збитків, які були завдані довкіллю України внаслідок російської збройної агресії, було прийнято нормативно-правові документи методичного характеру – методики визначення шкоди та збитків для 7 компонентів довкілля: атмосферного повітря, землі та ґрунту, водних об'єктів, морського середовища, лісів, природно-заповідного фонду, надр [1-5].

Фіксацію завданої екологічної шкоди, розрахунок шкоди та збитків за цими методиками проводить Державна екологічна інспекція України як уповноважений орган державного екологічного нагляду і контролю. Результати розрахунку шкоди та збитків, отримані Держінспекцією, оприлюднюються на офіційному веб-ресурсі «ЕкоЗагроза», <https://ecozagroza.gov.ua>. Загальна сума нарахованих збитків склала на даний час 2,2 трильйона гривень і продовжує зростати[6].

Найбільша сума збитків нарахована за забруднення повітря, майже половина від загальних – 1075 млрд. грн, в основному внаслідок горіння нафтопродуктів та лісових пожеж, а також горіння інших небезпечних об'єктів. Збитки нараховуються за викиди у атмосферне повітря забруднюючих речовин, зокрема твердих часточок (пилу), оксидів азоту, сірки, частинок важких металів. У розрахунку враховуються такі параметри, як кількість речовини яка згоріла (наприклад, дизельного пального або деревини), або площа пожежі. Перерахунок шкоди з фізичних величин у грошовий еквівалент проводиться за допомогою екологічного податку на викиди, прийнятого відповідно до Податкового кодексу України.

Далі по величині завданих збитків іде забруднення ґрунтів і водних біоресурсів. 947 млрд. грн збитків нараховано за засмічення близько 1,7 млн. га

земель відходами внаслідок бойових дій, руйнування будівель та замінування. 13 млрд. грн шкоди нараховано за забруднення ґрунтів небезпечними речовинами. З агроекологічної точки зору шкода землям полягає у: їх токсичному забрудненні; втраті ґрунтами своїх корисних властивостей та функцій; втраті доступу до використання земель за цільовим призначенням внаслідок засмічення або забруднення; поширенні забруднення на інші середовища або ділянки (ґрунтові води, повітря, сусідні земельні ділянки).

Забруднення (і засмічення як різновид забруднення) земель та ґрунтів розглядається саме як шкода довкіллю, що відповідає міжнародним підходам до розуміння поняття «екологічної шкоди», наприклад, викладеним у Директиві 2004/35/ЄС Європейського парламенту та Ради від 21 квітня 2004 року про екологічну відповідальність щодо запобігання та усунення екологічної шкоди. Збитки, завдані власникам та користувачам сільськогосподарських земель, втрати, спричинені тимчасовим зайняттям земельних ділянок чи іншим обмеженням доступу до земель, відносяться до економічних збитків і втрат і розраховуються за іншими методиками, які не стосуються екологічної шкоди. За прийнятою методикою [2], розмір нарахованих збитків, а, відповідно і компенсації за шкоду землям та ґрунтам, буде залежати від еколого-економічних параметрів земельної ділянки, площі та інтенсивності забруднення, забруднюючих речовин, мас штабу необхідних робіт з рекультивації забруднених земель.

Екологічну шкоду водним об'єктам може бути заподіяно, за прийнятою методикою, шляхом скидання забруднюючих речовин, потрапляння забруднення у складі вантажу з суден чи портів (наглядний приклад - недавнє потрапляння у море мазуту із затонулих російських танкерів), засмічення твердими відходами чи іншими сторонніми предметами, забруднення підземних вод. Загалом за цими видами шкоди нараховано понад 60 млрд. грн збитків.

У порівнянні з попередніми сумами, значно менші суми збитків нараховано за шкоду природно-заповідному фонду та за вирубку і повалення лісів. Але відсутність доступу до лісів, природно-заповідного фонду та інших тери-

торій у природному стані у зоні бойових дій є значною перешкодою для фіксації заподіяної їм шкоди.

Отже, завданням Державного управління у галузі охорони довкілля є максимально наблизити оцінку шкоди довкіллю до фактичних екологічних витрат, витрат на відновлення безпечного стану довкілля та сум, що мають бути компенсовані державою-агресором за шкоду довкіллю. Інтеграція оцінки екосистемних послуг до методик визначення розміру шкоди, заподіяної довкіллю, дозволить збільшити суми нарахованих збитків і наблизити їх до суми фактичних витрат, які необхідні для відновлення довкілля.

### **Джерела інформації:**

1.Методика розрахунку неорганізованих викидів забруднюючих речовин або суміші таких речовин в атмосферне повітря внаслідок виникнення надзвичайних ситуацій та/або під час дії воєнного стану та визначення розмірів завданої шкоди. Затверджена наказом Міндовкілля №175 від 13.04.2022, зареєстрованим у міністерстві юстиції України 16.04.2022 за №433/37769.

2.Методика визначення розміру шкоди, завданої землі, ґрунтам внаслідок надзвичайних ситуацій та/або збройної агресії та бойових дій воєнного стану. Затверджена наказом Міндовкілля №167 від 04.04.2022, зареєстрованим у міністерстві юстиції України 11.04.2022 за №406/37742.

3. Методика визначення збитків, заподіяних внаслідок забруднення та/або засмічення вод, самовільного користування водними ресурсами. Затверджена наказом Міндовкілля №252 від 21.07.2022, зареєстрованим у міністерстві юстиції України 09.08.2022 за №900/38236.

4. Методика визначення шкоди та збитків, заподіяних лісовому фонду внаслідок збройної агресії російської федерації. Затверджена наказом Міндовкілля №414 від 05.10.2022, зареєстрованим у міністерстві юстиції України 24.10.2022 за №1308/38644.

5. Методика визначення шкоди та збитків, завданих територіям та об'єктам природно-заповідного фонду внаслідок збройної агресії російської

федерації. Затверджена наказом Міндовкілля №424 від 13.10.2022, зареєстрованим у міністерстві юстиції України 16.11.2022 за №1416/38752.

6.<https://eco.rayon.in.ua/news/671838-zbitki-dovkillyu-vnaslidok-viyni-syagnuli-22-trilyona-griven>.



## THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON SOIL CULTIVATION IN UKRAINE

**Karabach K.S., Karabach A.V.**

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

Climate change is one of the main global threats that directly affects agriculture in Ukraine. During the last years, there has been a significant increase in the average annual air temperature, changes in the precipitation regime, and an increase in the frequency of extreme weather events. All these factors create new challenges for farmers, affecting soil fertility and methods of their cultivation.

In recent years, a stable annual increase in temperature has been observed in Ukraine. For example, the average annual air temperature in Ukraine has increased by 1,5-2°C over the past 30 years. An increase in temperature leads to more intensive evaporation of moisture from the soil, which is especially reflected in regions that already suffer from droughts. As a result, farmers have higher costs for irrigation, which in turn increases production costs. The increase in temperature also affects the physico-chemical and biological processes in the soil. Changes in microbiological activity can lead to a decrease in fertility and a disturbance in the balance of soil flora and fauna.

Changes in growing seasons are reflected in warmer winters and earlier springs, which promote faster plant growth, but also increase the risk to agriculture due to erratic weather patterns.

In recent years, Ukraine has seen not only an increase in temperature, but also significant changes in the precipitation regime. In the southern and eastern regions of the country, droughts are becoming more frequent, which leads to a decrease in soil fertility and deterioration of their water-holding capacity. This greatly complicates the cultivation of moisture-dependent crops. In the western and central regions, there is an increase in the amount of intense precipitation, which leads to flooding, washing away the top layer of the soil and increasing the risk of erosion.

Climate changes contribute to the increase in the frequency and intensity of extreme weather events in Ukraine. Heavy rains, hurricanes, and hail are becoming more frequent. They lead to the washing away of the fertile soil layer and damage to agricultural land. Which is especially dangerous for agricultural lands located near rivers and in lowlands. Droughts and dust storms are becoming more common, particularly in the southern and central regions of the country, which negatively affects yields and increases risks for farmers.

Adaptation to new climatic conditions requires changes in soil cultivation methods and agricultural techniques. Minimum tillage is gaining popularity because this method allows to conserve soil moisture and reduce the risk of erosion. It also helps maintain soil structure in conditions of reduced rainfall. The use of organic fertilizers and mulching helps to retain moisture in the soil and improve its structure, which is especially important in drought conditions.

The introduction of more effective innovative irrigation systems to combat droughts, in particular, drip irrigation, allows to save moisture and store it in the soil. The use of soil-protecting crop rotations and crop rotation with a preference for perennial grasses allow maintaining soil fertility and reducing soil depletion.

Currently, agricultural science in Ukraine is aimed at solving problems caused by climate change. Scientists are working on creating new varieties of plants resistant to high temperatures and drought, as well as developing adapted farming systems for growing crops. Cooperation with international organizations gives Ukraine the opportunity to introduce new methods of farming, which allows for more efficient use of natural resources. The introduction of innovative technologies and scientifically based approaches will reduce the negative consequences of climate change for agricultural production, contributing to the preservation of soil fertility and the stable development of the agricultural sector in the future.

## ВІЙНА – НЕ ЗАВЖДИ ВИРОК ДЛЯ ЗЕМЛІ

**Карабач К.С.**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Війна завжди має численні наслідки не лише для людей, але й для навколишнього середовища. Україна, як велика аграрна країна, що має величезні запаси чорноземів, зараз переживає значні зміни в екологічному балансі через військовий конфлікт. Одним з основних негативних наслідків війни є вплив на родючість ґрунтів, що безпосередньо позначається на сільськогосподарському виробництві, яке є важливим сектором економіки країни.

Військові дії призводять до значних механічних пошкоджень ґрунтового покриву. Оскільки зараз в Україні активно використовуються важка техніка, артилерія та авіація, земля часто зазнає розривів, вибухів, вибухових хвиль та інших фізичних впливів. Внаслідок цього порушується структура ґрунтів, знижується їх здатність до аерації та водопроникності, що веде до погіршення умов для розвитку рослин. Вибухи можуть також призводити до пошкодження верхнього родючого шару ґрунту, що містить найбільшу кількість органічних речовин та поживних елементів. Військові операції супроводжується використанням великої кількості різноманітних хімічних речовин, таких як нафтопродукти, токсичні хімікати, боєприпаси, що містять важкі метали, вибухові речовини та інші токсини. Всі ці речовини можуть потрапляти в ґрунт під час бойових дій або через руйнування складів та технічних засобів. Їхнє проникнення в ґрунт призводить до забруднення водоносних шарів, зниження біологічної активності ґрунтів та негативно впливає на родючість ґрунтів.

Одним з наслідків війни є зміна екосистем на величезних територіях. Знищення лісів, екосистем водних ресурсів, а також зруйновані сільськогосподарські угіддя – все це призводить до зміни природних процесів. Наприклад, через знищення рослинного покриву або через зміщення ґрунту внаслідок ви-

бухів або руху техніки, посилюється ерозія. Це може призвести до втрати родючих ґрунтів та їхнього переходу в менш продуктивні землі.

Бойові дії серйозно вплинули на сільськогосподарське виробництво в Україні, що, в свою чергу, знизило родючість ґрунтів через скорочення ефективності сільськогосподарської діяльності. У багатьох регіонах через бої відбулось знищення інфраструктури та техніки, припинився обробіток ґрунту, що спричинило зниження рівня внесення добрив і в подальшому може призвести до їх деградації. Особливо страждають від цього окуповані території, що пережили збройні сутички.

Оскільки війна в Україні триває вже кілька років, питання погіршення властивостей ґрунтів стало об'єктом досліджень вчених із різних напрямків – від агрономії та екології до географії та екологічної безпеки. На сьогоднішній день, кілька українських та міжнародних дослідницьких груп активно займаються вивченням її негативного впливу на ґрунти в Україні, зокрема на їхні властивості та здатність до відновлення. Найбільш актуальні дослідження щодо такого впливу здійснюються українськими інститутами, такими як: Інститут агроекології та природокористування НААН, Інститут екології НАН України та Український гідрометеорологічний інститут, а також у рамках міжнародних ініціатив за підтримки організацій, таких як FAO та ЄС. Ці дослідження допомагають визначити рівень забруднення ґрунтів, вивчити наслідки для сільськогосподарства та розробити рекомендації для відновлення родючості ґрунтів на постраждалих територіях.

У 2023 році науковці з Національного університету біоресурсів і природокористування України та Київського національного університету імені Тараса Шевченка проводили дослідження щодо впливу вибухових речовин, токсичних хімікатів та важких металів на ґрунти в зонах бойових дій. Вони зібрали дані про зміни у складі ґрунту та визначили основні токсичні елементи, які можуть накопичуватися в ньому через використання боєприпасів. На основі доступних досліджень можна говорити про те, що захоплені російськими війсь-

ками території України зазнали значних змін у якості ґрунтів. Вчені фіксують погіршення їхніх властивостей через ряд факторів, зокрема забруднення від вибухових речовин, нафтопродуктів, боєприпасів, а також через порушення структури ґрунтів внаслідок інтенсивної дії техніки і механічних пошкоджень. Зокрема, на територіях, що стали ареною бойових дій, виявлено значні ушкодження верхнього родючого шару, що призводить до зменшення вмісту органічної речовини і поживних елементів. Вплив таких факторів як ерозія, зміщення ґрунтів, а також високий рівень хімічного забруднення серйозно впливають на здатність ґрунтів до відновлення. Деякі дослідження вказують на те, що певні території можуть залишатися непридатними для обробки на десятки років, якщо не будуть застосовані спеціальні методи очищення і відновлення. Попри серйозні негативні наслідки, війна не завжди є вироком для землі. Багато ґрунтів мають здатність до відновлення після припинення військових дій. Цей процес може бути прискорений за допомогою природних методів, таких як посів трав, посадка дерев, а також через використання спеціальних агротехнічних заходів. Однак для ефективного відновлення необхідно здійснювати комплексний підхід, що включає очищення ґрунтів від забруднюючих речовин, відновлення біорізноманіття та органічної речовини.

Важливо, також, використовувати сучасні технології моніторингу стану ґрунтів, щоб забезпечити ефективне відновлення аграрних земель після закінчення бойових дій. Сучасні технології ГІС з використанням дронів і супутникових знімків, дозволяють здійснювати детальний моніторинг стану ґрунтів, виявити забруднені території, оцінити рівень ерозії та втрати ґрунтами родючості на великих територіях. Це дозволить своєчасно виявляти проблеми, точно планувати заходи з їх вирішення та оцінювати їхню ефективність на різних етапах відновлення.

Так, одним із найбільш ефективних способів відновлення є застосування сучасних ґрунтозахисних технологій, таких як мінімальний обробіток ґрунтів, органічне землеробство, біоремедіація, контроль ерозії та використання інже-

нерних методів для відновлення водного балансу, які допоможуть відновити ґрунтову структуру, підвищити родючість ґрунту та сприяти його сталому використанню.

РОЛЬ ЛИСТОСТЕБЕЛЬНОЇ МАСИ КУКУРУДЗИ У КОЛООБІГУ ЕЛЕ-  
МЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ В СИСТЕМІ ҐРУНТ–ДОБРИВА–РОСЛИНА В УМО-  
ВАХ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ

**Колесник Т.М.<sup>1</sup>, Гук Б.В.<sup>2</sup>, Швець М.М.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Національний університет водного господарства та природокористу-  
вання*

<sup>2</sup>*Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН*

Упродовж останніх 10–15 років кукурудза на зерно займає одне з провідних місць у структурі посівних площ України та значно перевищує інші зернові культури за врожайністю, валовими зборами зерна та обсягами його експорту. Крім традиційних ґрунтово-кліматичних зон вирощування цієї культури, Степу і Лісостепу, на теперішній час вона є однією з основних культур в зоні Полісся. Проте для реалізації потужного генетичного потенціалу сучасних гібридів кукурудзи в цих умовах першочергове значення має оптимізація фізико-хімічних властивостей ґрунтів та системи удобрення. За результатами досліджень, проведених в Інституті сільського господарства Західного Полісся НААН на дерново-підзолистих зв'язно-піщаних ґрунтах встановлено, що кукурудза дуже добре реагує на вапнування і внесення добрив. На фоні однієї дози за гідролітичною кислотністю доломітового борошна врожайність зерна, порівняно з контролем, зросла на 37 відсотків, а за комплексного застосування хімічної меліорації і мінеральних добрив – на 171–229 відсотків (табл. 1). Крім зерна кукурудза формує потужну вегетативну масу, врожайність якої на удобрених варіантах становила 12,66–16,97 т/га, а на контролі і провапнованому фоні відповідно 7,40 і 10,15 т/га.

Дуже висока, як для зони Західного Полісся, врожайність зерна і листостебельної маси кукурудзи обумовили високі показники виносу з ґрунту елементів живлення, особливо азоту і калію. На варіантах з внесенням мінеральних добрив у поєднанні з хімічною меліорацією ґрунту відчуження азоту, фосфору і

калію з ґрунту із зерном і відповідною кількістю побічної продукції залежно від норм добрив і меліорантів варіювало відповідно в межах 239–321; 86–115; 189–253 кг/га. З огляду на такі великі показники виносу кукурудзою на зерно поживних елементів з ґрунту можна було б припустити, що вирощування цієї культури на низькородючих ґрунтах Полісся може призвести до подальшої їх агрохімічної деградації.

**Таблиця 1 – Повернення в ґрунт елементів живлення з листостебельною масою кукурудзи залежно від її удобрення, середнє за 2023–2024 рр.**

Варіант	Врожайність, т/га		Винос елементів живлення, кг/га			Повернуто із побічною продукцією, кг/га		
	зерна	побічної продукції	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Без добрив (контроль)	4,35	7,40	139	50	110	59	26	93
CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (1,0 Н <sub>Г</sub> ) – фон	5,97	10,15	191	69	151	81	36	128
Фон + N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> + мікродобриво	9,48	16,12	304	109	240	129	56	203
Фон + N <sub>165</sub> P <sub>30</sub> K <sub>50</sub> + мікродобриво	9,74	16,56	312	112	247	132	58	209
Фон + N <sub>200</sub> P <sub>70</sub> K <sub>150</sub> + мікродобриво	9,98	16,97	321	115	253	136	59	214
Фон + N <sub>165</sub> + мікродобриво	7,45	12,66	239	86	189	101	44	160
CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (1,5 Н <sub>Г</sub> ) + N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> + мікродобриво	9,64	16,39	309	111	244	131	57	206
CaCO <sub>3</sub> (1,0 Н <sub>Г</sub> ) + N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> + мікродобриво	8,90	15,13	286	103	226	121	53	191

Проте аналіз даних щодо кількості елементів живлення, які надходять в ґрунт з листостебельною масою кукурудзи за використання її на удобрення по-



казав, що завдяки цьому сумарно більше половини їх повертається в ґрунт. Зокрема, у варіанті із застосуванням на фоні вапнування  $N_{200}P_{70}K_{150}$  + мікродоброво, що забезпечило найвищу врожайність зерна і побічної продукції, відповідно 9,98 і 16,97 т/га, за сумарного виносу з ґрунту азоту фосфору і калію 689 кг/га з листостебельною масою в ґрунт було повернено 409 кг/га або 59 відсотків елементів живлення, в тому числі 42 відсотки азоту, 51 – фосфору і 85 – калію.

Отже, листостебельна маса кукурудзи за умови її використання на удобрення, є ваговою складовою колообігу елементів живлення у системі ґрунт–добриво–рослина і важливим цінником оцінки агроєкологічного впливу її вирощування на родючість ґрунтів. Завдяки застосуванню на фоні вапнування та мінеральних добрив листостебельної маси кукурудзи як джерела органічної речовини, значна частина поживних елементів повертається в ґрунт. Це дозволяє підтримувати баланс елементів живлення, а також зменшує ризик їх вичерпання.

Аналіз результатів показує, що при оптимізації системи удобрення та заорювання рослинних решток з урахуванням потреб ґрунту у хімічній меліорації, можливо досягти як високих врожаїв кукурудзи, так і оптимізувати агрохімічні параметри ґрунту. Це дозволяє знизити ризики деградації ґрунтів і зберегти їх родючість для тривалу перспективу.

ПОРІВНЯННЯ ТРИВАЛОГО ЗАСТОСУВАННЯ ОРАНКИ ТА  
NO-TILL ТЕХНОЛОГІЇ НА ПРОФІЛЬНИЙ РОЗПОДІЛ ВОДНО-  
ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТІВ

Коломієць<sup>1</sup> С.С., Ромащенко<sup>1</sup> М.І., Сардак<sup>1</sup> А.С., Віршовка<sup>2</sup> В.М.

<sup>1</sup>*Інститут водних проблем і меліорації НААН*

<sup>2</sup>*Панфільська дослідна станція ННЦ «Інститут землеробства НААН»*

В землеробських публікаціях жваво обговорюються переваги і недоліки тих чи інших агротехнологій, кількість яких постійно зростає. Однак об'єктивно оцінити їхню екологічну і економічну ефективність, розглядаючи лише продуктивну функцію ґрунтів, неможливо. Адже досі, вже у третьому тисячолітті, відсутня теорія агрогенної еволюції ґрунтів. На наше переконання вирішення проблеми еволюції ґрунтів можливе лише на основі розгляду всіх багатогранних функцій педосфери.

Однією з найважливіших таких функцій є геомембранна, що регулює обмін літосфери Землі з атмосферою і космосом речовиною, енергією та інформацією. І саме на такий обмін суттєво впливають агротехнології землеробства – на радіаційний баланс, газообмін ґрунту з атмосферою та гідрологічну функцію по розподілу опадів на евапотранспірацію, поверхневий стік та інфільтрацію до підземних вод. Усі ці процеси порушення геомембранної функції прямо пов'язані з глобальними кліматичними змінами, емісіями парникових газів та іншими сучасними негативними екологічними проблемами людства.

Сучасний тренд технологій мінімізації обробітків ґрунту, окрім енергозощадження, наближає режими ґрунтоутворення до природного стану. Однак еволюцію ґрунтових режимів за використання різних агротехнологій землеробства ще недостатньо вивчено за допомогою традиційних агрофізичних методів. Метою нашого дослідження є порівняння еволюційних змін властивостей ґрунтового профілю у моніторинговому режимі за допомогою новоствореної в ІВ-ПіМ системи комплексного лабораторного діагностування водно-фізичних властивостей на зразках (монолітах) ґрунтів непорушеної структури. Порівняння

двох технологій землекористування проводили на базі стаціонарного дослідження в короткоротаційних сівозмінах на Панфільській дослідній станції ННЦ «Інститут землеробства НААН».

Стаціонарний дослід закладено у 2009 році на чорноземах типових легкосуглинкових пілуватих. У досліді вивчали три системи обробітку ґрунту: no-till, мінімальний (дискування) і класичний полицевий (оранка) та чотири системи мінеральних добрив у двох зернопросапних сівозмінах. Для порівняльного діагностування вибрано дві технології: no-till та оранка.

В таблиці наведені значення основних водно-фізичних властивостей і традиційних констант, одержаних по шести монолітах з двох ґрунтових профілів. Ґрунтові опробування проведені: 24.10.2019 р. – через одинадцять років землекористування, та 23.10.2024 р. – через шістнадцять років землекористування. Однак випробування зразків останнього опробування ще тривають.

Окрім наведених в таблиці значень параметрів, що дозволяють оцінювати профільну їх мінливість та порівнювати обидві агротехнології, також отримано гідрофізичні функції водоутримувальної здатності = та вологопровідності  $kP=fP$ , а також нові характеристики ґрунтів – розподіл об'єму порового простору за розмірами  $V_{зп}=fP=fr$  та співвідношення характерних розмірів пористості = .

Наведемо найбільш принципові і найважливіші розбіжності профільної мінливості водно-фізичних властивостей через одинадцять років застосування оранки і no-till технологій обробітки ґрунту:

- відбулись досить наочні відмінності структури порового простору ґрунтів до глибини понад 1,0 м., зокрема на ділянці оранки зростає об'єм елементарної мезопористості розміром  $0,7-1,0 \times$  , у той час як на ділянці no-till більш розвинута макропористість радіусом понад  $\times$  , як процес прогресивного розвитку ґрунту;

**Таблиця. Результати визначення водно-фізичних властивостей ґрунту на ділянках no-till та оранки**

Номер зразка	Інтервал, м	Питома поверхня, м <sup>2</sup> /Г	МГ, %, за масою	ВВ, %, за масою	ПВ, % за об'ємом	НВ, % за об'ємом	НВ, % за масою	ДАВ=ПВ-ВВ%	Гранулометричний клас ґрунту за ВВ
<b>no-till</b>									
6	0,00-0,15	18,21	4,55	6,10	47,61	29,85	21,73	41,51	легкосуглинковий - середньосуглинковий
10	0,25-0,40	18,38	4,59	6,16	50,46	28,48	21,92	44,30	легкосуглинковий - середньосуглинковий
12	0,70-0,85	17,92	4,48	6,00	55,42	34,24	26,29	49,42	легкосуглинковий - середньосуглинковий
<b>оранка</b>									
48	0,00-0,15	16,54	4,14	5,54	51,58	26,44	20,10	46,04	легкосуглинковий - середньосуглинковий
53	0,25-0,40	17,84	4,46	5,98	50,96	29,22	20,87	44,98	легкосуглинковий - середньосуглинковий
80	0,70-0,85	17,13	4,28	5,74	52,49	33,84	25,26	46,75	легкосуглинковий - середньосуглинковий

- переформування структури порового простору ґрунтів на різних ділянках призводить до зміни їхньої вологопровідності, зокрема на ділянці no-till найнижчі значення вологопровідності спостерігаються в інтервалі 0,00-0,15 м, а з глибиною практично монотонно зростають, а на ділянці оранки орний шар має найвищу вологопровідність, яка знижується з глибиною. Причому абсолютні значення вологопровідності у найглибшому горизонті 0,70-0,85 м вищі на ділянці no-till, порівняно з оранкою.

Такий профільний розподіл вологопровідності є найсприятливішим для інфільтраційного живлення підземних вод і капілярного підживлення кореневого шару на ділянці no-till, тоді як на ділянці оранки інфільтрація опадів сприяє

перезволоженню ґрунтового профілю. Результати досліджень свідчать про достатньо високу швидкість адаптації ґрунтів до агротехнологій та про переваги no-till технології, порівняно з оранкою, щодо забезпечення збалансованої гідрологічної функції ґрунтового профілю.

## ІНФОРМАЦІЙНИЙ АСПЕКТ СТІЙКОСТІ ҐРУНТІВ

**Коломієць С.С., Ромашенко М.І., Сардак А.С.***Інститут водних проблем і меліорації НААН*

В контексті європейського зеленого курсу питання стійкості ґрунтів за використання різних агротехнологій землеробства виходить на перший план. На сучасному етапі розвитку агрофізики фактично відсутні параметричні моделі стійкості ґрунтів до природних і антропогенних навантажень через відсутність наукових засад системної взаємодії ґрунтів із довкіллям. Глобальні кліматичні зміни лише посилюють потребу у створенні моделей взаємодії ґрунту з довкіллям у реальному масштабі часу, що безпосередньо пов'язане із механізмом стійкості ґрунтів до нових кліматичних умов за їхнього землеробського використання. Проблему стійкості ґрунтів неможливо вирішити засобами генетичного ґрунтознавства.

В Інститут водних проблем і меліорації НААН розроблена динамічна модель функціонування і розвитку ґрунтового середовища у взаємодії з довкіллям, що базується на розгляді ґрунту як нерівноважної термодинамічної системи, для чого був застосований інструментарій синергетики – молодій науковій дисципліні, що опікується термодинамічно нерівноважними процесами і механізмами самоорганзації таких складних систем. З позиції синергетики ґрунт визначений як активне кінетичне середовище та дисипативна система потокового типу, в якій частково перетворюються (дисипують) циклічні потоки енергії, речовини та інформації. За рахунок дисипації зовнішньої енергії енергобаланс ґрунту суттєво зростає на величину його кінетичної складової. Експериментально підтверджено і досліджено механізм виникнення у ґрунті при взаємодії з циклічними параметрами довкілля субординаційних (внутрішніх) енерговитратних процесів, що перетворюють ґрунт у мережеву мікроградієнтну структуру, в якій відбуваються локальні рухи порових розчинів, що супроводжуються фазовими переходами речовини газ-розчин та розчин-тверда речовина, за одноча-

сного суттєвого підвищення мобільності і доступності для рослин складових живлення. Особлива роль у виникненні цих енерговитратних процесів належить макропорам, у яких за певних умов затискається рідинними мембранами ґрунтове повітря, що активно реагує на циклічну зміну зовнішніх термодинамічних умов – температури, атмосферного тиску та вологовмісту ґрунту. У загальному вигляді енергоефективність взаємодії ґрунту з довкіллям, тобто рівень його дисипативності, залежить від: 1) конструкції термодинамічної системи, що визначається структурою порового простору (СПП); 2) наявністю вологи в оптимальній кількості, як «робочого тіла», від якого залежить коефіцієнт корисної дії цієї системи; 3) інтенсивністю мінливості зовнішніх термодинамічних параметрів – їхньою амплітудою та періодичністю. Природно, що з глибиною така інтенсивність знижується, а енергоефективність взаємодії ґрунту з довкілля послаблюється. Найвища енергоефективність взаємодії ґрунту спостерігається у приповерхневому шарі ґрунту, де найвищі амплітуди коливань зовнішніх збурень, а лімітуючим чинником вже може виступати наявність вологи. Енергоефективність взаємодії характеризують субординаційні (внутрішні) енерговитратні ґрунтові процеси, що виконують роль гомеостатичних, за рахунок яких відтворюються основні водно-фізичні властивості і структурна організація ґрунту. Гомеостаз ініціює потужний внутрішньоґрунтовий транспортний механізм перерозподілу речовини, наявність якого не враховувалась у концептуальних моделях багатьох ґрунтових процесів, зокрема моделях утворення структури ґрунту, утворення гумусу та видалення продуктів розкладу із зони реакції для підтримання кінетики трансформації органічної речовини у ґрунті. Фактично ж планово-просторова і погоризонтна будова ґрунтового середовища являє собою, з позиції синергетики, дисипативні структури у активному кінетичному середовищі, що мають під собою енергетичну основу. Зокрема гомеостаз ґрунту, як рівень використання в ньому зовнішньої енергії (ексергії), визначає організаційні ґрунтові границі, ізопотенціалі. Яскравим прикладом цих процесів є утворення за довготривалого застосування оранки так званої «плужної підшо-

ви», як системної реакції ущільнення ґрунту на зниження гомеостазу у підорному горизонті за рахунок підвищеного гомеостазу і гасіння амплітуди зовнішніх збурень у перерозпушеному орному шарі.

У високоорганізованій системі ґрунту, що здатна до самостабілізації і самоорганізації, ентропійним процесам протистоїть інформація, що поступає до ґрунту з погодними та іншої природи зовнішніми збуреннями. Кількість інформації в системі відрізняється від її ентропії лише сталим множником ( $K \ln 2$ ), де  $K$  – стала Больцмана. Тому її ще називають негентропією, тобто від'ємною ентропією (Хакен Г., 1985). Якщо в технічних системах одиницею інформації є біт, то у природних системах передається так звана зв'язана інформація через режими силових полів і матеріальних потоків, зокрема у ґрунтових процесах. Кількість інформації в системі характеризує ступінь її впорядкованості, а стійкість системи до зовнішніх збурень керується законом накопичення інформації: чим більше в системі накопичено інформації, тим стійкішою є система. На шляху прогресивного, термодинамічно вмотивованого, розвитку біокосного середовища ґрунту найголовнішими індикаторами накопичення інформації є ступінь розущільнення материнської породи та розвитку структурної макропористості, а також накопичення гумусу, який відіграє важливу роль у оструктуренні ґрунту. Отже нинішній світовий процес ущільнення і злитизації ґрунтів та їхня дегуміфікація свідчать про зниження кількості інформації в системі та відповідне зниження стійкості ґрунтів і ґрунтового покриву до сучасних природних (кліматичних) і антропогенних збурень з можливим подальшим розвитком деградаційних процесів, які вже фактично спостерігаються на сільськогосподарських землях. Однозначний зв'язок інформаційних індикаторів з організаційним рівнем системи ґрунту в перспективі дозволяє побудувати параметричну модель стійкості ґрунту до зовнішніх збурень, принаймні за інтенсивністю гомеостазу, наявність якої дозволить більш ефективно вирішувати завдання управління стійкістю ґрунтів в умовах зростаючих зовнішніх збурень природного та техногенного походження.





## ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РІДКИХ КОМПЛЕКСНИХ ДОБРИВ У ВИРОБНИЧИХ ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ НА ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОМУ ҐРУНТІ

**Крайна М. А.**

*Національний університет водного господарства та природокористування*

Агрохімічні дослідження та вдосконалення технологій внесення добрив є важливими для відтворення та збереження родючості ґрунтів, що має вирішальне значення для сталого розвитку сільського господарства. Враховуючи специфіку дерново-підзолистих ґрунтів, застосування рідких комплексних добрив на посівах кукурудзи може сприяти не лише підвищенню врожайності, але й відновленню та підтримці їх родючості. Кукурудза – культура універсального використання, що займає лідируючі позиції у сучасному світовому землеробстві та в Україні, зокрема. Згідно з даними Державної статистики України у 2010 році площі посіву кукурудзи у Рівненській області становили близько 7% від посівів усіх культур регіону, коли у 2022 цей показник сягнув 35% [1]. У перші фази росту та розвитку кукурудза найбільше потребує азоту (у аміачній формі), фосфору та цинку. Потреба культури у фосфорі, звісно, є значно нижчою від інших елементів. Проте його нестача у живлення у фазу 4–6 листків призводить до формування недорозвинених качанів та знижує їх товарність. На оптимальний фосфорний фон живлення рослини реагують формуванням потужної кореневої системи, підвищенням посухостійкості, збільшенням товарності качанів та прискореним дозріванням зерна [2]. Рідкі комплексні добрива (РКД) сприяють ефективному стартовому живленню рослин, покращуючи їх ріст, особливо на дерново-підзолистих ґрунтах. Вони забезпечують рослини швидко доступною формою фосфору, що сприяє кращим результатам у агротехнічних практиках.

**Актуальність** застосування РКД на кукурудзі як стартового добрива полягає в тому, що ці добрива забезпечують швидко і ефективно доставку всіх

необхідних елементів живлення до кореневої системи рослин на ранніх етапах їх розвитку. Це дозволяє кукурудзі максимально швидко почати ріст, покращує її стійкість до стресових факторів. Водночас, РКД мають високу біодоступність для рослин, що знижує ризик втрат елементів живлення та сприяє більш ефективному використанню ресурсів ґрунту. **Новизна дослідження** полягає у вивченні ефективності застосування РКД як стартового живлення для кукурудзи на малородючих дерново-підзолистих ґрунтах півночі Рівненської області. Це дозволяє вивчити та оцінити вплив оновленої системи живлення на підвищення врожайності, фізіологічні показники рослин саме на малородючих ґрунтах зони Західного Полісся. Дослід було закладено на території господарства, що розташоване у с. Немовичі, Сарненського району Рівненської області. Випробовували спільне та окреме застосування РКД та гранульованих комплексних добрив спільно із карбамідом. Гібрид: зубовидний ранньостиглий гібрид Р7552 (ФАО 230), оригінатор – компанія Піонер.

Схема дослідження включала такі варіанти:

<i>№</i>	<i>Варіант дослідження</i>	<i>Норма внесення, кг(л)/га</i>
1	Контроль	-
2	Фон (гранульоване комплексне добриво) 7/20/28+Карбамід	150 +250
3	РКД 5/20/5	25
4	Фон+РКД	150 +250+25

Аналізували: рівномірність настання критичних фаз росту культури, міцність кореневої системи, врожайність культури.

Висоти рослин вимірювали у два етапи: фаза 7-8 листка (V7-8) та фаза викидання волоті (VT). Приріст на контрольному варіанті та на варіанті лише з РКД становив 92,2 та 98,4 см відповідно, що можна пояснити відсутністю внесення карбаміду. На варіанті з фоном та РКД отримали результат у 175,3 см,

що на 5% більший від варіанту з фоном (166,5 см) та на 90,1% більший від контрольного варіанту. Слід зазначити, що при порівнянні рослин кукурудзи у фазі 7-8 листка було відмічено значно потужнішу кореневу систему та діаметр стебел саме на варіантах із застосуванням РКД.

Провівши спостереження протягом вищезазначеного періоду спостерігали також випередження у настанні фаз культури на варіантах із внесенням рідкого стартового добрива в рядок. Що в свою чергу захистило рослини від негативного впливу гербіцидного захисту та утворенню на качанах «перетяжки», порівняно із варіантом № 2.

Порівнюючи отриману врожайність культури та вміст білка у зерні, отримали наступні дані: врожайність становила 6,10; 9,28; 5,50 та 9,25 т/га відповідно до варіантів; вміст білка в зерні – 7,45; 8,13, 7,85 та 9,21% відповідно.

Безперечно врожайність на варіантах безкарбамідного внесення було значно нижчою від решти; а варіант №2 і №4 не мали істотної різниці по кількості отриманого зерна. Проте, аналізуючи отриманий відсотковий вміст білка у зерні, підкреслимо значний вплив «присутності» РКД і відмітимо позитивний приріст показника на варіанті №3 відносно до контролю та варіанті №4 відносно № 2.

**Висновки.** Отже, використання рідких комплексних добрив у якості стартових на посівах кукурудзи на дерново-підзолистих ґрунтах показує позитивний результат у стійкості рослин до стресів та формування якісного врожаю. Оскільки ортофосфати, що є основою РКД, швидко засвоюються рослинами та сприяють ефективному забезпеченню їх фосфором на ранніх етапах розвитку. Проте не рекомендуємо використовувати РКД як основне джерело живлення, адже їхнє завдання-це доповнення основного живлення, а не його заміна.

### Літературні джерела

1. Державна служба статистики України. Офіційний вебсайт [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 27.01.2025).

2. Жмура О., Андрієнко О. Удобрєння гібридів кукурудзи. Сучасні технології агропромислового виробництва: матеріали I Міжнародної студентської науково-практичної інтернет-конференції. Кропивницький, 19 листопада 2020 р. 2020. С. 70–72.

## НЕДОЛІКИ ЗАКОНОДАВЧОГО РЕГУЛЮВАННЯ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ В УКРАЇНІ

**Куліджанов Є.В.**

*Південний міжрегіональний центр ДУ "Держґрунтохорона", Одеса*

В усьому світі ґрунти є предметом особливо дбайливого ставлення з боку держави та суспільства. На території України сформувалися великі площі чорноземних ґрунтів близько 24 млн. га, або приблизно 12 % від світових площ. Інші типи ґрунтів Півночі (лісові, дерново-підзолисті), а також інші, усі без виключення, є національним надбанням, знаходяться під особливою охороною держави. Незважаючи на важливість та незамінність ґрунту для економіки, для екологічного балансу та добробуту, в Україні не існує самостійного ґрунтозахисного законодавства. На жаль, більшість діючих законодавчих норм, підзаконних актів, методична література – характеризуються серйозними недоліками з точки зору формально-термінологічної, змістовної, та агротехнологічної. Фахові наукові установи, як-от ДУ "Держґрунтохорона", ННЦ "ІА ім О.Н. Соколовського", інші установи УААН, навчальні заклади, практично не залучалися, та не залучаються, до законотворчої діяльності в сфері охорони ґрунтів.

Ототожнювання понять «ґрунт» та «земля» в законодавстві є найбільшою проблемою, та не відповідає природі речей, дозволяє дублювати функції державних установ. Методична література нав'язує витрати, в яких немає користі ані державі, ані товаровиробнику. У науковій літературі ототожнювання понять "ґрунт" та "земля" є постійним та загальноприйнятим.

Формально земельна ділянка - це умовний контур, який формується за допомогою загальновизнаної системи координат, та який знаходиться на "нульовому" рівні. Практично – це проекція вищезазначеного контуру на карті або на поверхні планети, позначена відповідним чином. Поверхня не є частиною земельної ділянки так само, як не є частиною земельної ділянки і матеріал карти (папір, тощо).

За своєю природою та порядком користування ґрунти є аграрно-екологічним об'єктом. Вони є історично прив'язаними до території на якій сформувалися, але ґрунт не є синонімом земельної ділянки. Отже, охорона ґрунтів не може ототожнюватися із охороною земельних ділянок на яких ґрунти знаходяться. Ці поняття пов'язані але не тотожні, по аналогії із охороною об'єктів культурної спадщини, лісів, надр, водних об'єктів тощо.

Моніторинг ґрунтово-агрохімічних показників не є моніторингом правового режиму та геометрії земельної ділянки. Так само як охорона лісів та вод не є безпосередньо охороною земель під лісами, або водними об'єктами. Таким чином, моніторинг с-г земель теж не є моніторингом ґрунтів. Водночас моніторинг ґрунтів є елементом екологічного моніторингу навколишнього середовища. Повноваження щодо державного моніторингу ґрунтів не можуть дублюватися різними інстанціями.

Суть агротехнологій полягає у безпосередньому впливі на ґрунт. В залежності від можливостей та сумлінності агронома цей вплив може бути позитивним, негативним або нейтральним. Ретроспективний аналіз, та оцінка агротехнологічної прийнятності «ґрунтозахисних» законодавчих норм та підзаконних актів викликають обґрунтовані питання щодо якості нормативної бази. а відтак – щодо порушення принципу верховенства права. Особливо це стосується на практичному виробничому рівні таких документів, як Перелік агровиробничих груп ґрунтів (остання редакція згідно ПКМУ [№ 710 від 18.07.2018](#), та ПКМУ "Про затвердження Правил розроблення робочих проектів землеустрою", в редакції від 2 лютого 2022 р. № 86. Перелік агрогруп не охоплює великі площі під ґрунтами, які докорінно змінюються через проведення глибокої оранки, а це може складати сотні тисяч гектарів, на півдні, та набагато більше – на півночі України. Робочі проекти передбачають правила поводження із ґрунтом, а це агротехнологічне питання. Як вже було вказано, охорона ґрунтів має бути складовою щоденної технологічної діяльності, щоб не виникала необхідність про-

водити певні радикальні заходи, які тим не менше все одно є елементами агротехнологій.

Практично вся законодавча база щодо охорони ґрунтів виходить з того, що ґрунт якимось чином є частиною земельної ділянки як об'єкту землевпорядної діяльності. Таке нехтування природою та властивостями об'єктів робить зазначені норми законодавством низької якості. Цей термін передбачає, що низькоякісне законодавство порушує принцип верховенства права, закладений в Конституції України. Порушуються права громадян бути забезпеченими адекватним законодавством взагалі, та окрім цього – фахове середовище позбавлене права на повноцінне професійне регулювання діяльності. Так порушуються права фізичних, посадових, та юридичних осіб, а також права громадян на збереження загальнодержавного природного ресурсу, яким є ґрунти.

Ґрунт формально не оголошено власністю держави, та природним ресурсом, і цей факт суттєво обмежує заходи з охорони ґрунтів. Також досі немає чіткого визначення того, що треба вважати виснаженням ґрунтів, та немає відповідальності за таке виснаження. Така ж незрозуміла ситуація склалася і з суб'єктами реагування на випадки негативного впливу на ґрунти.

Походження цих недоліків значною мірою можна пояснити тим, що фахове експертне середовище, та ДУ "Держґрунтохорона" зокрема, як профільна служба, позбавлена можливості бути самостійним ініціатором у законодавчій сфері. Та прийняття правок до законодавства і зараз відбувається із постійною плутаниною понять про яку йшлося вище.

Виходом із ситуації може бути тільки повне відокремлення ґрунтозахисного законодавства від земельного, та негайне прийняття відповідних законів для захисту ґрунтів. як сільгоспземель, так і ґрунтів на інших територіях.



## МОНІТОРИНГ ВИКОРИСТАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

**Солодка Т.М., Солодка О.В.**

*Національний університет водного господарства та природокористування*

*Нью-Йоркська академія наук*

Сучасне землеробство розвивається на основі хімізації виробництва сільськогосподарської продукції. Застосування нераціональних доз добрив призводить до порушення екологічного стану довкілля, забруднення вирощуваної продукції. Останнім часом намітився напрямок у бік відродження виробництва безпечної та екологічно чистої продукції сільського господарства. Розробляються технології застосування біопрепаратів у різних природно-кліматичних зонах країни. Біопрепарати застосовують у всі фази розвитку рослин, оскільки вони не містять шкідливих компонентів, які накопичуються в культурних рослинах. Вони поліпшують фітосанітарний стан посівів, підвищують родючість ґрунту. Поєднання мікроелементів із макроелементами значно стимулює ріст, фізіологічні властивості рослин, якісні характеристики урожаю і його обсяг.

Озима пшениця не має глибокого періоду спокою, але здатна за низьких температур різко знижувати темпи росту та інтенсивність фізіологічних процесів. Під час осіннього періоду відбувається формування головних органів, у цей самий період рослини накопичують речовини, здатні захищати вузол куштиння - це цукри, флавоноїди, зокрема антоціани, пролін та інші енергетичні й активні компоненти. Тому для одержання гарантовано високих урожаїв необхідні такі умови та чинники, якіб сприяли не лише росту, а й розвитку пшениці озимої, пов'язаному з динамікою накопичення пластичних речовин.

У дослідженнях використовували біопрепарати: Байкал ЕМ, Біонорма, Біомаг і Аміностим.

На основі фенологічних спостережень встановлено, що при застосуванні Байкал ЕМ у сортів Патрас і Мулан весняне кушчення починалося на день піз-

ніше порівняно з контролем. Натомість Аміностим для сорту Мулан сприяв пришвидшенню цього процесу на день. Загальне кущення оцінювали за кількістю продуктивних стебел. У посівах сорту Патрас колосіння розпочалося одночасно на всіх ділянках, тоді як у сорту Мулан із Біонорма цей процес затримався на три дні. Байкал ЕМ і Аміностим показали схожі результати.

Тривалість вегетаційного періоду також варіювала залежно від використаного препарату. Наприклад, у сорту Патрас найдовший період (203 дні) зафіксовано при обробці Аміностимом, а найкоротший (201 день) – при використанні Біомагу. У сорту Мулан ці показники становили 205 і 202 дні відповідно. Біометричні показники свідчать, що Аміностим дав найкращі результати для сорту Патрас, забезпечивши середньодобовий приріст 0,84 мм. Біомаг показав схожі результати, тоді як Біонорма поступалася за продуктивністю.

ВПЛИВ СУХОГО ТА РІДКОГО ІНОКУЛЯНТІВ НА ОСНОВІ *AZOSPIRILLUM*  
*BRAZILIENSE* НА РІСТ ТА РОЗВИТОК РОСЛИН КУКУРУДЗИ

Тімошкова М. С., Гарбар Л. А.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

У групі зернових культур важливе місце займає вирощування кукурудзи. Вона є однією із найбільш продуктивних та цінних за біологічними властивостями культур. Нині кукурудза посідає друге місце серед сільськогосподарських культур у світі після пшениці і за посівними площами, і за рівнем реалізації, що пояснюється її широким застосуванням і високою врожайністю. Вона є більш високоенергетичним кормом порівняно з пшеницею, ячменем та вівсом.

Впродовж останніх років широкої популяризації та поширення в аграрному виробництві набуває напрям, спрямований на екологічність землеробства, що передбачає застосування сучасних біопрепаратів і стимуляторів росту рослин, які містять важливі мікроелементи, фітогормони та активатори росту.

В системі ґрунт-мікроорганізм-рослина ґрунтові бактерії є невід'ємною складовою, що забезпечує взаємодію між учасниками даного ланцюга. Біологічна азотфіксація, що здійснюється діазотрофними бактеріями – явище планетарного масштабу, за рахунок якого підтримується азотний баланс ґрунтових екосистем.

Наші дослідження були спрямовані на встановлення впливу передпосівної обробки насіння кукурудзи біологічними препаратами. Одними з найпродуктивніших діазотрофів є представники роду *Azospirillum*, що крім фіксації атмосферного азоту синтезують низку біологічно активних речовин, таких як ауксини та цитокініни, що стимулюють ріст і розвиток кореневої системи, особливо корневих волосків.

Інокулянт з *Azospirillum braziliense* готували у флаконах Ерленмейера зі стерильним рідким поживним середовищем. Флакон інкубували на вібростолі при температурі 28 °С з доступом кисню п'ять діб. Після чого частину отрима-

ної суспензії асептично шляхом уколу наносили в товщу стерильного торфу розфасованого в запаяні поліетиленові пакети, та рівномірно розподіляли рідину. Таким чином, отримували рідкий інокулянт *Azospirillum braziliense* та сухий на торфі.

В той же день проводили титрування рідкого та сухого інокулянту за принципом послідовних десятикратних розведень. Як результат рідкий інокулянт мав концентрацію  $2,0 \cdot 10^9$  *Azospirillum braziliense*, а сухий  $1,0 \cdot 10^7$  *Azospirillum braziliense*. На протязі 6 місяців щомісяця проводили титрування з метою фіксації моменту початку падіння титру. Валідація періоду життєздатності *Azospirillum braziliense* показала стабільність впродовж 6 місяців.

Насіння кукурудзи інокулювали сухою та рідкою формою інокулянту та висаджували у відкритий ґрунт, паралельно закладаючи контроль з необробленим насінням. Спостерігали час появи сходів, їх дружність та швидкість росту.

Результати досліджень показали, що на контрольних зразках сходи почали з'являтися через три доби після появи сходів в дослідних. За порівняння процесів проростання між дослідними зразками обробленими сухою та рідкою формою інокулянту різниця не спостерігалась.

Відповідно до результатів, як рідкий бактеріальний препарат на основі *Azospirillum brasilense*, так і сухий в рівній мірі добре інокулюють насіння кукурудзи і зберігають стабільний титр культури впродовж 6 місяців. У дослідних зразків кукурудзи коренева система була на 30-40 % більш розгалуженою у порівнянні з контролем, що дало можливість за мінімальної кількості опадів успішно пройти етапи розвитку до утворення початків. В той час, як контрольні зразки початків не утворили, а лише частково викинули волоть. Це можна пояснити здатністю *Azospirillum brasilense* синтезувати фітогормони, що індукують розвиток корневих волосків. Саме завдяки яким збільшується площа поглинальної поверхні кореня та, відповідно, зростають адаптивні можливості культури. Можна стверджувати, що *Azospirillum brasilense*, викликаючи зміни такого характеру, виконує роль антистресанта за несприятливих кліматичних умов.

Крім того, варіанти інокульовані діазотрофом за швидкістю росту надземної частини значно випереджали контроль впродовж всього дослідження, раніше досягали фенофаз і на момент фіксації результатів значно перевищували параметри рослин контрольного варіанту, що може бути свідченням наявності доступного для рослини фіксованого мікроорганізмом азоту в ґрунті

### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Заболотна А. В., Заболотний О. І., Тернавський А. Г. Мікробіологічна активність ризосфери кукурудзи за використання біопрепаратів. Таврійський науковий вісник. 2021. № 136. С. 139-145.

2. Морозов О. В., Морозова О. С., Іванів М. О., Керімов А. Н. Ефективність вирощування кукурудзи на зерно в Україні. Таврійський науковий вісник. 2021. № 119. С. 83–91.

3. Мацай Н. Ю., Шевченко А. М., Мацай В. О. Екологізація технології вирощування кукурудзи в умовах Північного Степу України. Sciences of Uurope. 2021. № 63. Р. 3–6.

ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ РОДЮЧОСТІ АЛЮВІАЛЬНОГО ҐРУНТУ  
ЗАПЛАВИ РІЧКИ ПРУТ ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБУ ЙОГО ВИКОРИСТАН-  
НЯ **Цвик Т.І.**

*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича*

Ґрунти заплави є одними з найбільш родючих та важливих для сільського господарства. Актуальність даних досліджень зумовлена тим, що їх інтенсивне сільськогосподарське використання в аграрному секторі супроводжується низкою проблем, пов'язаних зі зміною природних умов і деградацією родючості. Зокрема відбуваються зміни вмісту органічної речовини, що є основою їх родючості. Вміст нітрогену в ґрунтах може коливатися через надмірне використання азотних добрив та зміни в мікробіологічних процесах, що впливають на його доступність для рослин, чи суттєво знижується в результаті виносу сільськогосподарськими культурами без застосування добрив. Нерівномірне розподілення фосфору та калію, спричинене інтенсивним землеробством, також призводить до порушення їх оптимальних рівнів у ґрунті, що обмежує ріст рослин. В результаті цих змін відбувається деградація родючості заплавлених ґрунтів, що потребує впровадження нових підходів до їх обробітку та збереження їх природної продуктивності.

Мета досліджень – дати порівняльну характеристику основних критеріїв родючості алювіальних ґрунтів залежно від їх способу використання, розміщення в заплаві річки Прут та глибини відбору зразків. Було проаналізовано зразки ґрунту двох шарів: 0-20 та 20-40 см. Вміст органічної речовини в ґрунті багато в чому визначає величину потенційної родючості, яка залежить від особливостей культур сівозміни. В цьому відношенні багато залежить від кореневої системи рослин, її розміщення в профілі, просторовій доступності для внесених добрив, тобто створенні найбільш сприятливих умов для раціонального використання потенційної родючості.

За результатами аналізу вмісту органічної речовини у верхніх горизонтах алювіального ґрунту різного способу використання відмічено найвищі значення цього показника під лісом та на ріллі (3,12-3,67%). Прослідковується значне зниження вмісту даного показника на цих угіддях на глибині 20-40 см (2,54-2,15%). В обох глибинах найнижчі значення отримано у ґрунтових зразках без рослинності, що були відібрані майже біля русла річки (1,53-1,23%). Параметри вмісту органічної речовини у ґрунтових зразках під різнотрав'ям майже не відрізняються залежно від розміщення в заплаві річки. Також на цих угіддях не спостерігається суттєвого зниження даного показника з глибиною (2,75-2,15% відповідно).

На відміну від інших елементів, саме в азоті всі рослини відчувають найбільшу потребу, а удобрення ним має найбільший вплив на врожай. Проте надмірне живлення, як і нестача азоту, здатне порушити нормальну життєдіяльність рослин та призводить до небажаних наслідків.

Досліджувані алювіальні ґрунти характеризуються середнім та дуже низьким забезпеченням лужногідролізованим нітрогеном. За результатами цього показника у поверхневих горизонтах найвищі значення зафіксовано на ріллі та під багаторічними насадженнями. Не спостерігається значного зниження лужногідролізованого нітрогену з глибиною. Залежно від способу використання, варіабельність його досить висока, а саме вміст нітрогену коливаються від 18,4 до 9,1 мг/100 г ґрунту (глибина 0-20 см) та 16,9 до 8,4 мг/100 г ґрунту (глибина 20-40 см). Найнижчі значення нітрогену характерні для зразків ґрунту в прирусловій частині заплави (без рослинності). Значення даного показника зростають під багаторічними травами та сягають середніх значень. Також прослідковується підвищення даного показника в алювіальних ґрунтах залежно від їх розміщення в заплаві.

Аналізуючи отримані дані вмісту рухомого фосфору в поверхневих горизонтах ґрунтів різного способу використання, встановлено аналогічну нітрогену закономірність. Відмічено незначне підвищення вмісту рухомого фосфору у

грунтових зразках на ріллі та під багаторічним травостоєм. Дещо підвищені значення зафіксовано у ґрунті під лісом. Варіабельність досліджуваного показника залежно від способу використання та глибини досить суттєва. Загалом, вміст рухомого фосфору можна охарактеризувати як низький та дуже низький, що зазвичай не є характерним для алювіальних ґрунтів. Вміст рухомого калію в ґрунтах з різною рослинністю дуже подібний до параметрів вмісту рухомого фосфору. Спостерігається деяка стабільність у величинах цього показника з глибиною, тобто на глибині 20-40 см вміст рухомого калію не суттєво відрізняється від вмісту у верхньому горизонті. Це можна пояснити тим, що рухомий калій з ґрунту гірше засвоюється переважною більшістю рослин, а отже, менше виноситься рослиною. Досліджувані ґрунти краще забезпечені доступними формами калію, аніж нітрогену та фосфору. На окремих угіддях ці показники сягають високих та середніх значень в шарі 0-20 см (рілля - 20,3 мг/100 г ґрунту, лісосмуга – 17,9 мг/100 г ґрунту, багаторічні трави -18,6 мг/100 г ґрунту).

Отже, досліджувані ґрунти характеризуються низьким вмістом органічної речовини. Відмічено різке зниження даного показника на глибині нижче 20 см. Зафіксовано суттєві коливаннями його параметрів залежно від розміщення в заплаві річки та способу використання. Найвищими значеннями NPK володіють ґрунти ріллі та під трав'янистою рослинністю. Варіабельність нітрогену, фосфору та калію досить суттєва залежно від способу використання, глибини відбору ґрунтового зразка та розміщення в заплаві р. Прут.

Дотримання сівозміни на алювіальних ґрунтах є надзвичайно важливим для збереження їх родючості та ефективного використання. Алювіальні ґрунти можуть мати високу концентрацію поживних речовин, але потребують різноманіття культур для підтримання цієї родючості. Правильне чергування культур дозволить не тільки запобігти виснаженню ґрунту, але й підтримати оптимальне співвідношення поживних речовин, сприяючи таким чином його сталому використанню.



ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНОГО СТАНУ СИСТЕМ ОБРОБІТКУ ТА УДОБРЕННЯ  
ЧОРНОЗЕМІВ ТИПОВИХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ТА ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІ-  
СОСТЕПУ

**Вітвіцький С.В.**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Перспективні напрямки розвитку агротехнологій визначаються на основі біоенергетичної оцінки виробництва продовольства, кількісного врахування і аналізу процесів перетворення потоків енергії в агроecosистемах. Сучасні технології виробництва сільськогосподарської продукції повинні забезпечувати найбільш ефективне використання природних агроенергетичних ресурсів, зменшувати питомі витрати техногенної енергії на одиницю продовольства та знижувати негативну дію на оточуюче середовище, насамперед на родючість ґрунту. На сьогодні особливої актуальності набуває проблема додаткових витрат техногенної енергії для компенсації втрат родючості ґрунту в результаті багатьох деградаційних процесів. Саме тому енергетичний аналіз агроecosистем дає змогу визначити енерговитратні ланцюги і процеси в системі землеробства та запропонувати альтернативні менш енергоємні заходи, а отже зменшити антропогенне навантаження на агроландшафти та підвищити рентабельність і конкурентність аграрного виробництва.

В умовах стаціонарного дослідження НДГ НУБіП України «Великоснітинське (Правобережний Лісостеп) застосування соломи в якості органічного добрива сукупно з мінеральними викликало збільшення вмісту гумусу, а додаткова сидерація викликала збільшення вмісту гумусу в орному шарі на фоні оранки на 0,18-0,21%, на фоні глибокого плоскорізного обробітку – на 0,18-0,20% і на фоні мілкового плоскорізного обробітку – на 0,21-0,26% порівняно з контрольними варіантами. Найвищий вміст гумусу у шарі 0-15 см спостерігався на варіанті – солома 1,2 т/га+N<sub>12</sub>+ сидерати+ N<sub>78</sub>P<sub>68</sub>K<sub>68</sub>, на фоні мілкового плоскорізного обробітку - 3,78 %.

В умовах стаціонарного дослідження Панфільської дослідної станції ННЦ «Інститут землеробства НААН» (Лівобережний Лісостеп) вміст гумусу на фоні полицевої оранки залежно від системи удобрення склав 2,85-3,21%, а десятирічне застосування системи обробітку No-till викликало збільшення вмісту гумусу до 3,10-3,34%.

Розрахунки енергопотенціалу органічної речовини орного шару чорнозему типового НДГ НУБіП України «Великоснітинське (Правобережний Лісостеп) показали, що найменшим він був на варіантах без удобрення 2179-2416 гДж/га. Внесення соломи в якості органічного добрива сумісно з різними нормами мінеральних добрив викликає зростання цього показника від 2225 гДж/га на оранці до 2498 гДж/га на фоні мілкої плоскорізного обробітку. Подальше насичення сівозміни органічними добривами за рахунок сидерації істотно покращує енергетичний стан ґрунту: енергопотенціал зростає залежно від системи обробітку до 2253-2548 гДж/га.

Найбільше значення енергопотенціалу органічної речовини орного шару чорнозему типового мав у варіанті Солома 1,2 т/га + N<sub>12</sub> + сидерати + N<sub>78</sub>P<sub>68</sub>K<sub>68</sub> на фоні мілкої плоскорізного обробітку – 2548 гДж/га. Енергопотенціал органічної речовини орного шару чорнозему типового (ННЦ «Інститут землеробства НААН») найменшим був на варіантах оранки, як без удобрення, так і на фоні внесення мінеральних добрив - 1933-1940 гДж/га. Найбільше значення енергопотенціалу органічної речовини мав у варіанті No-till (NPK) – 2095 гДж/га.

Коефіцієнти енергетичної ефективності вирощування сільськогосподарських культур в умовах стаціонарного дослідження НДГ НУБіП України «Великоснітинське» залежно від систем удобрення на фоні оранки склали 4,5-5,5, на фоні безполицевих обробітків – 5,1-6,5. За оранки в умовах стаціонарного дослідження Панфільської дослідної станції ННЦ «Інститут землеробства НААН» коефіцієнти енергетичної ефективності були у межах 6,3-9,0, а при застосуванні системи обробітку No-till зросли до 10,3-15,1.

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ҐРУНТОЗАХИСНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА ПРИ ВИРОЩУВАННІ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УКРАЇНІ

**Коваленко Н. П.**

*Інститут фізіології рослин і генетики НАН України*

Одним із шляхів вирішення проблеми охорони і відтворення родючості ґрунтів є впровадження ґрунтозахисного землеробства, яке базується на застосуванні безполицевого обробітку ґрунту, що у порівнянні з оранкою прискорює процеси ґрунтоутворення та підвищує коефіцієнти гуміфікації органічної речовини [1, с. 341].

У ґрунтозахисному землеробстві ефективно поєднання безполицевого обробітку ґрунту з оптимальним внесенням органічних і мінеральних добрив, застосуванням рослинних решток культур у науково обґрунтованих сівозмінах, забезпечує раціональне використання сільськогосподарських земель, зменшення ерозійних процесів, зростання нагромадження вологи і поживних речовин, що підвищує рівень родючості ґрунту та продуктивність сільськогосподарських культур [2, с. 344].

У другій половині 20 століття під керівництвом вченого-агронома, ґрунтознавця, доктора сільськогосподарських наук, професора Миколи Кіндратовича Шикучи (1925–2006) на кафедрі ґрунтознавства і охорони ґрунтів Національного аграрного університету (нині – кафедра ґрунтознавства і охорони ґрунтів імені професора М. К. Шикучи Національного університету біоресурсів і природокористування України) доведено ефективність впровадження ґрунтозахисного землеробства на основі комплексу заходів для відтворення родючості ґрунтів [3, с. 69]. Його підґрунтям стало застосування у сівозмінах безполицевого плоскорізного обробітку ґрунту зі збереженням на поверхні ґрунту рослинних решток сільськогосподарських культур, які не тільки ефективно захищали від ерозійних процесів, а й створювали умови для нагромадження вологи і

поживних речовин. Зокрема, упродовж 1971–1995 рр. при впровадженні ґрунтозахисного землеробства у господарствах Полтавської області на чорноземах типових урожайність зернових культур, у тому числі й пшениці озимої, у порівнянні з оранкою, зросла у понад 2 рази.

Найвищу урожайність пшениці озимої, яка становила 6,68 т/га, отримали при застосуванні поверхневого безполицевого плоскорізного обробітку ґрунту на 10–12 см та найкращого попередника у сівозмінах –гороху [4, арк. 7]. Отже, впровадження ґрунтозахисного землеробства сприяло покращенню структурно-агрегатного складу ґрунту та збагаченню його верхнього біологічно активного шару органічною речовиною, що забезпечило зростання продуктивності всіх зернових культур у сівозміні, у тому числі й пшениці озимої.

Плідна співпраця організаторів відомого полтавського експерименту Ф. Т. Моргуна, М. К. Шикуди із засновником в Полтавській області ПП «Агроекологія» С. С. Антонцем сприяла розвитку ґрунтозахисного землеробства для виробництва сертифікованої органічної продукції, де упродовж 1995–2020 рр. урожайність зернових культур, у тому числі й пшениці озимої, зросла майже у 2 рази [1, с. 342].

Впровадження комплексу ґрунтозахисних заходів у системі органічного землеробства ПП «Агроекологія» базується на застосуванні науково обґрунтованої структури посівних площ і спеціалізованих сівозмін на основі:

- чергування культур із різними біологічними властивостями;
- мілкового безполицевого обробітку ґрунту, що зберігає природну структуру орного шару, не руйнуючи вертикальну орієнтацію пор аерації;
- вирощуванні зернобобових культур і багаторічних бобових трав, сидератів (люпин, редька олійна, гірчиця);
- внесенні органічних добрив, біогумусу – продукту біологічної ферментації, а також мульчуванні на поверхні ґрунту соломи зернових, подрібнених стебел соняшника та кукурудзи, гички коренеплодів, що забезпечує сільсько-

сподарські культури поживними речовинами і формує позитивний баланс гумусу[2, с. 350].

У зазначеній системі важливу роль відіграє цілеспрямоване створення та впровадження високопродуктивних сортів і гібридів сільськогосподарських культур, стійких до шкідників та збудників хвороб, температурних і водних стресових факторів, які спроможні стабілізувати формування високої урожайності за умов посухи та підвищеного температурного режиму. Зокрема, сортів пшениці озимої селекції Інституту фізіології рослин і генетики Національної академії наук України: високоінтенсивного типу – Астарта, Городниця, Золотоколоса, Київська 19, Новосмуглянка, Софія Київська, Степова криниця, Фаворитка; інтенсивного типу універсального використання – Богдана, Борія, Даринка Київська, Джамала, Золото України, Київська 17, Подолянка, Щедрівка Київська; спеціалізованого сорту – Зимоярка, який є дворучкою і поєднує гени озимості та ярості [5, с. 14–15].

Отже, ефективне впровадження комплексу ґрунтозахисних заходів у системі органічного землеробства при вирощуванні високопродуктивних сортів пшениці озимої сприятиме збереженню та зростанню рівня родючості ґрунту, продуктивному використанню вологи, створенню умов для життєдіяльності ґрунтової біоти, попередженню ерозійних процесів і збільшенню продуктивності сільськогосподарських культур, що забезпечить підвищення отримання екологічно чистої продукції та сталий розвиток господарювання.

### **Список використаних джерел**

1. Юркевич Є. О., Бойко П. І., Коваленко Н. П., Валентюк Н. О. Науково-технологічні та агробіологічні основи високопродуктивних агроecosystem України: монографія. Одеса: Видавництво ТОВ «Іздательський центр», 2021. 654 с.
2. Коваленко Н. П. Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина ХІХ – початок ХХІ ст.): монографія. Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 490 с.

3. Шикула М. К., Антонець С. С., Андрієнко В. О. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві: наукова монографія. Київ: Оранта, 1998. 680 с.

4. ЦДАГО України. Ф. 1. Оп. 32. Спр. 2329. Арк. 7.

5. Моргун В. В., Швартау В. В., Коновалов Д. В., Михальська Л. М., Скрипльов В. О. Клуб 100 центнерів «Сучасні сорти та системи живлення і захисту пшениці озимої»: наукове видання. Київ: Вістка. 2022. Вид. XI. 106 с.

## АКВАПОНІКА ЯК СТРАТЕГІЯ ЗНИЖЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ НА ГРУНТИ УКРАЇНИ

**Майборода Х.А.**

*Національний університет водного господарства та природокористування*

Ґрунтові ресурси є основою сільськогосподарського виробництва та забезпечення продовольчої програми. Проте інтенсивне землеробство, кліматичні зміни та військові дії призводять до значної деградації ґрунтів.

За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO), близько 33% світових ґрунтів перебувають у стані деградації [1]. В Україні ситуація ускладнюється наслідками військових дій, що спричиняють додаткове навантаження на ґрунтові екосистеми. У цьому контексті аквапоніка постає як перспективна альтернатива традиційному землеробству, здатна мінімізувати антропогенний вплив на ґрунти та забезпечити стале виробництво харчових продуктів.

Військові дії на території України призвели до значних пошкоджень ґрунтового покриву. Вибухові вирви, рух важкої техніки та окопні роботи спричиняють механічне руйнування структури ґрунту, що призводить до ерозії та зниження родючості [2]. За попередніми оцінками, близько 10 мільйонів гектарів сільськогосподарських угідь зазнали нищівного впливу війни, з яких приблизно 5 мільйонів гектарів потребують відновлення [3]. Крім того, забруднення ґрунтів важкими металами та залишками вибухових речовин створює додаткові ризики для екосистем та здоров'я людини [4].

Аквапоніка — це інтегрована система вирощування риби та рослин, яка поєднує аквакультуру та гідропоніку в замкненому циклі. У цій системі відходи життєдіяльності риби перетворюються на поживні речовини для рослин за допомогою нітрифікуючих бактерій, а рослини, у свою чергу, очищують воду, яка повертається до риби [5].

Переваги аквапоніки включають:

- зменшення використання ґрунтів: відсутність потреби у ґрунті дозволяє зберегти земельні ресурси та уникнути їхньої деградації. Рослини в аквапонічній системі отримують усі необхідні поживні речовини через воду, що циркулює в замкненому циклі, що виключає потребу в традиційному обробітку землі. Це дає можливість вирощувати культури без використання земельних площ, що, в свою чергу, дозволяє зберігати природні ресурси;

- ефективне використання води: аквапонічні системи споживають до 90% менше води порівняно з традиційним землеробством [6];

- відсутність хімічних добрив та пестицидів: аквапоніка функціонує за принципом замкнутого циклу, в якому рослини отримують поживні речовини з води, що очищується через фільтраційні процеси, що мінімізує потребу в хімічних добривах та пестицидах. Це дозволяє значно знизити ризик забруднення навколишнього середовища, забезпечуючи екологічно чисте вирощування продукції. Виключення хімічних препаратів також сприяє збереженню біорізноманіття та поліпшенню якості води;

- висока продуктивність: дослідження показують, що аквапонічні системи можуть забезпечити вищі врожаї на одиницю площі порівняно з традиційними методами. Наприклад, урожайність салату (*Lactuca sativa*) в аквапоніці досягає 3,6–5,6 кг/м<sup>2</sup>, що на 40–70% перевищує показники традиційного ґрунтового вирощування.

Для базиліку (*Ocimum basilicum*) спостерігається приріст біомаси на 30–50% порівняно з гідропонікою та ґрунтовими методами. У закритих аквапонічних системах урожайність томатів може сягати 50–70 кг/м<sup>2</sup>, що на 25–40% більше, ніж у традиційному землеробстві. Крім того, такі системи дозволяють отримувати 40–60 кг риби на 1 м<sup>3</sup> води при одночасному вирощуванні 20–30 рослин на 1 м<sup>2</sup>, що робить їх ефективними як для рослинництва, так і для рибориства [7].

В умовах деградації ґрунтів та необхідності відновлення сільськогосподарського виробництва, аквапоніка представляє собою перспективну стратегію



сталого розвитку аграрного сектора України. Впровадження аквапонічних систем дозволить суттєво зменшити антропогенний тиск на ґрунтові ресурси, оптимізувати використання водних ресурсів та сприяти підвищенню продовольчої безпеки країни. Популяризація цієї технології в Україні забезпечить збереження ґрунтових ресурсів, зменшить екологічне навантаження та сприятиме впровадженню сталих практик у сільському господарстві. Крім того, аквапоніка має потенціал для інтеграції в урбанізовані території, що дозволяє ефективно використовувати обмежені земельні площі та ресурси в умовах зростаючого попиту на продовольство.

### **Літературні джерела.**

1. FAO. Status of the World's Soil Resources. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2015.
2. Yep B., Zheng Y. Aquaponic trends and challenges—A review. *Journal of Cleaner Production*, 2019, 228, 1586-1599.
3. Delaide B., Goddek S., Gott J., Soyeur H., Jijakli M. H. Lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *sucrinea*) growth performance in complemented aquaponics solution outperforms hydroponics. *Water*, 2016, 8(10), 467.
4. Somerville C., Cohen M., Pantanella E., Stankus A., Lovatelli A. Small-scale aquaponic food production: Integrated fish and plant farming. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 589, FAO, Rome, 2014.
5. Goddek S., Delaide B., Mankasingh U., Ragnarsdottir K.V., Jijakli M.H., Thorarinsdottir R. Challenges of sustainable and commercial aquaponics. *Sustainability*, 2015, 7(4), 4199-4224.
6. Somerville C., Cohen M., Pantanella E., Stankus A., Lovatelli A. Small-scale aquaponic food production: Integrated fish and plant farming. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 589, FAO, Rome, 2014.
7. Rakocy J. E., Bailey D. S., Shultz R. C., Thoman E. S. Update on tilapia and vegetable production in the UVI aquaponic system. *New Dimensions on Farmed Tilapia*, 2004, 640, 676-690.



## УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ СЕКВЕСТРАЦІЇ ОРГАНІЧНОГО ВУГЛЕЦЮ ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОГО ҐРУНТУ ЗА ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА

**Польовий В.М.<sup>1</sup>, Ященко Л.М.<sup>2</sup>, Ровна Г.Ф.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН*

<sup>2</sup> *Національний університет водного господарства та природокористування*

Втрата карбону через нераціональне використання орних ґрунтів перетворює агроєкосистему на потужне джерело парникового газу – діоксиду карбону. Дихання ґрунту є причиною втрати вуглецю, який переважно сконцентрований у органічній речовині. Доведено, що за впровадження науково-обґрунтованих екологічно збалансованих сівозмін можливе підвищення акумуляції органічної речовини в ґрунті. Важливим резервом стабілізації гумусного стану є надходження в ґрунт побічної продукції сільськогосподарських культур, хімічної меліорації кислих ґрунтів, раціональної системи удобрення.

Управління процесами секвестрації вуглецю, особливо на низькородючих ґрунтах Поліської зони, є основним завданням щодо зниження їх деградації.

Актуальність досліджень пов'язана з необхідністю пошуків шляхів для накопичення органічного вуглецю в ґрунті, зменшенню викидів парникових газів в атмосферу, що сприятиме збереженню його родючості та збільшенню вмісту гумусу.

Мета досліджень – дослідити цикл CO<sub>2</sub> та баланс органічного вуглецю дерново-підзолистого ґрунту у короткоротаційній сівозміні у полі соняшника за різних доз удобрення на фоні хімічної меліорації та заорювання побічної продукції.

Схема досліду включає : 1. Без добрив – контроль; 2. CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (1,0 Н<sub>Г</sub>) – фон; 3. Фон + N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> + мікродобриво (двічі); 4. Фон + N<sub>85</sub>P<sub>20</sub>K<sub>35</sub> + мікродобриво (двічі); 5. Фон + N<sub>110</sub>P<sub>65</sub>K<sub>105</sub> + мікродобриво (двічі); 6. Фон + N<sub>85</sub> + мікродобриво (двічі); 7. CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (1,5 Н<sub>Г</sub>) + N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> + мікродобриво (двічі); 8. CaCO<sub>3</sub> (1,0 Н<sub>Г</sub>) + N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> + мікродобриво (двічі).

Результатами досліджень встановлено, що у полі соняшника у фазу 6–8 листків за температури ґрунту 21,1°C та продуктивної вологи 8,0–12,4 мм емісія CO<sub>2</sub> за добу з ґрунту коливалася в межах 150,3–199,5 кг/га за концентрації CO<sub>2</sub> в приземному шарі повітря 281–336 ppm. Найвища емісія CO<sub>2</sub> з ґрунту 199,5 кг/га за добу відмічено на варіанті з внесенням аміачної селітри N<sub>85</sub> + CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (1,0 дози Нг). Також прослідковується незначне зростання емісії діоксиду карбону з ґрунту на варіантах з дозами добрив, розрахованими за нормативним методом і рекомендованої дози добрив на фоні CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (1,0 і 1,5 дози Нг) до контролю (без добрив і хімічної меліорації). Найнижча емісія CO<sub>2</sub> була на варіанті з доломітовим борошном 1,0 дози Нг – фон і склала 150,3 кг/га за добу за концентрації CO<sub>2</sub> в приземному шарі повітря 332 ppm.

У фазу бутонізації (утворення кошика) за температури ґрунту 22,0°C і продуктивної вологи 10,6–13,8 мм відзначено суттєве збільшення емісії CO<sub>2</sub> із ґрунту в 1,5–2,1 рази у всіх досліджуваних варіантах щодо попередніх показників. На контролі, де рівень кислотності складає рН 4,09 од. і гідролітичної кислотності 2,29 ммоль/100 г ґрунту, що вказує на сильно кислу реакцію, а також у варіанті з однобічним внесенням N<sub>85</sub> + CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (1,0 дози Нг) за рН 5,53 од. спостерігається зростання емісії CO<sub>2</sub> з ґрунту до 355 і 332,5 кг/га за добу за концентрації CO<sub>2</sub> в приземному шарі повітря 310–325 ppm. Найнижчий емісійний потік CO<sub>2</sub> з ґрунту був на варіанті N<sub>110</sub>P<sub>65</sub>K<sub>105</sub> + CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (1,0 дози Нг) – 255,3 кг/га за добу і концентрації CO<sub>2</sub> 286 ppm. У фазу цвітіння кошика за температури ґрунту 24,7°C і продуктивної вологи в 0–20 см шарі ґрунту 5,8–7,1 мм емісійні потоки CO<sub>2</sub> знизилися в 1,2–1,5 рази порівняно з попередньою фазою утворення кошика (бутонізація) і коливалася в межах 210,4–243,3 кг/га за добу і концентрації CO<sub>2</sub> 280–307 ppm. Найвищі значення емісійних потоків CO<sub>2</sub> 231,4 і 243,3 кг/га за добу відзначено за внесення N<sub>85</sub> + фон і на контролі (без добрив і хімічної меліорації). Найменші втрати CO<sub>2</sub> з ґрунту 210,4–214,3 кг/га за концентрації CO<sub>2</sub> 282–287 ppm спостерігалися за внесення рекомендованої дози добрив (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>) на фоні доломітового борошна 1,5 дози Нг і за дози, розрахова-

ної нормативним методом ( $N_{110}P_{65}K_{105}$ ) на фоні  $CaMg(CO_3)_2$  (1,0 дози Нг). У фазу молочно-воскової стиглості за зниження температури ґрунту до  $19,7^\circ C$  та зростання продуктивної вологи (0–20 см шарі) до 14,2–17,1 мм відмічено зниження емісії  $CO_2$  в 1,3–1,5 рази порівняно із фазою цвітіння і склали 133,8–180,1 кг/га ґрунту за добу. Дані показники у варіантах за внесення аміачної селітри  $N_{85}$  + доломітове борошно (1,0 Нг) і на контролі (без добрив і хімічної меліорації) були найбільшими – 180,1–189,1 кг/га. Найнижчі емісійні потоки  $CO_2$  з ґрунту 133,8–138,9 кг/га за добу за концентрації  $CO_2$  в приземному шарі повітря 274–276 ppm було встановлено за удобрення  $N_{85}P_{20}K_{35}$ ,  $N_{110}P_{65}K_{105}$  на фоні  $CaMg(CO_3)_2$  (1,0 дози Нг) та  $N_{60}P_{60}K_{90}$  на фоні  $CaMg(CO_3)_2$  (1,5 дози Нг).

Встановлено, що заорювання побічної продукції соняшника і внесення різних доз мінеральних добрив на фоні хімічної меліорації забезпечує оптимізацію параметрів вмісту органічної речовини в дерново-підзолистому ґрунті. Виявлено, що впродовж досліджень на контролі без добрив і за хімічної меліорації та на фоні  $CaMg(CO_3)_2$  (1,0 дози Нг) із заорюванням побічної продукції сформувався дефіцитний баланс органічного вуглецю  $-0,18$  т/га і  $-0,08$  т/га відповідно, тобто втрати перевищують його утворення (рис. 1). За однобічного застосування  $N_{85}$  на фоні  $CaMg(CO_3)_2$  (1,0 дози Нг) + мікродобриво (двічі) із заорюванням побічної продукції баланс органічного вуглецю вдалося підтримати, додаткове надходження його було незначним і склало 0,05 т/га.

Розрахунки показують, що чим більша врожайність соняшника, тим вагомішим є вклад рослинної маси для утворення органічної речовини. Бездефіцитний баланс органічного вуглецю на дерново-підзолистому ґрунті у полі соняшника сформувався за внесення дози добрив  $N_{60}P_{60}K_{90}$  на фоні 1,0 і 1,5 дози Нг  $CaMg(CO_3)_2$  та 1,0 дози Нг  $CaCO_3$  і склав 0,19–0,29 т/га. За умови застосування розрахункової дози добрив за нормативним методом  $N_{110}P_{65}K_{105}$  на фоні  $CaMg(CO_3)_2$  (1,0 дози Нг) сумісно з мікродобривом і побічною продукцією забезпечило найвище додаткове надходження в ґрунт органічного вуглецю 0,33 т/га.

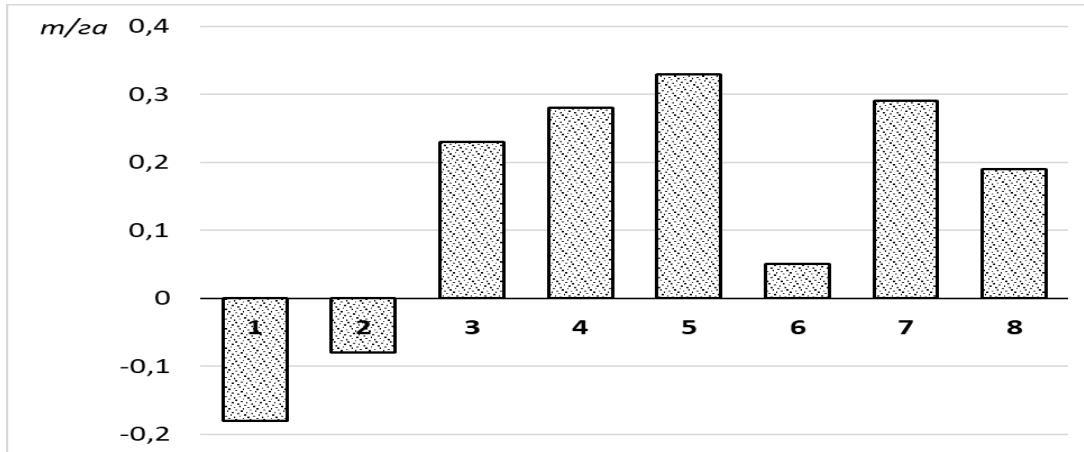


Рис. 1. Баланс органічного вуглецю за вирощування соняшника залежно від різних доз добрив на фоні хімічної меліорації на дерново-підзолистому ґрунті, 2024 р.

Таким чином, заорювання рослинної маси соняшника в ґрунт з внесенням доз добрив за нормативним методом, мікродобрива на фоні доломітового борошна (1,0 Нг) є ефективним заходом в боротьбі з деградацією ґрунту, оскільки забезпечує включення в кругообіг додаткової кількості органічного вуглецю, який спрямований на його закріплення та зменшення інтенсивності емісії CO<sub>2</sub> з ґрунту.

## КАДАСТРОВИЙ ОБЛІК ЗЕМЕЛЬ ЯК ОСНОВА РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ҐРУНТІВ

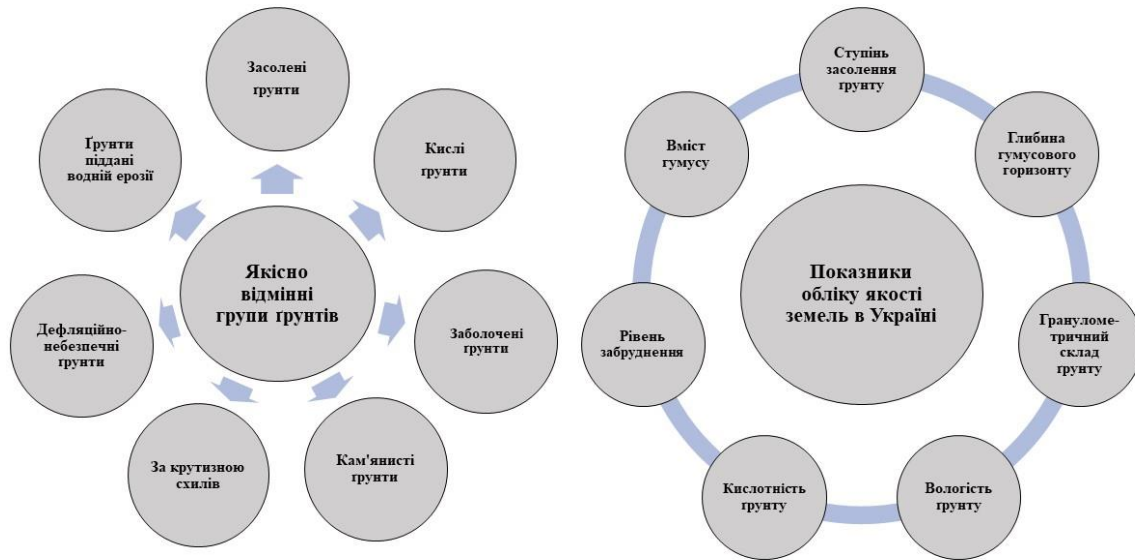
**Тихенко О.В.**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Збереження ґрунтів є однією з головних цілей сталого розвитку для забезпечення продовольчої безпеки та захисту навколишнього середовища. Оцінка якості ґрунту має вирішальне значення для землекористування, але дуже важливо визначити ті параметри та показники родючості, які можуть стати основою моніторингу ґрунтів [1].

Враховуючи складну ситуацію в Україні, спричинену війною, важливо провести детальний аналіз стану земель. На проблему наповнення Державного земельного кадастру інформацією про якість земель вказують Дмитрук Ю., Ковалишин О., Кулинич П., Попов А., Черлінка В. [2-5] та ін. Постає потреба в удосконаленні державної земельної політики, нормативно-правових документів щодо використання та охорони земель, зокрема нормативів у галузі охорони земель та відтворення родючості ґрунтів, пошкоджених унаслідок збройної агресії та бойових дій.

Необхідно розробити класифікатор показників забруднення ґрунтів, системи обліку та фіксації їх у Державному земельному кадастрі, удосконалити механізми збирання і накопичення інформації про диференційовані показники стану та використання земельних ресурсів. Необхідність функціонування сучасного та достовірного обліку якості земель є першоосновою запровадження високоефективної багатоцільової кадастрової системи. Облік ґрунтів у кадастрі є складовою якісної характеристики земель і здійснюється за агровиробничими групами ґрунтів. У земельному кадастрі України, показники обліковуються за якісно відмінними групами (Рис. 1).



Ри

### с. 1. Індикаторна характеристика обліку якості земель<sup>1</sup>

Облік якості земельних угідь відображає дані, що характеризують землі за природними і набутими властивостями, впливають на їх продуктивність та економічну цінність, а також за ступенем техногенного забруднення ґрунтів [6].

Відсутність конкретних показників родючості ґрунтів у кадастровій системі ускладнює державний контроль за використанням та охороною земель, як наслідок, відсутні підстави для відшкодування збитків, завданих нераціональним використанням земель [7, 8]. Віднесення земельних ділянок до певних категорій придатності, класів і видів земель здійснюється за ознаками і властивостями, які найбільш суттєво впливають на характер і специфіку їх можливого і доцільного використання у складі певних земель.

Для наповнення Державного земельного кадастру України інформацією про якісний стан земель важливо своєчасно проводити оцінку стану продуктивності ґрунтів. Моніторинг деградованих, забруднених і малопродуктивних земель дає змогу попередити негативні процеси руйнування ґрунтового покриву та сучасно виявляти їх розвиток. Оскільки основою моніторингу використання

<sup>1</sup> Сформовано на основі зведених даних Державного земельного кадастру України по обліку земель



сільськогосподарських угідь мають стати дані обліку якості земель, рекомендуємо сформувати повноцінну картографічну та атрибутивну базу показників агрогруп, особливо показників деградації ґрунтів.

#### Література

1. Рокочинський А.М., Волк П.П., Тихенко О.В., Фроленкова Н.А., Шалай С.В., Тихенко Р.В. Бонітування ґрунтів як основа формування вартості осушуваних земель. Агросвіт. №15. 2020. С. 4-10.

<http://www.agrosvit.info/?op=1&z=3265&i=0>

2. Dmytruk Yuriy, Cherlinka Vasyl. Cartographic Technique for Determining Areas of Soil Contamination by Heavy Metals. International Journal of Environmental Studies. 2022. 80 (2). P. 451–63. doi:10.1080/00207233.2022.2147708.

3. Ковалишин О., Шпик Н, Смолярчук М. Формування облікових даних про земельні ресурси територіальної громади у системі державного земельного кадастру. Використання й охорона земельних ресурсів та туристично-рекреаційний потенціал територій: Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. Дубляни, 17 травня 2023 р. Львів: Львівський національний університет природокористування, 2023. С. 95-96.

4. Кулинич П.Ф. Земельна реформа в Україні: правові проблеми: моногр. Київ: Норма права, 2021. 308 с.

5. Popov A., Trehub O. Improvement of the normative monetary evaluation of settlement land in the ecological context. Geodesy and Cartography. 2022. 48(2). P. 107–123. <https://doi.org/10.3846/gac.2022.14865>

6. Закон України № 3613-VI «Про Державний земельний кадастр». (2011, липень). Отримано з <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3613-17#Text>

7. Ходаківська О.В., Корчинська С.Г., Матвієнко А.П. Еколого-економічні аспекти відтворення родючості ґрунтів. Землеробство. 2017. Вип. 1. С. 16-21.

8. Шикуча М. К та ін. Відтворення родючості у ґрунтозахисному землеробстві. Київ : Оранта, 1998. 680 с.

## ВІЙСЬКОВІ ДІЇ ТА ВІТРО-ЕРОЗІЙНА НЕБЕЗПЕКА НА ПРАВОБЕРЕЖЖІ УКРАЇНИ

**Чорний С.Г.**

*Чорноморський національний університет ім. П. Могили, м. Миколаїв*

Вітрова ерозія спричиняється сильними вітрами, які постійно дують в одному напрямку над незахищеною рослинністю або рослинними рештками поверхню ґрунту. Вона може контролюватися за допомогою ґрунтозахисних сівозмін, спеціальних технологій обробітку ґрунту, які залишають на поверхні рослинні рештки та постійних рослинних бар'єрів, які розташовані упоперек напрямку вітрів. На півдні України до таких бар'єрів відносять мережу польових вітроломних лісосмуг.

Військова діяльність, як результат російської агресії, кардинально змінила стан чинної мережі лісосмуг, зокрема в правобережній частині Херсонської області та в південно-східній частині Миколаївської області. Саме в лісосмугах будуються лінії оборони, які вони піддаються найбільш інтенсивному артилерійському та ракетному вогню та є об'єктом штурмових дій.

Для аналізу змін стану лісосмуг на двох дослідних ділянках, які перебували в зоні інтенсивних бойових дій 2022 року на території Херсонської та Миколаївської областей були використані дистанційні методи досліджень, зокрема, супутникові зображення Sentinel-2. В дистанційних дослідженнях оцінки ступеня деградації лісосмуг під впливом військової діяльності використовувалися безхмарні зображення 2021 та 2022 року знімання та вегетаційний індекс, а саме, EVI (Enhanced Vegetation Index – покращений вегетаційний індекс), який розраховується за формулою

=

*de NIR – дані спектрального відбиття у ближній інфрачервоній області,  
RED – дані спектрального відбиття в червоній області,  
BLUE – дані спектрального відбиття в синій області.*

Діапазон значень для EVI становить від -1 до 1, а для здорової деревинної рослинності зазвичай він коливається в межах 0,2 – 0,8, при цьому значення 0,6 – 0,8 притаманно дуже густому рослинному покриву, 0,4 – 0,6 – середньому за щільністю рослинному покриву, 0,2 – 0,4 характеризує розріджений рослинний покрив, а значення EVI в 0 – 0,2 характеризує або поверхні без рослинності, або поверхні, які займають трав'яна рослинність та чагарники (Sobhani at al., 2018). В розрахунках середніх значень по кожному контуру лісосмуг були відібрані величини EVI, які попадали в часовий діапазон з 1 травня по 30 серпня 2021 та 2022 років. Для цього використовувався браузер EO Sentinel Hub (<https://www.sentinel-hub.com>), який є вебплатформою для хмарної обробки даних дистанційного зондування.

Дослідження показали, що більшість з лісових насаджень внаслідок бойових дій весною та влітку 2022 року можуть або обмежено виконувати ґрунтозахисні функції, або вони взагалі не здатні протидіяти вітровій ерозії. Втрати лісосмугами протиерозійних властивостей в результаті військової деградації приводить до помітного зростання вітро-ерозійної небезпеки території. Для кількісної оцінки можливих змін у вітро-ерозійній небезпеці використовували математична модель вітрової ерозії (WEQ) (National..., 2002; Huffman at al., 2012; Chornyy, 2018), яка розроблена для прогнозування довгострокових середніх щорічних втрат ґрунту з поверхні конкретного агроландшафту, який має певні рослинні та ґрунтові характеристики, умови шорсткості, певний внутрішньорічний розподіл опадів, температур вітрів, конкретну агротехніку вирощування сільськогосподарських культур тощо.

Втрати ґрунту ( $E$ , т/га за рік) є функцією від п'ятих параметрів (National..., 2002; Huffman at al., 2012; Chornyy, 2018):

$$E = \frac{C \cdot K \cdot L}{I}$$

де  $I$  – показник податливості ґрунту до дефляції;

$C$  – кліматичний параметр вітрової ерозії;

$K$  – показник шорсткості поверхні ґрунту;

$L$  – величина незахищеної відстані;

*V* – показник ґрунтозахисної ефективності рослинного покриву.

Саме показник *L*, який враховує вплив відстані між лісосмугами, іншими ґрунтозахисними рослинними покривами на вітрову ерозію, робить технологію WEQ зручним інструментом для розв'язання задач щодо зміни ерозійної ситуації при знищенні лісосмуг в зонах бойових дій на російсько-українській війні в Правобережжі України.

Якщо ерозійно-небезпечний вітер проходить через рослинний бар'єр, то завжди буде існувати певна зона, де ще немає крипу (повзання ґрунтових часток під дією вітру) та сальтації (стрибкоподібного руху ґрунтових часток під дією вітру). Ця зона в термінології WEQ має назву «стабільна область». Стабільна область є тією областю, де окрім відсутності вітрової ерозії ще проходить акумуляція ґрунтових часточок, які потрапляють на поле з навітряної сторони лісосмуги.

Втрата лісосмугами протиерозійних властивостей в результаті військової деградації приводить до помітного зростання вітро-ерозійної небезпеки території. Зростання показника *L* в кілька разів збільшує потенційну вітрову ерозію до небезпечних величин. Розрахунки за методикою WEQ показали, що величина потенційної вітрової ерозії з незахищених лісосмугами поверхонь, оброблених на зяб, зростають з 3,9 – 4,7 т/га за рік до 7,0 – 8,4 т/га за рік, що перевищує допустимі норми ерозії і в перспективі приведе до деградації ґрунтів та зниження їх родючості.

Повоєнне відновлення лісосмуг займе багато часу, а тому прості агротехнічні заходи проти вітрової ерозії, такі як мульчування поверхні ґрунту, «консервувальні» технології обробітку ґрунту, зокрема, «ноу-тілл», зможуть тимчасово стабілізувати ситуацію з деградацією ґрунтів в регіоні та зменшенням їх родючості.

ІНТЕГРОВАНІЙ ПІДХІД ДО УПРАВЛІННЯ РОДЮЧІСТЮ ҐРУНТІВ  
ПОЄДНАННЯ ҐРУНТОЗАХИСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
ТА ІНШИХ АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ

**Кнап Н. В., Волонтир Д. М.**

*ВСП «Мукачівський фаховий коледж НУБіП України»*

Родючість ґрунтів є основним чинником, що визначає продуктивність сільського господарства та продовольчу безпеку суспільства. Однак сучасні аграрні системи стикаються з численними викликами, зокрема виснаженням ґрунтів, ерозійними процесами, змінами клімату та зниженням вмісту органічної речовини. З огляду на ці проблеми, необхідно впроваджувати комплексний підхід до управління ґрунтовими ресурсами, що включає поєднання ґрунтозахисних технологій із сучасними агротехнічними заходами. Такий підхід сприяє збереженню та відновленню ґрунтів, підвищенню їхньої продуктивності та забезпеченню сталого розвитку сільського господарства.

Родючість ґрунту визначає його здатність забезпечувати рослини необхідними поживними речовинами, вологою та сприятливими умовами для росту й розвитку. Вона залежить від багатьох факторів, таких як рівень гумусу, баланс макро- і мікроелементів, структура ґрунту, його вологоємність та біологічна активність. Через інтенсивне землеробство без належного відновлення родючість поступово знижується, що вимагає впровадження ефективних заходів для її підтримання та покращення [1, с.155]. Ґрунтозахисні технології є ключовим елементом інтегрованого підходу до управління родючістю. Вони передбачають застосування методів, які зменшують негативний вплив антропогенної діяльності на ґрунти та сприяють їхньому відновленню. До основних технологій належать [2]:

- Мінімальний або нульовий обробіток ґрунту. Ця практика сприяє збереженню структури ґрунту, зменшенню втрати вологи та збереженню орга-

нічної речовини. Вона також знижує ризик ерозії та сприяє розвитку корисної мікрофлори.

- Контурний обробіток полів. Використання рельєфу місцевості для обробітку ґрунту допомагає запобігати водній ерозії, зменшує втрати ґрунту та покращує його зволоження.
- Мульчування. Покриття поверхні ґрунту органічними залишками (соломою, скошеними рослинами) допомагає зберігати вологу, зменшує випаровування та захищає ґрунт від перегріву.
- Сівозміна. Чергування культур дозволяє відновлювати баланс поживних речовин у ґрунті, зменшує ризик поширення хвороб і шкідників та покращує агрофізичні властивості ґрунту.

Окрім ґрунтозахисних технологій, важливе місце займають агротехнічні заходи, які безпосередньо впливають на родючість. Серед них:

- Застосування органічних і мінеральних добрив. Органічні добрива, такі як гній, компост і зелені добрива, покращують гумусовий шар ґрунту. Мінеральні добрива забезпечують рослини необхідними елементами живлення, однак їхнє використання має бути збалансованим, щоб уникнути виснаження ґрунтів і забруднення довкілля.
- Використання сидератів. Висівання сидеральних культур (наприклад, люцерни, гірчиці, фацелії) сприяє накопиченню органічної речовини, покращенню структури ґрунту та збагаченню його азотом.
- Раціональне зрошення та дренаж. Надлишкова волога може спричинити засолення та заболочення ґрунту, а її нестача – висушування й утворення тріщин. Використання крапельного зрошення та ефективних систем дренажу допомагає підтримувати оптимальний рівень вологості.
- Вапнування та гіпсування. Для відновлення кислотно-лужного балансу кислих ґрунтів застосовується вапнування, тоді як гіпсування використовується для зменшення засоленості.

Для досягнення максимального ефекту в управлінні родючістю важливо поєднувати різні методи. Наприклад, поєднання нульового обробітку ґрунту із сівозміною та використанням сидератів дозволяє підтримувати баланс поживних речовин і зменшувати ризики виснаження [3, с.58]. Мульчування у комбінації з органічними добривами сприяє накопиченню гумусу, а контурний обробіток у поєднанні з правильним водним режимом запобігає ерозії. Таким чином, інтегрований підхід забезпечує не лише захист ґрунтів, а й їхню довготривалу продуктивність.

**Висновки.** Інтегрований підхід до управління родючістю ґрунтів є одним із найефективніших способів забезпечення сталого розвитку сільського господарства. Використання ґрунтозахисних технологій у поєднанні з іншими агротехнічними заходами дозволяє не лише зберегти родючість ґрунту, а й значно покращити його якість. Раціональне управління ґрунтовими ресурсами сприяє підвищенню врожайності, зниженню витрат на добрива та захист довкілля. Саме комплексний підхід до землекористування стане запорукою сталого розвитку аграрного сектору та продовольчої безпеки майбутніх поколінь.

### Список використаних джерел

1. Стратегія збалансованого використання, відтворення і управління ґрунтовими ресурсами України; за ред. С.А. Балюка, В.В. Медведєва. — К.: Аграр. наука, 2012. — С. 155-156.
2. Шарко І.О. Еколого-економічні проблеми сільськогосподарського землекористування / І.О. Шарко // Вісн. ХНАУ. Сер. «Економічні науки». — 2012. — № 10. — Режим доступу: [http://archive.nbuu.gov.ua/portal/Chem\\_Biol/Vkhnau\\_ekon/2012\\_10/index.html](http://archive.nbuu.gov.ua/portal/Chem_Biol/Vkhnau_ekon/2012_10/index.html).
3. Семенда О. В. Напрями підвищення родючості та охорони якості ґрунтів // Агросвіт. — 2014. — №6. — С. 58—62.

ВПЛИВ СИСТЕМ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ЗАПАСИ ПРОДУКТИВНОЇ  
ВОЛОГИ У ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО  
В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ

**Маркарян В.**

*Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН України*

Досягнення високої ефективності та сталого розвитку землеробства неможливе без збереження та відтворення родючості ґрунтів. В сучасних умовах, особливо при орендних відносинах, ґрунти розглядають як джерело і засіб одержання максимального прибутку. Проте, мало уваги приділяється охороні та відновленню родючості сьогодні, незважаючи на те, що в майбутньому для вирішення цих питань необхідно буде витратити значні матеріальні ресурси [1].

Раціональний обробіток ґрунту сприяє покращенню агрофізичного, агрохімічного стану, зменшенню енергетичного навантаження у технології вирощування сільськогосподарських культур, підвищення урожайності і якості [2]. Тому всі агротехнічні заходи, в тому числі й механічний обробіток, в першу чергу повинні спрямовуватись на накопичення, збереження та раціональне використання вологи рослинами [3].

Експериментальна частина виконувалася в Інституті сільського господарства Західного Полісся НААН України у 4 -пільній сівоzmіні за 2021-2023 р.р. Ґрунт дослідної ділянки темно-сірий опідзолений. Організація стаціонарних досліджень передбачала три поля з входженням в сівоzmіну одним полем, чергування культур: озима пшениця – соя – кукурудза - соняшник. У сівоzmіні вивчалися три варіанти основного обробітку ґрунту: 1) різноглибинна оранка - 20-22 см для пшениці озимої, сої та 25-27 см для соняшнику; 2) дискування на 15-17 см з періодичним глибоким рихленням на 35 см; 3) дискування на 10-12 см з періодичним глибоким рихленням на 35 см. Система удобрення включала внесення мінерального удобрення з фоном  $N_{120} P_{90} K_{120}$ . Запаси продуктивної воло-



ги в 0-100 см шарі ґрунту визначалися термостатно-ваговим методом на посівах кукурудзи у 2 періоди (сходита перед збиранням).

За даними дослідження відмічали, що системи обробітку ґрунту за вирощування кукурудзи на зерно мали значний вплив на запаси продуктивної вологи в шарах 0 – 20 та 0 – 100 см.

Системи обробітку ґрунту на період сходів кукурудзи мали незначний вплив на запаси продуктивної вологи. Вміст продуктивної вологи в орному шарі ґрунту на варіантах досліду був у межах 26,6–31,5 мм. За різноглибинної оранки на 20-22 см запаси продуктивної вологи в 0-100 см шарі ґрунту становили 144,7 мм, за дискування на 15-17 см і на 10-12 см були майже на рівні з оранкою і відповідно становили 151,0 мм і 141,0 мм.

У процесі росту та розвитку рослин ґрунтова волога випаровувалася. У зв'язку з цим на період збирання кукурудзи у всіх систем обробітку ґрунту в верхньому 0-20 см шарі вичерпувався запас продуктивної вологи – до 2,9 – 11,9 мм і помітно знизився в метровому шарі ґрунту – до 21,6 – 75,4 мм. Найвищі запаси продуктивної вологи на період збирання кукурудзи в метровому шарі ґрунту були на варіанті дискування 15-17 см і становили відповідно 75,4 мм.

Отже, за вирощування культур (пшениці озимої, кукурудзи, сої, соняшника) сівозміни різноглибинна оранка і дискування на 15-17 см із використанням в системі удобрення побічною продукцією + N10 забезпечує найкраще збереження вологи в ґрунті протягом вегетаційного періоду.

## ДОСЛІДЖЕННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ САДЖАНЦІВ ПЛОДОВИХ КУЛЬТУР В СУЧАСНОМУ САДІВНИЦТВІ

**Романенко В.В., Мазур Б.М.**

*НУБіП України*

Слід справедливо відзначити, що через збройну агресію з боку росії використання величезних площ сільськогосподарських угідь для ведення сільського господарства стало неможливим. Багато територій використовуються для облаштування різних фортифікаційних елементів, але дуже великою проблемою є засмічення ґрунту мінно-вибуховими предметами та хімічне зараження в наслідок ведення бойових дій. Тож всім зрозуміло, що території через які пройшло пекло війни нажаль втрачені для ведення сільськогосподарської діяльності на цілі десятиліття. Ми в свою чергу маємо об'єктивно сприймати реалії сьогодення та шукати шляхи вирішення проблем які постають перед галуззю садівництва через війну.

Одним із шляхів вирішення проблеми втрати сільськогосподарських угідь є впровадження і розвиток контейнерної технології вирощування плодкових культур. Культура контейнерного садівництва в розвинених країнах західної Європи та в цілому світу набуває надзвичайної популярності. Закордонні науковці ще декілька десятиліть назад активно досліджували та впроваджували вирощування різних культур в контейнерах з використанням різноманітних матеріалів в якості субстратів для росту і утримання кореневої системи в контейнері. В Україні тематика контейнерного садівництва теж досліджувалась науковцями М.А.Соловйовою (1965), О.П.Леонтьєв (1993) та іншими, але в силу невідомих факторів вітчизняна наука відстала в даній технології від закордонних колег.

В закордонних розсадниках рослин практика вирощування рослин в контейнерах застосовується вже протягом багатьох десятків років. [1] Показники ефективності використання простору, поживних речовин і води при цьому методі виробництва вищі ніж у культур вирощених в ґрунті.[2] Західні вчені про-

понують використовувати в якості субстратів як органічні, так і неорганічні матеріали[3] які знаходяться в регіоні ведення діяльності.[4] В якості матеріалів для субстратів можливо використовувати верховий торф, кокосове волокно, рисові висівки, кору дерев, керамзит, вермикуліт, перліт, мінеральну вату.[5]

Площадку для розміщення рослин в контейнерах можна розміщувати на територіях які є нецікавими, або неприйнятними для ведення сільського господарства із традиційними технологіями використання та обробітку ґрунту. Це мається на увазі площі із бідними за хімічним складом, неродючими ґрунтами, ділянки із високим рівнем залягання ґрунтових вод, кам'янисті території та навіть території на місці колишніх сміттєвих полігонів.

Однак технологія контейнерного садівництва передбачає великі початкові капіталовкладення, а саме облаштування самої контейнерної площадки. Це організація території, застилання агротканиною, облаштування системи поливу, монтаж різноманітних шпалер та опор.

Для росту і розвитку будь-якої рослини в закритому кореновому середовищі має бути підготовлений субстрат, який складається із компонентів живильних середовищ, а також і багато різноманітних добавок, такі як різні матеріали для вапнування, добрива та інше. [6] Найбільш використовуваним органічним матеріалом в контейнерному садівництві в якості живильного середовища є верховий торф [7]. Торф використовується як основний компонент субстратів завдяки його фізичним, хімічним, біологічним якостям, високою здатністю утримувати вологу, дренажними характеристиками, повітряним простором, невеликою вагою і відсутністю збудників хвороб та шкідників. [8]

На базі садового центру "Пісарді"(Бучанський район, Київської області) в 2024 році нами було закладено дослід із вирощування саджанців яблуні в контейнерах. Для дослідження були використані однорічні саджанці яблуні сорту Чемпіон на двох підщепах: карликовій М9 та середньорослійММ106. Саджанці висаджувались в три типи субстратів, це верховий торф, торф з додаванням кори хвойних порід дерев та суміш верхового торфу, кори і ґрунту з використан-

ням двох видів контейнерів. Саджанці в контейнерах розміщувались на відкритій площадці за схемою 0,5 x 1 м з підв'язуванням до шпалери.

Перші отримані результати досліджень показують перспективність впровадження контейнерної технології вирощування садивного матеріалу плодкових культур. Приріст штамбу в діаметрі за один вегетаційний сезон саджанців яблуні сорту Чемпіон склав 171-206%. Пагоноутворювальна спроможність (за Потаповим) саджанців на підщепі М9 склала 640% та 653% на підщепі ММ106.

Якість саджанців значною мірою впливає на скороплідність насаджень, величину врожаю та є однією з передумов створення і продуктивного використання плодкових насаджень [9].

### **Використана література**

1 Blok C. Urrestarazu M. Substrate Growing Developments in Europe 2010–2027. Available online: [www.horticom.com](http://www.horticom.com)

2 Raviv, M. Can compost improve sustainability of plant production in growing media? *Acta Hort.* 2017, 1168, 119–133.

3 Nazim S, Gruda N. (2019). Increasing sustainability of growing media constituents and stand-alone substrates in soilless culture systems. *Agronomy* .9(6) 298. <https://doi.org/10.3390/agronomy9060298>

4 Alexander, P.D.; Bragg, N.C. Defining Sustainable Growing Media for Sustainable UK Horticulture. *Acta Hort.* 2014, 1034, 219–225

5 П.Салаш.,Ю. Валтера<sup>2</sup>. Субстрати для розсадників. *Садівництво* : міжвід. тем. наук. зб. Київ. Фірма Серж. 2005. № 57. С.367-371.

6 Savvas, D. Gianquinto, G. Tüzel, Y. Gruda, N. (2013) Soilless culture. In *Good Agricultural Practices for Greenhouse Vegetable Crops—Principles for Mediterranean Climate Areas*. Plant Production and Protection Paper 217. Baudoin, W. Ed.. FAO. Rome, Italy. pp. 303–354.

7 Gruda, N. (2012). Sustainable peat alternative growing media. *Acta Hort.* 927, 973-979 DOI: 10.17660/ActaHortic.2012.927.120. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.927.12>

[08](#)GrudaN. CaronJ. PrasadM. MaherM.J. Growingmedia.(2016). In EncyclopediaofSoilSciences, 3rded. LalR. Ed. CRCPressTaylor&FrancisGroup: BocaRatonFL. USA. pp. 1053–1058

[9](#) Соболь В.А., Сукован О.М., Майдебура В.І. Аналіз вивчення підщеп яблуні(MALUSDOMESTICABORKH.) і груші (PIRUSCOMUNISL.) в розсаднику і саду. *Садівництво* : міжвід. тем. наук. зб. Київ. Фірма Серж. 2012. № 65. С.-56

## ЯК ВІЙНА ВПЛИВАЄ НА СТАН ҐРУНТІВ І ЩО ЧЕКАЄ НА ОРГАНІЧНЕ ВИРОБНИЦТВО

**Бабіля Н. І., Товт В. В.**

*ВСП «Мукачівський фаховий коледж НУБіП України»*

За останні роки українські фермери почали активно впроваджувати органічне виробництво. Це продукція, отримана природнім шляхом без використання ГМО, синтетичних мінеральних добрив, отрутохімікатів і сертифікована відповідно до стандартів. Та за час війни питання органічного виробництва відійшло на другий план і це цілком зрозуміло сьогодні.

У зв'язку з російсько-українською війною в стрічках новин став все частіше з'являтися порівняно новий термін — екоцид.

Екоцид — це форма ведення війни, метою якої є намагання нанести непоправних збитків екосистемі країни, проти якої здійснюється агресія, її флорі, фауні, природним ресурсам.

Українська земля перетворилася на жахливий полігон для випробування різних видів озброєння — від далекобійних гаубиць та систем залпового вогню до фосфорних бомб та крилатих ракет. Війна руйнує не лише людську долі та життя. Кожний вибух — це крок до деградації ґрунтів, удар по екології та сільськогосподарському потенціалу держави.

У землеробстві все починається з ґрунту, його стану та здоров'я. А в органічному землеробстві — це надважлива роль, оскільки сертифікація органічного господарства розпочинається саме з ґрунту.

Знищення верхнього родючого шару ґрунту, який формувався протягом століть, відбувається внаслідок воєнних дій. Ґрунти втрачають родючість через зміну фізичних, хімічних та фізико-хімічних властивостей. Сьогодні 30% території України — зона підвищеної небезпеки в землеробстві.

Механічний вплив. Порушення структури ґрунтів під час пересування військової техніки, руху військ, будівництва захисних споруд, утворення крате-

рів від бомбардування, риття окопів, траншей. Через це відбувається ущільнення ґрунтів, зміна їх структури, засмічення важкими металами, гине ґрунтова фауна, рослинність, що у підсумку призводить до додаткового порушення ґрунтового біоценозу. Розмінування територій має також негативний вплив, під час якого руйнується гумусовий горизонт, втрачаються фізико-хімічні властивості ґрунту та відбуваються зміни гранулометричного та агрегатного стану. Зі свого боку, це впливає на родючість та водоутримувальну здатність ґрунту.

Хімічний вплив. Особливої уваги вимагає питання забруднення ґрунтів важкими металами та їх сполуками, які мають властивість мігрувати у вегетативну масу рослин. Вибух снаряду будь-якого типу — це попадання низки токсичних сполук у ґрунт. За даними фахівців ГО «Екодія», під час детонації ракет та артилерійських снарядів утворюються чадний газ, вуглекислий газ, водяна пара, закис азоту, діоксид азоту, формальдегід, пари ціанистої кислоти, азот, а також велика кількість токсичної органіки. Ґрунтознавці відзначають систематичне перевищення в 6-8 разів показників ртуті, цинку та кадмію. За словами фахівців в галузі геохімії ландшафтів, на місцях обстрілів фіксують високий вміст міді, нікелю, свинцю, фосфору та барію. Ці тенденції помічають ще з початку війни на Сході України у 2014 році, де в місцях бойових дій в районі Слов'янська в сотні разів перевищені гранично допустимі концентрації свинцю, наявні також стронцій та титан, які нехарактерні для ґрунтів у значних кількостях.

Серед сільськогосподарських культур найбільш високий вміст важких металів виявлено в листових овочах і силосних культурах, найменше - в бобових, злакових і технічних культурах.

Фізичний вплив. Передбачає зміну фізичних параметрів ґрунту. Насамперед це вібраційний, радіоактивний та тепловий вплив. Військова техніка спричиняє вібрації, а вибухи чи пожежі, крім прямих руйнувань, порушують температурний режим, який визначає вологозабезпеченість рослин. Вибухова хвиля

призводить до ерозії ґрунтів, що надалі загострює питання зміни клімату та адаптації до неї.

Поля, де раніше вирощували органічну продукцію, стали непридатними, навіть якщо на них не велися бойові дії. Політ ракети над полем впливає на родючість, тому що виділяється токсичне ракетне паливо. Залишки палива можуть осідати, наприклад, на пшеницю. В результаті у виготовленій продукції вже є токсичні речовини, тоді зерно пшениці вже не можна використовувати для харчування. Найбільше на себе можуть втягувати токсичних речовин сільськогосподарські культури: конюшина, соняшник, пшениця, кукурудза.

Якщо не провести заходи повоєнного відновлення, ми отримаємо ґрунти з підтопленням, засоленням, ерозійними процесами тощо. Це може беззаперечно призвести до руйнівних наслідків в рослинництві, порушення ґрунтового покриття, дефіциту природного зволоження, опустелювання, розвиток вітрової та водної ерозії.

Пропозиції:

1) У випадках пошкодження катастрофічного рівня (75-100% площі) оптимальним способом є вилучення із сільськогосподарського використання (консервація), тобто природне відновлення, якщо пошкодження менше 60% - рекультиваційні заходи.

2) Необхідно застосовувати консорціуми мікроорганізмів, які здатні розкласти токсичні речовини та мікробні препарати для створення високого вмісту корисної мікробіоти у ґрунтах. Це дасть їм змогу розпочати відновні процеси.

3) Для вилучення токсичних речовин можна застосовувати фіторемедіанти (бобові, злакові, хрестоцвіті та ін. рослини). Це дозволить прискорити розкладання токсичних речовин у ґрунті, регулюватиме ріст і розвиток фіторемедіатів та їх здатність для виведення токсикантів, і сприятиме швидкому поверненню ґрунтів для вирощування екологічної сільськогосподарської продукції поліпшеної якості.



Реальна екологічна небезпека страшніша навіть за війну, бо вбиває поступово, з “прицілом” на багато поколінь.