

## ПИТОМА ЕЛЕКТРОПРОВІДНІСТЬ ВОДНИХ СУСПЕНЗІЙ ҐРУНТУ ЯК ЕКСПРЕС-КРИТЕРІЙ ҐРУНТОВОЇ ДІАГНОСТИКИ

З.Г. Гамкало, Т.Ю. Бедернічек, Т.В. Партика, Ю.П. Партем

Львівський національний університет імені Івана Франка  
географічний факультет, вул.Дорошенка,41, Львів, 79000.  
e-mail: zenon.hamkalo@gmail.com

*Обговорюється необхідність використання показника електропровідності у діагностиці антропогенного впливу на ґрунти. Встановлено збільшення електропровідності водних суспензій ґрунту лісових і сільськогосподарських екосистем в осінній період. Значний вплив на електропровідність ґрунту, особливо його верхню частину, мало знеліснення. Основною причиною зміни електричної провідності ґрунту є співвідношення між процесами мінералізації та іммобілізації, що впливає на концентрацію йонів у ґрунтового середовищі.*

*Ключові слова: питома електропровідність, ґрунт, знеліснення, сезонні зміни.*

**Вступ.** Із посиленням антропогенного впливу на біосферу Землі, що пов'язано, з одного боку, з постійним збільшенням чисельності населення та постійним зростанням його рівня життєвих потреб, а з іншого – значним техногенним втручанням у природні процеси, виникнення нових або інтенсифікація існуючих екологічних криз стає неминучою. Можна дискутувати скільки мільярдів чи десятків мільярдів людей здатна прогодувати наша планета, тобто оцінювати її поживний ресурсний потенціал, але при цьому необхідно зрозуміти, що за таких умов лімітуючим чинником буде енерго - речовинний ресурс ґрунту, а гарантом реалізації цього ресурсу – його екологічна якість або, як це популярно на Заході – його здоров'я.

Якщо взяти до уваги, що площа орнопридатних земель на планеті Земля становить понад 3 млрд га, або 22% всієї площі суходолу, а також те, що за історичний період людство вже втратило близько 2 млрд га колись родючих ґрунтів, тобто більше всієї сумарної площі світового землеробства, то саме цей ресурс є надзвичайно вразливим і динамічним в якісному і кількісному аспектах. Необхідно врахувати й те, що наведені вище втрати родючих ґрунтів відбувалися за умов екологічно ощадливого екстенсивного землеробства і незначного відчуження сільськогосподарської продукції з місця її вирощування. Останнє важливо з огляду на збереження і оптимальне забезпечення біогеохімічного колообігу понад 70 хімічних елементів, які беруть участь у формуванні рослинницької продукції.

Сьогодні, за умов інтенсивного ведення сільського господарства, щорічно з агроекосистем вибуває близько 8 млн. га родючих ґрунтів за рахунок відчуження на інші господарські потреби і близько 7 млн. га – в результаті різних

процесів деградації, тобто 15 млн. га продуктивних угідь [6], причому, процес деградації ґрунтів відбувається зі зростаючою швидкістю: у другій половині минулого століття вона збільшилася в 30 разів, порівняно зі середньоісторичною [5]. За цих умов посилення антропогенного впливу на педосферу здійснюватиме й демографічний чинник. За прогнозом ООН, населення світу до 2050 р. сягне понад 9 млрд., а площа під зерновими на душу населення на початок третього тисячоліття складатиме лише 0,07 га. А це вже критична величина, компенсувати яку подальшим підвищенням родючості ґрунтів буде дуже важко.

Отже, інтенсивна деградація родючих ґрунтів, з одного боку, і необхідність у збільшенні виробництва продовольства, з другого, посилить вимагатиме організації і ведення моніторингу за її структурно-функціональним станом. Досвід розвинених країн світу показує, що здійснення контролю за “здоров'ям” ґрунту може здійснюватися за допомогою мінімального набору показників (МНП), аналогічно до діагностики стану здоров'я людей (вимірювання температури тіла, величини тиску крові, частоти пульсу). А при встановленні, на першому етапі, певних відхилень від норми – виконувати згодом ширшу діагностику для встановлення причини виявлених змін: оцінювати біологічний і геологічний колообіги речовин, особливості трансформації мінералогічного складу гірських порід, наявність певних мінеральних новоутворень, стан процесів синтезу і руйнування органічної частини ґрунтів, їх водного і теплового режимів, оцінювати динаміку окисно-відновних та інших хімічних процесів, складу ґрунтового повітря, доступних рослинам сполук біофільних елементів тощо.

Оскільки, безпосередня оцінка якості ґрунту на сучасному етапі практично не можлива, необхідний пошук індикаторів інтегрального типу чутливих до зміни його функціонального стану. Без сумніву, що за цих умов, пріоритетна роль повинна належати інструментарію динамічного ґрунтознавства, завданням якого є дослідження актуальних процесів ґрунтоутворення і сучасних ґрунтових режимів природних і гемеробних екосистем. Тому, першочергово, серед цього широкого спектру показників необхідно віднайти декілька, можливо 3-4, які б в експрес-режимі дозволили оцінити небажані зміни у функціонуванні ґрунту як біокосного тіла. Такі показники (індикатори) виконували б сигнальну функцію (сигнальні індикатори) про порушення того чи іншого режиму функціонування ґрунту.

Але за старих методичних підходів, які традиційно використовувалися і продовжують використовуватися для обґрунтування правоти давно обґрунтованих докучаєвських ідей, неможливо досліджувати швидкі (денні, сезонні, річні тощо) реакції ґрунту як біокосного тіла на різні екзо- і ендогенні впливи. У цьому плані розвиток вітчизняного ґрунтознавства також ускладнюється його ізоляцією від світової науки й дуже низьким рівнем сучасного приладного забезпечення експериментальних досліджень. Але й за цих складних умов стає можливим ширше використання загальнодоступних фізико-хімічних методів, зокрема кондуктометричного, який базується на вимірюванні електропровідності середовища, пов'язаної головним чином із наявністю у ґрунті вільних електронів та заряджених частинок (йонів, колоїдів). Цей показник також залежить від таких властивостей ґрунту як мінеральний склад, вологість, мінералізація порового розчину, структурно-текстурні особливості, температура, пористість та тріщинуватість. Як відомо, ці властивості впливають на ефективність екологічних функцій ґрунту і в т.ч. його родючість. Тому, вимірювання електропровідності ґрунту агроекосистем і побудова карт електропровідності полів – широко застосований прийом оцінки просторово-функціональних особливостей ґрунтової поверхні при виконанні еколого-агрохімічної діагностики сільськогосподарських угідь у США, Німеччині та інших країнах.

Крім польових методів вимірювання електропровідності ґрунту, важливу інформацію дають лабораторні вимірювання питомої електропровідності водних суспензій ґрунту, які головно оцінюють зміни концентрації йонів у ґрунтовому середовищі. Особливо інформативні ці дослідження, коли їх виконують в режимі локального моніторингу і приурочені до одного варіанту досліду чи ґрунтового розрізу [1-3, 8].

Метою роботи було вивчення інформативності показника питомої електропровідності водної суспензії ґрунту для оцінки сезонних змін йонної активності ґрунту лісової екосистеми та впливу на них різної інтенсивності лісогосподарських заходів

**Об'єкт і методика досліджень.** Модельні ділянки розташовані на території експериментального стаціонару Національного лісотехнічного університету (м. Львів), розміщеного у 2-ому кварталі урочища “Корналовичі” Самбірського району, Львівської області, де до сьогоднішнього дня збереглися старовікові дубові і дубово-грабові деревостани віком 210-240 років та дерева попередніх генерацій віком понад 300 років.

Досліджували впливи поступової, групово-вибіркової і суцільної систем рубок другого ярусу дерев граба звичайного (*Carpinus betulus*) на зміни питомої електропровідності ґрунту експериментальних ділянок. В першому дослідному варіанті (поступова рубка) усунуто 25 % суб-едифікатора, в другому (групово-вибіркова рубка) – 50%, третьому (суцільна рубка) – 100 %. Контрольним варіантом слугувала поруч розташована ділянка непорушеного старовікового деревостану – вологої грабової діброви, а також ділянка під сінокосом.

Зразки ґрунту з ґрунтових розрізів відбирали весною 2009 р.(25.05), осінню 2010 р. (10.09) і весною 2011 р. (25.05) до глибини 50 см з кроком 5 см.

Підготовка ґрунтових зразків виконувалась відповідно до вимог ISO 11464. Репрезентативну частину зразка для аналітичних досліджень відбирали з повітряно-сухого ґрунту, розтирали і просіювали крізь сито з діаметром отворів 2 мм. В подальшому, ґрунт диспергували (шляхом розтирання) так, щоб подрібнена ґрунтова маса проходила крізь сито з отворами 250 мкм.

Водну суспензію ґрунту (1:2.5) готували шляхом змішування 20 г сухого ґрунту з 50 мл дистильованої води у поліпропіленовій ємності, перемішували протягом 2-х хвилин і залишали на 1 годину. Питому електропровідність водної суспензії ґрунту (ЕВСГ) вимірювали за допомогою двохдіапазонного кондуктометра Radelkis ОК-102/1.

**Результати та їх обговорення.** Як видно з даних таблиці у гумусо-дерновому горизонті Hd(t) контрольного варіанту (верства 0-5 см) ЕВСГ у весняний період 2009 р. була максимальною –  $75 \text{ мСм} \cdot \text{м}^{-1}$  і хвилеподібно зменшувалася до глибини 50 см з мінімумами ( $27 \text{ мСм} \cdot \text{м}^{-1}$ ) у ґрунті верств 15-20 і 35-40 см. Найбільший градієнт змін ЕВСГ ( $35 \text{ мСм} \cdot \text{м}^{-1}$ ) виявлено між

верствами ґрунту 0-5 і 5-10 см, а нижче за профілем – ці зміни є значно меншими. Найбільша питома електропровідність ґрунту верстви 0-5 см свідчить, що саме цей поверхневий шар є найбільш метаболічно активним. На структурно-функціональну специфіку поверхневого шару ґрунту 0-5 см вказують й інші дослідники [7]. Внаслідок вирубок субедифікатора граба звичайного у процесі лісогосподарських заходів ЕВСГ шару 0-5 см зменшилася відповідно до інтенсивності рубань. Такі зміни пов'язані зі зменшенням вмісту йонів у поверхневій верстві ґрунту, внаслідок меншого (або відсутності) надходження до ґрунту опадів граба, відповідно зменшення внутрішньоґрунтового лабільного пулу органічних речовин і послаблення мінералізаційних процесів. Також це можливе за рахунок вимивання частини йонів у нижче розташовані верстви ґрунту. Цікаво, що ґрунт сінокошу, розташованого поруч з досліджуваним лісовим масивом, характеризується значно меншою ЕВСГ, особливо у верхній частині ґрунтового профілю, що свідчить про збільшення вмісту йонів у ґрунті внаслідок мінералізації лісової підстилки.

Дослідження виконані в осінній період наступного 2010 р., виявили значне збільшення

ЕВСГ у ґрунтах лісової екосистеми і агроекосистеми. Причому, максимальне збільшення цього показника встановлено у ґрунті верхньої (0-5 см) верстви сінокошу (у 9,3 рази), а у лісовому ґрунті, залежно від варіанту досліду, – у 2,5 (контроль) і 4,9-5,3 рази (на вирубках). Таке збільшення вмісту йонів у ґрунті свідчить про значне переважання осінню мінералізаційних процесів над іммобілізаційними, а також зменшення інтенсивності засвоєння рослинами йонних форм поживних речовин у процесі росту.

Варто зауважити, що збільшення йонної активності ґрунту в осінній період поширюється до глибини 50 см (нижче не досліджували!), особливо це простежується на сінокоші. У ґрунті лісової екосистеми найбільші зміни величини ЕВСГ відбуваються переважно у верхній частині досліджуваного профілю, зокрема у верстві 5-10см, де досягають максимуму. За цих умов, у контролі ЕВСГ збільшується у 4,9 рази, на варіанті, де вирубали 25% граба – 7,9, а 50 і 100% – відповідно 6,6 і 7,0 рази. Чому в осінній період максимальні зміни ЕВСГ відбулися саме у ґрунті верстви 5-10 см, а не 0-5 см, залишається відкритим.

Таблиця

**Особливості динаміки питокої електропровідності водних суспензій дерново-підзолистого ґрунту за різного антропогенного впливу.**

Вар-ти	Контроль			Вирубка 25%			Вирубка 50%			Суцільна вирубка			Сінокіс											
	Ген. гор-ти	в	о	в <sub>1</sub>	Ген. гор-ти	в	о	в <sub>1</sub>	Ген. гор-ти	в	о	в <sub>1</sub>	Ген. гор-ти	в	о	в <sub>1</sub>								
0-5	Hd(t)	75	188	35	Hd(t)	68	334	40	He (gl)	45	240	25	He (gl)	43	209	28	Hd(t)	27	250	22				
5-10	He (gl)	40	194	36	He (gl)	33	259	23		34	224	37		EH (gl)	27	188		40	He (gl)	26	165	12		
10-15		42	148	34		32	243	45	EH (gl)	32	177	20	EH (gl)		30	178	41	EH (gl)		16	152	17		
15-20		27	121	36		34	189	30		32	150	20			42	139	35			19	136	10		
20-25		37	101	23		33	153	28	EH (gl)	29	118	19	EH (gl)		36	124	37	EH (gl)		18	131	8		
25-30		34	62	26		36	131	17		26	77	16			34	86	32			21	130	9		
30-35		EI (h) gl	35	69		22	EI (h) gl	32	111	25	EI gl	33	59		14	EI gl	39	98		38	EI gl	36	90	24
35-40			27	57		19		55	100	20		29	66		22		35	74		40		28	122	20
40-45			45	50		24		46	84	17		29	79		21		36	60		37		26	120	19
45-50	Ip Gl		34	47	37	Ip Gl		33	78	17		36	78	28	Ip Gl		38	60	30	Ip Gl		25	146	13

Зразки ґрунту відбирали весною (в) – 25.05.09 р; осінню (о) – 10.09.2010 р.) і весною (в<sub>1</sub>) – 25.05.2011р.

Результати моніторингових досліджень ЕВСГ весною 2011 року показали, що її величина, порівняно з осіннім періодом 2010 року, значно зменшилася, причому за абсолютними значеннями, в окремих випадках, навіть стала меншою, ніж весною 2009 року. Низька питома електропровідність водних суспензій ґрунту у весняний період відображає перш за все різке посилення процесів засвоєння поживних речовин із ґрунту, внаслідок інтенсивного росту рослин в цей період, а також активізації внутрішньогрунтового мікробного синтезу органічної речовини з мінеральних компонентів у процесі іммобілізації.

Оскільки, електропровідність ґрунту тісно пов'язана зі змінами лабільної органічної речовини, як головного джерела мінералізаційних процесів, необхідно у перспективі враховувати також сезонні зміни її вмісту. У зв'язку з цим, важливими є результати досліджень відомого ґрунтознавця М.І.Дергачової [4], яка у своїй фундаментальній праці "Органическое вещество почв: статика и динамика (на примере Западной Сибири)" прийшла до висновку, що «циклічність перетворень системи гумусових речовин підлягає загальним ритмам функціонування біогеоценозу в цілому», а співвідношення вмісту гумінових до фульвоки слот змінюється у декілька разів протягом року, тобто є високодинамічним.

**Висновки.** Питома електропровідність водних суспензій ґрунту є високочутливим індикатором зміни концентрації заряджених частинок йонів у ґрунтового середовищі. Оскільки, за відсутності мінерального удобрення, головним джерелом йонів у ґрунті є процес мінералізації органічної речовини, зокрема її лабільного пулу, зміни ЕВСГ адекватно відображають баланс йонів, який підтримується співвідношенням процесів мінералізації і іммобілізації та їхнім вимиванням у позакореневу зону. Встановлено значне збільшення ЕВСГ лісової та агроєкосистеми в осінній період, порівняно з весняним, що пов'язано з по-

силеною мінералізацією органічної речовини ґрунту і сповільненням процесу засвоєння мінеральних йонів у процесі росту рослин.

За амплітудою сезонних коливань величини ЕВСГ у профілі ґрунту стає доступним виокремлення його метаболічно активної частини, що важливо при діагностуванні антропогенного впливу.

### Список літератури

- Бедернічек Т.Ю. Електропровідність як еспрес-індикатор йонної активності едафотопу лісових екосистем / Т.Ю. Бедернічек, С.Л.Копій, Т.В.Партика, З.Г. Гамкало // Біологічні системи. –Т1. – Вип.1. – Чернівці: ЧНУ, 2009. – С.85-89.
- Гамкало З.Г. Електропровідність як критерій оцінки йонної активності ґрунту пасовищ при різному мінеральному удобренні травостанів / З.Г. Гамкало // Вісник Львів. ун-ту. Серія географічна. – Вип.27. – 2000. – С.147-151.
- Гамкало З.Г. Електропровідність сірого лісового ґрунту західного Лісостепу залежно від агрохемогенного впливу / З.Г. Гамкало // Аграрний вісник Причорномор'я. – Одеса, 2004. – В.26. – Ч.1. – С.122-129.
- Дергачева М.И. Органическое вещество почв: статика и динамика / М.И.Дергачева. – Новосибирск: Наука, 1984. –155 с.
- Розанов Б. Г. Глобальные тенденции изменения почв и почвенного покрова / Б. Г.Розанов, В. О.Таргульян, Д. С. Орлов // Почвоведение. – 1989. – № 5. – С.5-18. 6
- Романова Э. П. Природные ресурсы мира / Э. П.Романова, Л. И. Куракова, Ю. Г. Ермаков. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – С. 57. 5
- Чуков С.Н. Внутригоризонтная дифференциация структурно-функциональных параметров гуминовых кислот чернозема типичного / С.Н. Чуков, М.С. Голубков, А.Г. Рюмин // Почвоведение. – 2010. – № 11. – С. 1353-1361.
- Hamkalo Z. Electrical conductivity of soil water suspensions as criteria of monitoring of ecological quality of soil in the hemerobic conditions / Z. Hamkalo, S. Poznyak // Sustainable, including ecological agriculture – results, problems and perspectives : intern. sci. conf.: abstracts. – Balti (Moldova). – 2007. – p. 80-81.

## SPECIFIC ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF SOIL WATER SUSPENSIONS AS EXPRESS SOIL DIAGNOSTIC CRITERIA

Z. Hamkalo, T. Bedernichek, T.Partyka, Y.Partem

*The need of using the indicator of electrical conductivity in the diagnosis of anthropogenic impact on soil is discussed. The increasing the electrical conductivity of soil water suspensions of forest and agricultural ecosystems in the autumn is found. Significant impact on the electrical conductivity of soil, especially on its upper part, is founded after deforestation. The main reason for changes in electrical conductivity of the soil is the ratio between mineralization and immobilization processes that affect the ion concentration in the soil environment.*

*Key words: electrical conductivity, soil water suspensions, forest and agricultural ecosystems, deforestation*

Одержано редколегією 12.01.2012