

УДК 539.3

І.Г.Грабар, доктор технічних наук, професор, проректор з наукової роботи Житомирського національного агроекологічного університету Житомирського національного агроекологічного університету

О.І.Трембіцька, кандидат сільськогосподарських наук, викладач кафедри механізації землеробства і тваринництва Житомирського національного агроекологічного університету

НЕЛІНІЙНА ДИНАМІКА БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТИХ ҐРУНТІВ В КОРОТКОРОТАЦІЙНІЙ СІВОЗМІНІ

Запропоновано математичну модель кінетики узагальненої функції біологічної активності ґрунту в вигляді диференційного рівняння першого ступеня з поліноміальною правою частиною. Експериментально встановлено, що узагальнена функція біологічної активності має складний багатостадійний характер, що відповідає в правій частині моделі поліному другого ступеня.

Вступ. Діяльність ґрунтових мікроорганізмів є ланкою, яка забезпечує екологічну рівновагу будь-якої ґрунтової екосистеми і забезпечує існування ґрунту, як складної саморегулюючої системи. Серед найважливіших функцій ґрунтової мікрофлори визначають її участь у кругообігу вуглецю, азоту та інших елементів, синтезі біологічно-активних речовин за анаеробних умов, – формуванні родючості ґрунту, тобто гумусоутворенні, та за аеробних, які створюються при обробі ґрунту – у розкладі гумусу на поживні речовини, які використовуються рослинами [1].

Постановка задач досліджень. У процесі розкладання гумусу мікроорганізмами, крім азоту, вивільняються й інші поживні речовини (фосфор, сірка, мікроелементи), а також діоксид вуглецю (CO_2), необхідний для фотосинтезу рослин. В рослинному світі целюлоза є найбільш широко розповсюдженим полісахаридом, який легше інших речовин піддається гідролізу і швидше всього в ґрунті мінералізується. До складу целюлози входить до 70% вуглецю фітомаси агроценозів, тобто целюлоза є одним із важливих субстратів у процесах розкладу рослинних залишків, що надходять у ґрунт. Однак при цьому органічна маса різних рослин має різну якість, що значно впливає на діяльність мікроорганізмів. У дерново-підзолистих ґрунтах роль руйнівників клітковини переважно виконують гриби [2].

На мікробіологічну активність розкладання целюлози в ґрунті впливають кліматичні фактори, ступінь розвитку сапрофільного комплексу, газовий режим ґрунту, біологічні властивості рослин, агротехніка та інші. Активність розкладання післяжнивних і кореневих решток можна оцінити за швидкістю розкладу целюлозних стандартів у ґрунті. Встановлено прямий зв'язок між урожаєм сільськогосподарських культур, зокрема озимої пшениці, і целюлозолітичною здатністю дерново-підзолистого ґрунту [5].

Поряд з тим підвищення вмісту Са у дерново-підзолистому ґрунті, створюючи нейтральне середовище, підсилює біологічну активність та прискорює мінералізацію, сприяє закріпленню гумусових речовин у верхньому горизонті ґрунтового профілю [3]. Для фотосинтезу рослинам необхідний діоксид вуглецю в значних кількостях. Так, для формування врожаю озимої пшениці 50 ц/га в період її інтенсивного росту добова потреба в CO_2 перевищує 200 кг/га. Оскільки 70% цієї кількості забезпечується за рахунок мінералізації гумусу ґрунту, органічних добрив, рослинних решток, то ця потреба залишається актуальною навіть за достатнього технічного і ресурсного забезпечення паливом, мінеральними добривами, засобами захисту рослин, наявності необхідної техніки [4]. Застосування органічних добрив та їх поєднань з мінеральними призводить, у більшості випадків, до збільшення виділення CO_2 із ґрунту та його целюлозолітичної здатності. В той же час у значній кількості наукових джерел, де порівнюються різні системи удобрення при нееквівалентних нормах добрив, зустрічаються також і протиріччя [2-4]. В зв'язку з цим дане питання потребує подальшого вивчення.

Ґрунтова біота, зокрема дощові черв'яки, які складають 50–72% всієї біомаси ґрунту, можуть бути використані як індикатори певних фізичних, хімічних і біологічних особливостей ґрунту. Дощові черв'яки мають певний позитивний вплив на родючість ґрунту: зменшують щільність, поліпшують аерацію, водний режим, водостійкість

структурних агрегатів, значно підсилюють розкладання органічних решток. Ґрунтові безхребетні відіграють важливу роль у формуванні мікробних комплексів, регулюють біомасу, активність і розподіл мікроорганізмів по профілю ґрунту. У кишечнику дощових черв'яків проходить формування гумусових речовин. Встановлено, що кількість гумусу в копролітах у 1,76 рази більша, ніж у ґрунті. Позитивний вплив життєдіяльності дощових черв'яків на гумусованість ґрунту відмічають цілий ряд науковців [3].

Таким чином, біологічна активність ґрунту є основою формування його родючості та забезпечення рослин поживними речовинами. Постійне внесення органічних добрив на фоні помірного мінерального живлення підвищує темпи інтенсифікації дихальних процесів ґрунту, розкладання целюлози та розвитку ґрунтової мезофауни, що позитивно впливає на забезпечення рослин елементами живлення та підвищує урожайність та якості сільськогосподарських культур.

Моделювання та експериментальне дослідження процесів біологічної активності. Біологічна активність ґрунту є важливою складовою його родючості і характеризується комплексом біологічних процесів синтезу і розкладу („дихання” ґрунту, розклад клітковини, ферментативна активність та ін.), у результаті яких складні сполуки перетворюються у форми, доступні для живлення рослин і мікроорганізмів.

Експериментальними дослідженнями виявлено, що інтенсивність виділення вуглекислого газу, кількість дощових черв'яків, целюлозолітична активність ґрунту залежно від кількості органічних добрив, внесених за сівозміну (при різних системах удобрення – таблиця 1) носить складний багатостадійний характер. Всі три вказані залежності (в наших дослідженнях) добре описуються поліномами 3-го степеня при $R^2 = 0,81 \dots 0,98$ (рис.1-3).

Залежність функції приведеної біологічної активності від кількості внесених органічних добрив за сівозміну $Y(Q)$ моделювалась згідно диференційного рівняння (1):

$$\frac{dY}{dQ} = f(Q) = \begin{cases} a \\ aQ + b \\ aQ^2 + bQ + c \end{cases} \quad (1)$$

Тоді після інтегрування (1) $Y(Q)$ матиме вигляд:

$$Y(Q) = \begin{cases} aQ + C_1 \\ aQ^2 + bQ + C_2 \\ aQ^3 + bQ^2 + cQ + C_3 \end{cases} \quad (2)$$

де C_1, C_2, C_3 - константи інтегрування, a, b, c – константи біологічної активності процесу.

У випадку реалізації першої моделі залежність біологічної активності від внесених органічних добрив за сівозміну $Y(Q)$ мала б мати вид лінійної залежності, при реалізації другої моделі - $Y(Q)$ мала би мати вид параболи з обов'язковою точкою екстремуму, а випадку третьої моделі - $Y(Q)$ мала б мати вид складної багатостадійної залежності з трьома зонами.

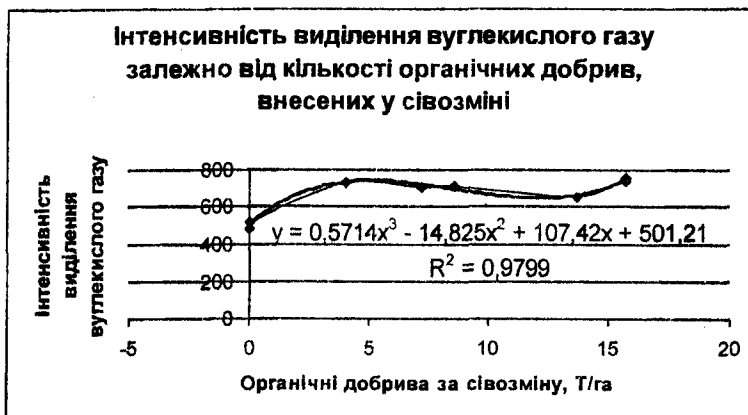


Рис. 1. Інтенсивність виділення вуглекислого газу, як функція від кількості органічних добрив, внесених за сівозміну (середнє за 2006-2009 рр.) [5].

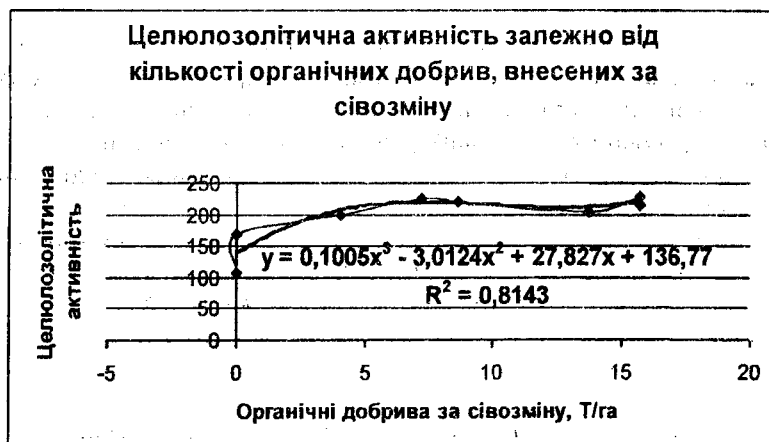


Рис. 2. Целюлозолітична активність, як функція від кількості органічних добрив, внесених за сівозміну (середнє за 2006-2009 рр.) [5].

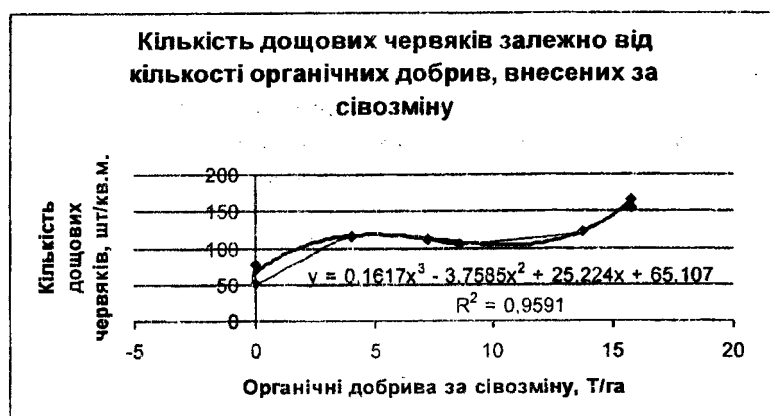


Рис. 3. Кількість дощових черв'яків, як функція від кількості органічних добрив, внесених за сівозміну (середнє за 2006-2009 рр.) [5].

Таблиця 1

Врожайність сільськогосподарських культур у зернових одиницях в залежності від систем удобрення (середнє за 2006 – 2009 рр.) [5]

№	Варіанти систем удобрення	Кількість органічних добрив, внесених за сівозміну, Т/га	Врожай у зернових одиницях					сума за ротацію	
			зелена маса кукурудзи	ячмінь	овес+плюшка	озима пшениця	ц/га	%	
			ц/га	ц/га	ц/га	ц/га			
1.	Без добрив (контроль)	0	39,8	21,48	17,172	27,648	106,1	100	
2.	Загально-прийнята	4	65,0	30,24	24,192	38,144	157,6	148,5	
3.	Біологічна	15,7	54,6	26,52	21,168	35,84	138,1	130,2	
4.	Органо-мінеральна з елементами біологізації	15,7	62,0	32,4	26,136	39,04	159,6	150,4	
5.	Мінеральна	0	70,6	32,76	24,948	38,656	167,0	157,4	
6.	Система добрив з елементами біологізації	13,7	54,4	28,32	22,896	37,504	143,1	134,9	
7.	Органо-мінеральна з екобіомом	7,2	68,2	33,24	26,352	41,472	169,3	159,6	
8.	Органо-мінеральна з агровіт-кором	8,6	60,8	28,2	22,356	36,608	148,0	139,5	

На всіх залежностях рис.1-3 виділяються 3 характерні зони:

- а) зона зростання параметра від кількості внесених добрив;
- б) зона спадання параметра;
- в) зона вторинного зростання

Інтенсивність мікробіологічних процесів за кількістю виділеної вуглекислоти, розкладу лляної тканини та розвитку ґрунтової біоти дощових черв'яків за різних систем добрив визначили позитивний баланс гумусу та високі показники врожайності за органо-мінеральних систем добрив з внесенням підстилкового гною, соломи, зеленої маси сидератів, а також використання промислових біоактивних добрив екобіом та агровіт-кор. Внесення в ґрунт тільки одних мінеральних добрив під усі культури сівозміни практично не активізувало мікробіологічні та целюлозолітичні процеси мінералізації органічних решток та розвиток ґрунтової біоти в порівнянні з процесами без внесення добрив (в контролі). Визначення врожайності сільськогосподарських культур у сівозміні показало, що сумарна врожайність усіх культур в зернових одиницях за варіантами систем добрив за сівозміну перевищила врожайність на контролі на 54,7 ц/га, або 45,8% (табл. 1). За врожайністю сільськогосподарських культур при різних погодніх умовах кращими виявились органо-мінеральна система добрив з екобіомом, мінеральна, органо-мінеральна з елементами біологізації та загальноприйнята система добрив, які в порівнянні з контролем за сівозміну забезпечили прибавки врожаю 59,6; 57,4; 50,4 та 48,5% відповідно.

Висновки.

1. Запропонована модель процесу функції біологічної активності у вигляді диференційного рівняння першого ступеня з поліноміальною правою частиною нульового, першого та другого ступеня.

2. Як показує аналіз експериментальних досліджень, узагальнена функція біологічної активності ґрунту (на прикладі інтенсивності виділення вуглекислого газу, кількості дощових черв'яків, целюлозолітичної активності ґрунту), залежно від кількості органічних добрив, внесених за сівозміну, носить складний багатостадійний характер, що відповідає поліному другого ступеня в диференційному рівнянні моделі та свідчить про нелінійний характер динаміки процесу.

3. Експериментально встановлено, що за врожайністю сільськогосподарських культур за різних погодніх умов кращими виявились органо-мінеральна система добрив з екобіомом, мінеральна, органо-мінеральна з елементами біологізації та загальноприйнята система добрив.

Список використаних джерел

1. Микробиологическая азотфиксация и рост растения при применении азотфиксаторов / Шабаев В.П., Смолин В.Ю., Олюнина Л.Н., [та ін.] // 9-й Баховский коллоквиум: Тез. докл. – М., 1995. – С. 98.
2. Лазаренко П.И. Севооборот и функционирование агроценоза / П.И. Лазаренко. – Днепропетровск: Изд-во «Пороги», 1996. – 116 с.
3. Лапта О.І. Біологічна активність ендосимбіозу дощових каліфорнійських черв'яків з бактеріями / О.І. Лапта //Агрохімія і ґрунтознавство. – 1998. – 4.2. – С. 74–75.
4. Ильина Л.В. Использование растительной биомассы для повышения плодородия почвы и продуктивности земледелия / Л.В. Ильина, Р.Н. Ушанок, Ю.М. Возняковская [и др.] //Земледелие. – 1998. – №6. – С. 42–43.
5. Трембіцька О. І. Вплив добрив на родючість та агроекологічний стан дерново-підзолистих ґрунтів, забруднених радіонуклідами. -- Дисертація к. с.-г.н. – Житомир: ЖНАЕУ. – 221 с.