

Існуюче в літературі твердження що погіршення питних вод сільських територій зумовлене екологічною безграмотністю селян, які поряд з криницями побудували хліви для худоби [3], з нашого погляду є поверхневим.

Якщо екологи, гідрогеологи і ґрунтознавці не скажуть свого слова як фахівці, або до їх слів не прислухаються виробничники і політики, то недалекий час, коли Україна буде залежною від водопостачання з інших країн.

Висновки

1. Із відомих деградаційних процесів ґрунтів найменш дослідженим є переущільнення, яке в останні десятиліття набуває значного поширення.

2. Заходи по відновленню природного зложення ґрунту на глибинах понад 50 см., ще не відомі. Можливо єдиним ефективним заходом є заліснення території.

3. Переущільнення ґрунтів є основною причиною погіршення якості питних вод з підземних джерел водопостачання.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Медведєв В.В., Лындина Т.Е., Лактионова Т.Н. Плотность сложения почв. – Харьков, 2004. – 240 с.
2. Сисолін П.В. Повість конструктора про стан вітчизняного сільсько-госпмашинобудування для рільництва. Кіровоград, «Код» - 2010. – 52 с.
3. Палапа Н.В. Забруднення питної води сільських селітебних територій та заходи покращення // Агроекологічний журнал. – № 3. – 2009. С. 43-45.

УДК 628.516: 536.757: 631.86: 631.6

Байрак М. В., Погромська Я. А., Зуза В. О., Зуза С. Г. (Україна, Дзержинськ)

СТАТИСТИЧНА ТЕРМОДИНАМІКА ЯК ІНСТРУМЕНТ ІНДИКАЦІЇ ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ

До однієї з найбільш важливих особливостей забруднення ґрунтів Донбасу варто віднести комплексність забруднення. Забруднюючі речовини представлені: важкими металами з різним ступенем окислювання; продуктами горіння у формі оксидів газів; складними органічними речовинами; технологічним пилом різноякісним по складу; продуктами пилу відвалів відходів різних виробництв; локальними забрудненнями, які обумовлені аварійними ситуаціями на промислових і транспортних об'єктах. Намагаючись оцінити збиток природі, сільськогосподарським угіддям, на основі кількісного обліку забруднень, що надійшли, поза увагою залишається якість забруднюючих речовин та реакція природних об'єктів на їх надходження. Тому, на даному етапі нашого розуміння природних процесів, варто визнати своє безсилля у створенні точної кількісної картини забруднення за окремими показниками.

Єдиним шляхом об'єктивної оцінки ефектів дії забруднюючих речовин може бути дослідження статистичних параметрів стану об'єкту, що забруднюється, будь це чи ґрунт, чи рослина.

Дослідження у галузі кібернетики, теорії інформації та загальної теорії систем показали загальні правила та закони за якими відбувається розвиток багатьох об'єктів природи [1, 2, 3, 4, 5]. Встановлені, на основі теорії інформації, загальні принципи самоорганізації систем, показують, що дані процеси є відображенням загальної тенденції природи, яка проявляється на всіх рівнях організації матерії, починаючи від взаємної трансформації елементарних часток [6] та створенням молекул з атомів і закінчуючи процесами розвитку складних організмів, біологічних та соціальних спільнот, зоряних та планетних систем [1]. При цьому встановлено, що первинний хаос, детермінований та породжений правилами, які самі по собі не включають ніяких елементів випадковості [6, 7, 8]. Так, для досить великої кількості об'єктів, за теорією Рамсея, якщо кожен два об'єкти пов'язує єдине з набору відносин, то завжди існує підмножина даної сукупності, що містить задану кількість об'єктів, де всі об'єкти пов'язані відношенням одного типу [8]. Звідси, розглядаючи ґрунт як хаос, та одночасно як організовану систему, можна припустити, що поява в ній сторонніх речовин може змінити співвідношення хаосу та упорядкованості на визначену величину. Зміни можна вимірювати, спираючись на рівняння Шеннона-Больцмана (1), яке є статистичною функцією ентропії [9]:

$$H = -\sum_{i=1}^N P_i \log P_i, \quad (1)$$

де P_i – імовірність появи якогось явища або події;

N – кількість явищ, подій, рангів параметри яких враховуються.

Мета дослідження. Встановити з погляду статистичної термодинаміки закономірності відгуку рослин на забруднення ґрунту та можливість їх застосування як інструменту індикації техногенного навантаження системи «ґрунт-рослина».

Об'єкти та методи досліджень. Біологічні об'єкти розвиваються у середовищі, яке постійно змінюється. Це вимагає безперервної адаптації до зовнішніх умов які відображають об'єктивний стан середовища (ґрунту і атмосфери у даному випадку) і можуть бути індикаторами зміни стану природного середовища. У якості

контрольного параметру в таких умовах можна використовувати значення ентропії біометричних ознак. Для даних досліджень був взятий показник варіації висоти рослин ячменю.

Дослідження проводилися у рамках вивчення ефектів застосування сульфатів заліза (II) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (0; 300; 600; 1200 та 2400 кг/га) в якості меліоранту на забруднених ґрунтах на фоні мінімальних ($\text{N}_{15}\text{P}_{10}$) та оптимальних ($\text{N}_{45}\text{P}_{60}$) доз азотно-фосфорних добрив, а також на фоні внесення вермікомпосту 2000 кг/га. Польовий дослід, рендомізований у п'ятикратній повторності, закладено на території Донецької дослідної станції, (ґрунт – чорнозем звичайний, малогумусний на лесованих суглинках, більше 10 км до найближчого джерела викидів) та по аналогічній схемі на полях Костянтинівського сільськогосподарського технікуму (чорнозем звичайний, малогумусний на лесованих суглинках, перевищення фонового вмісту рухомих Zn, Pb, Cd, Cu, високий вміст Cr і Fe та низький вміст Mn). Меліорант $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ та добрива вносились у ґрунт перед передпосівною культивацією. Культура досліду ячмінь сорту Прерія.

Зміни у стані впорядкованості системи «ґрунт-рослина» визначалися аналізом показника статистичною функції ентропії розрахунковим методом за рівнянням Шеннона-Больцмана (1).

Результати та обговорення. За урожайними даними спостерігається тенденційне зниження врожаю ячменю з підвищенням забруднення ґрунту. Однак, позитивний ефект від внесення органічного добрива – вермікомпосту, який на фоні умовно чистого ґрунту становить майже на рівні ефекту від внесення $\text{N}_{15}\text{P}_{10}$, на фоні забруднення нівелюється. Урожай ячменю при внесенні вермікомпосту у зоні техногенного забруднення на 37 % нижчий, ніж при застосуванні мінеральних добрив (табл. 1).

Ефект від застосування вермікомпосту на забруднених ґрунтах можна пояснити підвищенням рухливості важких металів забруднювачів, зокрема кадмію (рис. 1).

Таблиця 1 – Врожай ячменю на ґрунті чорнозем звичайний різного ступеню забруднення, у центнерах з гектару

| Фон добрив | Умовно чистий ґрунт | Зона техногенного забруднення |
|------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| Без добрив | 20,63 | 19,19 |
| $\text{N}_{15}\text{P}_{10}$ | 22,03 | 30,77 |
| $\text{N}_{45}\text{P}_{60}$ | 29,16 | 32,96 |
| Вермікомпост | 22,73 | 19,40 |
| HCP_{05} | 3,9 | 4,1 |

Характерне коливання рівня врожайності спостерігається при використанні меліоранту у межах від 300 кг/га до 600 кг/га, як на забрудненому, так і на відносно чистому ґрунті (рис. 2). Це вказує на те, що у цих нормах використання меліоранту здійснюється структурна перебудова ґрунту, обмінно активних шарів твердої фази ґрунту. Так, спостерігається, що максимум вмісту рухомого кадмію на фоні використання вермікомпосту (див. рис. 1) співпадає з мінімумом врожайності ячменю на фоні цього добрива.

До того ж на фоні високих доз меліоранту у зоні техногенного забруднення негативний ефект вермікомпосту максимальний.

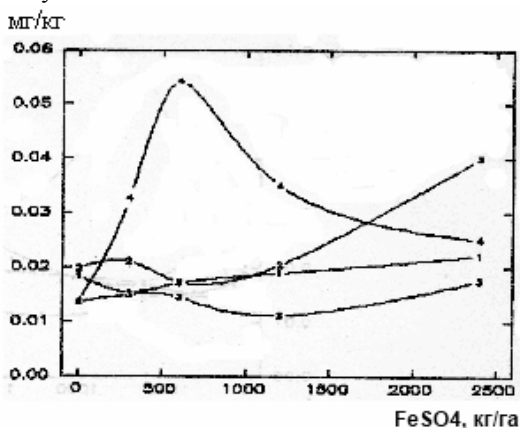


Рис. 1. Вміст рухомого кадмію в умовно чистому ґрунті, в 1н НCl витяжці, на фоні використання меліоранту під ячменем: 1 – контроль; 2 – $\text{N}_{15}\text{P}_{10}$; 3 – $\text{N}_{45}\text{P}_{60}$; 4 – вермікомпост

Взаємодія органічного добрива та меліоранту на забруднених ґрунтах є результатом складної перебудови активних іонообмінних центрів твердої поверхні ґрунту, з одного боку сорбцією кадмію поверхневими активними центрами ґрунту, утворенням твердого розчину при поглинанні поверхнею гематиту, лімоніту, окисними сполуками меліоранту [10], а з іншого боку, утворенням рухомих органічних комплексів кадмію [11], токсичних для рослин. Це проявляється в порушенні активності ферментів, гальмуванні фотосинтезу, порушенні транспірації, інгібуванні відновлення NO_2 до NO , що призводить до зниження врожаю.

Визначення стану впорядкованості системи «ґрунт-рослина» аналізом статистичною функції ентропії розрахунками за рівнянням Шеннона-Больцмана (1) свідчить про існування закономірностей.

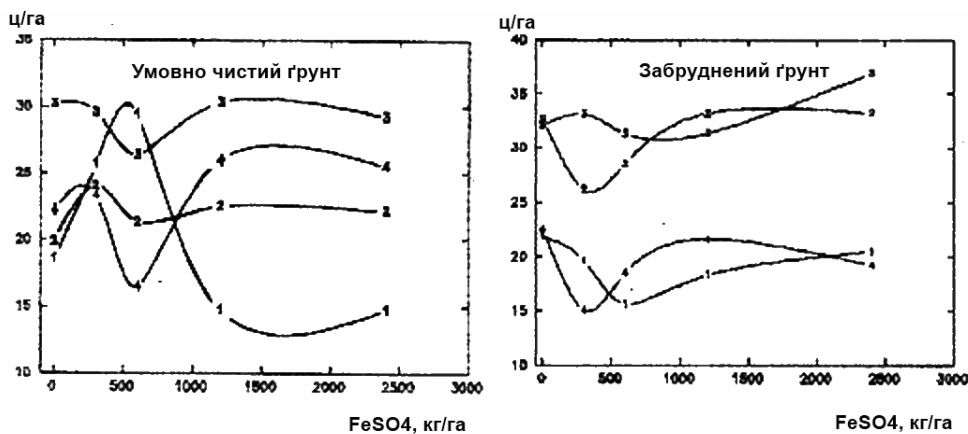


Рис. 2. Врожайність ячменю в залежності від норми внесення меліоранту сульфату заліза (II) на різних фонах добрив. 1 – контроль; 2 – $N_{15}P_{10}$; 3 – $N_{45}P_{60}$; 4 – вермікомпост

Порівняльні дослідження зміни показника ентропії при присвоєнні рангів показнику висоти рослин ячменю для умовно чистого ґрунту та ґрунту сильно забрудненого вказує, що між цими показниками існує принципова розбіжність (рис. 3).

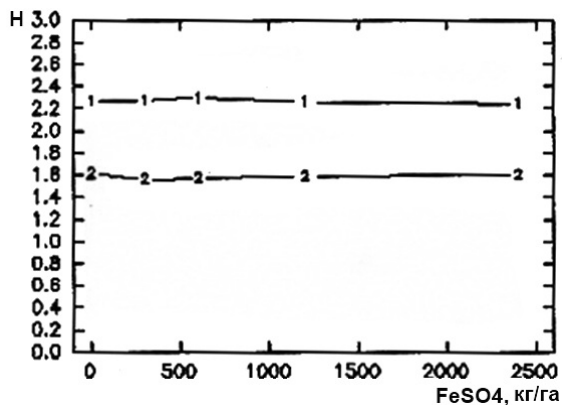


Рис. 3. Розподіл значень ентропії показника висоти рослин ячменя на ґрунті з різним рівнем забруднення по фоні меліоранту: 1 – умовно чистий ґрунт. 2 – забруднений ґрунт

Підтверджується прогноз припущення, що речовини, які забруднюють, будуть зменшувати ентропію ґрунту за рахунок приносу енергії та приводячи його до більш детермінованого стану. Детермінованість цього стану проявлятиметься у меншому різноманітті показників параметрів біометричних ознак рослин, як реакції на незвичні для них умови існування. Однорідність відповіді визначається лімітуючим фактором росту та формування врожаю рослин – забрудненням ґрунту. Фактично розподіл ентропії, що спостерігається, є підтвердженням зміни ступеню гетерогенності організації ґрунту. Внаслідок цього процесу буде зміна розподілення показника ентропії по окремих факторах впливу (меліоранти, добрива). На неоднаково забруднених ґрунтових ділянках зміна ентропії буде відповідати характеру та інтенсивності структурної реорганізації ґрунту (рис. 3; 4).

Помітно, що розподіл ентропії в залежності від внесення добрив та меліоранту має аналогію з розподілом врожайності ячменю (див. рис. 2; 4). Підвищення ентропії супроводжується збільшенням врожаю. І навпаки, зниження ентропії, наприклад, на варіанті без добрив при високих нормах меліоранту 1200–2400 кг/га на умовно чистому ґрунті відповідає зменшенню врожайності ячменю. Тобто, стабілізуючий ефект меліоранту супроводжується зменшенням упорядкованості системи «ґрунт-рослина». Дестабілізація за рахунок забруднення або незбалансованого внесення меліоранту чи добрив детектується детермінованістю та упорядкуванням відповіді рослин.

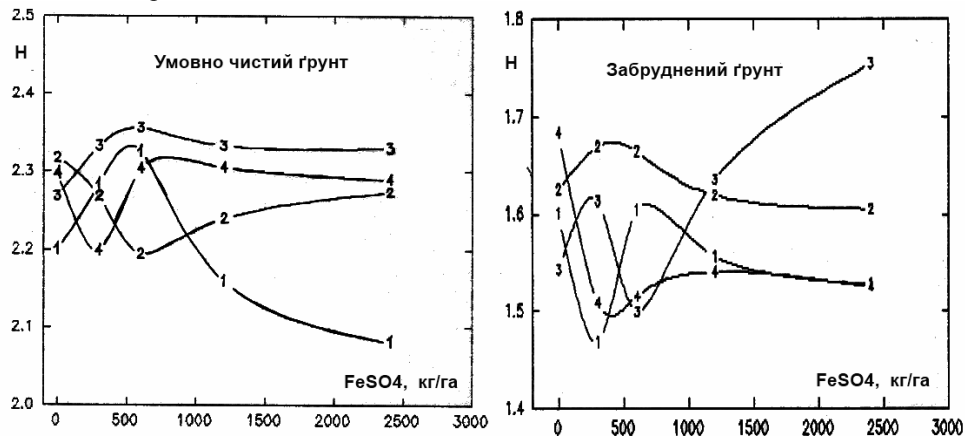


Рис. 4. Зміни показника ентропії в залежності від наявності забруднення, добрив та меліоранту: 1 – контроль без добрив; 2 – $N_{15}P_{10}$; 3 – $N_{45}P_{60}$; 4 – вермікомпост

Висновки

Зміни у стані системи «грунт-рослина», що визначаються аналізом показника статистичною функції ентропії розрахунками за рівнянням Шеннона-Больцмана, характеризуються збільшенням впорядкованості та детермінованості при техногенному забрудненні і підвищенням ентропії при оптимізації системи за рахунок добрив та меліоранту. Зменшення ентропії відповіді рослин на негативні змінення в екологічному стані ґрунту супроводжується зменшенням урожаю. На випадок підтвердження на інших ґрунтах, з різним ступенем забруднення, ефектів, що спостерігаються в проведеному досліді, даний показник можна буде розглядати, як універсальний критерій рівня забруднення ґрунту, як по факту, так і у методологічному аспекті.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Седов Е. А. Вселенная как самоорганизующаяся кибернетическая система // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева. - т. XXV. - 1980. - № 4. С. 440 – 443.
2. Эткинс П. В. Порядок и беспорядок в природе. - М.: Мир, 1987. - 224 с.
3. Пер Б. Самоорганизованная критичность /Б. Пер, Ч. Кан // В мире науки. - 1991. - № 3.
4. Кауфман С. А. Антихаос и приспособления // В мире науки. - 1991. - № 10. - С. 58 - 65.
5. Денбиг К. Дж. Случайность и возникновение нового при естественных процессах // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева - т. XXV. - 1980. - № 3. - С. 316 - 322.
6. Гутцвиллер М. К. Квантовый хаос // В мире науки. - 1992.- № 3. - С. 14 - 21.
7. Кратчфилд Дж. П. Хаос / Дж. П. Кратчфилд, Дж. Д. Фармер, Н. Х. Паккард, Р. С. Шоу // В мире науки. - 1987. - № 2 - С. 16 - 28.
8. Грэм Р. Л. Теория Рамсея / Р. Л. Грэм, Д. Х. Спенсер // В мире науки. - 1990. - № 9. - С. 70–76.
9. Коркоран Э. Упорядоченный хаос // В мире науки - 1991. - № 10. - С. 40–41.
10. Пивоваров С. А. Адсорбция и поверхностное осаждение кадмия на гематите / С. А. Пивоваров, Л. З. Лакштанов // Ин-т экспериментальной минералогии РАН. – Черноголовка, 2000. С. 1-15.
11. Christensen T. H. Cadmium Soil Sorption at Low Concentrations. 7. Correlation with Soil Parameters // Water, Air and Soil Pollution, 1989. – 44. – № 1-2. – P. 71 - 82.

УДК 631

Тютюнник Н. В. (Україна, Держинськ)

ЕКОЛОГІЧНО-ПРОСТОРОВА ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ ЗОНИ СТЕПУ ПІВНІЧНОГО З ГЕОГРАФІЧНО ЗУМОВЛЕНИМИ ВИСОТАМИ ВІДПОВІДНО ДО ГЕОМОРФОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТЕРИТОРІЇ

Ґрунт як природно-історичне тіло і предмет людської діяльності і як основний засіб сільськогосподарського виробництва не може бути відірваним від екологічних і географічних умов його формування.

Ґрунтоутворення внаслідок неоднорідності фізико-географічних та екологічних факторів розвивається за різними типами надходження органічної речовини і процесів її розкладу та перетворення в гумус, комплексу процесів руйнування мінеральної маси і синтезу органо-мінеральних новоутворень, акумуляції і міграції речовин, що в сукупності зумовлює формування різних ґрунтів за характером будови профілів і генетичних горизонтів та їх властивостей. Ґрунтовий покрив у просторі має поступовий (континуальний) характер розвитку ґрунтових тіл і відсутність дискретних (обмежених) їх індивідуумів з чіткими природними межами. Але він являє собою організований у просторі й часі єдиний функціональний комплекс з різними рівнями організації, які є ієрархічно підпорядкованими його структурами. При цьому кожний рівень характеризується специфічними ознаками взаємозв'язку між кількісними показниками ґрунтових властивостей та параметрами природних факторів їх формування. Це принцип адекватності ґрунтових тіл умовам навколишнього середовища.

Об'єктом досліджень є ґрунтовий покрив зони Степу Північного та її географічні особливості поширення його компонентів.

Степова зона займає близько 40% території України. На півночі Степ межує з Лісостепом по лінії Ананьїв – Знам'янка – Олександрія – Красноград – Балаклія – Куп'янськ, охоплює Причорноморську низовину, південні частини Придніпровської височини та Придніпровської низовини, Донецьку і Приазовську височини, а також рівнини Криму.

Степ Північний вважається рівнинною природною зоною, проте характеризується значним діапазоном абсолютних висот над рівнем моря – від 20-40 м на узбережжі Азовського моря до 367 м на Донецькому Кряжі. Наявність різних гіпсометричних рівнів функціонально впливає на гідротермічний режим території через зниження температури повітря з висотою та зміну кількості опадів в наслідок орографічно детермінованої циркуляції повітряних мас. У зв'язку з наявністю ряду височин відбувається певне нівелювання впливу широтної зональності, особливе на Лівобережжі.

Зниження температури у теплий період року відбувається пропорційно гіпсометричному рівню, проте вертикальний градієнт її зміни має власне кількісне значення для кожного геоморфологічного регіону. Його параметри зростають від 0,5⁰ на Приазовській височині до 0,8-0,9⁰ на Донецькому Кряжі, південних відрогів