

ВПЛИВ КОЛОНІЇ СІРОЇ ЧАПЛІ (*ARDEA CINEREA* L.) НА ЦЕЛЮЛОЗОЛІТИЧНУ АКТИВНІСТЬ ҐРУНТУ

М. Трифанова¹, Г. Задорожна^{2*}, Ю. Жукова²

¹Природний заповідник «Дніпровсько-Орільський»
вул. Полетаєва, 2, Дніпропетровськ 49054, Україна

²Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара
пр. Гагаріна, 72, Дніпропетровськ 49010, Україна
e-mail: zadorojhnaya_galina@list.ru

Досліджено особливості біологічних і фізичних процесів у ґрунті під впливом діяльності колонії сірої чаплі (*Ardea cinerea* L.). Встановлено ступінь просторової мінливості целюлозолітичної активності ґрунту дослідженої ділянки. При використанні методів регресійного аналізу знайдена негативна залежність між целюлозолітичною активністю й відстанню від дерев, на яких розташовані гнізда птахів, та достовірна позитивна залежність між целюлозолітичною активністю і температурою ґрунту. Також виявлено, що целюлозолітична активність поверхневого шару ґрунту нижча на ділянках, де спостерігаються високі показники твердості у шарі 20–25 см від поверхні. Водночас висока целюлозолітична активність ґрунту виявляється там, де на глибині 25–30 см ґрунт більш твердий. За допомогою SEPATH-аналізу розкриті напрями причинно-наслідкового зв'язку між цими показниками.

Ключові слова: целюлозолітична активність ґрунту, консортивні зв'язки, просторовий розподіл властивостей ґрунту.

Вчення про консорцію виникло на основі уявлень про функціональну організацію біогеоценозу. Важливим внеском у застосування консортивно-популяційного аналізу під час досліджень окремих угруповань біогеоценозів, біотичного різноманіття і структури консорції послуговували роботи вчених західноукраїнської екологічної школи [12]. Вже дванадцять років ми проводимо дослідження колоніального поселення сірої чаплі (*Ardea cinerea* L.), де птахи виступають інформативною моделлю дослідження взаємозв'язків організмів між собою та середовищем їх існування [3, 6, 15].

Під час спостережень у 2000–2013 роках нами встановлено перебування колоніальних птахів на двох дослідних ділянках: на території природного заповідника «Дніпровсько-Орільський» і на прилеглому до заповідника острові Погорілий (або «Дика коса»). Спостереження були спрямовані на вивчення динаміки чисельності птахів і встановлення принципів формування просторової структури колонії, а також впливу колонії на формування різноманіття птахів у поселенні [6]. Аналіз зібраного матеріалу показав, що колоніальне поселення можна вважати центром гетеротрофної консорції, який безпосередньо впливає на формування різноманіття навколородних орнітокомплексів [6]. Про колоніальне поселення доречно говорити як про таке, що є організатором не лише трофічних, але й фабричних, топічних, форичних і медіапатичних зв'язків у межах біогеоценозу [6, 12].

Екскреторна діяльність колоніальних птахів, зокрема сірої чаплі, є безпосереднім фактором впливу на рослинність і ґрунтовий покрив. Показано зменшення видового різноманіття рослинних угруповань і утворення мертвопокривних парцел, динаміку комплексу НРК та накопичення важких металів у ґрунті території, прилеглої до колонії [1–4].

Сукупність отриманих даних про консортивну роль колонії сірої чаплі дає підстави припустити її вплив і на ґрунтову біоту. Інформативно цінним маркером біологічної активності ґрунту є його целюлозолітична активність [7, 15]. Целюлоза є важливим компонентом рослинних тканин, тому швидкість її розкладу впливає на швидкість деструкції органіки в цілому [16]. Інтенсивність деструкції целюлози негативно корелює з кількістю органічної речовини у ґрунті й позитивно – з рН, загальним фосфором, залізом, калієм і кальцієм, що екстрагується. Встановлено, що між показниками швидкості розкладання целюлози та швидкістю росту рослин є позитивна і достовірна кореляція [15].

В екологічних дослідженнях широко використовують аплікаційний метод визначення целюлозолітичної активності ґрунтів [10, 11]. Це відносно швидкий, інформативний метод, який не потребує наявності складної апаратури та великих матеріальних затрат. Під час використання аплікаційного методу визначення целюлозолітичної активності ґрунту як модельний субстрат для розкладання пропонують розглядати стандартизований тип чистої целюлози (фільтрувальний папір). На її фоні можна відділити дію зовнішніх факторів від ефектів, що пов'язані з якість мертвих рослинних решток [13].

Метою даної роботи є вивчення ролі консорції сірої чаплі у просторовій мінливості целюлозолітичної активності ґрунту в межах колонії.

Матеріали та методи

Проби ґрунту відбирали на території колоніального поселення сірої чаплі в межах прилеглої до природного заповідника «Дніпровсько-Орільський» зони – острів Погорілий (або «Дика коса»). Утворення колоніального поселення відбулося внаслідок переселення птахів з території заповідника на острів, що розташований у безпосередній близькості до заповідника.

Целюлозолітичну активність ґрунту визначали за допомогою аплікаційного методу. Дослідний полігон, розташований безпосередньо під гніздовими деревами, налічує 5 трансект по 25 точок у кожній (загальний об'єм вибірки – 125 проб). Трансекти закладені вздовж прируслового валу. Відстань між точками збору даних на трансекті становить 1,5 м, відстань між трансектами також дорівнює 1,5 м. Тобто полігон являє собою регулярну сітку з шириною комірки 1,5 м. Довжина більшої сторони полігону дорівнює 36 м, меншої – 7,5 м. Координати південно-східного кута полігону: 48°29'38.09»ПШ та 34°45'2.26»СД.

Субстратом для розкладання целюлозолітичними ферментами був фільтрувальний папір, який складається з чистої целюлози. Кола фільтрувального паперу містились у поліетиленовій сітці (розмір комірки – 1,5 мм) для механічного збереження матеріалу та були поміщені у верхній 10 см шар ґрунту. Час експозиції сягав 30 діб, після чого зразки висушили та зважили. Зменшення ваги субстрату за час експозиції є мірою целюлозолітичної активності ґрунту.

Твердість ґрунту вимірювали в польових умовах за допомогою ручного пенетрометра Eijkelkamp на глибину до 100 см з інтервалом 5 см. Середня похибка результатів вимірювань приладу становить $\pm 8\%$. Для вимірювання твердості ґрунту використовували конус із розміром поперечного перерізу 1 см².

Температуру ґрунту визначали за допомогою цифрових термометрів WT-1 (ПАО «Стеклоприбор», похибка – 0,1°C) на глибині 5–7 см.

Статистичні розрахунки проведені за допомогою програми Statistica 7.0, двовимірне картографування і оцінка геостатистичних показників – з використанням програми Surfer 8.0. Моделювання структурними рівняннями проводили за допомогою програми LISREL 9.1 for Windows Student edition [17].

Результати і їхнє обговорення

Дані щодо целюлозолітичної активності представлені у формі як частка від початкової ваги, тобто перебувають у діапазоні від 0 до 1 (за 1 взятий зразок паперу, що не піддався розкладанню, за 0 – повністю розкладений субстрат). Параметричні методи статистики базуються на нормальному законі розподілу досліджуваних змінних, ділянка визначення якого пролягає від мінус нескінченності до плюс нескінченності. Щоб одержані дані про целюлозолітичну активність ґрунту можна було застосовувати для подальших статистичних розрахунків у регресійних і геостатистичних моделях, їх необхідно перетворити таким чином, щоб нова переміна могла бути описана нормальним розподілом. Такий результат можна отримати завдяки логіт-перетворенню:

$$Cell_{\log i} = h \left(\frac{Cell}{1 - Cell} \right),$$

де $Cell_{\log i}$ – логіт-перетворена міра мінливості целюлозолітичної активності ґрунту, $Cell$ – міра мінливості целюлозолітичної активності ґрунту.

Статистичний розподіл значень логіт-перетворених даних целюлозолітичної активності ґрунту наведено на рис. 1.

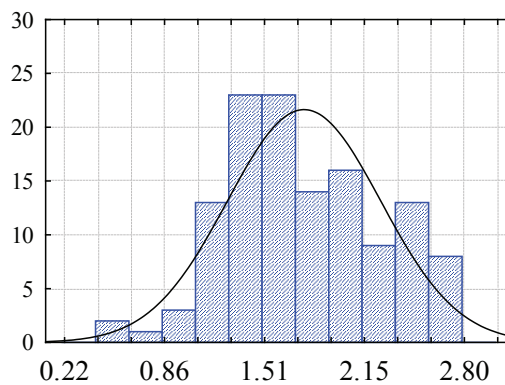


Рис. 1. Розподіл значень логіт-перетворених даних целюлозолітичної активності ґрунту: по осі x відкладені значення логіт-перетворених даних целюлозолітичної активності ґрунту, по осі ординат – кількість спостережень.

Аналіз даних, наведених на рисунку, свідчить про відповідність розподілу досліджуваної величини нормальному закону. Тест Колмогорова-Смірнова ($d=0,068$, $p=n.s.$) та χ^2 (12,98, $P=0,04$) підтверджують цей висновок. Такий результат дає нам змогу використовувати для математичної обробки отриманих даних методи параметричної статистики.

Статистичні оцінки логіт-перетвореної змінної можна повернути знов до початкових одиниць завдяки зворотному логіт-перетворенню:

$$Cell = \frac{1}{1 + \exp(-1 * Cell_{\log i})}$$

Основний сенс у таких математичних маніпуляціях такий. Параметричне статистичне оцінювання будується на припущенні нормального закону розподілу випадкової величини. Як було згадано раніше, нормальний закон має межі визначення від мінус нескінченності до плюс нескінченності, тому оцінки довірчого інтервалу для змінної можуть перебувати поза межами її природного діапазону від 0 до 1. Описана процедура обчислення дає

зможу одержати оцінки, які відповідають природі досліджуваної величини. Статистичні характеристики целюлозолітичної активності ґрунту наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Статистичні характеристики целюлозолітичної активності ґрунту

Целюлозолітична активність	N	Середня	Медіана	Мінімум	Максимум	Довірчий інтервал	
						-95%	+95%
Логіт-перетворена	125	1,76	1,70	0,43	2,72	1,10	2,59
Натуральна	125	0,85	0,85	0,61	0,94	0,75	0,93

Аналіз даних, які містяться в табл. 1, свідчить про те, що середня арифметична оцінка та медіана збігаються, що ще раз слугує непрямим підтвердженням нормального закону розподілу. Рівень розкладання субстрату міститься у діапазоні 0,61–0,94 за час експозиції. У 95% випадків розклалось 0,75–0,93. Логіт-перетворена змінна демонструє коефіцієнт варіації 28,14%. Це помірний рівень варіації [9]. Можна припустити, що певна частина мінливості целюлозолітичної активності має просторову компоненту. Для з'ясування цього питання була розрахована варіограма просторової мінливості целюлозолітичної активності ґрунту в межах колонії сірої чаплі (рис. 2).

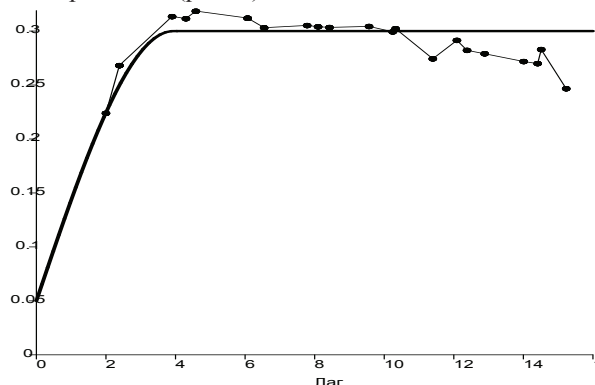


Рис. 2. Варіограма просторового розподілу целюлозолітичної активності ґрунту: по осі абсцис – лаг – відстань між парами точок відбору проб (м); по осі у – семіваріація. Точки – експериментальні дані, суцільна лінія – сферична модель.

Як просторову модель для опису мінливості целюлозолітичної активності ми обрали сферичну модель. Нагет-ефект варіограми (C_0) становить 0,05, частковий поріг (C_1) – 0,25. На основі цих даних можна розрахувати індекс SDL – рівень просторової залежності (*spatial dependence level* – $100 * C_0 / (C_0 + C_1)$) (Cambardella et al., 1994). Цей показник становить 16,67%, що відповідає значній просторовій залежності.

Просторова мінливість целюлозолітичної активності ґрунту (у логіт-перетвореному вигляді) у межах колонії сірої чаплі зображена на рис. 3.

Візуальна оцінка отриманої карти (рис. 3) дає підстави говорити про наявність у межах дослідженого полігону локалітетів із підвищеною целюлозолітичною активністю. Ці ділянки мають достатньо великий розмір і зливаються у спільні структури. Зі східного боку полігону ці локалітети обмежені ділянками зі зниженою целюлозолітичною активністю, із західного боку – територією, яка характеризується середніми значеннями досліджуваного показника. Значення целюлозолітичної активності ґрунту дослідного полігону підвищуються зі сходу на захід – є більшими у безпосередній близькості до дерев, на яких розміщені гнізда птахів.

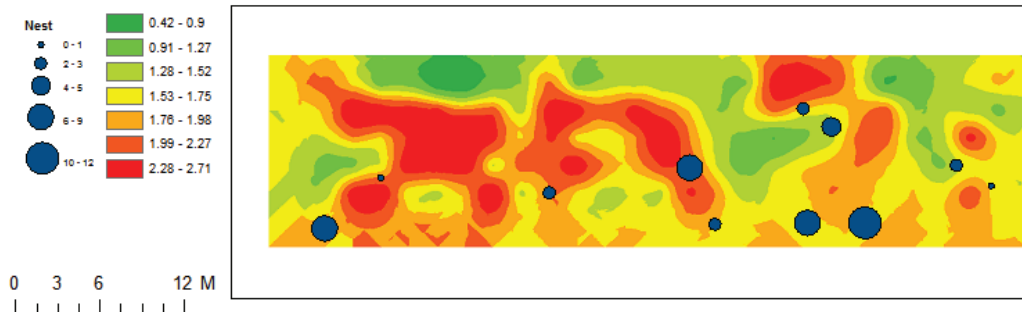


Рис. 3. Просторова мінливість целюлозолітичної активності ґрунту (у логіт-перетвореному вигляді) у межах колонії сірої чаплі: Nest – гнізда чапель, кількістю на дереві, кольором позначена міра мінливості целюлозолітичної активності ґрунту.

Знайдені закономірності підтверджують результати регресійного аналізу (табл. 2).

Таблиця 2

Покроковий регресійний аналіз впливу чапель та едафічних чинників на целюлозолітичну активність ґрунту ($R^2=0,34$)

Змінні	Beta	Ст.пох. Beta	B	Ст.пох. B	t (115)	P-level
Коефіцієнт			0,73	0,44	1,66	0,10
Температура ґрунту	0,34	0,08	0,19	0,04	4,33	0,00
Відстань від дерев	-0,34	0,08	-0,10	0,02	-4,21	0,00
Твердість ґрунту на глибині, см						
20–25	-0,44	0,13	-0,29	0,09	-3,25	0,00
25–30	0,67	0,15	0,43	0,10	4,40	0,00
30–35	-0,31	0,11	-0,19	0,07	-2,86	0,01
50–55	-0,15	0,09	-0,09	0,05	-1,65	0,10
65–70	0,14	0,09	0,08	0,05	1,65	0,10
85–90	0,03	0,14	0,01	0,07	0,19	0,85
90–95	-0,17	0,14	-0,08	0,07	-1,26	0,21

Примітка. Beta – стандартизований регресійний коефіцієнт; B – регресійний коефіцієнт; Ст.пох. – стандартна похибка, t (115) – t-статистики для 115 ступенів волі, P-level – рівень значущості.

Отже, спостерігається негативна залежність між целюлозолітичною активністю і відстанню від дерев, на яких розташовані гнізда птахів: чим більша відстань від дерева, тим менше значення розкладу целюлози. Встановлено достовірну та позитивну залежність між целюлозолітичною активністю й температурою ґрунту – чим вища температура ґрунту, тим вища целюлозолітична активність. Ще більший взаємозв'язок спостерігається між швидкістю розкладання целюлози і твердістю шару ґрунту на глибині 20–30 см від поверхні. Згідно зі стандартизованими регресійними коефіцієнтами, на ділянках, де твердість ґрунту підвищена у шарі 20-25 см від поверхні, спостерігається відносно низька целюлозолітична активність поверхневого шару, в той час як високі показники твердості ґрунту на глибині 25–30 см корелюють з підвищеними показниками целюлозолітичної активності. Це є достатньо цікавим, тому що під час дослідження целюлозу закладали на глибину 0–15 см, тому цей результат ілюструє значний взаємозв'язок умов ґрунту на різних його глибинах. Ми вважаємо, що він може бути обумовлений модуляцією властивостей ґрунту кореневими системами трав'яних рослин. Також ділянки підвищеної твердості ґрунту на глибині 25–30 см можуть утворювати водопідпір і більш вологі, сприятливі умови для діяльності целюлозолітичних організмів.

Для більш детального аналізу встановлених зв'язків ми застосували метод, який є комбінацією множинного регресивного аналізу й аналізу головних компонент – метод моделювання структурних рівнянь (SEPATH-аналіз). Серед багатьох статистичних проблем, які можуть бути розв'язані за допомогою цієї процедури, є причинне моделювання або

аналіз шляхів, при проведенні якого припускається, що між змінними існують причинно-наслідкові зв'язки. Слід відзначити, що статистика здатна перевірити наявність зв'язку та кількісно його характеризувати, але не здатна встановити причину і наслідок. SEPATH-аналіз дає змогу перевірити гіпотезу про відповідність одержаних даних припущенню про напрям причинно-наслідкового зв'язку. Безумовно, ця особливість аналізу робить його дуже потужним інструментом обробки екологічних матеріалів.

Структурні рівняння, які включають лише лінійні зв'язки між явними і латентними змінними, можуть бути зображені у вигляді діаграм шляхів.

Під час моделювання структурних рівнянь розрізняють маніфестні змінні (явні дані, отримані під час спостереження, або вимірювання) та латентні (приховані, не виявлені інструментально) фактори. Маніфестні змінні можна виміряти, але вони є частковим проявом загальних явищ, які неможливо виміряти безпосередньо, і вони, таким чином, є латентними. Латентні фактори можна охарактеризувати й кількісно оцінити через взаємодії, які описані структурними рівняннями.

Ідея латентних факторів широко застосовується у галузях знань, у яких вивчають складні та нечітко (поліваріантно) структуровані явища – психологія, соціологія, педагогіка. В екологічних дослідженнях також можливе застосування латентних теоретичних конструкцій. Властивості латентних факторів можна визначати через вимірювані екологічні ознаки.

Вплив колонії сірої чаплі на целюлозолітичну активність ґрунту у структурній діаграмі факторів впливу (рис. 4).

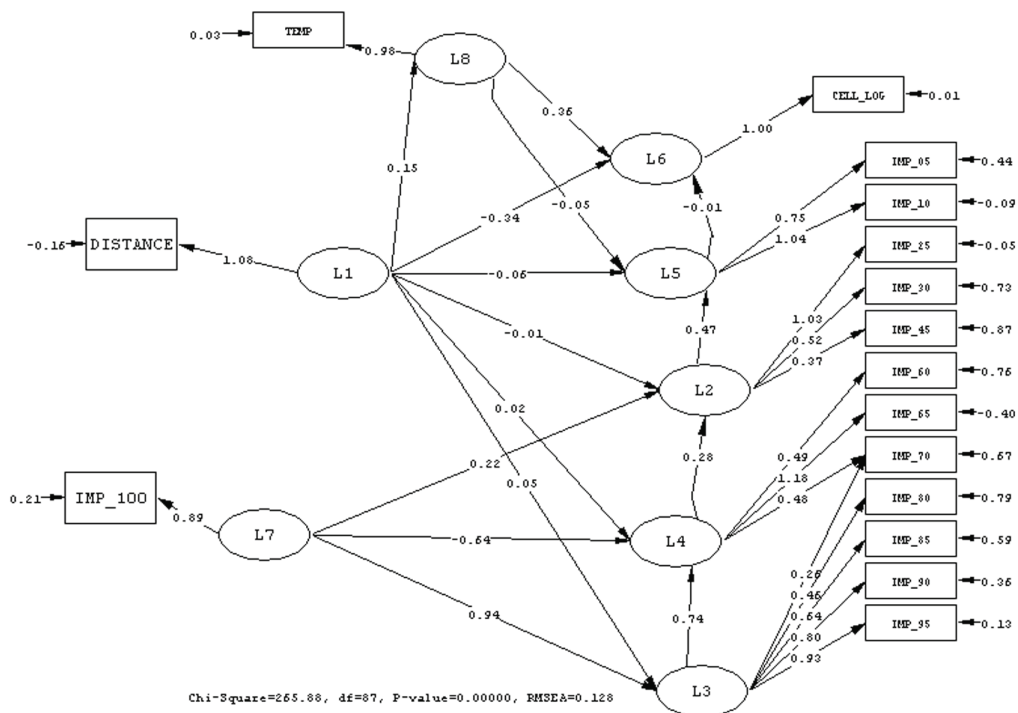


Рис. 4. Структурна діаграма факторів впливу на целюлозолітичну активність ґрунту: CELL_LOG – логіт-трансформоване значення целюлозолітичної активності; TEMP – температура шару ґрунту 0–5 см; DISTANCE – відстань від дерева з гніздами чапель; IMP_05 – IMP_100 – твердість ґрунту на глибині 0–5 – 95–100 см; L1–L8 – латентні змінні; цифри на стрілках, які зв'язують фактори та змінні – нормовані коефіцієнти детермінації; на індивідуальних стрілках – специфічність змінної, яка не пояснюється моделлю.

У моделі нами закладено 8 латентних змінних. Латентна змінна L1 моделює середовищеперетворюючий вплив колонії чаплі. Він зменшується при віддаленні від гнізд, тому маркером цієї латентної моделі є відстань до гнізд (змінна DISTANCE). Латентна змінна L8 відображає тепловий режим поверхневого шару ґрунту і маркується зміною температури (TEMP). Целюлозолітична активність відображається латентною змінною L6, індикатором якої є обраний спосіб визначення цього різновиду біологічної активності (змінна CELL_LOG). Інші латентні змінні відображають мінливість твердості ґрунту на різних глибинах: L5 – 0–5 та 6–10 см (верхній шар ґрунту); L2 – 20–30 та 40–45 см (наступний шар, розташований під верхнім); L4 – 55–70 см (середній шар), L3 – 75–95 см (нижній шар), L7 – останній рівень нижнього шару. Латентні змінні L1 та L7 є екзогенними, а інші – ендегенними. Екзогенні змінні є джерелом впливу, а на них у моделі не впливає жодний чинник. На ендегенні змінні впливають чинники в межах моделі.

Екзогенними визначили латентні змінні на основі таких міркувань: метою нашої роботи було перевірити гіпотезу про вплив гнізд чапель на целюлозолітичну активність ґрунту. Якщо цей вплив існує, то, вірогідно, він буде залежати від відстані до гнізд чапель. Розташування гнізд залежить від факторів, які, очевидно, перебувають за межами ґрунтової системи та у цьому сенсі є екзогенними.

Також вірогідно, що не тільки на інтенсивність розкладання целюлози, але й на інші процеси у ґрунті може впливати колонія чапель як важливий модулятор енергетичних процесів у цьому лісовому біогеоценозі. Маркером просторової неоднорідності, яка виникає як наслідок варіабельності ґрунтоформуючих процесів, ми обрали твердість ґрунту. Цей показник є досить інформативним [8]. Також при його застосуванні можна відносно швидко одержати значний обсяг інформації, необхідний для використання ГІС-технологій. Очевидно, що у межах прируслового валу існує багато джерел збурення просторової неоднорідності, на фоні яких треба виокремити компоненту, пов'язану зі середовищеперетворюючою активністю колонії чапель. Ми вважаємо, що найбільшою мірою ефект колонії чапель віддзеркалюється у поверхневих шарах ґрунту і зникає при збільшенні глибини. Відповідно до цього маркером просторової неоднорідності та, відповідно, екзогенним фактором ми обрали латентний фактор L7, який маркується твердістю ґрунту на глибині 1 м. Твердість на інших глибинах згрупована в ендегенні латентні фактори, на які можуть впливати обидва екзогенні фактори – відстань від гнізд чапель і динаміка твердості ґрунту.

Модель дала змогу встановити складний характер зв'язку впливу температури ґрунту на його целюлозолітичну активність залежно від відстані до дерев з гніздами. Як вказує регресійна модель, зі збільшенням відстані до гнізд чапель целюлозолітична активність зменшується, а температура позитивно впливає на біологічну активність. Останній результат тривіальний, але він підтверджує коректність моделі, яка була створена. Важливим висновком, який зроблений за допомогою SEPATN-моделі, є встановлення впливу відстані від дерев з гніздами чапель на температуру ґрунту: зі збільшенням відстані температура зростає. Таким чином, дистанція від дерев з гніздами чапель безпосередньо негативно впливає на інтенсивність розкладання целюлози (коефіцієнт детермінації – $-0,34$). Потрапляння органічних решток у ґрунт (залишки харчування чапель, пір'я, шкаралупа яєць, мертві пташенята) стимулює мікробіальну активність. Вірогідно, зі збільшенням відстані від дерева з гніздом у ґрунті зменшується кількість органічної речовини та, як наслідок, кількість мікроорганізмів, які населяють ґрунтовий простір. З іншого боку, відстань від дерев позитивно впливає на температуру ґрунту, яка є драйвером мікробіальної активності. Цю складну конфігурацію регресійний аналіз виявити не здатний. Він показує тільки головний тренд зв'язку та відносно низький рівень поясненої мінливості целюлозолітичної активності.

Як показав SEPATН-аналіз, залежність твердості ґрунту від відстані до гнізд чапель значно нижча, ніж залежність целюлозолітичної активності. Вплив екзогенного фактора L7 найбільший для глибинних шарів ґрунту і зменшується при наближенні до поверхні ґрунту. Вплив твердості ґрунту на целюлозолітичну активність незначний. Таким чином, перебіг біологічних процесів у ґрунті перебуває під значним контролем діяльності птахів у колонії. На такому показникові, як твердість ґрунту, цей вплив відображається не значно.

Перебіг біологічних процесів у ґрунті перебуває під значним впливом діяльності колонії птахів:

На основі даних сферичної моделі варіограми можна констатувати сильну просторову залежність мінливості целюлозолітичної активності ґрунту на дослідженій ділянці. Встановлена наявність у межах дослідженого полігону локалітетів із підвищеною целюлозолітичною активністю. Значення целюлозолітичної активності ґрунту дослідного полігону підвищується зі сходу на захід і є більшим у безпосередній близькості до дерев, на яких розміщені гнізда птахів.

Регресійна модель показує на негативну залежність між целюлозолітичною активністю й відстанню від дерев, на яких розташовані гнізда птахів, та достовірно позитивну залежність між целюлозолітичною активністю і температурою ґрунту. Згідно зі стандартизованими регресійними коефіцієнтами, на ділянках, де твердість ґрунту підвищена у шарі 20-25 см від поверхні, спостерігається відносно низька целюлозолітична активність поверхневого шару, в той час як високі показники твердості ґрунту на глибині 25-30 см корелюють з підвищеними показниками целюлозолітичної активності.

SEPATН-аналіз дав змогу перевірити гіпотезу про відповідність отриманих даних припущенню про напрям причинно-наслідкового зв'язку. Дистанція від дерев з гніздами чапель безпосередньо негативно впливає на інтенсивність розкладання целюлози, а, з іншого боку, відстань від дерев позитивно впливає на температуру ґрунту, яка є драйвером мікробіальної активності. Залежність твердості ґрунту від відстані до дерев з гніздами чапель значно нижча, ніж залежність целюлозолітичної активності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Вовк М. В.* Роль колоніальних поселень чапель у формуванні комплексів НРК у ґрунтових покривах Дніпровсько-Орільського природного заповідника // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону: міжвідомчий зб. наук. пр. / відп. ред. С.В. Беспалова. Донецьк: ДонНУ, 2004. Вип. 4. С. 97–102.
2. *Вовк М. В.* Вплив колоніальних поселень чапель на накопичення важких металів у ґрунтовому покриві Дніпровсько-Орільського природного заповідника // Вісн. Дніпропетров. ун-ту. Сер. біол., екол. 2005. Вип. 3/1. С. 19–21.
3. *Вовк М. В.* Роль колониальних поселень чапель в формуванні рослинного покрива // Матеріали міжнародної конференції молодих учених-ботаніків. К.: Фітосоціоцентр, 2006. С. 96–97.
4. *Вовк М. В., Ганжа Д. С.* Аналіз методик дослідження середовищевірної активності птахів // Вісн. Дніпропетров. ун-ту. Сер. біол., екол. 2007. Вип. 3/1. С. 20–24.
5. *Вовк М. В.* Середовищевірна активність колоніальних поселень сірої чаплі в контексті її впливу на трансформацію рослинного покриву // Матеріали VI Міжнар. наук. конф. Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ, 2011. С. 249–250.
6. *Вовк М. В.* Консортивний вплив колоніальних поселень чапель на формування різноманіття угруповань птахів на території природного заповідника «Дніпровсько-Орільський» // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону:

- міжвідомчий зб. наук. пр. / відп. ред. С.В. Беспалова. Донецьк: ДонНУ, 2012. № 1 (12). С. 131–136.
7. Жуков О. В., Лядская І. В. Целюлозолітична активність техноземів на експериментальній ділянці рекультиватії земель, порушених гірничодобувною промисловістю // Вісн. Донецьк. ун-ту. Сер. А. Природничі науки. 2009. № 2. С. 286–290.
 8. Жуков О. В., Задорожная Г. О. Пространственная изменчивость твердости педоземов // Біол. вісн. МДПУ ім. Б. Хмельницького. 2013. № 1(7). С. 34–49.
 9. Самсонова В. П. Пространственная изменчивость почвенных свойств: на примере дерново-подзолистых почв. М.: ЛКИ, 2008. 160 с.
 10. Смелый А. Н. Урожайности озимых зерновых культур в зависимости от основных агроприемов возделывания в условиях юго-запада ЦЧР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09. Воронеж, 2009. 24 с.
 11. Супрун С. В. Влияние антропогенных факторов на плодородие почвы, урожайность и качество корнеплодов сахарной свеклы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.04.01. М., 2008. 23 с.
 12. Царик Й. В., Царик І. Й. Консорція як загальнобіотичне явище // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. 2002. Вип. 28. С. 163–169.
 13. Berg B., Karenlampi L & Veum A. K. Comparisons of decomposition rates measured by means of cellulose // Fennoscandian tundra ecosystems. Part 1. Plants and microorganisms, edited by F.E. Wielgolaski. Berlin: Springer. 1975. P. 261–267.
 14. Cambardella C. A., Moorman T. B., Novak J. M. et al. Field scale variability of soil properties in central Iowa soils // Soil Science Soc. Am. 1994. Vol. 58. P. 1501–1511.
 15. Latter P. M.; Harrison A. F., Walton P. M. Decomposition of cellulose in relation to soil properties and plant growth // Cotton strip assay: an index of decomposition in soils. Grange-over-Sands, NERC/ITE. 1988. P. 68–71.
 16. Swift M. J., Heal O. W., Anderson J. M. Decomposition in terrestrial ecosystems. Oxford: Blackwell Scientific, 1979. 420 p.
 17. URL: <http://www.ssicentral.com/lisrel/student.html>.

Стаття: надійшла до редакції 30.09.13

доопрацьована 27.03.14

прийнята до друку 24.04.14

GRAY HERON COLONY IMPACT ON SOIL CELLULOLYTIC ACTIVITY

M. Tryfanova¹, G. Zadorojhna², J. Zhukova²

¹Nature Reserve «Dniprovs'ko-Oril's'ky»

2, Poletaeva St., Dnipropetrovsk 49054, Ukraine

²Oles Honchar Dnipropetrovsk National University

72, Gagarin Ave., Dnipropetrovsk 49010, Ukraine

e-mail: zadorojhnaya_galina@list.ru

The features of biological and physical processes dynamic in soil under gray heron (*Ardea cinerea* L.) colony impact have been investigated. The degree of spatial variability of soil cellulolytic activity of the investigated area has been assessed. Regression analysis revealed a negative correlation between cellulolytic activity and distance from trees with birds

nests and significant positive correlation between cellulolytic activity and soil temperature. The cellulolytic activity of the surface layer of the soil has been found to be higher where soil penetration resistance values lower in the layer of 20–25 cm and where soil penetration resistance values higher at a depth of 25–30 cm. SEPATH-analysis has revealed directions of causation between these parameters.

Keywords: soil cellulolytic activity, consortive connections, soil properties spatial distribution.

ВЛИЯНИЕ КОЛОНИИ СЕРОЙ ЦАПЛИ НА ЦЕЛЛЮЛОЗОЛИТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ

М. Трифанова¹, Г. Задорожная², Ю. Жукова²

¹Природный заповедник «Днепроовско-Орельский»
ул. Полетаева, 2, Днепропетровск 49054, Украина

²Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
пр. Гагарина, 72, Днепропетровск 49010, Украина
e-mail: zadorojhnaya_galina@list.ru

Исследованы особенности протекания биологических и физических процессов в почве под влиянием деятельности колонии птиц (*Ardea cinerea* L.). Установлена степень пространственной изменчивости целлюлозолитической активности почвы исследованной области. При использовании методов регрессионного анализа найдена отрицательная зависимость между целлюлозолитической активностью и расстоянием от деревьев, на которых расположены гнезда птиц, и достоверная положительная зависимость между целлюлозолитической активностью и температурой почвы. Также обнаружено, что целлюлозолитическая активность поверхностного слоя почвы выше там, где показатели твердости ниже в слое 20–25 см, и в то же время выше там, где на глубине 25–30 см грунт более твердый. С помощью SEPATH-анализа раскрыты направления причинно-следственной связи между этими показателями.

Ключевые слова: целлюлозолитическая активность почвы, консортивные связи, пространственное распределение свойств.