

## ЦЕЛЮЛОЗОЛІТИЧНА АКТИВНІСТЬ ҐРУНТІВ УРБОЕКОСИСТЕМИ м. РІВНЕ

ВІТА МИКОЛАЇВНА СТЕРНІК

СТЕРНІК В.М. Целюлозолітична активність ґрунтів урбоєкосистеми м. Рівне // Наукові основи збереження біотичної різноманітності. – 2015. – Том 6(13), № 1. – С. 317-324. – ISSN 2220-3087.

Розглянуто один із методів біодіагностики забруднених ґрунтів, який є репрезентативним для проведення моніторингових досліджень щодо визначення їх екологічного стану. У роботі досліджена целюлозолітична активність ґрунту урбоєкосистеми міста Рівне. Встановлено, що едафотопам міста характерна строкатість показників, величина яких корелює з антропогенним навантаженням. Результати досліджень свідчать, що целюлозолітична активність ґрунту м. Рівне знаходиться в межах  $6,87 \pm 0,85 - 42,6 \pm 1,2\%$ . Ступінь збагаченості ґрунту ферментом целюлаза охарактеризований як “дуже бідний – бідний”, а інтенсивність процесу розкладання клітковини визначена як “дуже слабка – слабка”. Інтенсивність розкладу клітковини є універсальним актуальним показником діяльності ґрунтових організмів і використовується як один із індикаторів загальної біотичної активності ґрунту.

**Ключові слова:** урбоєкосистема, біоіндикатор, активність ґрунту, ферменти, целюлаза

Пріоритетним напрямом раціонального природокористування урбанізованих територій є комплексна оцінка стану природного середовища. Найбільшого впливу урбаністичного пресу зазнають ґрунти, які швидко поглинають забруднювальні речовини й дуже повільно їх трансформують.

Міські ґрунти розвиваються під впливом тих же факторів ґрунтоутворення, що й природні, проте антропогенний чинник тут має істотне значення. Специфіка міських ґрунтів полягає в тому, що для них характерний типодіагностичний горизонт “урбік” (від слова “*urbanus*”), який, переважно, є поверхневим органо-мінеральним насипним з урбоантропогенними включеннями.

Антропогенний вплив на ґрунтоутворення був визнаний вже давно, проте ранні класифікації не враховували ґрунти, які систематично зазнають цього впливу. Однією з причин було значне різноманіття видів людського втручання в утворення та еволюцію ґрунтів (Яковлев, 2000).

Міське будівництво, підземні комунікаційні мережі, діяльність людини створюють ефект “теплового острова”, що призводить до змін температурного й водного режимів ґрунтів (Почва, город, екологія, 1997).

Використання ґрунтів у містах має несільськогосподарський характер: створення парків, скверів, газонів, покриття для спортивних споруд. Дерновий шар ґрунтового профілю використовують для закріплення схилів під час будівництва автодоріг. Неродючі ґрунти разом із суглинками й іншими ґрунтовими матеріалами застосовують для основ під час будівництва будинків.

На відміну від природних екосистем, едафотопам міста характерна строка-тість та неоднорідність умов через особливості їх формування й вони є штучно створеними ґрунтоподібними тілами, що складені з шарів різного гранулометричного складу й походження, а також насипного гумусованого шару.

Ґрунти в природному стані в межах урбоекосистем м. Рівне трапляються рідко. За тривалу історію міста вони неодноразово трансформувалися, їх штучно насипали, осушували. Як свідчать дослідження, в окремих місцях у місті Рівне природні ґрунти заплави й надзапlavної тераси перекриті шаром штучних насипних ґрунтів потужністю до 4,5 м. Окрім цього, територія міста протягом століть заселена та її інтенсивно використовують. Тому ґрунти містять багато сміття (будівельного, побутового) та забруднювальних речовин і є об'єктом наукового інтересу фахівців-ґрунтознавців, географів, геологів, будівельників та екологів (Мельник, Цибульська, 2010).

За даними управління земельних ресурсів на території м. Рівне є землі різного функціонального призначення (табл. 1).

Таблиця 1.

**Розподіл площі земель м. Рівне за функціональним призначенням**  
(станом на 01.01.2015 р. – дані управління земельних ресурсів)

<b>Загалом земель у проектних межах, га, у т. ч.:</b>	<b>5824,0</b>
забудовані землі (крім смуги відводу залізниці)	3105,3
присадибні ділянки	475,9
сільськогосподарські землі без урахування присадибних ділянок для сільськогосподарського використання	1749,78
смуга відводу залізниці	72,78
ліси та інші лісовкриті площі	87,3
води	137,8
інші землі	195,1

Ґрунти в урбоекосистемі виконують регуляторні, фітосанітарні й екологічні функції. З огляду на це, доцільним є розглядати екологічну складову функцій, які виконує ґрунт, у системі збалансованого використання земельних ресурсів (Землякова, 2011).

Біологічна діагностика антропогенно порушених ґрунтів повинна реалізувати два взаємопов'язаних завдання: біоіндикацію та класифікацію ґрунтів.

Класифікація міських ґрунтів постійно вдосконалюється, оскільки змінюється спектр антропогенного впливу та необхідність її адаптації до умов антропогенезу.

Біотична ж активність за допомогою різноманітних показників характеризує мікробіологічні, фізіологічні та біохімічні властивості ґрунту, його особливості та стан (Долгова, 1999). Методів визначення біотичної активності ґрунту відомо багато. Усі вони дають інформацію на момент дослідження й не розкривають специфіки функціонування мікробіоти в часі та просторі.

Загальний рівень біотичної активності можна охарактеризувати двома групами показників: перша – чисельність різних груп мікроорганізмів, кожна з яких має здатність трансформувати різні сполуки; друга – показники сумарної діяльності мікроорганізмів (продукти мікробного синтезу, розпаду тощо).

Загалом усі організми ґрунту та функції, що виконує ґрунт, відображають стан ґрунтової екосистеми й заслуговують на оцінку й вивчення. Практика показала, що немає необхідності визначати необґрунтовано велику кількість показників біотичного стану ґрунтів, а достатньо визначити найбільш інформативні параметри (Мельник, Стернік, 2015).

Нами був вибраний біоіндикатор, який є найбільш репрезентативним і доступним для проведення моніторингових досліджень щодо визначення екологічного стану ґрунтів м. Рівне.

Рослинні рештки, які надходять у ґрунт, на 40-70% складаються з целюлози, яка є стійкою до дії фізичних і хімічних чинників, але під дією ферментів целюлозорозкладальних мікроорганізмів, які забезпечують одну з ланок колообігу речовин у біосфері, здійснює мінералізацію клітковини рослинних решток.

Активність функціонування целюлозоруйнівальних мікроорганізмів визначається наявністю в ґрунті доступних поживних речовин, передусім, азотних. Визначення целюлозолітичної властивості ґрунту методом аплікацій дає можливість встановити функціональні стани ґрунтової біоти, яка зазнає антропогенного впливу, оцінити інтенсивність трансформації доступної фракції органічної речовини та визначити активність целюлозолітичного комплексу.

Інтенсивність целюлозолітичної активності ґрунтів визначають за відсотком втрати лоскута лляної тканини, що була розміщена в профілі ґрунту на певний проміжок часу.

Отже, інтенсивність розкладу клітковини є універсальним актуальним показником діяльності ґрунтових організмів, що відображає перебіг мікробіологічних процесів загалом і визначає зміни в ґрунтових процесах (Хазиев, 1990; Долгова, 1999). Процес визначення діяльності целюлозорозкладальних мікроорганізмів – простий і доступний, не потребує спеціальної підготовки до проведення аналізу. Тому в нашому дослідженні інтенсивність розпаду лляної тканини використовуємо як один з індикаторів загальної біотичної активності ґрунту.

**Метою цієї роботи** було дослідження актуальної целюлозолітичної активності урбоедафотопів міста Рівного за інтенсивністю розкладу клітковини.

### Матеріали та методика досліджень

Об'єктом дослідження були ґрунти м. Рівне. Зразки ґрунтів на тест-полігонах відбирали у червні-липні 2014-2015 рр. Умовно контрольною була рекреаційна територія міста – зона відпочинку парку ім. Т.Г. Шевченка.

Для оцінки екологічного стану ґрунтів територія м. Рівне була умовно поділена на п'ять тест-полігонів, з виділенням у їх межах по п'ять майданчиків досліджень у кожному, розміщених у залежності від рівня антропогенного навантаження.

У кожному з 25 пунктів дослідження проведені визначення целюлозолітичної властивості ґрунту в трьохкратній повторюваності за типовою методикою (Федорец, Медведєва, 2009). Ступінь розкладу лляного полотна в досліджуваних зразках визначали через 30 діб. Для перевірки допустимих значень похибок дослідів був застосований t-критерій Стьюдента.

Дослідження були проведені на базі лабораторії кафедри біології Рівненського державного гуманітарного університету. Отримані результати опрацьовані статистично на 5% рівні значущості.

### Результати досліджень та їх обговорення

Розкладання целюлози є найбільшим за масштабами природним деструкційним процесом, в якому головну роль відіграють ґрунтові мікроорганізми, виконуючи ключову роль у формуванні родючості, трансформують органічні рештки й забезпечують синтез гумусових речовин ґрунту (Долгова, 1999).

Результати досліджень свідчать про мозаїчність показників целюлозолітичної активності ґрунтів на визначених тест-полігонах урбоєкосистеми м. Рівне. Так, на майданчиках, де є значний антропогенний вплив (тест-полігони № 1, 2, 3), показники целюлозної активності найменші й становлять до 10%. Ступінь збагачення ґрунтів ферментом целюлаза визначений як “дуже бідний” з “дуже слабкою” інтенсивністю процесу розкладання целюлози (табл. 2).

На окремих майданчиках тест-полігонів № 4 і № 5 показники целюлазної активності визначені в межах  $11,27 \pm 1,33$  –  $15,57 \pm 1,35\%$  й охарактеризовані як “дуже бідні” за ступенем збагачення ґрунтів ферментом целюлаза зі “слабкою” інтенсивністю процесу її розкладання (табл. 2).

Слід зауважити, що на майданчиках школи № 23 (тест-полігон № 3) та школи-ліцею в районі Басів Кут (тест-полігон № 4), де відсутній значний антропогенний вплив, значення показників целюлазної активності ґрунту дуже малі й становлять  $6,87 \pm 0,85\%$  та  $11,27 \pm 1,33\%$  відповідно (табл. 2).

Оскільки територія міста поділена навпіл магістральною залізницею, відбір зразків ґрунту проводили на двох майданчиках різних тест-полігонів (№ 4 і № 5). Значення показників целюлазної активності ґрунту становить  $12,47 \pm 1,02\%$  і  $14,47 \pm 0,9\%$  відповідно, ступінь збагачення ґрунту ферментом визначений як “дуже бідний”, інтенсивність процесу розкладання целюлози “слабка” (табл. 2).

Для перевірки об’єктивності досліджень з визначення целюлазної активності були відібрані зразки ґрунту з грядки житлового сектору по вул. Менделєєва, 4, де вирощували картоплю. Отриманий результат – 45,8%, з оцінкою “середній” ступінь збагачення ґрунту ферментом та “середня” інтенсивність процесу розкладання целюлози, не був врахований в наступних розрахунках середніх значень на тест-полігоні, оскільки перевищував значення, які отримані на умовно контрольній території міста, що може бути наслідком застосування мінеральних чи органічних добрив, які активізують окремі групи ґрунтової мікробіоти за рахунок зміни кислотності ґрунтового розчину.

## Оцінка целюлозолітичної активності ґрунтів на території м. Рівне

Досліджені майданчики	Розклад клітковини, %	Коефіцієнт Стьюдента	Оцінка целюлозолітичної активності	
			Ступінь збагачення ґрунту ферментом	Інтенсивність процесу розкладання целюлози
<b>Тест-полігон № 1</b>				
1	9,7±2,03	24,17	Дуже бідний	Дуже слабка
2	12,4±0,92	34,64	Дуже бідний	Слабка
3	22,23±0,40	27,85	Дуже бідний	Слабка
4	22,57±2,42	12,84	Дуже бідний	Слабка
5	8,37±0,8	41,08	Дуже бідний	Дуже слабка
<b>Тест-полігон № 2</b>				
6	7,3±0,66	44,72	Дуже бідний	Дуже слабка
7	31,6±1,74	9,00	Бідний	Середня
8	19,97±1,29	22,25	Дуже бідний	Слабка
9	25,93±2,0	12,36	Дуже бідний	Слабка
10	31,87±2,47	6,77	Бідний	Середня
<b>Тест-полігон № 3</b>				
11	6,87±0,85	42,08	Дуже бідний	Дуже слабка
12	27,23±2,17	10,72	Дуже бідний	Слабка
13	9,73±0,51	43,618	Дуже бідний	Дуже слабка
14	34,87±2,1	5,536	Бідний	Середня
15	7,97±1,2	35,327	Дуже бідний	Дуже слабка
<b>Тест-полігон № 4</b>				
16	12,6±0,7	37,403	Дуже бідний	Слабка
17	11,27±1,33	30,275	Дуже бідний	Слабка
18	7,97±1,2	35,327	Дуже бідний	Дуже слабка
19	45,8±5,67	0,956	Збагачений	Середня
20	12,47±1,02	37,403	Дуже бідний	Слабка
<b>Тест-полігон № 5</b>				
21	28,03±4,24	5,731	Дуже бідний	Слабка
22	42,6±1,2	–	Середня збагаченість	Середня
23	15,57±1,35	25,92	Дуже бідний	Слабка
24	32,13±2,47	6,605	Бідний	Середня
25	14,47±0,9	32,462	Дуже бідний	Слабка

Різниця основної та контрольної груп показників становила 2,776 і є статистично достовірною, за значення похибки не більше 5% ( $P \leq 0,05$ ).

Аналізуючи отримані середні значення целюлазної активності ґрунту на кожному з п'яти полігонів урбоєкосистеми м. Рівне (рис.), слід відзначити, що на тест-полігонах № 1 і № 4 ступінь розкладу лляного полотна становила тіль-

ки  $10,05 \pm 3,4$  –  $11,08 \pm 1,25\%$  відповідно, що свідчить про значний антропогенний вплив промислових підприємств на досліджені об'єкти.

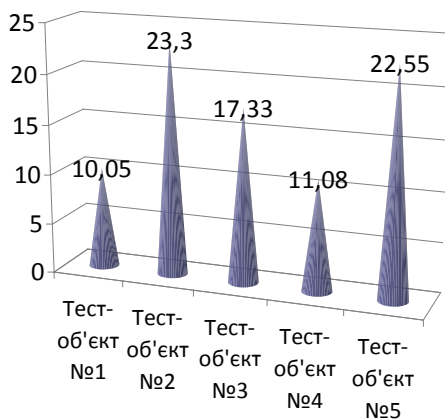


Рис. Середні значення целюлозолітичної активності ґрунту (%) за інтенсивністю розкладу клітковини на тест-полігонах урбоекосистеми м. Рівне.

Для тест-полігонів № 2, 3, 5 середні значення целюлозолітичної активності ґрунту зафіксовані на рівні 23,3%, 17,33%, 22,55% відповідно, де інтенсивність розкладання клітковини визначена як “слабка”, а ступінь збагачення ґрунту ферментом як “бідний”, “дуже бідний” та “бідний” відповідно.

Таблиця 3.

**Оцінка рівня впливу антропогенного навантаження на урбоекосистему м. Рівне**

Тест-полігон, №	Целюлозолітична активність ґрунту, %	Відхилення активності біотичних процесів, %	Рівень впливу антропогенного навантаження
1	$10,05 \pm 3,4$	32,55	дуже небезпечний
2	$23,3 \pm 5,1$	19,30	помірно небезпечний
3	$17,33 \pm 6,42$	25,27	небезпечний
4	$11,08 \pm 1,25$	31,52	дуже небезпечний
5	$22,55 \pm 5,12$	29,05	небезпечний

На умовно контрольній території міста з показником  $42,6 \pm 1,2\%$  целюлозолітичної активності ґрунту інтенсивність процесу розкладання целюлози оцінена як “середня”.

Згідно з екоотоксикологічними нормативами, рівень впливу забруднення на біотичні процеси визначають за відхиленням активності позаклітинних біотичних процесів (Федорец, Медведева, 2009). Під час діагностики за 100% приймають значення кожного показника в незабрудненому (умовно контрольному) ґрунті. На дослідженій території урбоекосистеми Рівне такі

відхилення та оцінка рівня впливу антропогенного навантаження наведені в табл. 3, що свідчить про різний рівень його впливу. Для встановлення причин відхилення біотичної активності розкладання клітковини варто провести додаткові дослідження для встановлення чинників інгібування целюлозолітичної активності ґрунтової біоти за показниками вмісту важких металів та інших полютантів.

### Висновки

У сучасних умовах важливо використовувати такі методи оцінки забруднення ґрунтів, які могли б дати не тільки об'єктивне уявлення про стан ґрунтів, тобто про те, наскільки вони здатні виконувати властиві їм функції, а й виконання таких оцінок було б економічно доступним.

Розглянутий метод біодіагностики урбоедафотопів має важливе прикладне значення, відповідає сучасним вимогам щодо дослідження та оцінки забруднених ґрунтів і може слугувати індикатором біотичних процесів, що відбуваються в едафотопі.

Отримані результати свідчать про значний антропогенний вплив промислових підприємств на урбоедафотопи м. Рівне, рівень впливу антропогенного навантаження визначений в діапазоні “небезпечний” – “дуже небезпечний”.

З'ясовано, що інтенсивність процесу розкладання клітковини в ґрунтах на території м. Рівне “дуже слабка” та “слабка”, а ступінь збагачення ґрунту ферментом, переважно, “дуже бідний” та “бідний”.

Урбоедафотопи м. Рівне потребують проведення робіт щодо встановлення причин дуже низької активності ґрунту та реалізації заходів щодо інтенсифікації процесів гуміфікації.

- 
- Долгова Л.Г. Ферментативна активність та мікробіологічні процеси в едафотопях техногенних регіонів // Екологія та ноосферологія. – 1999. – Т. 8, № 4. – С. 18-23.
- Землякова А.В. Городские почвы как неотъемлемый компонент урбоэкосистемы // Научные ведомости Белорусского Государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2011. – № 21. – С. 102-107.
- Мельник В.Й., Цибульська Н.В. Забруднення ґрунтів території м. Рівне // Вісник НУВГП: Збірник наукових праць. – Вип. 4(45), Част. 2. – 2010. – С. 86-91.
- Мельник В.Й., Стерник В.М. Обґрунтування комплексних моніторингових досліджень урбоедафотопів міста Рівне // Біологія і валеологія: збірник наукових праць. – Харків: ХНПУ, 2015. – Вип. 17. – Б 63. – С. 129-137.
- Почва, город, экология / ред. Добровольский Г.В. – М.: Изд-во Фонд за экономическую грамотность, 1997. – 310 с.
- Федоренко Н.Г., Медведсва М.В. Методика исследования почв урбанизированных территорий // Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009. – 84 с.
- Хазиев Ф.Х. Ферментативная активность почв. – М.: Наука, 1990. – 147 с.
- Яковлев А.С. Биологическая диагностика и мониторинг состояния почв // Почвоведение. – 2000. – № 1. – С. 51-52.

## ЦЕЛЮЛОЗОЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ УРБООКОСИСТЕМЫ г. РОВНО

В.Н. СТЕРНИК

Рассмотрен один из методов биодиагностики загрязненных почв, который является репрезентативным для проведения мониторинговых исследований по определению их экологического состояния. В работе исследована целлюлозолитическая активность почвы урбээкосистемы г. Ровно. Установлено, что эдафотопы города характеризуются разнообразием показателей, величина которых коррелирует с антропогенной нагрузкой на исследуемые объекты. Результаты исследований свидетельствуют, что целлюлозолитическая активность почвы в г. Ровно находится в пределах  $6,87 \pm 0,85 - 42,6 \pm 1,2\%$ . Степень обогащения почвы ферментом целлюлаза охарактеризована как “очень бедная – бедная”, а интенсивность процесса разложения целлюлозы определена как “очень слабая – слабая”. Интенсивность разложения клетчатки является универсальным прямым показателем деятельности почвенных организмов и используется в качестве одного из индикаторов биологической активности почвы.

**Ключевые слова:** урбээкосистема, биоиндикатор, ферменты, целлюлоза, активность почвы

## CELLULOSE SPLITTING ACTIVITY OF SOILS OF THE RIVNE CITY URBAN ECOSYSTEM

V.N. STERNIK

The analysis of monitoring research of the ecological state of soils of the Rivne city urban ecosystem is conducted, the necessity of their monitoring are grounded.

It is established that objective integrated assessment of the urban ecosystem soils can give the base for biological monitoring, combining classic physical and chemical methods for biological indication research of the soil, considering it as indicator of total pollution.

The most rapid response of the human impact on soil is given by living organisms that respond to the full range of contaminants, study of which make information more representative.

Biotic component is considered as the indicator to assess soil degradation of natural ecosystems and the integrity of interactions and influences are all ground sensor processes, because they allow to determine the state of the physical, chemical and biological conditions of soil and objectively describe the dangers of human impact.

Biological diagnostics of polluted soils is considered as one of the methods, that is representative for conducting monitoring research to determine their ecological state. Cellulose splitting activity of the soil of the Rivne city urban ecosystem was investigated. It is established that edaphotop of the city is characterized by the set of indexes the rate of which correlates with the anthropogenic loading on the investigated objects. The research results testify that cellulose splitting activity of the Rivne city soil is within the limits of  $6,87 \pm 0,85 - 42,6 \pm 1,2\%$ . The degree of soil enrichment by the enzyme of cellulose splitting is described as “very poor – poor”, and intensity of cellulose decomposition process is shown as “very weak – weak”. Intensity of cellulose splitting is a universal direct rate of the ground organisms activity and is used as one of the indicators of general biological activity of soil.

**Key words:** urban ecosystem, bioindicator, enzymes, cellulose, activity of soil

Надійшла 01.12.2015

Прийнята до друку 24.12.2015

СТЕРНИК В.М. Рівненський державний гуманітарний університет, вул. Остафова, 29 а, м. Рівне, 33000, Україна; e-mail: max20031305@ukr.net

STERNIK V.M. Rivne state humanitarian university, 29 a, Ostaphova St, Rivne, 33000, Ukraine; e-mail: max20031305@ukr.net