

УДК 332.3:681.518

**Г. В. ТІТЕНКО**, канд. геогр. наук, доц., **Ю. О. МАСТО**

*Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна*

пл. Свободи, 6, м. Харків, 61022

[titenko@karazin.ua](mailto:titenko@karazin.ua), [y-pichugina@mail.ru](mailto:y-pichugina@mail.ru)

## **ЕКОЛОГО-ГЕОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ МІГРАЦІЇ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ В ЗАПЛАВНИХ МІСЦЕВОСТЯХ УРБОЛАНДШАФТІВ**

Під впливом урбогенних факторів природний характер та інтенсивність міграції хімічних елементів і сполук у заплавних місцевостях суттєво змінюється. Результати міграції хімічних елементів (розсіювання та концентрація) відображаються у видовому біорізноманітті та інших фітоцієнотичних показниках та показниках ґрунтового стану.

**Ключові слова:** заплавні місцевості, ґрунтовий покрив, видове біорізноманіття

**Titenko G. V., Masto Y. O., V. N. Karazin Kharkiv National University**

### **ENVIRONMENTAL GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF MIGRATION OF CHEMICAL ELEMENTS IN FLOOD AREAS OF URBAN LANDSCAPES**

Under the influence of natural factors urbohenyih nature and intensity of migration of chemical elements and compounds in the flooded areas substantially changed. The results of the migration of chemical elements (dispersion and concentration) are displayed in species biodiversity and other fitotsienotychnyh indicators and indicators of soil condition.

**Keywords:** floodplain terrain, ground cover, species biodiversity

**Титенко А. В., Масто Ю. А., Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина**

### **ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЙМЕННЫХ МЕСТНОСТЯХ УРБОЛАНДШАФТОВ**

Под влиянием урбогенных факторов естественный характер и интенсивность миграции химических элементов и соединений в пойменных местностях существенно меняется. Результаты миграции химических элементов (рассеивания и концентрация) отображаются в видовом биоразнообразии и других фитоциенотичных показателях и показателях почвенного состояния.

**Ключевые слова:** пойменные местности, почвенный покров, видовое биоразнообразие

#### **Вступ**

Заплавні ландшафти відносяться до одних з найскладніших природних об'єктів, які є одними з найбільш молодих і динамічних ділянок суші, які функціонують під інтенсивним впливом гідрологічних і біологічних факторів. Для заплав характерний складний рельєф, неоднорідність алювіальних відкладів, неглибоке залягання ґрунтових вод, мозаїчність рослинних угруповань, що визначає значну строкатість ґрунтового покриву [3]. У той же час ґрунти заплав

мають значні запаси органічних і мінеральних речовин, що обумовлює їх високу природну буферність до різних видів забруднення, але додаткові ризики, за таких умов, створює близьке залягання ґрунтових вод.

Теоретико-методологічною основою дослідження є напрацювання та ідеї вітчизняних і зарубіжних вчених – Гродзинського М. Д., Добровольського Г. В., Гуцуляка В. М., Денисика Г. І., Ковальчука І. П., Малишевої Л. Л., Алексеєнко В. О. [1-10].

#### **Методика дослідження**

Для визначення еколого-геохімічних особливостей та результатів міграції хімічних елементів в заплавних місцевостях р. Уди в межах м. Харкова застосовано ґрунтово-геохімічний (біогеохімічний) методичний підхід з використанням комплексу польових, хіміко-аналітичних методів та

методів обробки отриманих даних (в т.ч. методів інтерполяції, кластеризації і т. ін.). Польові методи дослідження: для отримання інформації про ґрунтово-геохімічні (біогеохімічні) особливості заплавних місцевостей використано метод ґрунтових ключів, профільний метод та морфологічний метод [5, с.16]; для оцінки стану рослинного покриву – маршрутний метод, метод тимчасо-

вих тестових ділянок, методи обліку рослин у фітоценології, а також проведено оцінку біорізноманіття на території дослідження шляхом розрахунку та аналізу відповідних індексів.

У заплаві р. Уди в межах м. Харкова закладено 20 ключових експериментальних ділянок. Комплекс рекогносцирувальних та експериментальних польових робіт з дослідження та паспортизації ключових експериментальних ділянок проводився у період з червня по жовтень 2015 року. Вибір та опис ключових експериментальних ділянок здійснюється на основі однорідності ландшафтно-геохімічних умов, рослинного покриву та репрезентативності ділянки, а також бажаного наближення до природних умов.

Для опису рослинних асоціацій запропоновано використання методу пробних ділянок, оскільки даний метод дозволяє виділити фіксовані розміри ділянок і ввести певну однорідність та можливість порівняння різних спостережень. Тобто, в межах природних умов існування штучно виділяється пробна ділянка розміром 1 м<sup>2</sup>.

Виходячи з особливостей території дослідження та з метою забезпечення однорідності умов опису рослинних угруповань, запропоновано виділяти на площі 20×5 м<sup>2</sup> вздовж берега річки, в межах одного типу мезорельєфу, по 3 тимчасових дослідних ділянки площею 1 м<sup>2</sup> з рівномірним віддаленням. На кожній з ділянок оцінюються наступні параметри: кількість видів рослин, кількість представників кожного виду, середня висота стебла кожного з видів, загальне проективне покриття, рясність виду, надземна та підземна фітомаса, стан фенологічного розвитку, рівень біорізноманіття.

Визначення рН, обмінних Ca<sup>2+</sup> та Mg<sup>2+</sup>, рухомого К виконано за загальноприйнятими сертифікованими методиками. Визначення рН проводили на потенціометрично за допомогою лабораторного іонометру I-160. Визначення вмісту Ca<sup>2+</sup> у водній та сольовій витяжці проводили потенціометрично із застосуванням іонселективного електрода. Вміст рухомих форм K<sup>+</sup> у ґрунті визначали аналогічно. Визначення СГ проводили на основі титрування СГ у кислому середовищі розчином азотнокислої ртуті в

присутності діфенілкарбозону. Визначення карбонатів CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> та гідрокарбонатів HCO<sub>3</sub><sup>3-</sup> здійснювали методом двоетапного титрування сірчаною кислотою. Визначення вмісту Na<sup>+</sup> проводилось потенціометричним методом з застосуванням іонселективних електродів (ЭВЛ-1м4). Вміст гумусу досліджували за допомогою титрометричного методу визначення органічного вуглецю мокрим спаленням за І. В. Тюріним. Визначення гранулометричного складу ґрунту в лабораторних умовах здійснювали методом М. М. Філатова Хімічний аналіз проводився у лабораторії аналітичних екологічних досліджень екологічного факультету ХНУ імені В. Н. Каразіна.

**Розрахунок точності досліджень.** Дослідження в даному фітоценозі проводилося вперше і матеріал для визначення середнього квадратичного відхилення і середньої похибки відсутній, тому залежно від мети досліджень можна прийняти наступні значення показників точності і ймовірності.

Показник імовірності того, що задана ступінь неточності не буде перевищена (t), складає: для більшості біологічних досліджень – 1,96; показник точності (K) для першого орієнтовного ознайомлення з популяцією – 0,5 [7].

Число пробних ділянок, необхідних для отримання заданої точності визначаємо як:

$$n = \frac{t^2}{K^2}$$

де n – число вибірки (кількість дослідних ділянок);

t – показник імовірності того, що дана величина неточності не буде перевищена;

K – показник точності [7]

Отже, для необхідної заданої точності необхідно дослідити близько 15 ділянок. Кожна з тестових ділянок складається з центральної ділянки та двох крайніх ділянок, що розташовані рівновіддалено одна від одної вздовж заплави. Таким чином, описано та досліджено 69 тимчасових дослідних ділянок. Отже, показник точності проведених фітоценотичних досліджень K складає 2,3, що свідчить про високу достовірність отриманих результатів.

**Результати дослідження**

**Значення рослин у зміні вмісту елементів мінерального живлення та органічної речовини у ґрунті.** Рослини можуть впливати на вміст елементів мінерального живлення й органічної речовини, з одного боку, зменшуючи їх вміст за рахунок поглинання елементів мінерального живлення (ЕМЖ) і пришвидшення розкладу ґрунтової органіки. З іншого боку, вони можуть збільшувати вміст ЕМЖ за рахунок надходження з опадом, кореневими виділеннями, посилення вивітрювання первинних мінералів і гальмування розкладу органіки при виділенні антимікробних метаболітів. Реальний вплив рослин залежить від балансів даних протилежних процесів. Кореневі прижиттєві виділення рослин вносять до ґрунту велику кількість органічної речовини, азоту та інших ЕМЖ. Ґрунтові мікроорганізми стимулюють кореневі виділення, оскільки в стерильному середовищі виділення по вуглецю складають лише близько

60% від таких на природному фоні. В цілому в різних наземних екосистемах кореневі виділення складають від 1 до 30% продукції рослин, найбільш звичайні величини – 5-10%. Об'єм корневих виділень знаходиться лише під частковим контролем рослин.

**Азотний режим.** Рослини можуть впливати на азотний режим ґрунту різними способами – поглинаючи доступні форми азоту, стимулюючи азотфіксацію або впливаючи на інтенсивність мікробіологічної мінералізації азоту. В середньому види багатих ґрунтів посилюють мінералізацію та нітрифікацію сильніше, чим види бідних ґрунтів. Види багатих ґрунтів дають різкий спалах мінералізації та нітрифікації весною (березень-квітень). Посилення мінералізації у цих видів пояснюється головним чином більш різкою сезонністю в утворенні опадів та його кількістю. Види бідних ґрунтів можуть мати й негативний ефект на мінералізацію азоту в ґрунті.

**Таблиця 1**

**Порівняння основних типів симбіотичних асоціацій судинних рослин з азотфіксуючими прокаріотами**

(Добровольський за Law, Lewis, 1983, Калауцький та ін., 1985, Работнов, 1992, Bergman et al., 1992, Sprent, 1999, Rai et al., 2000)

Показник	Ризобіальний симбіоз	Актинориза	Ціанобактеріальний симбіоз
Прокаріоти	<i>Rhizobium</i>	<i>Frankia</i>	<i>Nostoc</i> , <i>Anabaena</i>
Рослини	Більшість Fabaceae s.l., <i>Parasponia spp.</i> (Ulmaceae)	Більше 200 видів дводольних гл. об. деревних рослин: <i>Alnus</i> (Betulaceae), <i>Hippophe</i> , <i>Elean-gus</i> (Eleangaceae), <i>Dryas</i> (Roseceae), <i>Myrica</i> (Myricaceae), <i>Casuarina</i> (Casuarinaceae)	Папороть ( <i>Azolla</i> , 6 видів), саговники (всі вивчені, 150 видів), з квіткових рослин – лише <i>Gunnera</i> (Gunneraceae, 65 видів)
Локалізація прокаріот	Частіше короткоживучі клубні на коренях, стебелові маміли ( <i>Sesbaniarostrata</i> )	Довгоживучі клубні на коренях	Порожнини в листовидних лопотнях ( <i>Azolla</i> ), міжклітинники первинної кори (саговники), внутрішньоклітинно в гландах на стеблах та черешках листків ( <i>Gunnera</i> )
Максимальна інтенсивність азотфіксації, кг N/га за рік	450-550 (конюшина в Новій Зеландії), максимум до 680	210-225 у <i>Alnus glutinosa</i>	720 – <i>Gunnera arenaria</i> в Новій Зеландії
Екологічні вподобання рослин	Нейтральні або слаболужні ґрунти	Піонерні субстрати, болотисті кислі ґрунти	Гарне забезпечення вологою ( <i>Gunnera</i> ), водні рослини ( <i>Azolla</i> )

Рослини також можуть збагачувати ґрунт азотом у випадку симбіотичної або асоціативної азотфіксації. Для судинних рослин у наземних екосистемах характерними є 3 типи симбіотичних відносин з прокаріотами (табл. 1).

Надходження фіксованого азоту до ґрунту зазвичай відбувається при відмиранні рослин, а також з екскрементами фітофагів, що живляться даними рослинами. Останні особливо багаточисельні у підземній сфері, де більша частина коренів не відмирає, а поїдається фітофагами або пошкоджується фітопатогенними грибами.

Здатність більшості рослин підтримувати асоціативну азотфіксацію в ризоплані та фітоплані має велике значення для надходження азоту до ґрунту. Інтенсивність даного процесу в більшій мірі визначається таксономічним положенням рослин.

**Оцінка біорізноманіття рослинного покриву.** З метою дослідження біорізноманіття рослинного покриву в період із 16.06.2015 р. до 07.07.2015 р. проведено ряд ландшафтно-екологічних досліджень у заплаві р. Уди в межах м. Харкова, у ході яких закладено 69 тимчасових дослідних ділянок (ТДД): 1 центральна контрольна ТДД та 2 крайніх ТДД, для яких розраховувався попарно коефіцієнт спільності видового складу. Отримані значення коефіцієнту спільності видового складу коливаються від 75 до 95%, що свідчить про високу схо-

жість видового складу ТДД і доцільність їх вибору.

На основі проведених досліджень складено геоботанічний список найбільш поширених видів судинних рослин, що найчастіше зустрічаються вздовж лівого берегу р. Уди в межах м. Харкова.

На закладених ТДД було досліджено видовий склад, чисельність представників кожного з видів, середню висоту стебел рослин кожного з видів, визначено загальне проективне покриття та загальну надземну фітомасу, також було відібрано по 10 зразків із видів, що найбільше виділялися з рослинного покриву (створення загального фону та поодинокі виділення за розмірами та висотою), для яких встановлено значення надземної та підземної фітомаси для кожного виду окремо у свіжому та повітряно-сухому станах.

Після здійснення описів та зважень було розраховано коефіцієнти біорізноманіття: індекс видового багатства Маргалєфа, індекси домінування та різноманіття, індекс Шеннона й індекс вирівненості Пієлу.

Результати здійснених описів, замірів і розрахунків для кожної центральної ДТТ занесені до спеціально розроблених бланків.

Для аналізу середньої висоти стебел рослин було взято показник середньої висоти стебел судинних трав'янистих рослин домінантного та субдомінантного видів (рис. 1).



Рис. 1 – Середня висота стебел судинних трав'янистих рослин домінантного та субдомінантного видів заплавної комплексу р. Уди в межах м. Харкова

Таким чином встановлено, що найбільшу середню висоту стебла мають інтродуковані трав'янисті види (ТДД №2), що може бути пояснено аделопатичними механізмами взаємодії з видами-аборигенами, а найменшу – види, які зростають під пологом кленового підліску (ТДД №21), що пояснюється факто-

рами затінення.

Показник загального проективного покриття (рис. 2) є найбільшим для ділянок, що розташовані в межах Крюківського заказника (ТДД №10), а найменшим – під пологом кленового підліску (ТДД №17) за умов періодичного заболочення.

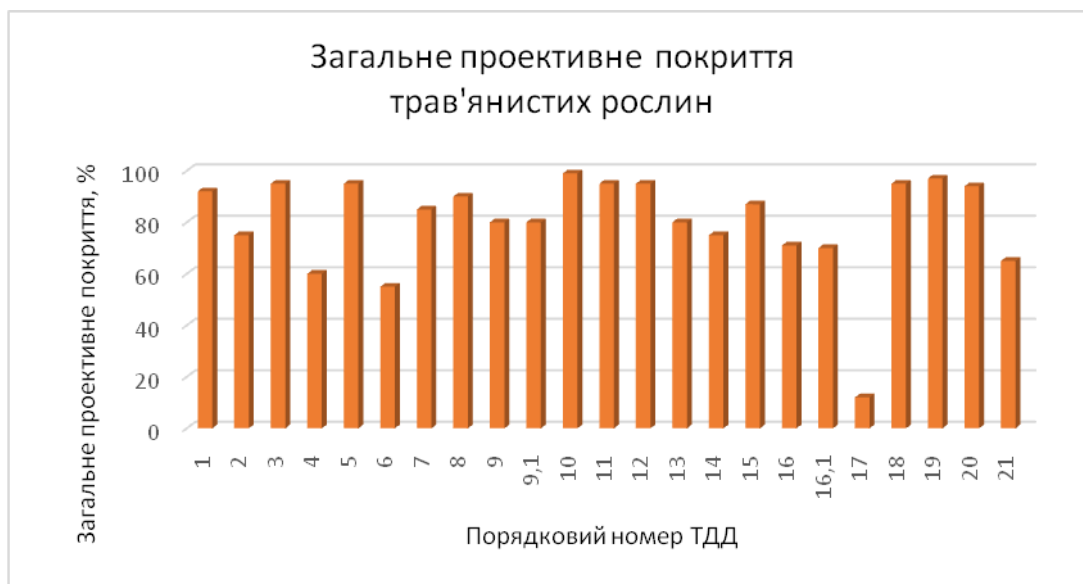


Рис. 2 – Загальне проективне покриття трав'янистих рослин заплавних комплексів р. Уди в межах м. Харкова

Показник максимальної загальної надземної фітомаси (рис. 3) відмічений для ділянки, що розміщена в межах Крюківсь-

кого заказника (ТДД №10), проте мінімальне значення даного показника також помічене на даній території (ТДД №11), а також



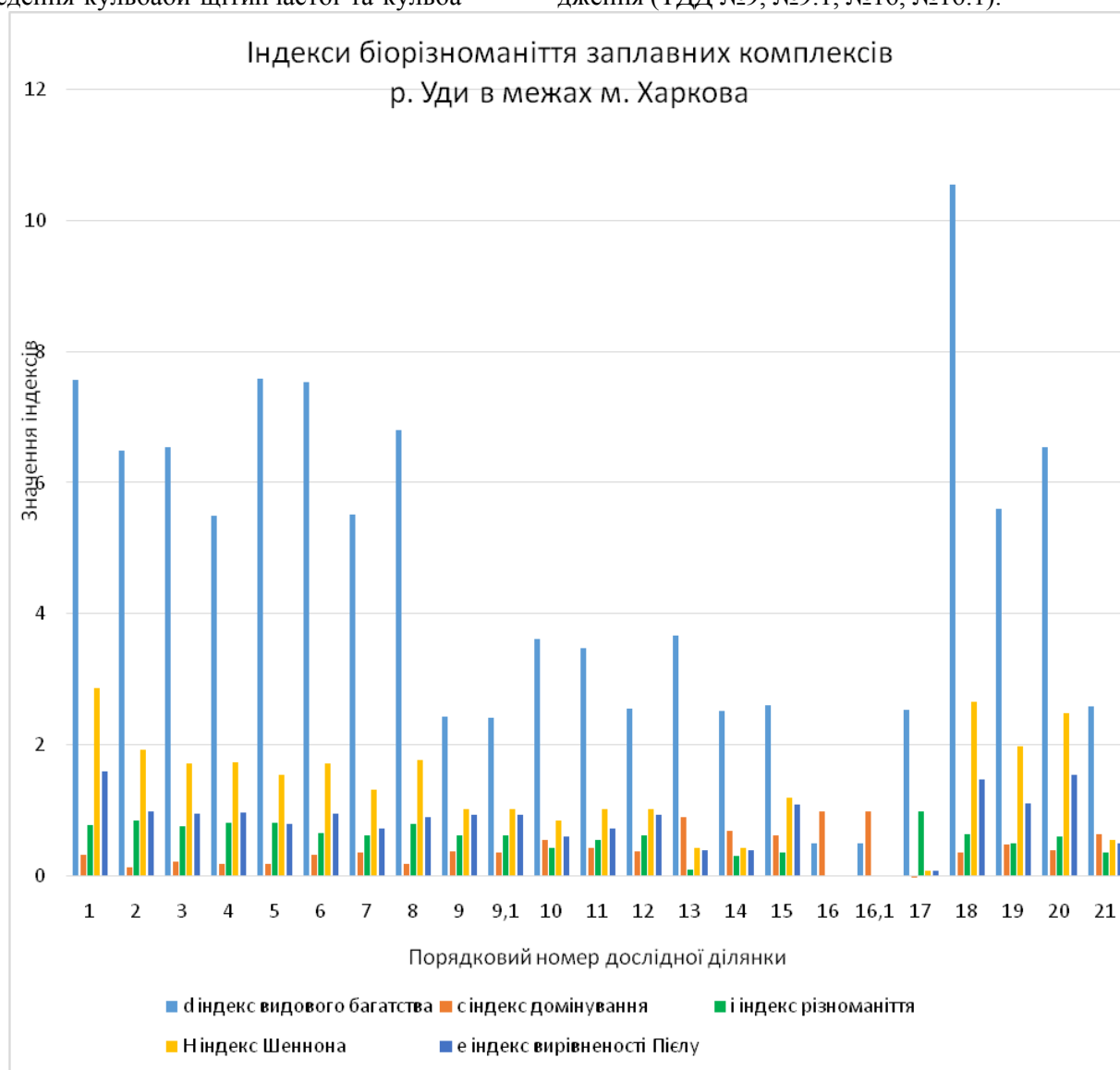
Рис. 3 – Загальна надземна фітомаса трав'янистих видів рослин заплавних комплексів р. Уди в межах м. Харкова

на ділянці з розвитком ерозивних процесів (ТДД №9). Слід зазначити, що на території Крюківського заказника було помічено декілька ділянок, які використовувалися з метою рекреації. Ділянка з найнижчим показником надземної фітомаси розташована поблизу однієї з таких ділянок. З цього можна зробити висновок, що рослинний покрив природоохоронних територій є дуже нестійким до антропогенного впливу.

При оцінці співвідношення надземної та підземної фітомаси у свіжому та повітряно-сухому стані помічено, що після висушування значна більшість видів зменшуються у 1,5-2 рази порівняно зі свіжим станом. Причому, це стосуються як надземної, так і підземної частин. Відмічено, що після доведення кульбаби щітинчастої та кульба-

би звичайної до повітряно-сухого стану змінюється співвідношення фітомаси: до висушування більшою є надземна фітомаса, а після – частка підземної. Для виду вербулуззя лучного помічено стабільність підземної фітомаси – вона залишається майже незмінною після висушування.

Аналіз індексів біорізноманіття рослинного покриву заплавних комплексів р. Уди в межах м. Харкова показав (рис. 4), що найбільше значення індексу видового багатства Маргалефа (d) відмічено на ТДД №18, яка розміщена на території Жовтневого гідропарку в умовах помірного затінення. Найменшим даний показник є для ділянок, на яких помічено активний розвиток ерозивних процесів антропогенного походження (ТДД №9, №9.1, №16, №16.1).



**Рис. 4** – Індекси біорізноманіття рослинного покриву заплавних комплексів р. Уди в межах м. Харкова

На ТДД №16 та №16.1 відмічено повне домінування (с) пірію повзучого, проте різноманіття на даних ділянках повністю відсутнє. Найвищим індекс різноманіття (і) є для ТДД №17, де відмічений найбільш рівномірний розвиток існуючих видів.

Індекс Шеннона (Н) є найбільшим на ТДД №18, що відповідає значенню індексу видового багатства (d). Нульовими є значення даного індексу для ТДД №16 та №16.1. Незначним є значення індексу Шеннона для ТДД №17.

Індекс вирівненості Пієлу (е) є максимальним для ТДД №1, а мінімальним – для ТДД №17. Для ТДД №16 та №16.1 значення даного індексу є нульовим, що пояснюється повним домінуванням пірію повзучого.

Проаналізувавши загальний стан біорізноманіття рослинного покриву заплавної комплексу р. Уди в межах м. Харкова, можна дійти висновку, що показники біорізноманіття є значно вищими для ділянок, які розташовані у верхній течії річки, а найнижчими – для ділянок, що розміщені у

нижній частині течії відносно кордонів міста. Відмічено, що кращими є показники біорізноманіття у місцях зростання азотфіксуючих видів рослин (конюшина лучна, конюшина повзуча, люцерна серповидна).

Також максимальні значення показників біорізноманіття корелюють з потужним гумусовим горизонтом, відсутністю загального содового та хлоридного засолення та відповідають середньо- та легкосуглинковому механічному складу верхніх генетичних горизонтів ґрунту.

Таким чином можна говорити про тісну взаємозалежність процесів ґрунтоутворення та формування рослинних асоціацій, що є науково відомим фактом і підтверджується у проведених ландшафтно-екологічних дослідженнях. З огляду на це, очікується в майбутньому інтенсифікація процесів гумусоутворення, гумусонакопичення на ділянках, де спостерігаються значні показники висоти стебел рослин, загального проективного покриття, загальної надземної фітомаси та видового біорізноманіття.

### Висновки

Заплавні місцевості в долині р. Уди у межах Харкова суттєво трансформовані порівняно з природними. Специфічною рисою та додатковим ризиком функціонування заплавної місцевості в місті є їх вразливість до антропогенного впливу, що обумовлено їх «молодістю» порівняно з надзаплавними місцевостями та нездатністю ефективно протидіяти забрудненню і перетворенню. Ґрунти заплави є місцем надхо-

дження значної частини поверхневого стоку з забрудненої міської території. Під впливом урбогенних факторів природний характер та інтенсивність міграції хімічних елементів і сполук суттєво змінюється.

Результати міграції хімічних елементів (розсіювання та концентрація) відображаються у видовому біорізноманітті та інших фітоценотичних показниках та показниках ґрунтового стану.

### Література

1. Алексеенко В. А. Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв седиментных ландшафтов. / В. А. Алексеенко, А. В. Алексеенко. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2013. – 388 с.
2. Глазовская М. А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР / М. А. Глазовская. – М.: Высшая школа, 1988. – 327 с.
3. Добровольский Г. В. Почвы речных пойм центра Русской равнины. / Г. В. Добровольский. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2005. – 293 с.
4. Лико Д. В. Геоэкологічна оцінка міграції речовин у межах водозборів методом ґрунтових мікрокатен (на прикладі басейну річки Случ) / Д. В. Лико, В. О. Мартинюк, С. М. Лико, Н. О. Осницька, К. В. Лисюк. // Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна серія «Екологія», вип. 13. – 2015. – С. 26-38.
5. Назаренко І. І. Ґрунтознавство: Підручник. / І. І. Назаренко, С. М. Польчина, В. А. Нікорич. – Чернівці: Книги – ХХІ, 2004. – 400 с.

6. Почва, город, экология / под ред. Г. В. Добровольского. – М.: Фонд за экологическую грамотность, 1997. – 320 с.
7. Работнов Т. А. Фитоценология. / Т. А. Работнов. — М.: Изд-во МГУ, 1983. — 296 с.
8. Тітенко Г.В. Особливості геохімічної міграції елементів та сполук у природних та природно-антропогенних комплексах річкової долини р. Лопань / Г. В. Тітенко, А. А. Клещ. // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. – 2015. – № 1-2. – С. 35–45.
9. Lehmann A., Stahr K. Nature and Significance of Anthro-pogenic Urban Soils // Soils & Sediments. – 2007. – V. 7 (4). –P. 247–260
10. Pavao-Zuckerman M. A. The Nature of Urban Soils and Their Role in Ecological Restoration in Cities // Restoration Ecology. – 2008. – № 4. – P. 642–649.

Надійшла до редколегії 4.10. 2015

