

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА КИСЛОТНО-ОСНОВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ УРБОЗЕМІВ М. ЧЕРКАСИ**О. О. Мислюк, О. М. Хоменко, О. В. Єгорова**

Черкаський державний технологічний університет

бул. Шевченко, 460, м. Черкаси, 18006, Україна. E-mail: omyslyuk13@gmail.com; homenko@uch.net

Наведено результати досліджень впливу природних і техногенних чинників на екологічний стан урбоземів, створена картографічна модель кислотності ґрунтів м. Черкаси та проведено районування території міста за кислотно-основним режимом. Встановлено, що на формування кислотно-основного режиму ґрунтів впливають як антропогенні, так і природні ландшафтно-геохімічні і кліматичні чинники. За кислотно-основними властивостями ґрунтовий покрив характеризується значною строкатістю. Амплітуда коливань $pH_{\text{вод}}$ – від 6,2 до 9,2 при середньому значенні 7,3. Гідролітична кислотність варіює в діапазоні від 0,23 до 4,23 ммоль/100г ґрунту, середнє значення – 0,35 ммоль/100г ґрунту. Обмінна кислотність дуже низька і варіює від 0 до 0,05 ммоль/100г ґрунту (середнє значення – 0,04 ммоль/100г ґрунту). Середнє значення суми поглинутих основ становить 12,4 ммоль/100г ґрунту, мінімальні і максимальні – 0,1 і 25,8 ммоль/100г ґрунту відповідно. Ступінь насичення основами змінюється від 26 до 99%, при середньому значенні 86,5%. Ранжування ґрунтів за величиною $pH_{\text{вод}}$ показало, що 18,5% досліджених проб можуть бути класифіковані як придатні і родючі ($pH=6,5-7,0$), 27,7% – потенційно родючі ($pH=7,0-7,5$), 38,5% – мало придатні, слабо токсичні ($pH=7,5-8,0$), 3,1% – середнє придатні, середнє токсичні ($pH=8,0-8,5$) і 1,5% – непридатні, сильно токсичні ($pH>8,5$). 28% досліджених проб ґрунту класифікуються як деградовані ($pH\geq 7,8$). Здатність до майже повного виконання сорбційної функції за показником pH спостерігалася у 31% досліджених ґрунтів, часткового виконання – у 63%, не виконання – у 6%, санітарної функції – у 49%, 44% і 7% відповідно. Головні центри залуження ґрунтів наближені до промислових підприємств та автомобільних шляхів. Вперше з використанням програмного пакета SURFER проведено картографічне зонування території міста за кислотністю ґрунтів, що дозволило виявити локальні зони забруднення на території міста в прив'язці до техногенних об'єктів.

Ключові слова: урбоземи, кислотно-основні властивості, картографічне моделювання.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ УРБОЗЕМОВ Г. ЧЕРКАССЫ**О. А. Мислюк, Е. М. Хоменко, О. В. Егорова**

Черкасский государственный технологический университет

бул. Шевченко, 460, г. Черкассы, 18006, Украина. E-mail: omyslyuk13@gmail.com; homenko@uch.net

Приведены результаты исследований воздействия природных и техногенных факторов на экологическое состояние урбоземов, создана картографическая модель кислотности почв г. Черкассы и проведено зонирование территории города по кислотно-основному режиму. Установлено, что на формирование кислотно-основного режима почв влияют как антропогенные, так и природные ландшафтно-геохимические и климатические факторы. По кислотно-основным свойствам почвенный покров характеризуется значительной пестротой. Амплитуда колебаний $pH_{\text{вод}}$ – от 6,2 до 9,2 при среднем значении 7,3. Гидролитическая кислотность варьирует в диапазоне от 0,23 до 4,23 ммоль/100г почвы, среднее значение – 0,35 ммоль/100г почвы. Обменная кислотность очень низкая и варьирует от 0 до 0,05 ммоль/100г почвы (среднее значение – 0,04 ммоль/100г почвы). Среднее значение суммы поглощенных оснований составляет 12,4 ммоль/100г почвы, минимальные и максимальные – 0,1 и 25,8 ммоль/100г почвы соответственно. Степень насыщения основаниями варьируется от 26 до 99%, при среднем значении 86,5%. Ранжирование почв по величине $pH_{\text{вод}}$ показало, что 18,5% исследованных проб могут быть классифицированы как пригодные и плодородные ($pH = 6,5-7,0$), 27,7% – потенциально плодородные ($pH = 7,0-7,5$), 38,5% – мало пригодные, слабо токсичные ($pH = 7,5-8,0$), 3,1% – среднее пригодные, среднє токсичные ($pH = 8,0-8,5$) и 1,5% – непригодные, сильно токсичные ($pH > 8,5$). 28% исследованных проб почв классифицируются как деградированные ($pH \geq 7,8$). Способность к полному выполнению сорбционной функции по показателю pH наблюдалась у 31% исследованных почв, частичного выполнения - в 63%, невыполнение - в 6%, санитарной функции - у 49%, 44% и 7% соответственно. Главные центры подщелачивания почв приближены к промышленным предприятиям и автомобильным дорогам. Впервые с использованием программного пакета SURFER проведено картографическое зонирование территории города по кислотности почв, что позволило выявить локальные зоны загрязнения на территории города в привязке к техногенным объектам.

Ключевые слова: урбоземи, кислотно-основные свойства, картографическое моделирование.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Дослідження екологічного стану урбосистем – одне з пріоритетних напрямків моніторингу стану навколишнього середовища. Актуальність подібних досліджень обумовлена необхідністю зниження небезпечних екологічних наслідків урбанізації і оптимізації стану екосистем міста. Ґрунтовий покрив є оптимальним об'єктом для оцінки забруднення довкілля завдяки своїй здатності накопичувати забруднюючі речовини, що надходять на його поверхню з сухими і вологими випаданнями з атмосфери [1].

Оскільки ґрунт є одним із найбільш консервативних компонентів ландшафту, оцінка геоекотологічного стану ґрунтів міста є основою визначення екологічного стану міської території. Антропогенне порушення і техногенне забруднення ґрунтів призводить до формування специфічно трансформованої природно-техногенної системи. Властивості і хімічний склад ґрунтів модифікуються і ґрунт, як один з важливих біогеохімічних бар'єрів на шляху міграції фітотоксичних сполук, деградує і частково втрачає свої екологічні і природорегулюючі функції [2, 3].

Виконання геоecологічних функцій міських ґрунтів пов'язано з такими головними факторами, що визначають особливості геохімічної міграції, як кислотність, гранулометричний склад та вміст гумусу. Це група природних ландшафтно-геохімічних чинників і вони здебільшого «відповідають» за самоочищення та стійкість урболандшафту.

Одним з характерних напрямів трансформації урбоземів у сучасних умовах є зміна їх кислотності, що має важливу роль у формуванні екологічного стану ґрунтового середовища. Більшість рослин потребує для свого розвитку нейтральної або слабко лужної реакції, тому визначення реакції середовища, джерела її утворення є основою для відтворення родючості ґрунту. У міських умовах ґрунти зазвичай лужні [2–7], хоча зустрічаються і кислі [8–10]. В цілому процес незначного залуження ґрунту сприятливо позначається на його властивості і родючості, зокрема, знижується ступінь рухливості металів, що позитивно впливає на ріст і розвиток рослин, сприяє активізації мікробного співтовариства. Однак подальше залуження (при $\text{pH} > 7,5$) призводить до порушення рівноваги ґрунтового-геохімічних процесів, що ведуть до зниження стійкості екосистеми, і являють собою цілий ряд проблем для рослин, включаючи доступність поживних речовин, токсичність іонів і дисбаланс поживних речовин [11].

Тема є актуальною для м. Черкаси, урболандшафти якого зазнають значного аеротехногенного впливу [12, 13], внаслідок чого відбувається їх трансформація, порушується функціонування біогеоценозів [14, 15]. Нейтралізація, сумація чи синергізм негативних екологічних чинників різної природи ускладнюють виявлення внеску кожного з них в інтегральний ефект впливу на екосистему, який змінюється у часі і просторі. Потрібен системний підхід до аналізу ситуації, що склалася, з наступним складанням комплексу електронних екологічних карт.

Метою роботи є аналіз і оцінка впливу природних і техногенних чинників на екологічний стан урбоземів, створення картографічної моделі кислотності ґрунтів м. Черкаси та районування території міста за кислотно-основним режимом.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Місто Черкаси розташоване на рівнині і характеризується відносно рівною поверхнею. З північного заходу та з півночі місто оточує лісовий масив – сосновий бір природного походження. Основними факторами формування екологічної ситуації в місті є: давня і висока освоєність території, соціально незадовільна структура виробництва, розвиток забруднюючих галузей, інтенсивний процес урбанізації, несприятливі природні умови регіону.

Літогенною основою ландшафтів міста виступають ліси і лесовидні суглинки, супіски різного генезису. Ґрунтовий покрив неоднорідний, легкого механічного складу з переважанням великого і середнього піску, наявністю включень антропогенного характеру (до 20-30%). Найбільш поширені чорноземи типові слабко гумусовані і лучно-чорноземні ґрунти на лесових породах. Утворення різних генетичних груп ґрунтів зумовлено складним взаємв-

пливом лісової і степової рослинності, режимом зволоження, антропогенним впливом. Ґрунтовий покрив трансформований містобудуванням, створенням Кременчуцького водосховища, подальшою забудовою берегової зони, окультуренням в садах, городах, парках. У нових районах багатопверхової забудови значна частина ґрунтового покриву вже не має ознак зональних ґрунтів, їх профілі сформовані насипними ґрунтами різного гранулометричного складу, карбонатним щебелем тощо. Фільтраційні властивості ґрунтів досить високі. За типом засоленості ґрунти є слабко засолені, переважає хлоридна засоленість.

Важливу роль у формуванні екологічної ситуації у місті відіграють метеорологічні чинники. Аналіз кліматичних умов, які зумовлюють сезонні зміни у співвідношенні тепла і вологи, на процеси забруднення і самоочищення ґрунтів, свідчить, що порівняно високі літні температури повітря (середня липнева 20°C) і помірна кількість опадів (400-500 мм) обумовлюють випаровуваність і аерацію ґрунтових вод (особливо тих що залягають на глибині 2-4 м), напівпрямий водний режим ґрунтів. Отже, сили самої природи до зовнішньої техногенної дії недостатні і є ризик високого забруднення урболандшафтів.

Функціонування екосистем міста порушується і під впливом антропогенного навантаження. Основний внесок в забруднення повітря належить підприємствам, що знаходяться в південній промисловій агломерації – ТЕЦ і ПАТ «Азот», автотранспорт.

Картографічне зонування території міста (рис. 1, 2) за показником сумарного техногенного навантаження $N_{\text{сум}}$ за результатами досліджень аніонного складу (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^-) снігового покриву [12], який є індикатором аеротехногенного забруднення ландшафтів, виконане з використанням програмного пакету SURFER, свідчить, що місто зазнає значного аерогенного навантаження, розповсюдження аеротехногенного забруднення від південної промагломерації сягає значної відстані і за радіусом дії охоплює всю територію міста.

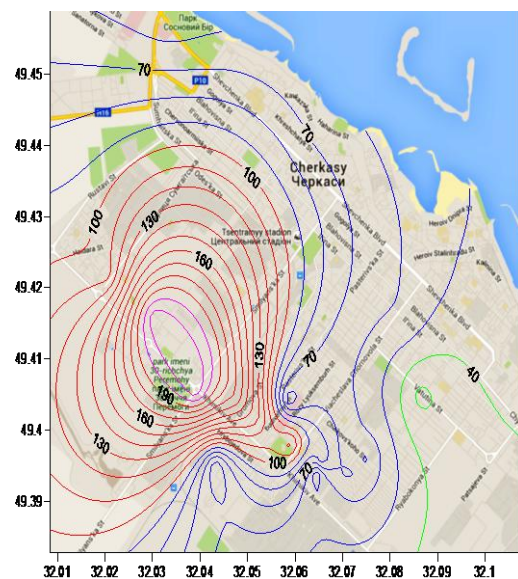


Рисунок 1 – Карта сумарного аеротехногенного навантаження $N_{\text{сум}}$ за результатами досліджень снігового покриву, $\text{т/км}^2 \cdot \text{рік}$

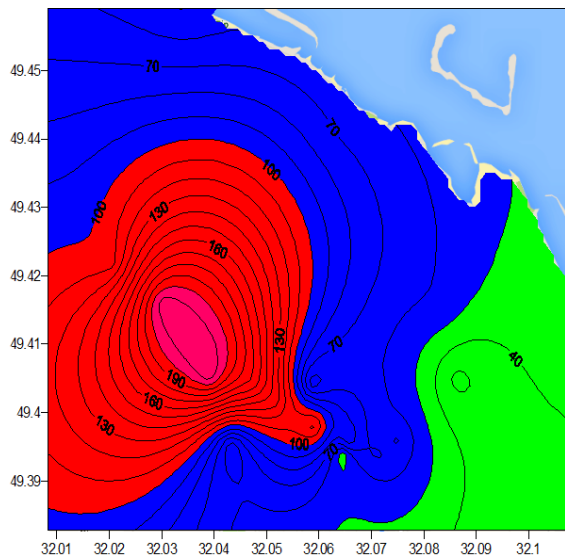


Рисунок 2 – Карта зонування території за сумарним аеротехногенним навантаженням $N_{\text{сум}}$ за результатами досліджень снігового покриву, $\text{т/км}^2\cdot\text{рік}$

На картах зеленим кольором зображені відносно чисті території з $N_{\text{сум}} < 50 \text{ т/км}^2\cdot\text{рік}$, синім кольором – помірно забруднені з $N_{\text{сум}}$ від 50 до $100 \text{ т/км}^2\cdot\text{рік}$, червоним кольором – сильно забруднені з $N_{\text{сум}}$ від 100 до $200 \text{ т/км}^2\cdot\text{рік}$, рожевим кольором – дуже сильно забруднені з $N_{\text{сум}} > 200 \text{ т/км}^2\cdot\text{рік}$.

Під впливом значного антропогенного навантаження порушується функціонування урболандшафтів. До характерних ознак антропогенної трансформації урбоземів вже сьогодні можна віднести різке збільшення в порівнянні з природними зональними грунтами ступеня просторової неоднорідності аніонного складу ґрунтового покриву, техногенне засолення, зміни кислотно-основного балансу під впливом складного поєднання процесів природної самоорганізації і різнохарактерних урбаногенних дій.

Аналіз джерел забруднення міста показав, що аерогенним шляхом на урболандшафти надходять речовини, які можуть чинити вплив на геохімію ґрунтів і формування їх кислотно-основного режиму [13]. При переході Черкаської ТЕЦ з природного газу на вугілля як пріоритетне паливо зросло аеротехногенне навантаження на урболандшафти. За останні 15 років викиди SO_2 збільшилися у 4-12 разів (залежно від вмісту сірки у вугіллі), NO_2 – в 7,4, Cr – в 20, Zn – в 19, Pb – в 15 разів.

Вплив геохімічних чинників на урболандшафти створює передумови для формування екологічних ризиків в межах окремих районів і територій, що, безумовно, повинно науково оцінюватися і прогнозуватися.

Екологічна цінність ґрунтів спирається на комплекс ознак ґрунтових режимів, серед яких вагоме місце відводиться реакції ґрунтового розчину і гідролітичній кислотності, аналіз яких надає можливість не тільки отримати інформацію про відносний внесок природних та техногенних факторів до процесу функціонування ґрунтів, а й визначити, чи виконуються у ґрунтах на певних територіях певні геоекоекологічні функції.

Досліджені кислотно-основні властивості ґрунтів, відібраних з 93 дослідних ділянок в різних функціональних зонах м. Черкаси. Вибір ділянок базувався на результатах попередніх досліджень забруднення урболандшафтів в зонах перманентних емісій і на показнику сумарного екологічного навантаження [12]. Відбір проб зразків ґрунту здійснювали методом конверта з глибини 0-20 см (верхні гумусо-аккумулятивні горизонти). При відборі проб виконувалася географічна прив'язка дослідних ділянок GPS-навігатором, що дозволяє в подальшому скласти карту ґрунтів досліджуваної території. Кислотно-основні властивості ґрунтів визначали за стандартними методиками. При оцінці токсичної лужності ґрунтів виділяли такі градації: придатні і родючі ($\text{pH}=6,5-7,0$); потенційно родючі ($\text{pH}=7,0-7,5$); мало придатні, слабо токсичні ($\text{pH}=7,5-8,0$); середнє придатні, середнє токсичні ($\text{pH}=8,0-8,5$); непридатні, сильно токсичні ($\text{pH}>8,5$) [16]. Комп'ютерне картографічне моделювання виконували з використанням програмного продукту SURFER.

Узагальнюючим екологічним показником, який характеризує поживний режим ґрунту, впливає на ріст і розвиток рослин є pH -реакція ґрунтового розчину [11]. Проведені дослідження показали, що за активною кислотністю ($\text{pH}_{\text{вод}}$) урбоземі характеризуються нейтральною, слабо лужною і лужною реакцією середовища. Досліджений поверхневий шар міських ґрунтів має доволі значну амплітуду коливання $\text{pH}_{\text{вод}}$ – від 6,0 до 9,2. Середнє значення pH досліджених ґрунтів – 7,3. Причин залуження ґрунтів можна виділити кілька: попадання з поверхневим стоком і дренажними водами реагентів, якими посипають тротуари і дороги в зимовий період; вивільнення під впливом кислотних опадів іонів кальцію з уламків будівельного сміття, карбонатного щебеню, який використовують для підсилення під полотно дороги, і материнських порід (леси і лесовидні суглинки); наявність в аеротехногенного викидах промислових підприємств лужних і лужно-земельних металів; потрапляння на поверхню ґрунту машинних мастил, які найчастіше містять лужні присадки.

Ранжування ґрунтів за показником pH як одного з діагностичних критеріїв деградації ґрунтів, що розроблені ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. А.Н. Соколовського» [17], свідчить, що 28% досліджених проб можуть бути класифіковані як деградовані ($\text{pH}\geq 7,8$).

Ранжування ґрунтів за $\text{pH}_{\text{вод}}$ і за лужною токсичністю за методикою [16] показало, що 18,5% досліджених проб можуть бути класифіковані як придатні і родючі ($\text{pH}=6,5-7,0$), 27,7% – потенційно родючі ($\text{pH}=7,0-7,5$), 38,5% – мало придатні, слабо токсичні ($\text{pH}=7,5-8,0$), 3,1% – середнє придатні, середнє токсичні ($\text{pH}=8,0-8,5$) і 1,5% – непридатні, сильно токсичні ($\text{pH}>8,5$) (рис. 3).

pH -реакція ґрунтового розчину впливає і на виконання ґрунтами санітарної та сорбційної функцій [18]. Проаналізувавши отримані показники, можна стверджувати, що здатність до майже повного виконання сорбційної функції (захист ґрунтової води від забруднення патогенною мікрофлорою) за показни-

ком рН спостерігається у 31% досліджених ґрунтів, часткового – у 63%, не виконується – у 6%. Здатність до майже повного виконання санітарної функції (захист ґрунтової води від забруднювачів) спостерігається у 49% досліджених ґрунтів, часткового – у 44%, не виконується – у 7%.

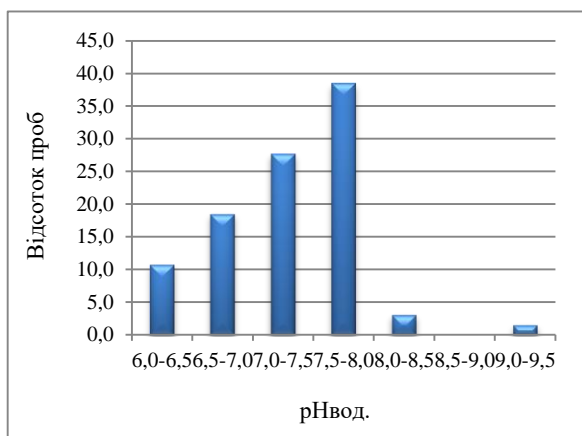


Рисунок 3 – Ранжування ґрунтів за рН_{вод}

Навесні відзначається зміщення рН_{вод.} в бік підвищення лужності на всіх ділянках, що, ймовірно, пов'язано з надходженням в ґрунт лужних агентів при таненні снігу, а також розчиненням материнських порід (реакція середовища лесових порід рН_{вод.} змінюється в межах 6,7-8,9).

Таким чином, явище майже повсюдного підлуження міських ґрунтів встановлене різними дослідниками для міст різної промислової спеціалізації та розташованих у різних природних зонах підтверджено і для ґрунтів м. Черкаси.

Гідролітична кислотність варіювала в діапазоні від 0,23 до 4,23 ммоль/100г ґрунту. Середнє значення – 0,35 ммоль/100г ґрунту. Найнижчі значення цього показника характерні для ділянок, де спостерігається тенденція до залуження ґрунтів. Обмінна кислотність виявилася дуже низькою і змінювалася від 0 до 0,05 ммоль/100г ґрунту (середнє значення – 0,04 ммоль/100г ґрунту), і тільки в районі парку «Соснівка» мала значення 0,15 і 0,56 ммоль/100г ґрунту. Виявлено також, що досліджувані ґрунти характеризуються високими значеннями суми поглинутих основ і ступеня насиченості основами. Однак ці величини сильно варіюють залежно від ступеня антропогенної перетворюваності ґрунтів. Середнє значення суми поглинутих основ становило 12,4 ммоль/100г ґрунту, мінімальні і максимальні – 0,1 і 25,8 ммоль/100г ґрунту відповідно. Ступень насичення основами варіювала від 26 до 99%, при середньому значенні 86,5%.

При аналізі кислотно-основних властивостей ґрунтів, як і при аналізі будь-якого складного природного процесу, необхідне використання системного підходу, при якому цілком природною є обробка великих обсягів структурованої певним чином територіально розподіленої інформації, а тому використання традиційних методів не забезпечує в повній мірі отримання бажаних результатів. В цих випадках необхідно застосування нових засобів та методів аналізу інформації із застосуванням ГІС-технологій.

Комп'ютеризовані інформаційно-аналітичні системи є однією з найважливіших складових моніторингу, використання яких прямо впливає на обґрунтованість та ефективність управлінських рішень. Тільки за умов проведення комплексу еколого-геохімічних досліджень та екологічного картування може бути виконана об'єктивна оцінка геоecологічного стану довкілля для систем екологічної безпеки.

З метою виявлення просторових закономірностей формування зон залуження урбоземів був використаний програмний пакет SURFER.

Побудова мережевих функцій, проведена за методом Кріге по нерегулярному масиву з 93 експериментальних точок, дозволила виділити 4 зони за лужною токсичністю (рис. 4, 5).

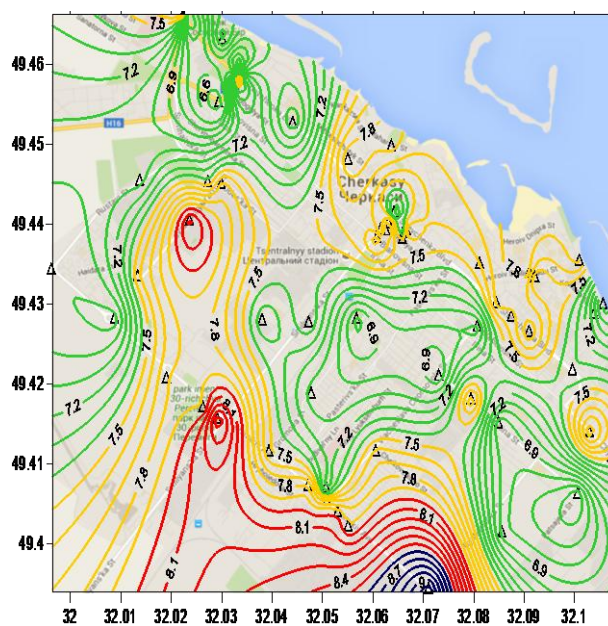


Рисунок 4 – Карта кислотності ґрунтів м. Черкаси

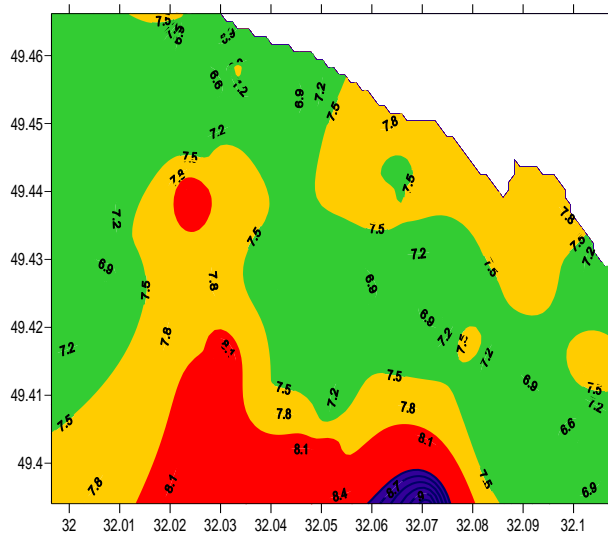


Рисунок 5 – Зонування ґрунтів за рН

Зони сильної (рН_{вод.}>8,5; на карті зображені синім кольором) і середньої (рН_{вод.}=8,0-8,5; на карті зображені червоним кольором) токсичності ґрунтів приурочені до промислової зони південного промислового вузла, де знаходяться ПАТ «Азот» і ТЕЦ.

Лужна реакція ґрунту підсилює катіонне і ускладнює аніонне живлення, а починаючи з значень $pH=8-9$, робить ґрунт непридатним для зростання більшості рослин (дефіцит елементів живлення, особливо фосфору). До того ж, в умовах лужної реакції середовища і промивного режиму різко зростає мобільність органічної речовини, що призводить до збіднення ґрунтів на гумус [19].

Малопродатні для росту і розвитку рослин (слабко токсичні) ґрунти ($pH_{вод}=7,5-8,0$; на карті зображені жовтим кольором) приурочені до селітебних зон багатоповислової забудови (переважають штучні ґрунтоподібні утворення, які виникли внаслідок механічного перемішування привнесеного родючого шару ґрунту з залишками будівельного сміття) із значними транспортними потоками і накладанням ареалів забруднення підприємств південної і східної промислових зон, автотранспорту і бризових вітрів (для узбережної зони). Залуження ґрунту в селітебних зонах відбувається і в результаті застосування взимку піщано-сольових сумішей при ожеледичах.

Відомо, що на лужних ґрунтах спостерігається значне зниження доступності для рослин таких елементів як Fe, Mn, P, Sb, Zn, B та більшості мікроелементів. В свою чергу, дефіцит будь-якого мікроелементу обмежує використання рослиною свого генетичного потенціалу під час росту [11, 19–21]. Порушення засвоєння елементів живлення може призвести до погіршення стану зелених насаджень і не виконання ними функцій легенів міста. Родючі і потенційно родючі ґрунти ($pH_{вод}=6,5-7,0$ і $pH_{вод}=7,0-7,5$ відповідно; на карті зображені зеленим кольором) приурочені до селітебної зони малоповислової забудови з меншою інтенсивністю руху автотранспорту і з переважаючими агроурбоземами прибудинкових садових ділянок (збереження природних процесів ґрунтоутворення, максимально близьких до природних).

Поряд з урбоземами з переважно лужними властивостями виділяються ґрунти околиці міста – паркова зона Соснівка (зона рекреації), з рівнем кислотності близьким до нейтрального ($pH_{вод}=6,5-7,0$). Зазвичай хвойні дерева сприяють посиленню кислотності ґрунтів завдяки кислотним властивостям їх органічних залишків ($pH_{вод}=3,6-4,0$). Залуження ґрунтів цієї окраїнної паркової зони, розміщеної на відстані 14 км від основних джерел емісії кислотно-основних агентів, може свідчити про значне аеротехногенне забруднення урболандшафтів.

Проведений порівняльний аналіз результатів досліджень аніонного складу снігового і ґрунтового покриву показав, що результати досліджень повністю узгоджуються. Основний вклад в формування кислотно-основних трансформацій ґрунтів міста Черкаси ТЕЦ і ПАТ «Азот». Природний промивний режим не забезпечує необхідного зниження засоленості, і, відповідно, певним чином впливає на кислотно-основні властивості ґрунтів.

Простежується також взаємозв'язок залуження ґрунтів з інтенсивністю транспортних потоків, особливо на дорогах високої технічної категорії, і технологічними параметрами дорожнього полотна.

ВИСНОВКИ. Ґрунти м. Черкаси техногенне трансформовані в результаті прогресуючої урбанізації. За кислотно-основними властивостями ґрунтий покрив характеризується значною строкатістю. Переважають лужні ґрунти, які є малопродатними для зростання і розвитку деревних рослинних насаджень. Головні центри залуження ґрунтів наближені до промислових підприємств та автомобільних шляхів. В той же час, залуження поверхневого шару ґрунтів призводить до формування фізико-хімічного лужного геохімічного бар'єру. Такий бар'єр сприяє інтенсифікації поверхневого накопичення хімічних елементів та уповільнює процеси вертикальної та горизонтальної міграції важких металів.

Здатність до майже повного виконання сорбційної функції за показником pH спостерігалася у 31% досліджених ґрунтів, санітарної функції – у 49%; часткового виконання – у 63% і 44% відповідно; не виконується – у 6% і 7% відповідно.

Виходячи з теоретичної, статистичної та візуальної інтерпретації отриманого картографічного матеріалу, проведено районування території міста за зонами впливу чинників змін кислотності ґрунтів.

Створена картографічна модель дозволить досліджувати геологічне середовище, визначати початок значних змін, виявляти місця розвитку небезпечних екзогенних процесів і еколого-геохімічні нестійкі екосистеми, здійснювати керований контроль екологічно безпечною діяльністю промислових підприємств з метою збереження довкілля, розробляти ефективні природоохоронні заходи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Алексеева Т. М., Козловська Т. Ф., Безденежних Л. А. Стан ґрунтового покриву як індикатор екологічної безпеки. *Екологічна безпека*. 2011. № 1 (11). С. 73–77.
2. Тригуб В. І., Бочевар С. В., Купчик А. М. Ґрунтово-екологічні особливості міських ґрунтів (на прикладі м. Одеси). *Вісник ОНУ. Сер.: Географічні та геологічні науки*. 2016. Т. 21. Вип. 1. С. 98–109.
3. Хакимов Ф. И., Деева Н. Ф., Ильина А. О. Почвы промышленного города: Трансформация и загрязнение. *Екологія та ноосферологія*. 2006. Т. 17. № 1–2. С. 24–40.
4. Susan D Day, P Eric Wiseman, Sarah B Dickinson, J Roger Harris. Tree Root Ecology in the Urban Environment and Implications for a Sustainable Rhizosphere. *Arboriculture & Urban Forestry*. 2010. Vol. 36(5). P. 193–205.
5. Клименко Т. К. Вплив ґрунтових властивостей на розподіл валових форм важких металів у ґрунтах урбосистем м. Дніпродзержинська. *Збірник наукових праць НГУ*. 2012. № 38. С. 222–227.
6. Середа Л. О., Яблонський Л. А., Куролап С. А. Оценка эколого-геохимического состояния почвенного покрова городского округа город Воронеж. *Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология*. 2015. № 4. С. 59–65.
7. Kazlauskaitė-Jadzevice A., Volungevicius J., Gregorauskiene V., Marcinkonis S. The role of pH in heavy metal contamination of urban soil. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*. 2014. Vol. 22. Iss. 4. P. 311–318.

8. Hajduk E., Kaniuczak Ja. Microelements in soils and in leaves of selected tree species in an industrial urban area. *Journal of Elementology*. 2014. Vol. 19. Iss. 4. P. 1001–1020.

9. Alamgir M., Islam M., Hossain N., Kibria M.G., Rahman M.M. Assessment of Heavy Metal Contamination in Urban Soils of Chittagong City, Bangladesh: A Critical Review. *International Journal of Plant & Soil Science*. 2015. Vol. 7. Iss. 6. P. 362–372.

10. Kharytonov M., Titarenko O., Khlopova V. Assessment of aerotechnogenic pollution of soils in area of industrial enterprises activity of Pavlograd city. *Екологічна безпека*. 2015. № 1 (19). С. 37–40.

11. Läuchli A., Grattan S.R. Soil pH Extremes. In: Shabala S, editor. *Plant Stress Physiology*. Cambridge, MA: CAB International. 2012. P. 194–209.

12. Мислюк О. О., Мислюк Є. В., Соломка Л. М. Оцінка впливу викидів Черкаської ТЕЦ на стан ґрунтоболандшафтів. *Вісник ОНУ. Хімія*. 2010. Т. 15. Вип. 12-13. С. 47–53.

13. Novorun A., Myslyuk O. Acid-base properties of urban soils in Cherkassy. *Science – Future of Lithuania: Proceedings of the 19th Conference of Junior Researchers*. Environmental Protection Engineering. Vilnius Gediminas Technical University, 2016. P. 58–66.

14. Чемерис І. А., Загоруйко Н. В., Конякін С. М. Фітомоніторинг викидів автотранспорту в умовах міського середовища. *Людина і довкілля. Проблеми*

неоекології. 2013. № 3-4. С. 141–146.

15. Мірошник Н. В., Тертична О. В. Еволюційні аспекти змін рослинного покриву лісової екосистеми. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2017. Том 20. С. 139–144.

16. Методические указания по оценке городских почв при разработке градостроительной и архитектурно-строительной документации. 2003. Москва. 35 с.

17. Булигін С. Ю., Барвінський А. В., Ачасова А. О. Оцінка і прогноз якості земель. Харків: ХНАУ, 2006. 262 с.

18. Смоляр Н. О., Підоріна Л. І., Нагурнова А. С., Коломойцев М. О., Левочко Б. В. Екологічна оцінка властивостей природних ґрунтів та ступеня забруднення їх важкими металами в районі Кременчуцького нафтопереробного заводу. *Вісник КрНУ ім. М. Остроградського*. 2015. Вип. 1 (90). Част. 2. С. 133–142.

19. Mengel K., Kirkby E.. *Principles of Plant Nutrition*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 2001. 849 p.

20. Абадна, J.; Morales, F.; Абадна, А. Photosystem II efficiency in low chlorophyll, iron-deficient leaves. *Plant and Soil*. 1999. № 215 (2). P. 183–192.

21. Rengasamy P. Soil chemistry factors confounding crop salinity tolerance - a review. *Agronomy*. 2016. 6:53.

ECOLOGICAL ASSESSMENT FOR THE ACID-BASE PROPERTIES OF URBAN SOILS IN CHERKASY CITY

O. Myslyuk, O. Khomenko, O. Yehorova

Cherkassy state technological university

blvd. Shevchenko, 460, Cherkassy, 18006, Ukraine. E-mail: omyslyuk13@gmail.com; homenko@uch.net

Purpose. The article aims to evaluate the natural and technogenic factors on the ecological condition of the urban soils and create the cartographic model of soils acidity in Cherkasy city, zoning the territory of the city based on the acid-base characteristics of the soils. **Methodology.** For the collected samples of the soils, we have determined the active, hydrolytic and exchange acidity, the sum of absorbed bases and its saturation in the soils with the standard methodologies of measuring. Cartographic model was performed with the SURFER software pack. **Findings.** A number of factors affecting the formation of the acid-base characteristics of the soils were determined: anthropogenic, climatic and natural geochemical factors of the landscapes. The acid-base characteristics of the soils were rather variable: pH varied 6.2...9.2, with average 7.3. Hydrolytic acidity varied 0.23...4.23 mmol/100g of soils, with average 0.04 mmol/100g. Sum of absorbed bases was 0.1...25.8 mmol/100g of soils, with average 12.4 mmol/100g, while its saturation varied from 26 to 99% with average 86.5. Regional mapping of the soils based on pH(hyd.) shows that 18.5% of the samples were fertile (pH=6.5...7.0); 27.7% were potentially fertile (pH=7.0...7.5); 38.5% were less fertile, slightly toxic (pH=7.5...8.0); 3.1% were moderately toxic (pH=8.0...8.5); 1.5% – non-fertile, strongly toxic (pH>8.5). 28% of the studied samples were classified as dehydrated (pH≥7.8). Ability to fully perform the sorption function by pH indicator was observed in 31% of the studied soils, partial execution – 63%, non-implementation – 6%, sanitary function – 49%, 44% and 7%, respectively. The ability to almost complete performance of the sorption function by the pH indicator was observed in 31% of the studied soils, partial execution – 63%, non-implementation – 6%, sanitary function – 49%, 44% and 7%, respectively. Main centers alkalization of soil were close to the industrial factories and road transport. **Originality.** For the first time using the software package SURFER the cartographic zoning of the territory of the city on acidity of soils was conducted. The produced landscape maps allow identify local areas of pollution on the city map. **Practical value.** The cartographic model, which was created, allows study the geological environment of the city, locate potentially dangerous exogenous processes and unstable ecosystems, plan efficient activities for the protection of the environment. *References 22, figures 5.*

Key words: urban soils, acid-base characteristics, cartographic model.

REFERENCES

1. Alekseeva, T., Kozlovskaya, T., Bezdenezhnykh, L. (2011), "State of the ground cover as indicator of ecological danger", *Ecological safety*, iss. 1 (11), pp. 73-77.

2. Trygub, V., Bochevar, S., Kupchik, A. (2016), "Gruntovo-ekologichni osoblyvosti mis"kyh gruntiv (na prykladi m. Odesy)", *Visnyk ONU. Ser.: Geografichni ta geologichni nauky*, vol. 21, iss. 1, pp. 98-109.

3. Hakimov, F., Deeva, N., Il'ina, A. (2006), "Pochvy promyshlennogo goroda. Transformaciya i zagryaznenie", *Ekologiya ta noosferologiya*, vol. 17, no. 1-2, pp. 24-40.
4. Day, S. D., Wiseman, Ph. E., Dickinson, S. B., Harris, J. R. (2010), "Tree Root Ecology in the Urban Environment and Implications for a Sustainable Rhizosphere", *Arboriculture & Urban Forestry*, vol. 36(5), pp. 193-205.
5. Klimenko, T. K. (2012), "Vpliv gruntovih vlastivostej na rozpodil valovih form vazhkih metaliv u gruntah urbosistem m. Dniprodzerzhins'ka", *Zbirnik naukovih prac' NGU*, no. 38, pp. 222-227.
6. Sereda, L. O., Yablonskikh, L. A., Kurolap, S. A. (2015), "Assessment of ecological and geochemical situation of soil cover in the Voronezh city", *Proceedings of Voronezh State University: Series: Geography. Geoecology*, no. 4, pp. 59-65.
7. Kazlauskaitė-Jadzevice, A., Volungevicius, J., Gregorauskienė, V., Marcinkonis, S. (2014), "The role of pH in heavy metal contamination of urban soil", *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, vol. 22, iss. 4, pp. 311-318.
8. Hajduk, E., Kaniuczak, Ja. (2014), "Microelements in soils and in leaves of selected tree species in an industrial urban area", *Journal of Elementology*, vol. 19, iss. 4, pp. 1001-1020.
9. Alamgir, M., Islam, M., Hossain, N., Kibria, M. G., Rahman, M. M. (2015), "Assessment of Heavy Metal Contamination in Urban Soils of Chittagong City, Bangladesh: A Critical Review", *International Journal of Plant & Soil Science*, vol. 7, iss. 6, pp. 362-372.
10. Kharytonov, M., Titarenko, O., Khlopova, V. (2015), "Assessment of aerotechnogenic pollution of soils in area of industrial enterprises activity of Pavlograd city", *Ecological safety*, iss. 1 (19), pp. 37-40.
11. Läuchli, A., Grattan, S. R. (2012), "Soil pH Extremes. In: Shabala S, editor. Plant Stress Physiology. Cambridge, MA: CAB International, pp. 194-209.
12. Myslyuk, O., Myslyuk, E., Solomka, L. (2010), "Impact assessment of Cherkasy CHP plant emissions on urbolandscapes", *Odesa National University Herald, series Chemistry*, vol. 15, iss. 12-13, pp. 47-53.
13. Hovorun, A., Myslyuk, O. (2016), "Acid-base properties of urban soils in Cherkassy", *Science – Future of Lithuania. Proceedings of the 19th Conference of Junior Researchers. Environmental Protection Engineering*, Vilnius, April 07, 2016, pp. 58-66.
14. Chemerys, I., Zahoruyko, N., Konyakin, S. (2013), "Fitomonitoring vykydiv avtotransportu v umovakh mis'koho seredovyscha", *Lyudyna i dovyillya. Problemy neokolohiyi*, no 3-4, pp. 141-146.
15. Miroschnyk, N., Tertychna, O. (2017), "Evolutionary aspects for plant cover changes forest ecosystems" *Factors of experimental evolution of organisms*, vol. 20, pp. 139-144.
16. "Metodicheskie ukazaniya po ocenke gorodskih pochv pri razrabotke gradostroitel'noj i arhitekturno-stroitel'noj dokumentacii", (2003), Moskva, Russia.
17. Bulygin, S., Barvins'kyj, A., Achasova, A. (2006), "Ocinka i prognoz jakosti zemel'", HNAU, Harkiv, Ukraine.
18. Smolar, N., Pidorina, L., Nagurnova, A. et al. (2015), "Environmental evaluation of the properties of natural soils and degree of their pollution by heavy metals near Kremenchuks oil processing plant" *Transactions of Kremenchuk Mychailo Ostrohradskyi National University*, iss. 1, part 2 (90), pp. 133-142.
19. Mengel, K., Kirkby, E. A. (2001), *Principles of Plant Nutrition*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 849 p.
20. Абадна, J., Morales, F., Абадна, А. (1999), "Photosystem II efficiency in low chlorophyll, iron-deficient leaves", *Plant and Soil*, no. 215(2), pp. 183-192.
21. Rengasamy, P. (2016), "Soil chemistry factors confounding crop salinity tolerance – a review", *Agronomy*, 6, 53.

Стаття надійшла 20.05.2019.