

Ключевые слова: альпийская горка, устройств альпинария, приусадебный участок, цветник, растения.

Shlapak V.P., Zaplyvana Yu.A., Kurka S.S., Ischuk H.P., Kulbitskiy V.L.
Arrangement of an Alpine Garden (Rock Garden) on the Plot

The results of the project of arranging a rock garden on the plot in the suburbs of Uman are shown. In the process of project development of the alpine garden published data on the use of green spaces in improving the general condition of planting area were studied and summarized. The assortment of plants for the alpine garden design is selected. Equipped rock garden organically fitting into the landscape will give a new modern type of the plot and provide unlimited opportunities for creativity. Due to the rock garden, the plot will not lose its decorative qualities much longer as alpine plants bloom for a long time or have decorative foliage, sometimes mentioned features are combined.

Key words: alpine garden, arrangement of a rock garden, plot, flower garden, plants.

УДК 630.182:47/48

Проф. З.Г. Гамкало, д-р біол. наук – Львівський НУ ім. Івана Франка; аспір. О.І. Дерех; проф. Л.І. Коній, д-р с.-г. наук – НЛТУ України, м. Львів

ОСОБЛИВОСТІ ЕМІСІЇ CO₂ З ПОВЕРХНІ ҐРУНТІВ ЗЕЛЕНОЇ ЗОНИ ЛЬВОВА ЗАЛЕЖНО ВІД СТАДІЇ РЕКРЕАЦІЙНОЇ ДИГРЕСІЇ ЛІСОВИХ БІОГЕОЦЕНОЗІВ

Вивчено зміни структурно-функціональних властивостей ґрунтів зеленої зони м. Львова внаслідок рекреаційного навантаження різної інтенсивності. Встановлено, що за максимального витоптування вологої грабової діброви (V стадія рекреаційної дигресії – СРД), шпаруватість аерації темно-сірого лісового ґрунту зменшилася до 24,5 %, порівняно з 51,8-45,9 % (I-II СРД). Із посиленням рекреаційного навантаження зменшився вміст C_{орг} у ґрунті від 1,30 % (I СРД) до 0,90 % (IV СРД) і 0,75 % (V СРД). Мінімальні значення величини емісії CO₂ з ґрунту характерні за максимального рекреаційного навантаження (V СРД). Показники емісії CO₂ з поверхні ґрунту, щільності аерації та вмісту C_{орг} можуть використовуватися як високочутливі індикатори оцінки рекреаційного навантаження на ґрунтовий компонент біогеоценозу.

Ключові слова: емісія CO₂, ґрунт, аерація, рекреаційна дигресія.

Постановка проблеми. Враховуючи сьогоденні цивілізаційні тенденції, продовжуватиме зростати рекреаційне значення лісів, оскільки потреба в активному відпочинку на природі найчастіше задовольняється шляхом перебування в лісових екосистемах, а тому рекреаційні навантаження на лісові природні комплекси залишатимуться високими. Саме тому великі площі лісів охопив процес, який отримав назву "*рекреаційної дигресії*", що спонукало до вивчення стану ґрунтів і рослинності в лісопарках і парках, де вплив рекреації особливо значний.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Обов'язковою складовою частиною дослідження рекреаційного впливу на ліс і відповідної реакції лісових біогеоценозів є вивчення стану ґрунту. Перші дослідження у цьому напрямі були виконані в Підмосков'ї ще в 1961 р. [10]. Результати досліджень, виконаних у різних регіонах світу [27, 30, 32], показують, що рекреація істотно впливає на цей компонент лісових біогеоценозів. Проте наслідки такого впливу залежать від рекреаційного навантаження і особливостей рослинних угруповань і

ґрунтового покриву. Нерегульоване відвідування лісу численними групами відпочиваючих зумовлює знищення лісової підстилки, трав'яного й мохового вкриттів, підросту [7]. На ущільненому, позбавленому підстилки ґрунті стається ослаблення та відмирання дерев, погіршення структури ґрунту і зменшення його шпаруватості, що призводить до зниження життєдіяльності ґрунтової мікрофлори. Також спостерігається ослаблення дихання кореневої системи рослин, зменшення вологості ґрунту в декілька разів, збільшується глибина його промерзання.

Особливої уваги під час дослідження рекреаційних впливів надають змінам щільності ґрунтів, яка відіграє істотну індикаційну і діагностичну роль в оцінці ступеня рекреаційної дигресії територій [8]. Зокрема рекреаційний вплив на сірі лісові ґрунти призводить до збільшення їх щільності будови на 37-40 % [18, 19]. М.М. Зеленський і Н.П. Жижин [9], вивчаючи вплив рекреаційних навантажень на культури модрина європейської за умов Західного регіону України, відзначали значні зміни щільності будови ґрунту залежно від стадії рекреаційної дигресії: для I стадії щільність ґрунту становила 0,66 г·см⁻³, для II стадії – 0,98 г·см⁻³, для III стадії – 1,17 г·см⁻³. За даними досліджень Г.А. Полякової [20], щільність будови ґрунту в непорушених рекреацією лісах була 0,85-0,88 г·см⁻³, а на стежках вона виявилася більшою вдвічі. На думку авторів [9, 19], збільшення щільності будови ґрунту спостерігається до глибини 30-50 см.

Оцінка впливу нормованих рекреаційних навантажень на властивості бурих лісових ґрунтів на території Карпатського державного природного парку [16] показала, що щільність будови ґрунту різко збільшується під час навантаження 250 проходів (0,74 г·см⁻³), а під час навантаження 500 проходів наближалася до щільності старої стежки вже в перший рік дії (0,77 г·см⁻³). Тривалий (3 роки), але незначний, вплив (100 проходів) помітно позначається на щільності будови ґрунту, яка збільшується на таких стежках до 0,67 г·см⁻³, порівняно з контролем 0,54 г·см⁻³. Велике навантаження призводить до ущільнення приповерхневого шару ґрунту, особливо дернового і гумусового горизонтів.

Необхідно враховувати, що рекреаційний вплив на біогеоценоз призводить до зміни щільності поверхневого шару ґрунту шляхом непрямого і прямого ущільнення. Непряме ущільнення відбувається у процесі рекреаційної зміни підпокривної рослинності на світлолюбну злаково-різнотравну. Поряд із цим, ґрунт зазнає прямого ущільнення, що виражається в деформації ґрунтового матеріалу, руйнуванні природних агрегатів, утворенні поверхневої кірки.

Зміна щільності ґрунту під впливом рекреаційного навантаження тісно пов'язана зі зміною загальної та диференційної шпаруватості ґрунтів. У темно-сірому лісовому важкосуглинковому ґрунті загальна шпаруватість верхнього 0-10 см шару зменшується від 55,6 % (контроль) до 41,3 % (IV СРД). У нижніх шарах ґрунтів, на ділянках із різним ступенем рекреаційної дигресії, зміни цього показника менш виражені [18].

Зменшення загальної шпаруватості ґрунту, в разі ущільнення, призводить до зміни його вологості [1]. Авторами показано: якщо повна вологовміст шару ґрунту 0-10 см на ділянці II ступеня витоптування становила 39,9 % проти 57,8 % у контролі, то на стежці – лише 22,3 %, тобто зменшення відбуло-

ся відповідно в 1,5 і 2,6 рази. Подібним характером змін характеризується капілярна вологовміст. Її зменшення від 44,4 % (контроль) відбувається до 36,5 % (II ступінь витоптування) і 22,0 % (III ступінь). Стійкість до витоптування залежить від гранулометричного складу і вологості ґрунтів: легшого гранулометричного складу (піщані, супіщані), що характеризуються меншою стійкістю до рекреаційних навантажень, а за нормального зволоження (тобто свіжі та вологі) – найстійкіші. За умови зміни вологості ґрунтів (як збільшення, так і зменшення) стійкість до навантажень зменшується.

Ущільнення ґрунту, негативно впливаючи на його структуру, погіршує водопроникність, утруднює надходження кисню до коріння рослин, уповільнює життєдіяльність мікроорганізмів, тобто їхню біогеохімічну активність. Одним із важливих інтегральних індикаторів біологічної активності ґрунтової мікрофлори є виділення CO₂ з ґрунту. Процес виділення CO₂ та споживання кисню ґрунтом має назву *ґрунтового дихання*. Ґрунтове дихання – інтегральна функціональна характеристика інтенсивності продукційних і деструкційних процесів у наземних екосистемах. Виокремлення внесків гетеротрофів і автотрофів у цей процес є надзвичайно складним методичним завданням [26, 28]. За різних природних умов їх співвідношення змінюється в дуже широких межах [26, 28, 31], але часто його априорно беруть рівним 1:1.

Серед компонентів, які беруть участь у ґрунтовому диханні, домінуюче значення мають мікроорганізми, а на частку кореневої системи рослин припадає близько третини від загального потоку CO₂ з ґрунту [5]. Необхідно врахувати, що кількість CO₂, яка виділяється ґрунтом, визначається не тільки біологічними чинниками (темпом росту і розвитку рослин та мікроорганізмів, диханням коренів), а також екологічними факторами (температурою, вологістю повітря і ґрунту та ін.) [17]. Тому емісія CO₂ з поверхні ґрунту має досить чітку добову динаміку (від температури ґрунту залежить інтенсивність дихання коренів і активність ґрунтової біоти). Динаміка емісії CO₂ тісно корелює з температурою верхніх шарів ґрунту (чим вища температура ґрунту, тим інтенсивніше виділяється CO₂) і мікрорельєфом конкретного об'єкта. Разом із тим, процеси, відповідальні за поглинання (виділення) газів, відбуваються в усьому об'ємі ґрунту як біокосного тіла. Це складний комплекс біофізичних та біохімічних взаємодій і явищ, що включає продукування і поглинання газоподібних речовин живою фазою ґрунту, міжфазові взаємодії, хімічні реакції окиснення – відновлення, транспорт газів і парів, їх акумуляцію в нижніх шарах і взаємодію з ґрунтовими водами. Саме цей складний комплекс процесів визначає екологічну газову функцію ґрунтів [22].

Постановка завдання. Метою дослідження було вивчення емісії CO₂ та пов'язаних з нею едафічних чинників залежно від стадій рекреаційної дигресії лісових екосистем зеленої зони м. Львова та різних типів лісорослинних умов.

Виклад основного матеріалу. Територія досліджень знаходиться у приміській зеленій зоні м. Львова – стаціонар "Липники" (49°78' пн. ш., 24°04' сх. д.), та в межах міста – лісопарк "Зубра" (49°69'13" пн. ш., 24°00'70" сх. д.). Клімат помірно континентальний, з м'якою зимою, затяжною вологою весною, теплим дощовим літом і відносно сухою осінню. Середньорічна температура повіт-

ря становить +7,2 °С, найнижча вона у січні (-4,6 °С), найвища – у липні (+17,3 °С). Пересічна річна кількість опадів у регіоні становить 650 мм у рівнинній частині, відносна вологість – 80 % [21].

Об'єктами досліджень є ґрунти вологої грабової діброви (стаціонар у лісопарку "Зубра") та вологої дубово-грабової бучини (стаціонар "Липники"). Ґрунти – темно-сірі, опідзолені, суглинисті на лесоподібних відкладах. За основу методики оцінювання стадії рекреаційної дигресії (СРД) взято методику, розроблену С.А. Генсіруком і співавторами [3]. Додатково застосовано методику І.В. Шукеля для оцінювання дигресії за кількістю побутових відходів і місць розкладання вогнищ [24, 25].

Для вивчення дихання ґрунтів використано польовий метод абсорбції CO₂, відомий як "метод Штатнова" у модифікації Б.Н. Макарова [15]. На ключовій ділянці розмішували посудини-ізолятори об'ємом 5 л, під якими на трьохніжку ставили чашку Петрі з 10 мл 0,1 н розчину NaOH. Як контроль, у чашку Петрі наливали, замість розчину лугу, дистильовану воду, на якій готували розчин лугу. Всі вимірювання здійснено у трьохкратній повторності. Результати вимірювання питомого потоку CO₂ з поверхні ґрунту подано у мг·м⁻²·год⁻¹ (мг/м²·год). Щільність твердої фази визначено пікнометричним методом, щільність будови – за допомогою приладу з лабораторії Литвинова (об'єм циліндра 50 см³) у трьохкратній повторності, польову вологість – термостатно-ваговим методом за температури 105 °С. Загальну, капілярну і некапілярну пористість визначено розрахунковим методом.

Дослідження виконано в середині серпня (17-18.08.2013 р.), оскільки, згідно з результатами досліджень М.І. Дергачової [4], у цей період органічна речовина ґрунтів (ОРГ) знаходиться у стабільному стані: переважають гумусові речовини, міцно пов'язані з мінеральною частиною ґрунтів, а лабільних фракцій міститься мінімальна кількість. Незалежно від біогеохімічних перетворень, які відбуваються з ОРГ протягом року, саме у серпні вона досягає стабільного стану, і тому в цей пізнюлітній період вона має найбільш повторювані з року в рік кількісні та якісні характеристики. Статистичну обробку експериментальних даних та графічне оформлення виконано з допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel 2010 з надбудовою Attestat 12.5. Результати експериментальних досліджень наведено у табл. 1 і 2.

Табл. 1. Особливості емісії CO₂ та пов'язані з нею показники лісового ґрунту стаціонару "Липники" за різної стадії рекреаційної дигресії (D)

D	CO ₂ , мг·м ⁻² ·год ⁻¹	C _{орг} , %	t, °С	Вологість, %	Шпаруватість аерації, %	pH _{вод}
V	55,9 ^{+2,79}	0,75	16,5	26,55	24,50	5,21
IV	95,9 ^{+1,61}	0,90	15,5	23,98	24,00	4,87
III	78,2 ^{+2,79}	1,00	15,3	20,38	24,10	4,98
II	101,5 ^{+1,61}	0,93	16,0	26,82	51,77	4,25
I	82,0 ^{+1,61}	1,30	15,1	27,62	45,89	5,00

Стаціонар "Липники". Як видно з даних табл. 1, величина емісії CO₂ з поверхні ґрунту лісоекологічного стаціонару змінюється в досить широких межах – 55,9-101,5 мг·м⁻²·год⁻¹. Мінімальні значення величини емісії діоксиду кар-

бону з ґрунту вологої дубово-грабової бучини характерні за умови максимального антропогенного навантаження (V СРД).

Якщо аналізувати причини такої мінімальної емісії CO₂ з поверхні ґрунту, то найімовірнішою є порівняно низька шпаруватість аерації лісового ґрунту – 24,5 %, що зумовлено найбільшим витоптуванням цієї ділянки внаслідок рекреаційного навантаження, тоді як за I-II стадій дигресії цей показник є значно більшим – 51,8-45,9 %. Встановлено, що вже за шпаруватості аерації 15-25 % (щодо об'єму ґрунту) газообмін у ґрунті хороший, 10-15 % – задовільний, менше 10 % – незадовільний. Фізіологічним мінімальним запасом повітря або *порогом аерації* є 15-відсоткове заповнення шпар ґрунту [11].

Для нормального розвитку рослин важливо, щоб ґрунт характеризувався шпаруватістю аерації не менше 20 % його об'єму, а створення стійкого запасу вологи в ґрунті, при хорошому газообміні, необхідно, щоб шпаруватість аерації становила 55-65 % загальної шпаруватості. Якщо вона менша 50 %, то це призводить до погіршення газообміну і може спричинити розвиток анаеробних процесів у ґрунті.

У разі дефіциту кисню у ґрунті (вологість, ущільнення) мікроорганізми використовують для окиснення органічної речовини, як джерело кисню, нітрати, сульфати, оксиди Мангану і Феруму, що сприяє нейтралізації кислотності, тоді як процеси аеробного окиснення, навпаки, супроводжуються посиленням кислотності середовища, наприклад за рахунок нітратоутворення чи інших продуктів мінералізації – кислотоутворювальників. Таке підкислення мікроорганізмами життєвого середовища є важливим регуляторним механізмом їхньої активності. Вважають, що незворотне зменшення активності ґрунтових мікроорганізмів визначає реакція ґрунтового середовища: пороговим її значенням вважають pH < 3,5 [14]. За нашими даними (табл. 1), саме для ґрунту, який характеризується мінімальною емісією CO₂, властивий більший ступінь кислотності (pH) – 5,21 од., тобто менша кислотність, тоді як за більшої величини емісії – 101,5 мг·м⁻²·год⁻¹, pH зменшується до 4,25 од., що вказує на істотне підкислення ґрунтового середовища, ймовірно, завдяки використанню як донорів кисню оксигеновмісних сполук ґрунту. За цих умов, вміст NO₃ (мг·кг⁻¹) у ґрунті був мінімальним (14,1) у разі найбільшої емісії CO₂ (101,5 мг·м⁻²·год⁻¹) і збільшувався при її зменшенні, відповідно 24,3 (82,0 мг·м⁻²·год⁻¹) і 44,2 (78,2 мг·м⁻²·год⁻¹).

Підкислення ґрунту за II стадії дигресії досліджуваної екосистеми може свідчити, що саме більша шпаруватість аерації сприяла інтенсифікації аеробного окиснення органічних субстратів, що зумовило підкислення ґрунту. Проте, як видно з наведених вище літературних даних, такий рівень підкислення ґрунтового середовища не становить істотної загрози функціонуванню ґрунтової біоти. Якщо аналізувати отримані результати відповідно до стадії рекреаційної дигресії вологої дубово-грабової бучини, то, за винятком V СРД, відсутні достовірні зв'язки між величиною антропогенного впливу і виділенням CO₂ з поверхні ґрунту.

Як видно з рис. 1, спостерігається лише певний тренд до зменшення величини емісії діоксиду карбону з поверхні ґрунту через витоптування дослідних ділянок. При тому не встановлено достовірних впливів на емісію CO₂ з ґрунту його температури (коефіцієнт кореляції r становить лише 0,16), вологос-

ті (r = 0,20), пористості аерації (r = 0,26), а pH (r = -0,10). Відсутність таких зв'язків зумовлена різним характером змін досліджуваних показників за різної стадії рекреаційної дигресії. Так, емісія CO₂ була меншою за I, III і особливо V стадій дигресії та більшою за II і IV стадії, що не супроводжувалося відповідними змінами температури ґрунту, його вологості та пористості аерації. Навпаки, мінімальна і максимальна величини емісії CO₂ спостерігалися за максимальних у процесі дослідження температур ґрунту, відповідно 16,5 і 16,0 °C та вологості – 26,6 і 26,8 % (табл. 1).

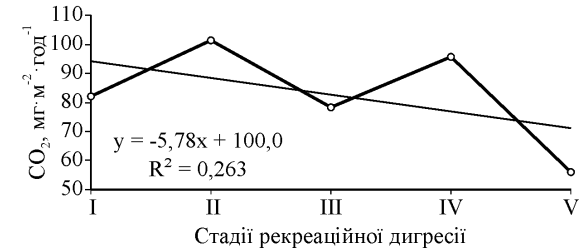


Рис. 1. Зміни величини емісії CO₂ з поверхні ґрунту вологої дубово-грабової бучини з огляду на рекреаційне навантаження (стаціонар "Липники")

Стаціонар "Зубра". Як видно з даних табл. 2, амплітуда коливань величин емісії CO₂ з поверхні ґрунту вологої грабової діброви, яка зазнає посиленого рекреаційного навантаження, оскільки розташована в межах густонаселеного Сихівського житлового масиву, є меншою (66,1-84,8 мг·м⁻²·год⁻¹), порівняно зі стаціонаром "Липники".

Табл. 2. Особливості емісії CO₂ та пов'язані з нею показники лісового ґрунту стаціонару "Зубра" за різної стадії рекреаційної дигресії (D)

D	CO ₂ , мг·м ⁻² ·год ⁻¹	C _{орг} , %	t, °C	Вологість, %	Шпаруватість аерації, %	pH _{вод}
V	72,7 ^{±2,79}	1,06	17,0	17,88	12,38	5,45
V	66,1 ^{±1,61}	1,04	18,3	13,95	16,73	5,09
IV	71,7 ^{±1,61}	1,11	17,0	19,86	20,76	4,75
III	84,8 ^{±4,27}	1,39	16,5	19,56	28,49	5,71

Якщо оцінювати зміни величини ґрунтової емісії CO₂ з інтенсивністю рекреаційного навантаження, то спостерігається певний тренд (рис. 2), який вказує на зменшення її із збільшенням стадії дигресії екосистеми. Це особливо помітно між III і V стадіями дигресії, тоді як між IV і V стадіями відмінності за цим показником практично відсутні.

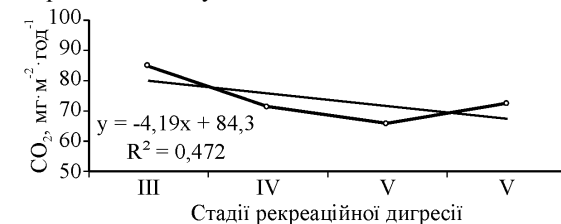


Рис. 2. Зміни величини емісії CO₂ з поверхні ґрунту вологої дубово-грабової бучини з огляду на різні рекреаційні навантаження (стаціонар "Зубра")

З посиленням рекреаційного навантаження (III-V СРД) температура ґрунту підвищується на 0,5-1,8 °С, зменшується його вологість (від 19,6 до 13,9-17,0 %) і особливо шпаруватість аерації (від 28,5 до 12,4-16,7 %), а також ступінь кислотності (від 5,71 до 5,09-5,45 од. рН). Наведені зміни фізичних і фізико-хімічних властивостей ґрунтів внаслідок рекреаційного навантаження (витоптування) є наслідком комплексного впливу, який поєднує, з одного боку, ущільнення ґрунту, а з іншого – елімінування рослинного покриву. Обоє ці чинники впливають на дихальну функцію ґрунту: якщо перший впливає на забезпечення ґрунтової мікрофлори киснем і обмін газами, то від другого залежить надходження до ґрунту органічної речовини у формі мортмаси і кореневих виділень як субстратів окиснювальних процесів – джерела емісії CO₂.

У ґрунті цього стаціонару зменшення шпаруватості аерації супроводжується його підкисленням, тоді як у ґрунті стаціонару "Липники" спостерігався протилежний ефект – підлугування. Ґрунти стаціонару "Зубра", які є менш кислими, відрізняються за якісним складом ґрунтової мікрофлори і співвідношенням процесів автотрофного і гетеротрофного дихання, що власне впливає на особливості кислотно-основної рівноваги ґрунту.

Дані інших дослідників [2, 6, 29] також свідчать про виражену тенденцію "підлугування" ґрунту із зростанням рекреаційних навантажень. Зростання величин рН у ґрунтах, порушених рекреацією біогеоценозів, пояснюється зменшенням надходження у поверхневі горизонти "кислого" опадів. Результати досліджень В.Г. Бганцової та ін. [1] підтверджують висновки про зменшення кислотності ґрунту із зростанням ступеня рекреаційної дигресії. Ці зміни спостерігаються до глибини 20-25 см, але найчіткіше виражені в поверхневих горизонтах. Так, для шару 0-5 см середні значення рН_{KCl} у контролі дорівнювали 3,6 од.; для ділянки II ступеня витоптування – 4,4 од. і III ступеня (стежка) – 4,9 од.

Відомо, що рекреаційний вплив призводить також до зменшення вмісту гумусу в ґрунті [2, 23, 24]. Іноді відзначається деяке збільшення вмісту гумусу у верхньому горизонті ґрунтів на ранніх стадіях дигресії, що відбувається, ймовірно, за рахунок "втискування" органічного матеріалу підстилки в гумусовий горизонт, а також посилення процесу біохімічної деструкції підстилки за умови її постійного перемішування. Внаслідок посилення рекреаційного навантаження спостерігається зменшення вмісту органічних сполук Карбону на 1-2 % [12]. Іноді зміна вмісту гумусу може бути більш вираженою: із зростанням рекреаційної дигресії вміст органічної речовини у шарі 0-3 см темно-сірого ґрунту фітоценозу дуба зменшився більш ніж удвічі (від 6,8 до 3 % С). У нижчих шарах ґрунту (3-20 см), залежно від СРД, спостерігалось зменшення вмісту С_{орг} на 44-48 % [2].

Нормовані рекреаційні навантаження (250-500 проходів) на модельних стежках Карпатського державного природного парку призвели до зменшення вмісту гумусу в бурих лісових ґрунтах від 11,8 до 9 % [16]. Дослідженнями В.Г. Бганцової та ін. [1] показано, що максимальне зменшення вмісту гумусу (в 3 рази) спостерігалось на ділянках III ступеня витоптування і особливо в поверхневому шарі ґрунту. Контрольна ділянка і ділянка II ступеня витоптування за вмістом гумусу не відрізнялися.

Також встановлено зменшення вмісту С_{орг} у ґрунті стаціонару "Липники" через посилення рекреаційного навантаження: якщо за I СРД його вміст становив 1,30 % то за IV СРД – 0,90 і V СРД – 0,75 %. У ґрунті стаціонару "Зубра" вміст С_{орг} зменшився від 1,39 % (III СРД) до 1,11 % (IV СРД) і 1,04-1,06 % (V СРД). На стаціонарі "Липники" кореляційний зв'язок між вмістом С_{орг} і питомим потоком CO₂ з поверхні ґрунту є слабким (r = 0,26), а на стаціонарі "Зубра" – дуже високим (r = 0,96). Причиною тому може бути різний вміст органічних речовин у ґрунті. Так, за V СРД у ґрунті першого стаціонару вміст С_{орг} становив 0,75 %, а другого – 1,04-1,06 %, тобто був у 1,4 раза більшим, що відповідно сприяло кращому субстратному забезпеченню процесу окиснювальної деструкції ОРГ. На цьому етапі досліджень не враховано екологічну якість органічної речовини ґрунту, зокрема її лабільність, як головного субстрату мінералізаційних процесів, що також може бути причиною таких змін у процесі емісії CO₂ за однакового рекреаційного навантаження.

Висновки. Вивчено зміни структурно-функціональних властивостей ґрунтів зеленої зони м. Львова внаслідок рекреаційного навантаження різної інтенсивності. Встановлено, що за максимального витоптування ділянки вологої грабової діброви (V СРД), шпаруватість аерації лісового ґрунту зменшилася до 24,5 %, порівняно з 51,8-45,9 % (I-II СРД). Із посиленням рекреаційного навантаження зменшився вміст С_{орг} у ґрунті від 1,30 % (I СРД) до 0,90 % (IV СРД) і 0,75 % (V СРД). Мінімальні значення величини емісії CO₂ з ґрунту вологої грабової діброви і вологої дубово-грабової бучини характерні за максимального рекреаційного навантаження (V СРД). Показники емісії CO₂ з поверхні ґрунту, щільності аерації та вмісту С_{орг} можуть використовуватися як високочутливі індикатори оцінки рекреаційного навантаження на ґрунтовий компонент біогеоценозу.

Література

1. Бганцова В.А. Влияние рекреационного лесопользования на почву / В.А. Бганцова, В.Н. Бганцов, Л.А. Соколов // Природные аспекты рекреационного использования леса : сб. науч. тр. – М. : Изд-во "Наука", 1987. – С. 70-95.
2. Бондарь В.И. Химические свойства темно-серых лесных почв в рекреационных дубравах южной левобережной лесостепи УССР / В.И. Бондарь // Лесоводство и агролесомелиорация : респ. межвед. темат. науч. сб. – К. : Изд-во "Урожай". – 1984. – Вып. 68. – С. 15-18.
3. Генсирук, С.А. Рекреационное использование лесов / С.А. Генсирук, М.С. Нижник, Р.Р. Возняк. – К. : Изд-во "Урожай", 1987. – 248 с.
4. Дергачева М.И. Органическое вещество почв: статика и динамика (на примере Западной Сибири) / М.И. Дергачева. – Новосибирск : Изд-во "Наука", 1984. – 152 с.
5. Дыхание почвы : сб. науч. тр. / Рос. АН. Пушкин. науч. центр. Ин-т почвоведения и фотосинтеза; отв. ред. Г.А. Заварзин, В.Н. Кудяров. – Пушкино, 1993. – 144 с.
6. Жевелева Е.М. Влияние рекреационной нагрузки на некоторые химические свойства почв Карпатского заповідника / Е.М. Жевелева, О.В. Офицерова // Вестник МГУ. – Сер. 17: Почвоведение. – 1985. – № 2. – С. 63-65.
7. Жижин Н.П. Рекреативные изменения подстилки в лесах Прикарпатья / Н.П. Жижин, Н.Н. Зеленский // Роль подстилки в лесных биогеоценозах. – М. : Изд-во "Наука", 1983. – С. 71-73.
8. Жижин, Н.П. К методике изучения рекреационной дигрессии лесных биогеоценозов / Н.П. Жижин, Н.Н. Зеленский // Природа и научно-технический прогресс : сб. науч. тр. – Кишинев, 1973. – С. 164-166.
9. Зеленский, Н.Н. Исследование рекреационной дигрессии курортных лесов Предкарпатья и природоохранные принципы организации и ведения хозяйств в них : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. с.-х. наук / И.Н. Зеленский. – Львов, 1979. – 20 с.

10. Зеликов, В.Д. Влияние уплотнения почвы на насаждения в лесопарках / В.Д. Зеликов, В.Г. Пшопова // Лесное хозяйство : межвуз. сб. научн. тр. – 1961. – № 12. – С. 34-37.
11. Ивлев А.М. Физика почв / А.М. Ивлев, А.М. Дербенцева. – Владивосток : Изд-во Дальневосточного университета, 2005. – 74 с.
12. Карпачевский, Л.О. Лес и лесные почвы / Л.О. Карпачевский. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1981. – 261 с.
13. Кудрявцев В.А. Эмиссия углекислого газа с поверхности почвы искусственного мелиоранта / В.А. Кудрявцев. – М. : Изд-во "Агрорус" АГРО, 2009. – № 10-12. – С. 27-28.
14. Лукомская К.А. Влияние техногенного загрязнения химкомбината НПО "Азот" на интенсивность дыхания дерново-подзолистой почвы лесной экосистемы / К.А. Лукомская // Экологические проблемы охраны живой природы : тез. докл. всесоюз. конф. – М. : Изд-во "Наука". – 1990. – Ч. 2. – С. 137-138.
15. Макаров Б.Н. К методике определения интенсивности выделения CO₂ из почвы (дыхание почвы) / Б.Н. Макаров // Вестник МГУ. – Сер. 17: Почвоведение. – 1970. – № 5. – С. 139-143.
16. Марфенина О.Е. Влияние нормированных рекреационных нагрузок на свойства бурых лесных почв / О.Е. Марфенина, Е.М. Жевелева, З.А. Зарифова, М.С. Розина, Н.А. Маркова, О.В. Офицерова // Вестник МГУ. – Сер. 17: Почвоведение. – 1984. – № 3. – С. 52-58.
17. Молчанов А.Г. Газообмен и баланс CO₂ биогеоценозов сосняков и дубрав при изменении атмосферных условий и влагообеспеченности : автореф. дисс. на соискание учен. степени д-ра биол. наук: спец. 03.00.16 – "Экология" / Александр Георгиевич Молчанов. – М., 2007. – 48 с.
18. Пастернак П.С. Изменение физических свойств темно-серых лесных почв под влиянием рекреационных нагрузок / П.С. Пастернак, В.И. Бондарь // Лесоводство и агролесомелиорация : респ. межвед. темат. науч. сб. – К. : Изд-во "Урожай". – 1983. – Вып. 67. – С. 18-23.
19. Пешко В.Р. Влияние рекреационной нагрузки на некоторые свойства лесных почв / В.Р. Пешко, Л.И. Половников, И.В. Делеган // Лесное хозяйство, лесная, бумажная и дерево-обрабатывающая промышленность. – К. : Вид-во "Будівельник", 1979. – № 10. – С. 18-21.
20. Полякова, Г.А. Рекреация и деградация лесных биогеоценозов / Г.А. Полякова // Лесоведение : науч.-теорет. журнал. – М. : Изд-во "Наука". – 1979. – № 3. – С. 70-80.
21. Матолич Б.М. Природні ресурси Львівщини / Б.М. Матолич, І.П. Ковальчук, Є.А. Іванов, Л.І. Шемелинець, І.З. Федик, О.Я. Шпак, О.З. Ковальчук, Т.І. Кобак. – Львів : Вид-во ПП В.С. Лукашук, 2009. – 120 с.
22. Смагин А.В. Газовая фаза почв / А.В. Смагин. – М. : Изд-во МГУ, 2005. – 301 с.
23. Стародубова В.А. Влияние рекреационных нагрузок на изменение свойств почвы в горном Крыму / В.А. Стародубова // Вестник МГУ. – Сер. 17: Почвоведение. – 1985. – № 3. – С. 123-126.
24. Шукель І.В. Рекреаційні дигресії в лісах Ківецького лісництва Волинської області / І.В. Шукель, С.Б. Марутяк, І.Ю. Поронник // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 2003. – Вип. 13.4. – С. 26-34.
25. Шукель І.В. Рекреаційні дигресії соснових насаджень Ревуцького лісництва у зеленій зоні міста Рівне / І.В. Шукель // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 2004. – Вип. 14.6. – С. 102-107.
26. Hanson P.J. Separating root and soil microbial contributions to soil respiration: A review of methods and observations / P.J. Hanson, N.T. Edwards, C.T. Garten et al. // Biogeochemistry. – 2000. – Vol. 48. – № 1. – Pp. 115-146.
27. Kutiel, P. Recreational use impact on soil and vegetation at picnic sites in Aleppo pine forests on Mount Carmel, Israel. Israel Journal of Plant Sciences / P. Kutiel and Y. Zhevelev. – 2001. – Vol. 49. – Pp. 49-56.
28. Kuzyakov Y. Sources of CO₂ efflux from soil and review of partitioning methods / Y. Kuzyakov // Soil Biol. Biochem. – 2006. – Vol. 38, № 3. – Pp. 425-448.
29. Lockaby B.C. Camping effects on selected soil and vegetative properties / B.C. Lockaby, V.A. Dunn // J. Soil and Water Conserv. – 1984. – Vol. 39, № 3. – Pp. 215-216.
30. Marion, J.L. Management practices that concentrate visitor activities: camping impact management at Isle Royale National Park, USA / J.L. Marion and T.A. Farrell // Journal of Environmental Management. – 2002. – Vol. 66. – Pp. 201-212.
31. Ryan M.G. Interpreting, measuring, and modelling soil respiration / M.G. Ryan, B.E. Law // Biogeochemistry. – 2005. – Vol. 73. – № 1. – Pp. 3-27.
32. Zabinski, C.A. Effects of recreational impacts on soil microbial communities / C.A. Zabinski, and J.E. Gannon // Environmental Management. – 1997. – Vol. 21. – Pp. 233-238.

Гамкало З.Г., Дерех О.И., Копий Л.И. Особенности эмиссии CO₂ с поверхности почвы зеленой зоны города Львова в зависимости от стадии рекреационной дигрессии лесных биогеоценозов

Изучены изменения структурно-функциональных свойств почв зеленой зоны г. Львова вследствие рекреационной нагрузки разной интенсивности. Установлено, что при максимальном вытаптывании влажной грабовой дубравы (V стадия рекреационной дигрессии – СРД), порозности аэрации темно-серой лесной почвы уменьшилась до 24,5 % по сравнению с 51,8-45,9 % (I-II СРД). С увеличением рекреационной нагрузки содержание сорг в почве уменьшилось с 1,30 % (I СРД) до 0,90 (IV СРД) и 0,75 % (V СРД). Минимальные значения величины эмиссии CO₂ из почвы характерны при максимальной рекреационной нагрузке (V СРД). Показатели эмиссии CO₂ с поверхности почвы, порозности аэрации и содержания Сорг могут использоваться как высокочувствительные индикаторы оценки рекреационной нагрузки на почвенный компонент биогеоценоза.

Ключевые слова: эмиссия CO₂, почва, аэрация, рекреационная дигрессия.

Hamkalo Z.G., Derekh O.I., Kopyi L.I. Features of CO₂ Emission from the Soil Surface of Green Zones of the City Depending on the Stage of Recreational Digression in Forest Biogeocoenosis

The changes of structural and functional properties of the soil as a result of recreation load of varying intensity in Green Zone in Lviv are studied. It is established that for maximum trampling of wet oak hornbeam (V stage recreation digression SRD), aeration porosity dark grey forest soil decreased to 24.5 % compared to 51.8-45.9 % (I-II SDR). With increasing recreational load decreased content of Corg. in soil of 1.30 % (I SRD) to 0.90 (IV SRD) and 0.75 % (V SRD). The minimum value of CO₂ emission from soil is characterized by the maximum load recreation (V SRD). Performance CO₂ emission from the soil surface density of aeration and content of sorghum can be used as highly sensitive indicators for assessing recreational load on the soil component biogeocoenose.

Keywords: CO₂ emissions, soil aeration and recreational digression.

УДК 504.76:635.9(477.46) Аспір. Ю.А. Запливана¹ – Уманський НУ садівництва

ПОЧАТКОВІ ЕТАПИ ОНТОМОРФОГЕНЕЗУ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ HEUCHERA L.

Вивчено характеристику видових форм роду *Heuchera* L. родини *Saxifragaceae*: *H. sanguinea* 'Cometa', *H. sanguinea* Englem., *H. micrantha* 'Palace purple', *H. sanguinea* 'Karminnovo-red', *H. micrantha* 'Bressingham', *H. americana* L., *H. cylindrica* 'light-green', *H. americana* 'Syok-fols' від латентного періоду до імагурсного та вергінільного періоду. Встановлено, що у видових форм роду *Heuchera* у середині червня з'являються сім'ядолні листки, які є сидячими, маленькими, яйцеподібними, світло-зеленого кольору, овальної форми, а на 7-10-й день з'являються примордальні листки, які удвічі за розмірами більші, ніж сім'ядолні. Наведено детальну характеристику та морфологічні описи досліджуваних видових форм *Heuchera* у Правобережному Лісостепу України.

Ключові слова: рід *Heuchera*, онтогенетичний морфогенез, латентний, ювенільний, вергінільний, періоди, зачаткова брунька.

Вступ. Детальне вивчення онтоморфогенезу рослин та його окремих етапів має особливо важливе значення, оскільки отримані дані можуть бути застосовані у вирішенні теоретичних питань систематики та філогенії, а також у роз-

¹ Наук. керівник: проф. В.П. Шлапак, д-р с.-г. наук