

УДК 574.4(477.46)

**ВПЛИВ ВИТОПТУВАННЯ НА ГІДРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БУРОЗЕМІВ  
ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ НПП “СКОЛІВСЬКІ БЕСКИДИ”  
(УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)**

**О. Леневиц, О. Марискевич, В. Козловський**

*Інститут екології Карпат НАН України  
вул. Козельницька, 4, Львів 79026, Україна  
e-mail: vkozlovskyy@gmail.com*

Встановлено основні гідрофізичні характеристики бурих лісових ґрунтів у межах одного із найбільш відвідуваних туристичних маршрутів на г. Парашка (НПП «Сколівські Бескиди», Українські Карпати). Якісні та кількісні показники зміни структури й запасів підстилки, фізико-хімічних властивостей і гранулометричного складу ґрунтів свідчать про значний негативний вплив витоптування на фільтраційну здатність ґрунтів зони дослідження. На основі системи комп'ютерного моделювання HYDRUS-1D показано роль підстилки у формуванні гідрофізичних властивостей ґрунтів в умовах рекреаційного навантаження.

*Ключові слова:* підстилка, бурі лісові ґрунти, основна гідрофізична характеристика ґрунту, лісові екосистеми, рекреація, Українські Карпати.

Досліджувати рекреаційний вплив на природні екосистеми розпочали ще на початку минулого століття [40] і спорадично продовжували до 70-х років, відколи було розпочато перші комплексні довготривалі спостереження за природними об'єктами, що перебували під впливом рекреаційного навантаження [26, 28, 38]. У 80-ті роки кількість досліджень у цьому напрямку різко зросла, що стало передумовою для становлення рекреаційної екології як окремого напрямку екологічних досліджень [33]. З того часу рекреаційний вплив на природні екосистеми, як і кількість публікацій, лише зростає [39]. Серед факторів впливу рекреації на природне середовище витоптування – чи не найбільш відомий і добре досліджений, про що свідчить тривала й різнобічна історія його вивчення, в т. ч. і як чинника, що діє на екосистемному рівні [25, 35, 43].

Гірські території посідають важливе місце в системі охорони природних екосистем. Майже третина площі усіх природоохоронних територій світу розташована у горах [27, 34, 36]. Разом з тим, 10% населення Землі постійно проживає у гірській місцевості [41, 44], що, одночасно з швидким ростом в останні десятиліття туристичної галузі, яка стрімко поширюється і на природоохоронні території, потребує осмислених науково обґрунтованих підходів до організації рекреаційних заходів [29, 31]. За даними польських науковців, які з 1997 р. проводять моніторинг туристичної активності в межах Бещадського національного парку, вплив рекреаційного навантаження в межах маршрутів на вершини гір Тарніца, Розсипанець, полонини Ветлінська та Царинська (понад 150 тис. відвідувачів протягом квітня – листопада) вже призвів до необхідності виконання заходів щодо регенерації рослинного й ґрунтового покривів у межах туристичних стежок [42]. За оцінками фахівців Інституту регіональних досліджень НАН України, рекреаційна місткість Славсько-Сколівського рекреаційного району в літній період становить 200 тис. осіб за середнього навантаження для гірських територій 155 осіб/км<sup>2</sup>, а сумарна місткість окремих гірських рекреаційних

центрів Українських Карпат, зокрема, смт Славське, ще у 2005 р. оцінювалася як близька до оптимальної [16]. Однак слід відзначити, що оцінка рекреаційного навантаження на природоохоронні об'єкти в Україні відбувається переважно формально, нерегулярно та без уніфікованої методичної бази й технічного забезпечення її функціонування. Незважаючи на це, вплив рекреації на ліси Прикарпаття і Карпат вивчають достатньо тривалий час, охоплюючи як рослинний, так і ґрунтовий компонент екосистем [4, 6–12, 17, 19, 23].

#### Об'єкти, матеріали та методи

Для оцінки рекреаційного впливу на фізичні властивості бурих лісових ґрунтів ялиново-ялицево-букового лісу влітку 2012 р. було проведено дослідження в межах еколого-пізнавального маршруту № 1 на території НПП „Сколівські Бескиди” – «м. Сколе-г. Парашка» протяжністю 10 км, який локалізований у межах висот від 440 до 1268 м н.р.м. Дослідження проводили в „лісовій” частині маршруту – стежці на г. Парашка, що пролягає безпосередньо через лісові масиви, сформовані ялиново-ялицево-буковими деревостанами віком 60–80 рр. на бурих лісових неглибоких ґрунтах (480–900 м н.р.м.). Зразки підстилки і мінеральних горизонтів ґрунту відбирали в межах „лісової” частини маршруту на основній стежці шириною від 110 до 180 см (ділянки №№ 1 і 2, які, відповідно, приурочені до нижньої та верхньої частин стежки в межах лісового масиву). Окрім цього, з метою оцінки масштабів рекреаційного впливу на маршруті №1, було відібрано зразки на узбіччі основної стежки на відстані 0,25–0,35 м від ділянок №№ 1 і 2 – відповідно 1а і 2а та додаткової (бічної) стежки (ділянка №1б). Як контроль вибрана ділянка ялиново-ялицево-букового лісу без видимого візуально рекреаційного впливу (контроль).

Із зразків ґрунту, відібраних за генетичними горизонтами ( $H_0$ , H, H<sub>p</sub>, Ph), виділяли дрібнозем (фракція <1,0 мм), у якому визначали актуальну кислотність (pH) і вміст органічної речовини [18]. Підстилку відбирали шаблоном 25x25 см у 10-кратній повторності й аналізували за основними фракціями (листя, хвоя, гілки, плоди, детрит) [21]. Гранулометричний склад ґрунту визначали методом піпетки, об'ємну вагу – буровим методом за допомогою металевих циліндрів-бурів, щільність твердої фази – пікнометрично, загальну шпаруватість і шпаруватість аерації – розрахунково, водопроникність – у польових умовах методом трубок [2].

Для експериментальної оцінки водоутримуючої здатності підстилки ( $H_0$ ) повітряно-сухі зразки гомогенізували, поміщали в центрифужні пробірки й ущільнювали до стану, близького до природного. Аналогічно готували проби з дрібноземом мінеральних горизонтів ґрунту (H, H<sub>p</sub>, Ph). Після насичення вологою до повної вологоємності протягом 1 доби зразки підстилки та ґрунту для визначення водоутримуючої здатності центрифугували, послідовно збільшуючи швидкість обертання та зважуючи на кожній стадії центрифугування [22]. Отримані точки залежності між термодинамічним потенціалом (тиском) і вмістом води були використані для побудови кривої основної гідрофізичної характеристики (надалі – ОГХ). Розрахунок кривої ОГХ здійснювали на основі функції ван-Генухтена [32] за допомогою програми RETC (REtention Curve). Отримані параметри апроксимації ( $R^2=0.98-0.99$ ) використано для моделювання вмісту води у досліджених ґрунтах із використанням програми HYDRUS-1D. Обидві програми є у вільному доступі (<http://www.pc-progress.com>) і широко використовуються для аналізу та прогнозування гідравлічних властивостей ґрунтів.

#### Результати і їхнє обговорення

Формування підстилки та її деструкція – ключова ланка кругообігу в природних екосистемах, що забезпечує переміщення хімічних елементів від живої біомаси до ґрунту.

В умовах рекреації негативні зміни в екосистемі розпочинаються перш за все у підстилці. У процесі рекреаційної дигресії підстилка ущільнюється, подрібнюється, змінюється її потужність і співвідношення горизонтів [15, 24]. Так, у ялиннику квасеницевому на території Карпатського національного природного парку інтенсивне рекреаційне навантаження (500 проходів/сезон) за перший рік зменшило потужність підстилки у 2–3 рази порівняно з контролем [17]. Зміни структури і функціонального стану підстилки були використані для опрацювання методологічних підходів до оцінки ступеня дигресії лісових екосистем [6].

Поверхня стежки на всій протяжності „лісової” ділянки туристичного маршруту на г. Парашка вкрита підстилкою фрагментарно, тобто оголених ділянок не менше 25–30% від загальної площі стежки. Потужність підстилки на ділянках, де вона збереглася, як мінімум у 1,5 рази менша, порівняно з контрольною ділянкою (табл. 3). Трохи вищі значення потужності й запасів підстилки на узбіччі стежки є наслідком механічного переміщення, перш за все опадів, туристами й особливостей мезорельєфу. Наявність значних площ без підстилки, помітні зміни у фракційному складі (зокрема детриту) та запасах свідчать про глибокі зміни стану підстилки вищепитаних ділянок, які спостерігаються внаслідок рекреаційного навантаження [3, 15].

Експериментальні дослідження водоутримувальної здатності досліджених ґрунтів (рис. 1) свідчать, що вагова вологоємність підстилки не менше ніж у 5 разів перевищує цей показник для мінеральних горизонтів. Повна вагова вологоємність становить  $3 \text{ г} \cdot \text{г}^{-1}$  у підстилці проти  $0.4\text{--}0.6 \text{ г} \cdot \text{г}^{-1}$  у мінеральних горизонтах ґрунту. При переході від вагових величин вологоємності до об'ємних різниця у значенні величин водоутримувальної здатності порівнюваних зразків менш контрастна, однак ОГХ підстилки і в цьому разі залишається зміщеною вправо щодо ліній мінеральних горизонтів, що свідчить про значно вищу водоутримувальну здатність органічного матеріалу в усьому діапазоні потенційного вмісту ґрунтової вологи.

Разом із підстилкою істотні зміни відбуваються і в ґрунтовому профілі загалом, перш за все у гумусово-акумулятивному горизонті Н. Рекреаційне навантаження призводить до ущільнення ґрунту, зміни структури порового простору і, як наслідок, до погіршення водотокогазообміну. Вологоємність ґрунту вищепитаних ділянок досліджених площ виявилася на 30% нижчою за аналогічний контрольний показник (рис. 1). Це, у свою чергу, стає причиною зміни фізико-хімічних і біологічних умов ґрунтового профілю (знижується кислотність, окисно-відновний потенціал, посилюються анаеробні процеси). На території дослідження рекреаційне навантаження спричинило зміни фізичних властивостей ґрунту (табл. 1) і, в першу чергу, щільності будови. Н.Н. Зеленський і Н.П. Жижин [11], вивчаючи вплив рекреаційних навантажень, виявили помітні зміни щільності ґрунту за стадіями дигресії – від  $0.66 \text{ г/см}^3$  для I стадії до  $1.17 \text{ г/см}^3$  для III стадії рекреаційної дигресії. Схожі показники виявлено також для ґрунтів Карпатського НПП [17], де було встановлено, що щільність ґрунту збільшується від  $0.54 \text{ г/см}^3$  у контролі до  $0.74 \text{ г/см}^3$  після 250 проходжень і до  $0.77 \text{ г/см}^3$  після 500 проходжень за рік. При цьому тривалий (3 роки) незначний вплив (100 проходжень/рік) теж помітно змінює ґрунт, спричиняючи зростання щільності до  $0.67 \text{ г/см}^3$ . Відомо, що збільшення щільності глинистих ґрунтів до  $1.55 \text{ г/см}^3$ , а піщаних до  $1.75 \text{ г/см}^3$  унеможливує ріст коренів рослин [30]. Виявлена щільність будови верхнього шару ґрунту на досліджених стежках достатньо далека від цих критичних значень, хоча й більше ніж удвічі перевищує контрольні показники. На фоні зростання щільності будови ґрунту в межах досліджених стежок зменшуються показники його шпаруватості. Особливо

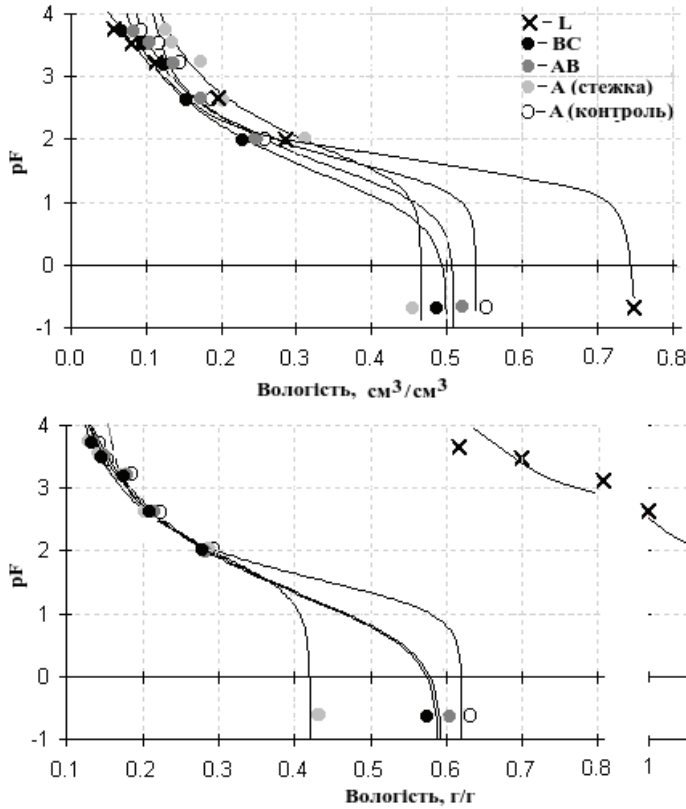


Рис. 1. ОГХ зразків генетичних горизонтів бурого лісового ґрунту (апроксимація даних функцією Ван-Генутхена;  $pF = \log_{10}$  капілярно-сорбційного тиску, мм водяного стовпа).

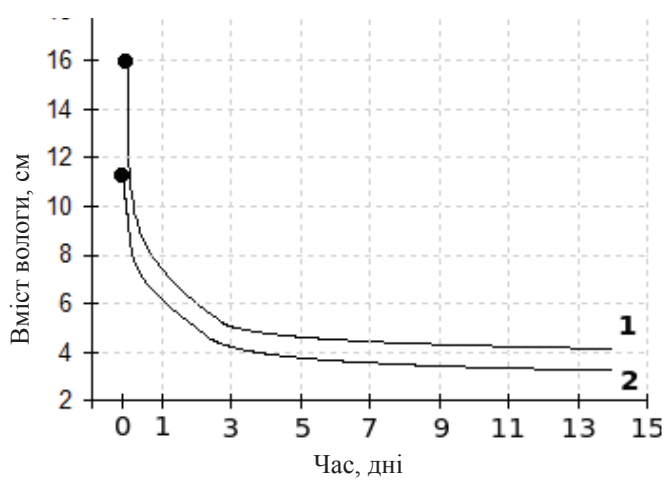


Рис. 2. Вплив рекреаційного навантаження на запаси води у профілі бурого лісового ґрунту в ялиново-ялицево-буковому лісі (режим гравітаційного відтоку води): 1 – ґрунтовий профіль із шаром підстилки (контроль); 2 – ущільнений ґрунтовий профіль без підстилки (під впливом витопування).

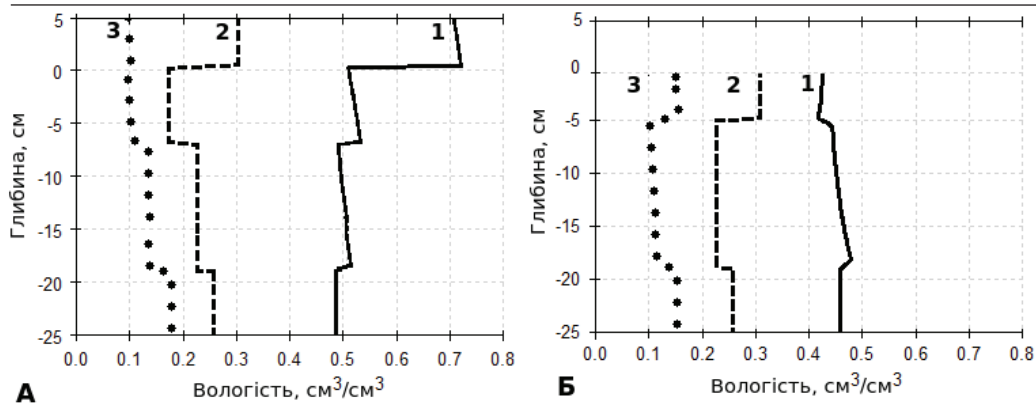


Рис. 3. Вплив рекреаційного навантаження на водоутримувальну здатність бурого лісового ґрунту в ялиново-ялицево-буковому лісі (режим гравітаційного відтоку води): А – ґрунтовий профіль із шаром підстилки (контроль); Б – ущільнений ґрунтовий профіль без підстилки (під впливом витоптування); 1 – стан повної вологоємності (стан максимального насичення); 2 – стан найменшої вологоємності (рівновага між силою тяжіння і капілярно-сорбційними силами), 1-ша доба; 3 – стан, близький до мінімального водонасичення, 14-та доба після максимального насичення.

Таблиця 1

Фізичні та хімічні властивості бурого лісового ґрунту в ялиново-ялицево-буковому лісі на туристичному маршруті № 1 «м. Сколе-г. Парашка», НПП „Сколівські Бескиди”, липень 2012 р. (M±m, n=3)

Горизонт, потужність, см	Щільність будови	Щільність твердої фази	Загальна шпаруватість	Шпаруватість аерації	Польова вологість	Водопроникність	С орг, %	рН Н <sub>2</sub> О
	г/см <sup>3</sup>							
Основна стежка (ділянка №1)								
Н, 0-5	1.26±0.03	2.18±0.02	44.5±4.1	13.9±5.0	24.3±1.9	0.8±0.1	2.9±0.4	6.5±0.3
Узбіччя стежки (ділянка №1а)								
Н, 0-5	0.99±0.03	2.14±0.02	53.7±1.7	26.5±0.5	27.6±2.0	10.3±0.9	2.5±0.2	5.2±0.9
Додаткова стежка (ділянка №1б)								
Н, 0-5	1.05±0.03	2.05±0.05	48.9±0.1	21.1±0.9	26.5±1.2	1.7±0.2	4.9±0.2	5.4±0.6
Основна стежка (ділянка № 2)								
Н, 0-5	1.25±0.03	2.24±0.03	44.0±0.6	12.6±2.8	25.0±1.4	1.0±0.2	2.1±0.2	4.4±0.3
Узбіччя стежки (ділянка №2а)								
Н, 0-5	0.94±0.03	2.07±0.03	55.3±2.1	21.5±2.7	36.5±1.7	13.7±5.1	3.5±0.3	4.3±0.4
Контроль (ялиново-ялицево-буковий ліс)								
Н, 0-7	0.54±0.02	2.0±0.03	73.0±0.5	61.4±0.8	21.6±1.0	61.5±7.6	2.7±0.3	4.8±0.2
Нр, 7-19	0.49	2.13	77.0	67.39	19.61	–	1.6	5.5
Ph, 19-26	0.54	2.40	77.5	66.36	20.63	–	1.3	4.2

Таблиця 2

Гранулометричний склад бурого лісового ґрунту в ялиново-ялицево-буковому лісі на туристичному маршруті № 1 «м. Сколе-г. Парашка», НПП „Сколівські Бескиди”, липень 2012 р. (M±m, n=3)

Горизонт, потужність, см	Щебенитість, %	Частинки за розмірами, мм						сума частинок <0.01
		фізичний пісок			фізична глина			
		пісок		пил		мул		
		1-0.25	0.25-0.05	0.05-0.01	0.01-0.005	0.005-0.001	<0.001	
вміст частинок, %								
Основна стежка (ділянка №1)								
Н, 0-5	3.1	24.6±2.8	53.6±7.6	13.1±0.4	3.7±0.5	3.3±3.1	1.7±1.5	8.6±4.9
Узбіччя стежки (ділянка №1а)								
Н, 0-5	5.3	21.4±3.8	43.7±0.3	19.5±0.9	4.1±0.3	6.8±0.8	4.4±1.5	15.3±2.6
Додаткова стежка (ділянка №1б)								
Н, 0-5	7.7	13.0±1.0	43.6±3.8	22.2±3.2	5.3±0.4	8.2±0.6	7.6±1.6	21.1±1.6
Основна стежка (ділянка № 2)								
Н, 0-5	1.0	18.6±1.4	50.0±0.3	20.6±1.8	4.2±0.8	4.5±1.1	2.2±0.5	10.9±1.2
Узбіччя стежки (ділянка № 2а)								
Н, 0-5	13.6	35.0±19.0	38.2±33.4	12.0±14.6	4.7±0.6	4.3±0.5	5.8±0.8	14.8±0.2
Контроль (ялиново-ялицево-буковий ліс)								
Н, 0-7	5.4	13.7±1.7	47.0±4.5	22.0±2.4	3.8±1.5	8.6±1.2	5.0±3.6	17.4±6.7
Нр, 7-19	-	14.2	48.7	16.4	6.6	8.4	5.7	20.7
ph, 19-26	-	10.0	49.9	20.0	6.0	9.8	4.2	20.0

Таблиця 3

Потужність і запаси лісової підстилки в ялиново-ялицево-буковому лісі на туристичному маршруті № 1 «м. Сколе-г. Парашка», НПП „Сколівські Бескиди”, липень 2012 р. (M±m, n=3)

Потужність, см	Запаси за фракціями					Σ
	хвоя	листя	плоди	гілки	детрит	
г/м <sup>2</sup>						
Основна стежка (ділянка №1)						
0-3.3	0-257	0-205	0-12	0-47	0-64	0-585
Узбіччя стежки (ділянка №1а)						
7.1±1.7	814.0±83.5	949.7±97.5	271.3±27.9	352.8±36.2	325.6±33.4	2713.4±278.5
Основна стежка (ділянка № 2)						
0-2.9	0-351	0-234	0-22	0-66	0-59	0-732
Узбіччя стежки (ділянка № 2а)						
5.1±0.6	879.5±19.9	1061.4±24.0	373.0±6.2	363.9±8.2	454.9±10.3	3032.7±68.5
Контроль (ялиново-ялицево-буковий ліс)						
4.0±0.5	755.8±44.7	932.2±55.2	251.9±14.9	226.7±13.4	399.4±96.2	2570.4±270.7

відчутні зміни показника шпаруватості аерації, який у 2-4 рази нижчий на стежці, порівняно з непорушеними ділянками. Загальна шпаруватість ґрунту на узбіччі стежки (ділянки №№ 1а, 2а) та на лісовій ділянці оцінюється як “відмінна”, тоді як у межах основної стежки (ділянки №№1, 2) відповідає категорії „задовільна” [20].

Руйнування та деструктуризація гумусово-аккумулятивного горизонту призводить і до змін гранулометричного складу (табл. 2). Перш за все, через водну та вітрову ерозію вимиваються фракції дрібного пилу і мулу (частки менші за 0.01 мм). Вищий вміст цих фракцій на бічній стежці туристичного маршруту (ділянка №1б) спричинений її локалізацією в аккумулятивній частині геохімічного спряження, куди, насамперед із водними потоками, змивається речовина з прилеглих схилів. Значне ущільнення та зменшення порового простору суттєво вплинули й на водно-фізичні властивості ґрунту. Так, зменшуються запаси вологи (рис. 2), знижується водоутримувальна здатність ґрунту (рис. 3) і водопроникність ґрунтової товщі, про що свідчить коефіцієнт фільтрації, який, порівняно з контролем, у десятки разів нижчий на порушених рекреацією ділянках (табл. 1). За результатами моделювання, більша частина вологи видаляється з ґрунтового профілю вже на першу добу після стану повного насичення (рис. 2), однак запаси вологи у ґрунті контрольних ділянок, завдяки підстилки, залишаються помітно вищими протягом тривалого часу. У той же час ґрунт вищеплених ділянок, особливо верхня частина ґрунтового профілю, втрачає вологу повільніше (рис. 3), що створює передумови для застійних явищ і відповідного впливу на ґрунтовірні процеси.

Під впливом рекреаційних навантажень відбуваються й зміни хімічних властивостей поверхневих горизонтів ґрунту, зокрема вмісту гумусу і кислотності. Як правило, ці показники знижуються [1, 5, 13, 37]. Таку ж тенденцію було встановлено для ґрунтів Карпатського НПП [5]. На території дослідження теж виявлено значне зниження кислотності ґрунту порушених ділянок (табл. 1). Вміст органічної речовини статистично не відрізняється, хоча це є, скоріше за все, наслідком „втоптування” грубого органічного матеріалу в гумусовий горизонт, а не результатом біохімічних процесів. Відповідно до літературних джерел рекреаційне навантаження, в т.ч. й на модельних стежках Карпатського НПП, як правило, призводить до зменшення вмісту гумусу [17].

Отже, проведені дослідження свідчать про значний вплив вищеплення на фізико-хімічні, гідрофізичні властивості і стан підстилки бурих лісових ґрунтів зони рекреації Сколівських Бескидів. Як випливає з результатів моделювання, стан підстилки та гідрофізичні характеристики ґрунтового профілю тісно пов'язані – наявність підстилки суттєво збільшує запаси вологи у ґрунтовій товщі. В умовах рекреаційного навантаження деградація підстилки, ущільнення ґрунтового профілю, зміни гранулометричного складу призводять до багатократного зниження фільтраційної здатності верхнього шару ґрунтів, що в умовах перезволоження порушує внутрішній ґрунтовий стік (у т.ч. латеральні потоки вологи) й може бути причиною формування поверхневого стоку – основного чинника ерозії ґрунтів у гірських екосистемах.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Бондарь В. И.* Химические свойства темно-серых лесных почв в рекреационных дубравах южной левобережной лесостепи УССР // Лесоводство и агромелиорация. 1984. № 68. С. 15–18.
2. *Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А.* Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
3. *Гольцев А. Ф.* Влияние рекреации на почвенный покров буковых насаждений // Лесн. хоз-во. 1982. № 2. С. 57–58.
4. *Горшенин Н. М., Бондаренко В. Д., Делеган И. В., Криницький Г. Т.* Экспериментальные исследования влияния рекреационной нагрузки на компоненты лесного биогеоцено-

- за // Экспериментальная биогеоценология и агроценозы: тез. докл. Всесоюз. совещ. М., 1979. С. 48–50.
5. Жевелева Е. М., Офицерова О. В. Влияние рекреационной нагрузки на некоторые химические свойства почв Карпатского заповедника // Вестн. МГУ. Сер. 17. Почвоведение. 1985. № 2. С. 63–65.
  6. Жижин Н. П., Зеленский Н. Н. Рекреативные изменения подстилки в лесах Прикарпатья / В кн.: Роль подстилки в лесных биогеоценозах. М.: Наука, 1983. С. 71–73.
  7. Жижин М. П., Зеленський Н. Н. Зміни грабово-дубових сосняків (*Pinetum carpinosquercetosum*) Розточчя і Малого Полісся під впливом рекреаційних навантажень // Укр. ботан. журнал. 1975. Т. 32. № 5. С. 639–644.
  8. Жижин Н. П., Зеленский Н. Н. Критерии и индикаторы устойчивости лесов УССР к рекреационным нагрузкам // Современные проблемы рекреационного лесопользования: тез. докл. Всесоюз. совещ. М., 1985. С. 92–93.
  9. Зеленский Н. Н. Опыт определения основных стадий рекреационной дигрессии курортных лесов Прикарпатья // Экспериментальная биогеоценология и агроценозы: тез. докл. М., 1979. С. 50–52.
  10. Зеленский Н. Н., Жижин Н. П. Изменение лесов Прикарпатья под влиянием рекреационных нагрузок // Повышение эффективности лесохозяйственного производства на основе достижений науки: тез. докл. Ивано-Франковск, 1974. С. 89–92.
  11. Зеленский Н. Н., Жижин Н. П. Об изменении подроста под влиянием рекреационных нагрузок // Изв. вузов. Лесн. журн. 1975. № 4. С. 34–36.
  12. Зеленский Н. Н., Жижин Н. П. Связь прироста древостоя с изменением плотности почвы в рекреационных лесах // Тез. докл. 3-й Всесоюз. конф. по дендроклиматологии. Архангельск, 1978. С. 166.
  13. Карпачевский И. О. Лес и лесные почвы. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 264 с.
  14. Кравців В. С., Гринів Л. С., Копач М. В., Кузик С. П. Науково-методичні засади реформування рекреаційної сфери. Львів: ІРД НАН України, 1999. 78 с.
  15. Кузнецова Т. С., Малаха Е. В., Данилова О. Ф. Влияние мощности и состава подстилки на травяно-кустарничковый ярус в рекреационных сосняках лесостепи / В кн.: Роль подстилки в лесных биогеоценозах. М.: Наука, 1983. С. 105.
  16. Кульчицька Е. А. Напрямки розвитку рекреаційно-туристичного лісокористування в умовах сталого розвитку // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геогр. 2005. Т. 32. С. 56–65.
  17. Марфенина О. Е., Жевелева Е. М., Зарифова З. А. и др. Влияние нормированных рекреационных нагрузок на свойства бурых лесных почв // Вестн. МГУ. Сер. 17. Почвоведение. 1984. № 3. С. 52–58.
  18. Никитин Б. А. Определение содержания гумуса в почве // Агрохимия. 1972. № 3. С. 123–125.
  19. Половников Л. Н., Пешко В. Структура соснового сообщества и ее изменение под влиянием рекреационной нагрузки // Лесное хозяйство, лесная, бумажная и деревообрабатывающая промышленность. 1980. № 11. С. 26–29.
  20. Практикум з фізики ґрунту. Ч. 1. Фізика твердої фази ґрунту. Львів: Вид. центр Львів. нац. ун-ту ім. І.Франка, 2000. 96 с.
  21. Родин Л. Е., Ремезов Н. П., Базилевич Н. И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. М.: Наука, 1967. 145 с.
  22. Смагин А. В., Садовникова Н. Б., Мизури Маауна Бен-Али. Определение основной гидрофизической характеристики почв методом центрифугирования // Почвоведение. 1998. № 11. С. 1362–1370.



23. Смаглюк К. К., Середин В. И., Путикин А. И., Парпан В. И. Исследование рекреационного лесопользования в Карпатах / В кн.: Рекреационное лесопользование в СССР. М.: Наука, 1983. С. 81–95.
24. Юркевич И. Д., Голод Д. С., Красовский Е. Л. Лесная подстилка и ее роль в хвойных биогеоценозах рекреационных лесов Белоруссии / В кн.: Роль подстилки в лесных биогеоценозах. М.: Наука, 1983. С. 226–228.
25. Bayfield N. G. Some effects of walking and skiing on vegetation at Cairngorm. In: Duffey E., Watt A.S The scientific management of plant and animal communities for conservation. Blackwell, Oxford, UK. 1971. P. 469–485.
26. Bayfield N. G. Use and deterioration of some Scottish hill paths // J. Applied Ecology. 1973. N 10. P. 639–648.
27. Chape S., Harrison J., Spalding M., Lysenko I. Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets // Philos. Trans. R. Soc. Biol. Sci. 2005. Vol. 360 (1454). P. 443–455.
28. Cole D. N. Estimating the susceptibility of wildland vegetation to trailside alteration // J. Applied Ecology. 1978. N 15. P. 281–286.
29. Cordell H. K., Betz C. J., Green G. T. Nature-based outdoor recreation trends and wilderness // Int. J. Wilderness. 2008. Vol. 14. N 2. P. 7–13.
30. Craul P. J. The nature of urban soil: their problems and future // Aboricultural J. 1994. N 18. P. 275–287.
31. De Lacy T., Whitmore M. Tourism and recreation. In: Lockwood M., Worboys G.L, Kothari A. Managing protected areas: a global guide. Earthscan, London, 2006. P. 497–527.
32. van Genuchten M. Th., Leij F. J., Yates S. R. The RETC code for quantifying the hydraulic functions of unsaturated soils, EPA/600/2-91/065. R.S. Kerr Environ. Res. Lab. U.S. Environmental projection Agency, Ada, OK. 1991. 93 p.
33. Hammitt W. E., Cole D. N. Wildland Recreation: Ecology and Management. New York, 1987. 361 p.
34. Harmon D., Worboys G. L. Managing Mountain Protected Areas: Challenges and Responses for the 21st Century. Colledara, Italy: Andromeda Editrice, 2004. 426 p.
35. Hill R., Pickering C. M. Differences in resistance of three subtropical vegetation types to experimental trampling // J. Environ. Management. 2009. Vol. 90. P. 1305–1312.
36. Körner C. Mountain biodiversity, its causes and function. Review // Ambio. 2004. N 13. P. 11–17.
37. Lockaby B. C., Dunn B. A. Camping effects on selected soil and vegetative properties // J. Soil and Water Conserv. 1984. Vol. 39. N 3. P. 215–216.
38. Liddle M. J. A selective review of the ecological effects of human trampling on natural ecosystems // Biological Conservation. 1975. N 7. P. 17–36.
39. Manning Robert E., Anderson Laura E. Managing Outdoor Recreation: Case Studies in the National Parks. CABI, 2012. 257 p.
40. Meinecke E. P. The effect of excessive tourist travel on the California redwood parks. Sacramento, CA: California Department of Natural Resources, Division of Parks. 1928. 20 p.
41. Nepal S. K. Involving indigenous peoples in protected area management: comparative perspectives from Nepal, Thailand, and China // Environ. Manag. 2002. Vol. 30. N 6. P. 748–763.
42. Prędko R. Przemiany właściwości powietrzno-wodnych gleb w obrębie pieszych szlaków turystycznych Bieszczadzkiego Parku Narodowego // Roczniki Bieszczadzkie. 2000. N 9. S. 225–236.

43. *Wagar J. A.* The carrying capacity of wild lands for recreation. Forest science monograph 7. Society of American Foresters, Washington, DC. 1964. 23 p.
44. *Woodwell G. M.* Mountains: top down. Review // *Ambio*. 2004. Спец. N 13. P. 35–38.

*Стаття: надійшла до редакції 01.07.14*

*доопрацьована 06.11.14*

*прийнята до друку 19.11.14*

### **IMPACTS OF RECREATIONAL TRAMPLING ON HYDRAULIC PROPERTIES OF MOUNTAIN BROWN SOILS IN FORESTRY ECOSYSTEMS OF “SKOLIVSKI BESKYDY” NATIONAL NATURE PARK (UKRAINIAN CARPATHIANS)**

**O. Lenevych, O. Maryskevych, V. Kozlovskyy**

*Institute of Ecology of the Carpathians, NAS of Ukraine  
4, Kozelnytska St., Lviv 79026, Ukraine  
e-mail: vkozlovskyy@gmail.com*

Water retention curve of brown mountain forest soils in the territory of one of the most visited tourist destinations to the top of the Parashka mountain (NPP “Skolivski Beskydy”, Ukrainian Carpathians) was obtained. Qualitative and quantitative changes in the structure and stocks of litter, physico-chemical properties and particle size distribution of soils show a significant negative impact of trampling on the filtration capacity of the soils of the study area. On the basis of soils mass-transfer computer modeling system HYDRUS-1D the importance of litter and trampling effect on soil hydro-physical properties influenced by recreation was investigated.

*Keywords:* litter, water retention curve, brown mountain forest soils, recreation.

### **ВЛИЯНИЕ ВЫТАПТЫВАНИЯ НА ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БУРОЗЕМОВ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ НПП “СКОЛИВСКИЕ БЕСКИДЫ” (УКРАИНСКИЕ КАРПАТЫ)**

**О. Леневиц, О. Марискевич, В. Козловский**

*Институт экологии Карпат НАН Украины  
ул. Козельницкая, 4, Львов 79026, Украина  
e-mail: vkozlovskyy@gmail.com*

Получены основные гидрофизические характеристики бурых лесных почв на территории одного из наиболее посещаемых туристических маршрутов на г. Парашка (НПП «Сколивские Бескиды», Украинские Карпаты). Качественные и количественные показатели изменения структуры и запасов подстилки, физико-химических свойств и гранулометрического состава почв свидетельствуют о значительном негативном влиянии вытаптывания на фильтрационную способность почв зоны исследования. На базе системы компьютерного моделирования HYDRUS-1D показана роль подстилки на гидрофизические свойства почв в условиях рекреационной нагрузки.

*Ключевые слова:* лесная подстилка, основная гидрофизическая характеристика, буроземы, рекреация.