

УДК 631.417.2

ВОДОРОЗЧИННИЙ ВУГЛЕЦЬ У ҐРУНТАХ НАЗЕМНИХ ЕКОСИСТЕМ СКОЛІВСЬКИХ БЕСКИДІВ (УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)

І. Шпаківська

*Інститут екології Карпат НАН України
вул. Козельницька, 4, Львів 79026, Україна
e-mail: ishpakivska@ukr.net*

Досліджено вплив пасторального навантаження різної інтенсивності, рільництва та лісового господарства (культування смерекових монокультур) на вміст водорозчинного вуглецю ($C_{\text{ств}}$) у ґрунтах екосистем Сколівських Бескидів. Виявлено, що вміст $C_{\text{ств}}$ коливається впродовж вегетаційного періоду від 30 до 5300 мкг г^{-1} ґрунту залежно від типу екосистем і становить 0,20–5,54% від загального запасу органічного вуглецю ($C_{\text{орг}}$). Кількість $C_{\text{ств}}$ корелює з вмістом $C_{\text{орг}}$ (коефіцієнт кореляції +0,83), $C_{\text{біом}}$ ($r=+0,79$) та продукуванням $C\text{--CO}_2$ ($r=+0,81$). Встановлено, що $C_{\text{ств}}$ є чутливим індикатором біохімічних змін у органічній речовині ґрунтів, зумовлених різними типами землекористування.

Ключові слова: лабільний вуглець, водорозчинний вуглець, вуглець мікробної біомаси, органічна речовина ґрунтів, типи землекористування, Сколівські Бескиди.

Використання ґрунтів для потреб лісового та сільського господарства неминуче призводить до зміни кількості та якості органічної речовини ґрунтів. Зменшення запасів органічної речовини зумовлює погіршення показників вологомісткості ґрунтів, їх агрегованості, зумовлює зменшення активності ґрунтової біоти. Поєднання цих процесів призводить до зниження потенційної продуктивності ґрунтів та інтенсифікації процесів дегуміфікації [9, 12, 11, 14, 16, 23, 24]. Оскільки ці зміни відбуваються поступово, вони зазвичай не діагностуються під час одноразових чи короткотермінових досліджень [9]. Тому для оцінки якості („здоров'я”) ґрунтів доцільним є пошук чутливих індикаторів ранніх змін в органічній речовині ґрунту, особливо за умови його використання як природного ресурсу.

Органічну речовину ґрунту умовно можна розділити на дві частини – інертний органічний вуглець ($C_{\text{ін}}$) і органічний вуглець, що може потенційно мінералізуватися ($C_{\text{лаб}}$), який, у свою чергу, поділяється на активний та хімічно стабілізований (пасивний) пули [7]. Запас $C_{\text{лаб}}$ характеризує кількість органічного вуглецю, доступного для використання ґрунтовими мікроорганізмами. Саме $C_{\text{лаб}}$ впливає на процеси мінералізації, може лімітувати процеси катаболізму органічної речовини та зумовлює інтенсивність гетеротрофного дихання ґрунтів [25]. Достовірним показником оцінки $C_{\text{лаб}}$ вважають вміст водорозчинного органічного вуглецю ($C_{\text{вов}}$) та фракції, що екстрагується гарячою (70–72°C) водою ($C_{\text{ств}}$). $C_{\text{вов}}$ формально розглядається як пул низькомолекулярних молекул різної природи розміром менше 0,45 $\mu\text{м}$ (аміноцукри, феноли, частково фульво- та гумінові кислоти), які утворюються на ранніх стадіях розкладу рослинної та мікробної біомаси або надходять з кореневими виділеннями [20, 27]. Сполуки, які належать до $C_{\text{вов}}$, відіграють важливу роль у функціонуванні наземних екосистем, зокрема у формуванні хімічного складу ґрунтів [17], перенесення обмінних форм макро-

мікроелементів [17, 20], вони є субстратом для функціонування ґрунтової мікрофлори [19] та росту кореневих систем вищих рослин [22]. Хоча $C_{\text{вов}}$ становить лише 0,3–1,0% від $C_{\text{орг}}$, він володіє значною міграційною здатністю, швидко мінералізується, відіграючи важливу роль у внутріґрунтових процесах [6]. До фракції $C_{\text{егв}}$ належить вуглець мікробної біомаси та прості органічні сполуки вуглецю, які гідролізуються або деполімеризуються в умовах водної витяжки. У польових дослідях встановлена тісна кореляція між $C_{\text{егв}}$ та емісією $C\text{--CO}_2$ ($n=15$, $R=0,97$), а також інтенсивністю нітрифікації ($n=22$, $R=0,91$), що вказує на її значення у процесах мінералізації органічної речовини [7]. Отже, ця фракція може використовуватися як один з індикаторів стану органічної речовини ґрунтів у наземних екосистемах. Оптимальні величини $C_{\text{егв}}$ залежно від типу ґрунту та гранулометричного складу коливаються від 300 до 600 $\text{мкг}\cdot\text{г}^{-1}$ ґрунту, що становить 0,03–0,06% [7, 9].

Метою досліджень було встановити вплив тривалого пасторального навантаження різної інтенсивності, рільництва, а також лісового господарства (культивування смрекових монокультур) на вміст $C_{\text{егв}}$ у ґрунтах низькогірних ландшафтів Сколівських Бескидів, а також встановити його діагностичну цінність як індикатора якості органічної речовини за різних типів землекористування.

Дослідження впливу різних форм господарського використання на вміст $C_{\text{егв}}$ у ґрунтах Сколівських Бескидів було проведене в умовно-корінних і вторинних лісових, а також післялісових лучних і аграрних екосистемах, локалізованих у діапазоні висот 480–1240 м н.р.м. на трьох модельних трансектах – „Підгородці” (Підгородцівська сільська рада Сколівського р-ну), „Майдан” (НПП „Сколівські Бескиди”) і „Волосянка” (Волосянківське лісництво ДП „Сколівський лісгосп”) у межах Львівської області. Трансекти закладалися методом геоморфологічних катен на різних елементах рельєфу [4]. Зональним контролем слугували буроземні ґрунти умовно корінних мішаних ялицево-букових лісів. Загалом було відібрано 195 індивідуальних зразків із 26 окремих ділянок, що репрезентують різні типи землекористування. На підставі фізико-хімічних аналізів ґрунтів екосистем досліджуваних трансект попередньо було встановлено, що основними показниками втрат продукційного потенціалу ґрунтового покриву в Східних Бескидах, передовсім його родючості, є зменшення вмісту органічного вуглецю у вторинних лучних і аграрних екосистемах, збільшення щільності верхніх ґрунтових горизонтів, що погіршує умови функціонування ґрунтової мікро- та мезофауни [3].

Зразки відбирали з генетичних горизонтів ґрунтових розрізів, просіювали через сито з діаметром отворів 3 мм для відокремлення щебеню, коренів рослин, нерозкладених органічних решток і переносили в поліетиленові пакети для запобігання висушуванню. Використовували уніфіковану методику підготовки зразків для мікробіологічних аналізів: зразки зволожували до 60% НПВ і зберігали в морозильній камері за температури -20°C , опісля їх розморожували 2 доби за температури $+4\text{--}8^{\circ}\text{C}$ і витримували 7 днів у темному приміщенні за кімнатної температури [8]. У відібраних зразках визначали кількість вуглецю, що екстрагується гарячою водою, вуглець мікробної біомаси та продукування вуглекислого газу як функцію мінералізації органічної речовини.

Кількість водорозчинного вуглецю визначали методом гідролізу гарячою водою ($75\pm 2^{\circ}\text{C}$) впродовж 12 год з подальшим біхроматним окисненням екстрагованого вуглецю $0,2\text{н K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ в H_2SO_4 [9]. Визначення вуглецю мікробної біомаси проводили регідраційним методом [1]. Після висушування зразків ґрунту і подальшої їх регідрації розчином $0,5\text{н K}_2\text{SO}_4$, кількість органічної речовини у сольових витяжках

визначали методом біхроматного окислення (1,28 г $K_2Cr_2O_7$ розчиняли у 400 мл H_2O і 200 мл концентрованої H_2SO_4). Визначення інтенсивності продукування $C-CO_2$ проводили макрореспірометричним методом з титриметричним закінченням: 50 г ґрунту інкубували 4 год за $22 \pm 0,5^\circ C$ у ємкості об'ємом 250 мл з використанням 10 мл 0,1 М КОН для поглинання CO_2 . Після інкубації до розчину лугу додавали 1 мл 1М $BaCl_2$ для зв'язування CO_2 , залишок лугу відтитрували 0,05 М HCl у присутності 1% фенолфталеїну [8].

Встановлено, що ґрунти Сколівських Бескидів істотно відрізняються за вмістом $C_{сгв}$, причому різниця між різними типами наземних екосистем (лісові, лучні, пасовищні, аграрні) є доволі значною (4,2–9,8 разу), вона зберігається впродовж вегетаційного періоду та не залежить від часу відбору зразків. Найбільший вміст $C_{сгв}$ спостерігається у ґрунтах вторинних смеречників та післялісових лук, розташованих на висоті 1100–1250 м н.р.м., найменший – у ґрунтах сільськогосподарських земель інтенсивного використання: сіножаті в сівозміні з просапними культурами та пасовища з інтенсивним випасом великої рогатої худоби (див. таблицю).

У той час, як на величину інертної частини органічної речовини ґрунтів впливають гранулометричний склад, зокрема кількість мулистої фракції, середньорічні температури, кількість опадів, рівень ґрунтових вод, то на лабільну її частину – переважно тип землекористування, кількість і якість рослинних решток, система внесення мінеральних і органічних добрив. Оптимальним діапазоном запасів лабільного вуглецю вважають таку його кількість, яка забезпечує достатній базис для формування чистої первинної продукції наземних екосистем і запобігає втратам за рахунок внутріґрунтового чи поверхневого стоку внаслідок тривалих та інтенсивних атмосферних опадів, танення снігового покриву [2, 5, 7].

Користуючись шкалою забезпеченості суглинкових ґрунтів $C_{сгв}$ за відсутності впливу ґрунтових вод, запропонованої Е. Шульцом та М. Кершесом [7], ґрунти екосистем досліджуваних трансект було зараховано до трьох груп:

– з оптимальним вмістом 300–600 $мкг \cdot г^{-1} C_{сгв}$ (умовно-корінні мішані ліси, вторинні березняки, післялісові луки, розташовані на висотах 600–800 м н.р.м., які на даний час не використовуються у сільському господарстві, сіножаті з природним травостоєм і пасовища зі середньою та слабкою інтенсивністю випасання великої рогатої худоби),

– зі середнім вмістом $C_{сгв}$, який є меншим від оптимального діапазону в 0,6–1,9 разу (пасовища з інтенсивним випасом, культурні сіножаті, рілля) та становить 250–300 $мкг \cdot г^{-1}$;

– з величинами $C_{сгв}$, які перевищують оптимальні в 5,1–5,4 разу (вторинні монокультури смереки європейської та післялісові луки, розташовані на висоті 1100–1250 м н.р.м., які тривалий час використовувалися для випасання овець) з вмістом $C_{сгв}$ понад 600 $мкг \cdot г^{-1}$ (див. таблицю).

Вміст $C_{сгв}$ є індикатором кількості лабільного вуглецю у наземних екосистемах, про що свідчить тісний позитивний зв'язок $C_{сгв}$ з вмістом мікробної біомаси та її метаболічною активністю щодо мінералізації органічних сполук. Оскільки $C_{сгв}$ є важливим енергетичним субстратом для ґрунтових мікроорганізмів, він також характеризує частку органічного вуглецю, доступного для утилізації ґрунтовими мікроорганізмами [13]. Встановлення зменшення запасів $C_{сгв}$ нижче від оптимальних значень є достовірним способом ранньої діагностики погіршення якості ґрунтів і прогресуючого зменшення

Залежність вмісту водорозчинного вуглецю, мікробної біомаси та дихальної активності ґрунтового мікробоценозу від типу землекористування у Сколівських Besкидах*

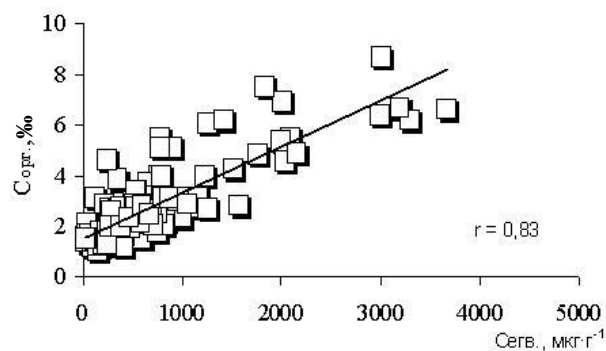
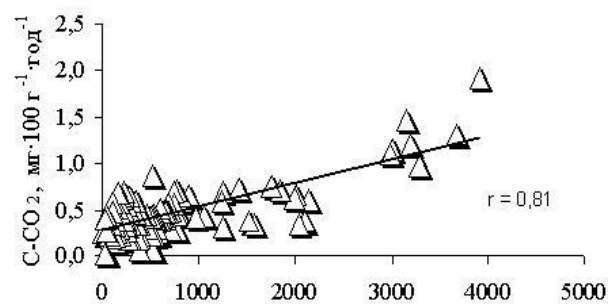
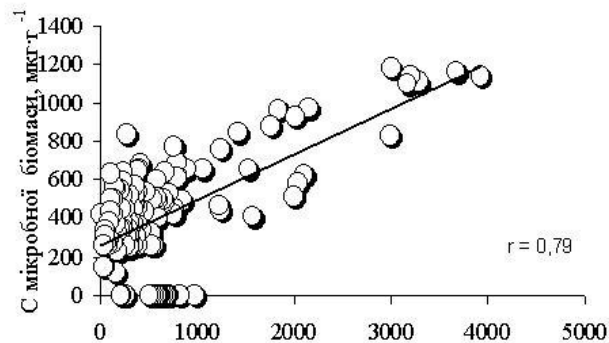
Тип землекористування	C _{сгв}		C _{біом}		Продуктування C-CO ₂	
	мкг·г ⁻¹				мг 100 г ⁻¹ год ⁻¹	
	М	min-max	М	min-max	М	min-max
Умовно-корінні екосистеми						
Умовно-корінні мішані ліси	551	340–1250	461	115–779	0,50	0,15–0,71
Вторинні екосистеми						
Культури смереки	2450	840–5390	731	467–1141	1,01	0,35–2,79
Березняки	432	160–790	502	375–681	0,47	0,35–0,70
Післялісові луки (1100–1250 м н.р.м.)	2347	1250–3670	904	409–1180	0,82	0,31–1,31
Післялісові луки (600–800 м н.р.м.)	563	210–1050	555	436–838	0,40	0,23–0,72
Сіножаті	570	460–660	440	404–485	0,49	0,45–0,51
Пасовища екстенсивного вико- ристання	539	130–820	392	289–531	0,47	0,23–0,65
Пасовища інтенсивного вико- ристання	292	30–710	395	247–656	0,45	0,06–1,87
Сіяні сіножаті	250	150–370	349	233–562	0,33	0,19–0,58
Просапні культури	300	140–390	150	120–185	0,02	0,01–0,04

Примітка. * – проаналізовано дані для катен "Підгородці" n=111, "Майдан" n=36 і "Ялинкувате" n=48.

запасів органічної речовини [9]. У різних типах ґрунтів понад 40–50% C_{сгв} представлено карбогідратами, причому виявлено позитивний тісний взаємозв'язок між стабільністю агрегатів і карбогідратами, екстрагованими гарячою водою [14, 24].

Для ґрунтів різних типів наземних екосистем Сколівських Besкидів також вставлено тісний взаємозв'язок між величиною C_{сгв} та процесами метаболізму органічного вуглецю: вмістом вуглецю органічної речовини ґрунтів, мікробної біомаси, інтенсивністю гетеротрофного дихання (див. рисунок).

Коефіцієнт кореляції між C_{сгв} та C_{орг} на рівні +0,83 свідчить, що в досліджуваних ґрунтах частка карбогідратів є постійною величиною та джерелом синтезу гумінових кислот як найстабільнішої частини органічної речовини. Зменшення C_{сгв} у разі інтенсивного випасу та вирощування просапних культур вказує на те, що сучасні системи сільськогосподарського господарювання у Сколівських Besкидах зумовлюють інтенсифікацію процесів дегуміфікації за рахунок активізації мінералізації органічної речовини ґрунтів, особливо при щорічному відвальному обробітку орних земель, недостатній компенсації основних елементів-органогенів за рахунок поживних решток і органічних добрив рослинного чи тваринного походження. Разом з цими процесами також відбувається зменшення активності зоо- та мікробоценозу, зумовлене як екофізіологічними (нестача легкодоступного енергетичного субстрату для забезпечення функціонування ґрунтової біоти через те, що у верхніх горизонтах ґрунтів залишаються найстійкіші до розкладу компоненти органічної речовини), так і фізичними (зміна структурно-агрегатного стану ґрунту, його ущільнення, порушення газообміну та зміна окисно-відновного потенціалу) факторами едафотопу. Прогресуюче зменшення C_{сгв} у ґрунтах,



Взаємозв'язок між вмістом $C_{\text{орг}}$ та $C_{\text{біом}}$, продукуванням $C\text{-CO}_2$ і вмістом $C_{\text{орг}}$ у ґрунтах наземних екосистем Сколівських Бескидів ($n=124$).

що перебувають у тривалому сільськогосподарському використанні (пасовища та рілля), є загальною тенденцією як для території низькогір'я Сколівських Бескидів, так і для інших регіонів, зокрема, Іспанії [23], Франції [10], Китаю [16, 26], Нової Зеландії [14, 15], Австралії [12], США [11] та Канади [24]. Базуючись на літературних даних, можна прогнозувати, що зменшення частки $C_{\text{орг}}$ від його оптимальних значень в агроекосистемах Сколівських Бескидів може бути загрозою для зменшення запасів гумусу, а відтак і

природної родючості ґрунтів, за умови збереження сучасного рівня інтенсивності сільськогосподарського використання земель (значне насичення сівозмін просапними культурами, інтенсивний випас). Оскільки встановлено, що гарячою водою екстрагується не лише лабільний вуглець, але також усі доступні елементи живлення, зокрема $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$, HPO_4^- , NH_4^+ , NO_3^- [18], можна стверджувати, що за рахунок екстенсивного сільськогосподарського використання й інтенсивного випасу в агроекосистемах Сколівських Бескидів збіднюється також лабільний пул азоту і фосфору. Інтенсифікація сільського господарства, а також поверхневе поліпшення пасовищ і сіножатей для збільшення їх продуктивності може бути істотним ризиком для довкілля через ймовірність вилуговування чи вимивання поживних елементів у ґрунті та поверхневій воді. З огляду на це, забезпечення ґрунтових умов для збереження оптимальних („порогових”) величин водорозчинної органічної величини повинно бути в центрі уваги у разі розробки організаційних заходів як для запровадження збалансованого землекористування, так і для забезпечення якості компонентів довкілля.

Натомість, тривале культивування чистих смерекових лісів у Сколівських Бескидах призводить до підкислення ґрунтового розчину та збільшення вмісту рухомого алюмінію [3], які інгібують процеси життєдіяльності ґрунтового мікробіоценозу та сповільнюють мінералізацію органічної речовини, що зумовлює непродуктивне збільшення частки $\text{C}_{\text{сгв}}$ у верхніх горизонтах ґрунтів. В органігенних горизонтах буроземних ґрунтів утворення, деструкція і транспорт $\text{C}_{\text{вов}}$ залежить від типу деревостану, гідротермічних умов території та гранулометричного складу мінеральної частини [21]. Лабільний вуглець, який надходить із підстилки лісових екосистем до органо-мінеральних горизонтів, може адсорбуватися в складі органо-мінеральних комплексів або вимиватися до гідрографічної мережі території у разі незначної сорбційної активності ґрунтів. Зафіксовано два піки транспорту $\text{C}_{\text{вов}}$ до гідросфери: на початку вегетаційного періоду за рахунок інтенсивного танення снігу та восени – за рахунок надходження свіжого опаду з водорозчинними сполуками вуглецю [5]. Нагромадження значних кількостей $\text{C}_{\text{вов}}$ у верхніх горизонтах ґрунтів смерекових лісів Сколівських Бескидів пов’язане зі значною часткою фізичної глини [3], яка наразі запобігає процесам внутріґрунтового транспорту $\text{C}_{\text{вов}}$ до гідросфери. Інтенсивність ймовірних втрат лабільного вуглецю за рахунок процесів водної ерозії внаслідок лісгосподарських заходів, інтенсивності сніготанення та частоти зливових опадів потребує додаткових досліджень.

Таким чином, проведені дослідження вказують на можливість використання $\text{C}_{\text{сгв}}$ як одного з чутливих індикаторів біохімічних змін в органічній речовині ґрунтів, зумовлених різними типами землекористування. Зменшення $\text{C}_{\text{сгв}}$ у ґрунтах наземних екосистем Сколівських Бескидів вказує на зменшення лабільного вуглецю в ґрунтовому профілі, пулу мікробної біомаси, можливої деградації агрегатної структури ґрунту та розвитку процесів дегуміфікації. Тобто сучасне екстенсивне ведення сільського господарства призводить до зменшення природної родючості ґрунтів і потребує розробки заходів щодо застосування органічних добрив рослинного походження та запровадження ландшафтно-адаптивного землеробства. Ведення лісового господарства, спрямоване на культивування монодомінантних лісових масивів зі смереки європейської, приводить до збільшення $\text{C}_{\text{сгв}}$ понад оптимальні значення, що зумовлює підкислення ґрунтового розчину та може сприяти збільшенню втрат органічного вуглецю за рахунок поверхневого чи внутрішньоґрунтового стоку до гідрографічної мережі Сколівських Бескидів, зокрема річок Стрий та Опір, унаслідок значної кількості й інтенсивності атмосферних опадів

на цій території, особливо за умови підвищення середньорічних температур і збільшення тривалості вегетаційного періоду.

1. *Благодатский С. А., Благодатская Е. В., Горбенко А. Ю., Паников Н. С.* Регидрационный метод определения биомассы микроорганизмов в почве // Почвоведение. 1987. № 7. С. 64–71.
2. *Гавриленко И. В., Прокушин А. С., Степень Р. А., Прокушин С. Г.* Оценка подвижности органического вещества подстилок и почв криолитозоны Средней Сибири // Хвойные бореальной зоны. 2006. Вып. 6. С. 71–77.
3. *Марискевич О. Г., Шпаківська І. М., Пука Є. О.* Ґрунтовий покрив // Концептуальні засади сталого розвитку гірського регіону. Львів: Поллі, 2007. С. 100–115.
4. *Позняк С. П., Красєха Є. Н., Кім М. Г.* Картографування ґрунтового покриву. Львів: Вид. центр ЛНУ, 2003. 500 с.
5. *Прокушин А. С., Гавриленко И. В., Прокушин С. Г., Абаимов А. П.* Поступление растворенного органического углерода в почву лиственничников в условиях сплошной мерзлоты средней Сибири // Лесоведение. 2005. № 5. С. 41–48.
6. *Семенов В. М., Иванникова Л. А., Кузнецова Т. В., Семенова Н. А.* Пулы и фракции органического вещества почв: современные концепции и методы исследования // Проблемы истории, методологии и философии почвоведения: Тр. II нац. конф. с междунар. участием. Пушино, 2007. Т. 1. С. 155–159.
7. *Шульц Э., Кершес М.* Характеристика разлагаемой части органического вещества почвы и ее трансформации при помощи экстракции горячей водой // Почвоведение. 1998. № 7. С. 890–894.
8. *Beck T., Jorgensen R. G., Kandeler E. et al.* An inter-laboratory comparison of ten different ways of measuring soil microbial biomass C // Soil Biol. and Biochem. 1997. Vol. 29. N 7. P. 1023–1032.
9. *Chani A., Dexter M., Perrott K.* Hot–water extractable carbon in soils: a sensitive measurement for determining impacts of fertilization, grazing and cultivation // Soil Biol. and Biochem. 2003. Vol. 35. P.1231–1243.
10. *Coentino D., Cheu C., Bissonnais Y.* Aggregate stability and microbial community dynamics under dry-wetting cycles in a silt loam soil // Soil Biol. and Biochem. 2006. Vol. 38. P. 2053–2062.
11. *Corre M., Schanabel R., Shaffer J.*, Evaluation of soil organic carbon under forests, cool-season and warm-season grasses in the northeastern US // Soil Biol. and Biochem. 1999. Vol. 31. P. 1531–1539.
12. *Dalal R., Harms B., Krull E., Wang W.* Total soil organic matter and its labile pools following mulga (*Acacia aneura*) clearing for pasture development and cropping. 1. Total and labile carbon // Australian J. of Soil Research. 2005. Vol. 43. P. 13–20.
13. *Fisher T.* Einfluß von Winterweizen und Winterroggen in Fruchtfolgen mit unterschiedlichen Getereideantei auf die mikrobielle Biomasse und jahreszeitlichen Kohlenstoffdynamik des Bodens // Arch Acker Pflanzenbau Bodenkd. 1993. Vol. 37. P. 181–189.
14. *Haynes R. J., Francis G. S.* Changes in microbial biomass C, soil carbohydrate composition and aggregate stability induces by growth of selected crop and forage species under field conditions // J. of Soil Sciences. 1993. Vol. 44. P. 665–675.
15. *Haynes R.* Labile organic matter as an indicator of organic matter quality in arable and pastoral soils in New Zealand // Soil Biol. and Biochem. 2000. Vol. 32. P. 211–219.

16. *Jimbo Zh., Changchun S., Wenyan Y.* Land use effect on the distribution of labile organic carbon fraction through soil profiles // *Soil Science American J.* 2006. Vol. 70. P. 660–667.
17. *Kaizer K., Kaupenjohann M., Zech W.* Sorption of dissolved organic carbon in soil: effects of soil sampled stored, soil-to-solution ratio and temperature // *Ceoderma.* 2001. Vol. 99. P. 317–328.
18. *Keeney D., Bremner J.* Comparison and evaluation of laboratory methods of obtaining an index of soil nitrogen availability // *Agronomy J.* 1996. Vol. 58. P. 498–503.
19. *McDowell W., Likens W.* Origin comparison and flux of dissolved organic carbon in the Hubbard brook valley // *Ecological Monographs.* 1998. Vol. 58. N 3. P. 177–195.
20. *Michalzik B., Matzner E.* Dynamics of dissolved organic nitrogen and carbon in a Central European Norway spruce ecosystem // *European J. of Soil Sciences.* 1999. N 50. (4) P. 579–590.
21. *Neff J. C., Asner G. P.* Dissolved organic carbon in terrestrial ecosystem: synthesis and models // *Ecosystems.* 2001. N 4. P. 29–48.
22. *Näsholm T., Högberg M., Högberg P., Nordin A.* Boreal forest plant take up organic nitrogen // *Nature.* 1998. N 392. P. 914–916.
23. *Pascual J., Garsia C., Hernandez T. et al.* Soil microbial activity as a biomarker of degradation and remediation process // *Soil Biol. and Biochem.* 2000. Vol. 32. P. 1877–1883.
24. *Puget P., Angers D., Cheu C.* Nature of carbohydrates associated with water-aggregates of two cultivated soils // *Soil Biol. and Biochem.* 1999. Vol. 31. P. 55–63.
25. *Vance E. D., Chapin F. S.* Substrate limitation to microbial activity in taiga forest floors // *Soil Biol. and Biochem.* 2001. Vol. 33. N 2. P. 173–178.
26. *Zhao M., Zhou J., Kalbitz K.* Carbon mineralization and properties of water-extractable organic carbon in soil of south Loess Plateau in China // *Soil Biol.* 2008. N 44. P. 158–165.
27. *Zsolnay A.* Dissolved humus in soil water // *Humic substances in terrestrial ecosystems / Ed. Piccolo A.* Amsterdam: Elsevier, 1996. P. 171–223.

WATER-EXTRACTABLE CARBON IS THE SOILS OF TERRESTRIAL ECOSYSTEMS OF SKOLIVSKI BESKYDY (UKRAINIAN CARPATHIANS)

I. Shpakivska

*Institute of Ecology of the Carpathians of NAS of Ukraine
4, Kozelnytska St., Lviv 790026, Ukraine
e-mail: ishpakivska@ukr.net*

Influencing of grazing of different intensity, field-crop cultivation and forestry (cultivation of spruce monocultures) on content of water-soluble carbon (C_{hwe}) in soils was investigated on terrestrial ecosystems of Skolivski Beskydy. Was showed, that the content of C_{hwe} changes during the vegetation period from 30 to 5300 $\mu\text{g g}^{-1}$ of soil in depending of the type of ecosystems and being 0,20–5,54% from the soil total organic carbon (C_{org}). The amount of C_{hwe} was correlated with content of C_{org} ($r=+0,83$), S_{biom} ($r=+0,79$) and emission of C- CO_2 ($r=+0,81$). It was show, that C_{hwe} is the sensitive indicator of biochemical changes in the soil organic matter quality for determination of different types of land use.

Key words: labile carbon, water soluble carbon, carbon of soil microbial biomass, soil organic matter, type of land use, Skolivski Beskydy.

Стаття надійшла до редколегії 21.05.08
Прийнята до друку 20.06.08