

ного кола проблем, з таких зібраних матеріалів ми можемо почерпнути максимально багато відомостей про об'єкт.

Табл. Ентропія заміряних різним способом діаметрів та висот дуба червоного

Умовні позначення ентропії	Ентропія простої системи	Повна умовна ентропія	Ентропія складної системи
$H_{\max}(X) + H_{\max}(Y)$			17,72
$H_{\max}(X) = H_{\max}(Y)$	8,86		
$H(X)$	2,57		
$H(Y)$	2,43		
$H(Y X)$		0,24	
$H(X Y)$		0,72	
$H(X)+H(Y X)$			2,81
$H(Y)+H(X Y)$			3,15

Примітка: $H_{\max}(X)$, $H_{\max}(Y)$ – максимальна ентропія системи, з рівномірними станами.

Найменшу кількість інформації про деревостани отримуємо при картуванні діаметрів або висот в класи. Величина ентропії (див. табл.) мінімальна.

На необхідності підвищення точності, достовірності та адекватності розрахунку основних таксаційних показників та оцінки їх зв'язків наголошують ряд вчених [1, 2, 4].

Вирішення даних проблем висуває нові вимоги до способу збору лісівничої інформації. Таким чином, з модернізацією засобів технічного забезпечення проведення розрахунків (з високою швидкістю та великою ємністю пам'яті), створено передумови для пріоритету детального збору лісівничої інформації про об'єкт спостереження.

Для максимально повного отримання інформації про процеси, що відбуваються в лісовій системі та про зв'язки між ними, необхідно переходити від способів збору інформації, в яких таксаційні ознаки характеризуються як прості незалежні системи до заміру в кожного дерева комплексу ознак зі збереженням зв'язку між ними (залежні складні системи).

Література

1. Митропольский А.К. Элементы математической статистики. – Л.: Наука. – 1965. – С. 174.
2. Цурик Є.І. Таксаційні ознаки насаджень. – Львів: Світ. 1999. – С. 128.
3. Цурик Є.І. Перелікова таксація лісу. – Львів: Світ. 2000. – С. 260.
4. Цурик Є.І. Методичні аспекти таксації запасу деревостанів// Науковий вісник: Лісівничі дослідження в Україні. – Львів: УкрДЛТУ. – 1999, вип. 9.12. – С. 134-141.
5. Винер Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине. – М.: Наука, 1968. – С. 187.
6. Бир С.Т. Кибернетика и управление производством. – М.: Наука, 1965. – С. 170.
7. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1964. – С. 576.

УДК 631.4 **О.Л. Орлов – Державний природознавчий музей НАН України**

ЕНЕРГЕТИКА ГУМУСОВОГО БЛОКУ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ ПЕРЕДКАРПАТТЯ ТА КАРПАТ

Досліджено теплотворну здатність гумусу, вміст та запаси енергії в органічній речовині ґрунту та її розподіл за групами гумусових речовин у первинних лісових екосистемах Передкарпаття та Карпат.

Ключові слова: екосистема, енергія, гумус, органічна речовина, теплота згорання.

O.L. Orlov –Doneck

The energy of humus blocs of forest ecosystems of Priкарпатіе and Carpathians

The energy parameters of organic matter of ground in primary forest ecosystems Priкарпатіе and Carpathians were investigated. A considerable difference of the energetical characters on flat and mountain soils was detected. The grounds of Carpathians have low heat combustion and high-energy output of organic matter. And the grounds of Priкарпатіе have high heat combustion and low energy output of organic matter.

Key words: ecosystem, energy, humus, organic matter, heat combustion.

Вступ

Гумус є найбільш стабільним блоком лісової екосистеми. Його природа і склад відображають весь комплекс умов формування та розвитку ґрунту, він чинить визначальний вплив на функціональний стан та стійкість екосистеми [6].

Питанням біоенергетики екосистем Передкарпаття та Карпат присвячена значна кількість робіт [2-5]. Проте, в цих роботах відсутні дані щодо енергетичних параметрів ґрунту, хоча саме в ґрунті акумулюється значна частина асимільованої сонячної енергії, яка залучаючись до біотичного кругообігу, значною мірою спричиняє напрямок та інтенсивність якісних і кількісних перетворень в екосистемі.

З метою вивчення еколого-енергетичної диференціації ґрунтів Передкарпаття та Карпат, нами проведені дослідження енергетичних параметрів гумусу найбільш типових первинних лісових екосистем регіону.

Матеріали та методика

Досліджувались бурі гірсько-лісові середньоглибокі ґрунти вологої евтрофної смерекової бучини квасеницевої (Сколівський район), сірі опідзолені ґрунти вологої евтрофної діброви ліщиново-зеленчукової (Самбірський район), дерново-середньопідзолисті ґрунти вологої мезотрофної грабової діброви ліщиново-зеленчукової (Дрогобицький район).

Визначення енергетичних параметрів органічної речовини проводилося за показниками теплотворної здатності гумінових кислот, фульвокислот та гуміну, на основі усереднених даних калориметричних досліджень калорійності гумусових речовин ґрунту [1].

Результати та обговорення

За отриманими результатами, найнижчою теплотворною здатністю серед обстежених ґрунтів характеризується гумус бурих гірсько-лісових ґрунтів (табл. 1.), що зумовлено високим вмістом у складі органічної речовини фульвокислот і свідчить про слабку стійкість гумусу до біодеградації. Проте, питомний вміст енергії в них є найбільшим серед обстежених ґрунтів Передкарпаття та Карпат. Цей високий рівень утворився за рахунок низької інтенсивності процесів трансформації органічних решток, що властиво для гірських лісових екосистем, та зумовлено продуктивністю рослинних угруповань, чисельністю і складом мікрофлори, гідротермічним режимом висотних поясів тощо.

Табл. 1. Енергетична характеристика органічної речовини ґрунтів лісових екосистем Передкарпаття та Карпат

№*	Теплотворна здатність гумусу, кДж · г ⁻¹	Вміст енергії органічної речовини в ґрунті, Дж · г ⁻¹	Групи гумусових речовин			Запаси енер- гії в шарі 0-20 см, кДж · 10 ⁹ · га ⁻¹
			Σ гк	Σ фк	гумін	
			Дж · г ⁻¹			
1	14,6±0,3	2 204,7±9,3	1256,1±81,2	659,1±26,5	289,5±55,7	3,5±0,1
2	16,2±1,2	643,1±4,0	278,7±9,1	99,6±3,6	264,8±2,0	1,5±0,1
3	16,1±1,8	680,5±7,1	409,5±28,6	120,1±5,8	150,9±23,9	1,4±0,32

*Примітка: 1 – бурий гірсько-лісовий ґрунт вологої евтрофної смерекової бучини квасеницевої; 2 – дерново-середньопідзолистий ґрунт вологої мезотрофної грабової діброви ліщиново-зеленчукової; 3 – сірий опідзолений ґрунт вологої евтрофної діброви ліщиново-зеленчукової.

Розподіл енергії за групами гумусових речовин (табл. 1) свідчить про значну акумуляцію енергії гуміновими кислотами, на які припадає 57,0 % енергії органічної речовини ґрунту. Фульвокислоти містять 29,9 % енергії, найменша кількість енергії міститься в нерозчинному залишку (гуміні) – 289,5 $\text{Дж} \cdot \text{г}^{-1}$.

Представлені дані свідчать, що для бурих гірсько-лісових ґрунтів смерекової бучини притаманні значна акумуляція енергії в органічній речовині ґрунту, слабка інтенсивність трансформації енергії та низька якість енергетичних зв'язків.

Для ґрунтів первинних лісових угруповань Передкарпаття притаманна значно вища теплотворна здатність органічної речовини, ніж для буроземів, що пояснюється посиленням інтенсивності потоку енергії та покращенням ефективності її трансформації в лісах рівнинних територій, порівняно з карпатськими лісами. Теплота згорання органічної речовини цих ґрунтів близька за значеннями і змінюються в незначних межах. Так, теплотворна здатність гумусу сірих опідзолених ґрунтів становить 16,1 $\text{кДж} \cdot \text{г}^{-1}$, а дерново-середньопідзолистих – 16,2 $\text{кДж} \cdot \text{г}^{-1}$ гумусу.

Дерново-середньопідзолисті ґрунти Передкарпаття містять в гумусі набагато менше енергії, ніж бурі гірсько-лісові ґрунти Карпат (табл. 1). Малу енергемісткість та низькі запаси енергії цих ґрунтів можна пов'язати із пришвидшенням в рівнинних лісах кругообігу речовини та інтенсивності трансформації енергії, порівняно з екосистемами Карпат.

Розподіл енергії за фракціями гумусових речовин у дерново-підзолистих ґрунтах відбувається таким чином, що найбільше енергії містять гумінові кислоти 278,7 $\text{Дж} \cdot \text{г}^{-1}$ ґрунту енергії, в найменш рухомій групі органічної речовини – гуміні міститься дещо менше енергії (264,8 $\text{Дж} \cdot \text{г}^{-1}$ ґрунту). Найменше енергії містить добре розчинна у воді група – фульвокислот (99,6 $\text{Дж} \cdot \text{г}^{-1}$ ґрунту).

Для сірих опідзолених ґрунтів, як і для дерново-підзолистих, характерний промивний водний режим, який сприяє вимиванню гумусових речовин вниз по профілю, швидкий кругообіг речовин та інтенсивна трансформація енергії [2]. Це зумовлює низький вміст енергії акумульованої в органічній речовині гумусово-елювіального горизонту та низькі її запаси в шарі 0-20 см (табл. 1).

Фракційно-груповий розподіл енергії у сірих лісових ґрунтах вказує на значне її нагромадження в гумінових кислотах, на які припадає близько 60 % усієї енергії, акумульованої органічною речовиною в гумусово-елювіальному горизонті. Значно менша кількість енергії міститься у фульвокислотах (120,1 $\text{Дж} \cdot \text{г}^{-1}$), що пов'язано з високою розчинністю їх у воді та більшою окисленістю порівняно з гуміновими кислотами. У гуміні міститься близько 22 % енергії органічної речовини.

Отримані матеріали свідчать про посилення інтенсифікації трансформації речовини та енергії, зменшення акумуляції енергії та покращення якості енергетичних зв'язків в ґрунтах лісових біогеоценозів Передкарпаття порівняно з лісовими біогеоценозами низько – та середньогір'я Карпат.

Висновки

1. Первинні лісові екосистеми Передкарпаття та Карпат характеризуються значними відмінностями в енергетичних параметрах їх гумусового блоку, що свідчить про зонально-висотну диференціацію ґрунтового покриву регіону.
2. Органічній речовині ґрунтів первинних лісових біогеоценозів Карпат притаманні низька теплотворна здатність (14,6 $\text{кДж} \cdot \text{г}^{-1}$ органічної речовини) та значний вміст акумульованої енергії (2 204,7 $\text{Дж} \cdot \text{г}^{-1}$ ґрунту), значна частина якої припадає на гумінові кислоти.

3. Гумусовий блок лісових екосистем Передкарпаття характеризується середньою теплотворною здатністю (16,1-16,2 $\text{кДж} \cdot \text{г}^{-1}$ органічної речовини) та низьким вмістом енергії (643,1-680,5 $\text{Дж} \cdot \text{г}^{-1}$ ґрунту). Деяка відмінність між органічною речовиною сірих опідзолених та дерново-підзолистих ґрунтів спостерігається лише у розподілі енергії за групами гумусових речовин.

Література

1. Алиев С.А. Биознергетика органического вещества почв. – Баку: Изд-во ЭЛМ, 1973. – 66 с.
2. Голубец М.А., Крок Б.А., Одинак Я.П., Шевчук А.И. Эффективность использования ФАР, воды и минеральных ресурсов лесными и луговыми биогеноценозами Украинских Карпат// Стабильность и продуктивность лесных экосистем. – Тарту, 1985. – С. 31-33.
3. Голубец М.А., Чернобай Ю.Н., Одинак Я.П. Эффективность трансформации энергии подстилки в лесных биогеноценозах Карпат и их предгорий// Стабильность и продуктивность лесных экосистем. – Тарту, 1985. – С. 33-34.

4. Малиновський К.А. Трансформація речовин і енергії// Біологічна продуктивність лучних біогеоценозів субальпійського поясу Карпат. – Київ: Наукова думка, 1974. – С. 219-232.

5. Чорнобай Ю.Н. Энергетика подстилок и почв лесных биогеоценозов Карпат// Закономности развития органического мира и научные основы его использования. – Минск: Наука и техника, 1978. – С. 185-186.

6. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Гумус и почвообразование. – Л.: Наука, 1980. – 221 с.

УДК 630*116 Ст. наук. співроб. В.С. Олійник, канд. с.-г. наук – УкрНДІгірліс

ВОДОРЕГУЛЮЮЧА РОЛЬ ЛІСІВ КАРПАТ ПІД ЧАС КАТАСТРОФІЧНИХ ПАВОДКІВ

Дано оцінку водорегулюючої здатності букових і ялинових лісів. Проаналізовано особливості формування катастрофічних паводків в гірсько-лісових умовах.

Ключові слова: лісистість, деревостани, вирубки, водозбір, опади, паводки, ґрунт.

V.S. Olijnyk

Water regulating role of the Carpathian forest during flood catastrofes

Water regulating capacity of beech and forests has been evaluated. Peculiarities of flood formation in mountain forests have been analyzed.

Key words: forest percentage, stand, felling area, catchments basin, precipitation, flood, soil.

Одним із найбільших природних лих для регіону Карпат є інтенсивна паводкова діяльність, яка час від часу набуває катастрофічного характеру. Водна стихія завдає суттєвих збитків різним галузям господарства. Під час таких паводків затоплюються населені пункти, замулюються сільськогосподарські угіддя, нищаться шляхи сполучення, лінії зв'язку, є людські жертви. Надзвичайно руйнівними були повені на Закарпатті в листопаді 1998 і березні 2001 рр. Тому відомий теоретичний і практичний інтерес викликає питання ролі лісу в запобіганні стихії. Літературні дані в цьому відношенні неоднозначні. Так, гідрологічні публікації [2,4] свідчать, що руйнівні паводки притаманні режиму річкового стоку і формуються під впливом гідрометеорологічної ситуації, яка підсилюється гірським рельєфом. На думку екологів [1,3], катастрофічність паводків зумовлюється нерациональною господарською діяльністю, передусім змінами в рослинному покриві та рубанням лісу. Для з'ясування цього питання нами проаналізовано показники водоутримуючої і паводкорегулюючої ролі ялинових і букових лісів та їх вирубок, процент лісистості і структуру лісового покриву річкових басейнів, а також гідрометеорологічні характеристики найбільших паводків останніх десятиліть, які формувались в басейнах рр. Дністер і Прут (червень 1969 р.) та р. Тиси (листопад 1998 і березень 2001 рр.). Гідрологічні показники лісу і вирубок отримані під час експериментальних досліджень на стаціонарах УкрНДІгірліс "Хрипелів" і "Свалява" за методикою, наведеною в роботі [5], характе-

ристики лісових угідь річкових басейнів визначались за лісовпорядними матеріалами, а паводкового стоку – за даними гідрометеослужби та публікації [4].

Насамперед зазначимо деякі особливості виникнення катастрофічних паводків в гірсько-лісових умовах. Аналіз їх хронології [4, 8] в ув'язці із господарським освоєнням лісових екосистем [6] показує, що водна стихія проявлялась як в часи, коли в Карпатах ще домінували праліси (паводки 1164 і 1230 рр.), так і під час трансформації лісових площ у сільгоспугіддя (паводки 1649, 1668, 1700, 1730 рр.) та останні півтора століття інтенсивної експлуатації гірських лісів і перетворення їх структури (паводки 1864, 1911, 1927, 1941, 1947, 1957, 1969, 1998, 2001 рр.).

Катастрофічні паводки, як правило, формуються при зливових дощах величиною понад 120-150 мм, а іноді і 100 мм [2, 4]. Аналіз гідрометеорологічних даних свідчить, що на північно-східному мегахилі Карпат (гірські водозбори басейнів рік Дністра і Пруту) екстремальні опади, які викликають водну стихію, переважно приурочені до теплого сезону року. Найбільші паводки тут літні, зливові. Вони пересічно у 2,7 раза бурхливіші від зимовесняних паводків. На протилежному, південно-західному мегахилі (гірська частина басейну р. Тиси) максимальні дощі найчастіше випадають в холодний сезон. Вони супроводжуються руйнуванням снігового покриву, що інтенсифікує стік води. Тому найбільші паводки тут зимові, тало-дошового походження. Вони майже у 1,5 раза інтенсивніші від паводків теплого сезону. Осередки зливових дощів здебільшого концентруються у верхів'ях рік Свічі, Лімниці, Бистриці Солотвинської, Бистриці Надвірнянської і Пруту на північно-східному мегахилі та Тересви, Терєблі, Ріки і Боржави на південно-західному мегахилі, басейни яких характеризуються досить високою лісистістю – 70-85 %.

Дослідження на лісогідрологічних стаціонарах свідчать, що паводкорегулююча роль лісу значною мірою зумовлюється водоакумулюючою здатністю лісового намету, підстилки і ґрунту. Під час дощів максимальне перехоплення вологи кронами деревостанів становить: в ялиновому поясі до 10-13 мм, а в буковому – до 8-9 мм за наявності листя і 2-3 мм при його відсутності. Вологоємність лісової підстилки змінюється від 2-3 мм в букових деревостанах до 3-5 мм в ялинових. Найбільші водоакумулюючі властивості мають ґрунти. У довготривалі сухі сезони у поясі букових лісів вони можуть сягати 130-150 мм [7], а у поясі ялинових – 60-70 мм. Однак під час частих дощів ця здатність ґрунту зменшується у 5-10 разів. Тому в букових лісах паводки починають формуватися, як правило, при опадах величиною понад 25-30 мм, а в ялинових – 20-25 мм (в збіднених лісорослинних умовах це явище можливе та у дощі величиною 15 мм). Найкраще регулюють вологу деревостани віком понад 40 років, гірше – молодняки. Суцільні рубки знижують цю функцію лісу у 1,5-2 рази. Вкрай низькі гідрологічні властивості польових угідь. Тут паводковий стік може утворюватись при опадах величиною всього 10 мм. Такі закономірності мають суттєве значення під час випадання невеликих паводкоформуючих дощів (40-80 мм), коли обсяги стоку на лісових водозборах можуть бути у 2-3 рази менші, ніж на польових.