

УДК 504.73:581.526.42:574.3+58.03

Вишенська І. Г., Дідух Я. П., Скіданова А. А., Альошкіна У. М.

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАПАСУ ЛІСОВОЇ ПІДСТИЛКИ ХВОЙНИХ ТА ЛИСТЯНИХ ТИПІВ ФІТОЦЕНОЗІВ

Проведено дослідження процесів накопичення та трансформації енергії у лісових підстилках на модельних ділянках соснового і дубового типів лісів. Підстилка соснового фітоценозу мала значно вищий запас органічної речовини порівняно з дубовим фітоценозом. Показано суттєві відмінності у розподілі органічної речовини в окремих компонентах підстилки та у характері процесів її деградації. Обговорено роль енергетичного запасу підстилки у підтриманні стабільності лісових фітоценозів.

Вступ

Енергія, що міститься у біомасі лісу, є важливим показником його продукційної ефективності. Розподіл енергетичних запасів в компонентах лісової екосистеми є специфічним для кожного типу лісу та відображає його стан. Важливу роль у функціонуванні екосистеми лісу відіграє лісова підстилка, яку виділяють у особливий біогеоценологічний компонент [9]. Вона забезпечує постійний зв'язок у системі «рослинність-грунт». У підстилці виділяють опад – листя, хвою, гілки, плоди, кору, трав'яний опад тощо, тобто відмерлі частини поточного року, які зберігають форму живих частин органів, та детрит, під яким ми розуміємо всі напіврозкладені частини компонентів опаду, що втратили цілісну форму, перебувають на поверхні ґрунту та становлять собою перехідну ланку від опаду до ґрунту. Співвідношення між запасами різних компонентів підстилки важливе для розуміння процесів динаміки розкладання підстилки.

Тип лісу, а саме – склад деревостану, його вік, повнота, щільність зростання, наявність підліска та чагарників, місцезнаходження та продуктивність відіграють переважну роль у формуванні запасів підстилки [12]. Окрім того, запас підстилки залежить від кліматичних факторів, мікробіологічного та зоологічного компонентів. Запас підстилки в певний момент є результатом балансу двох протилежно спрямованих процесів – накопичення кількості органічних решток на поверхні ґрунту за рахунок опадання та деградації фітомаси з подальшим переходом ор-

ганічних та мінеральних речовин до складу ґрунту. Лісова рослинність України представлена широколистяними та хвойними лісами, що суттєво різняться за характером функціонування, тому у них відмінні темпи надходження опаду: в хвойних лісах опадання хвої відбувається приблизно рівномірно протягом усього року, а у листяних лісах практично увесь листяний опад потрапляє у підстилку за осінній період, починаючи з другої половини вересня [12]. Інтенсивність розкладання підстилки також є різною у хвойних та широколистяних лісах.

За швидкістю розкладання виділяють в опаді дві фракції – активну та неактивну. До активної належить хвоя, листя дерев та трав, брунькова луска; до неактивної – гілки, шишки (плоди), кора. В структурі опаду лісів переважає активна фракція, яка становить понад 65 % від загальної маси [1]. За іншими літературними даними [3], листовий опад становить 30–35 ц/га, а в окремих місцях досягає до 60 ц/га, що складає 30–60 % від повного опаду в лісах.

Разом з тим активна фракція характеризується різною інтенсивністю розкладу. За даними Я. П. Дідуха [3], в соснових лісах підстилка розкладається дуже повільно – до 7 років, тому її потужність порівняно з широколистяними лісами вища, а запаси протягом року мають незначні коливання. На відміну від хвойних, у листяних лісах сезонна трансформація енергії характеризується набагато вищим градієнтом змін і дуже залежить від типу лісу. Баланс енергозапасів у неморальних лісах характеризується значно більшими сезонними коливаннями, ніж у лісах

бореального типу [2]. Підтвердженням сказаного є результат дослідження, проведеного П. І. Лакідою [6], який показав, що запаси опадів в листяних лісах набагато нижчі, ніж у хвойних, і його нагромадження та розклад відбувається за іншою схемою.

У лісовій біогеоценології підстилка розглядається як самостійний біогоризонт, що виконує роль посередника у взаємозв'язках між фітоценозом і ґрунтом. Вона накопичує в своїй біомасі величезну кількість органічних, зольних речовин і азоту, завдяки цій властивості запасати всі необхідні для функціонування екосистеми речовини вона отримала назву «комори» лісу [5]. У процесі розкладу лісова підстилка постачає елементи живлення рослинам, а також є основним джерелом живлення мікроорганізмів і більшості видів тварин, що формують цілісну екосистему [5].

Показники трансформації лісової підстилки і, зокрема, швидкість розкладання мертвої органічної речовини підстилки може слугувати критерієм, що визначає стійкість біогеоценозу і дає змогу визначити якісні та кількісні показники малого біотичного кругообігу.

Об'єкт та методика досліджень

Дослідження формування енергозапасу та його трансформації у підстилці проводили на двох розташованих у зеленій зоні міста Києва модельних ділянках, що представляють різні типи лісів, характерних для лісової зони України. Одна з ділянок – штучні насадження соснового лісу віком понад 60 років у кв. 22 Конча-Заспівського лісництва. Посадки створені на потужних покладах піску, що формують гряди до 20 м заввишки, до 100 метрів завширшки з незначними депресіями та пологими схилами. Гряда тягнеться у північно-південному напрямку і являє собою борову терасу річки Дніпро. У зв'язку з тим, що ґрунтові води залягають глибоко, то в бідних вологодефіцитних сухих умовах формуються приховано-підзолисті ґрунти з погано виявленими ґрунтовими горизонтами. За таких умов деревостан формує виключно сосна, чагарниковий і мохово-трав'яний ярус розвинуті слабо і значної ролі не відіграють. Угруповання належать асоціації *Dicrano-Pinetum* (союз *Dicrano-Pinion* кл. *Vaccinio-Piceetea*). Це найбільш бідні та сухі ліси в межах цього регіону, що представляють собою крайній ряд.

Інша модельна ділянка розташована в кв. 12 цього ж лісництва в заплаві річки Сіверки на невисокому піщаному підвищенні – залишку борової тераси Дніпра, що має назву «Острів Великий». Тут формуються дерново-підзолисті кислі ґрунти, а рослинність представлена дубовими

лісами, що належать до асоціації кл. *Quercetea robori-petraeae*. На відміну від попередніх, вони природного походження. Високі (понад 20 м) деревостани дуба мають вік понад 100 років, а другий ярус формують інші листяні породи (ясен, клен гостролистий і татарник, липи). Чагарниковий ярус досить розвинутий і створений ліщиною, трав'яний покрив розріджений.

На моніторингових ділянках підстилку досліджували з весни до осені 2008 року. Згідно з методикою Родина, Ремезова та Базилевич [10], проби відбирали з чотирьох ділянок 50 на 50 см щомісяця з березня по листопад і розбирали на основні компоненти: гілки та кора, власне опад (листя або хвоя), плоди (шишки чи жолуді) та детрит. Для кожного компонента визначали вміст сухої органічної речовини. Отримані дані про кількість органічної речовини розраховували на 1 м² площі лісу та перераховували в одиниці енергії у співвідношенні: 1 г сухої органічної речовини дорівнює 18 кДж. Методом відмочування було з'ясовано, що 70 % маси проби детриту становить ґрунт, тому для оцінки енергетичного запасу детриту вводили поправку і враховували лише органічну частину детриту.

Результати дослідження та їх обговорення

Проведені порівняльні дослідження органічної речовини у підстилках дубового та соснового лісу показали у 2 рази вищий рівень акумуляції органіки підстилкою соснового фітоценозу протягом всього періоду, яка у середньому становила 25,2 т/га, дубового – 14 т/га. Отримані дані добре корелюють з результатами досліджень інших авторів. Так, за даними Д. Г. Замолодчикова [4], маса підстилки у хвойних лісах коливається від 10 до 35 т/га (хвоя від 3,7–5 т до 13,7–50,5 т/га) [7], а в листяних – 5–15 т/га (листя – 3–4 т/га) [9]. У світовому атласі [11] цей показник для хвойних лісів становить 25–50 т/га, для листяних – 12,5–25 т/га.

Разом з тим, значення енергетичного запасу підстилки коливається протягом сезону для соснового лісу від 39176,8 до 45966,98 кДж/м², а середнє значення щомісяця становило 45322,36 кДж/м². За оцінками Н.І. Базилевич та Л. Є. Родина [9] для хвойних лісів воно в середньому складає 36000 кДж/м². Енергетичний запас підстилки дубового лісу був майже вдвічі нижчим і суттєво збільшився від 19899,6 весною до 31922,98 кДж/м² восени. Для листяних лісів, за оцінками Н. І. Базилевич та Л. Є. Родина [9], він дорівнює 19000 кДж/м². При цьому максимальний запас енергії у підстилці у сосновому лісі спостерігається в літній період, а потім знижується, а у дубовому він наростає, досягаючи

максимуму в кінці вегетаційного періоду, що пов'язане з осіннім листопадом.

За результатами досліджень В. І. Парпана [8], під час визначення річного опаду, його фракційного складу і динаміки у Поліських лісах вага відмерлої рослинної маси, її фракційна структура залежать від структури фітоценозу та типу лісорослинних умов, віку деревостану тощо. Величина річного опаду в дубняках коливається 44,8–45,3 ц/га, в той час, як у 110-літньому лісі з добре розвинутим ярусом чагарників вона становить 63,9 ц/га. В соснових лісах цей показник був 51,4–59,0 ц/га [8], а у нас він нижчий – 37,2 ц/га, що цілком закономірно, оскільки наші ліси є значно сушішими і біднішими.

Більшість дослідників відзначають, що основну масу в річному опаді складає опад листя (хвої). На компоненти активної фракції (бруньки, луски, квітки, насіння) в річному опаді припадає 0,5–3,5 %. Маса наземного трав'яного опаду коливається від 0,4 до 2,6 ц/га і залежить від типу лісорослинних умов та екологічної структури деревостану [8].

За даними Я. П. Дідуха та С. О. Гаврилова, у структурі підстилки широколистяного лісу найбільшу питому частку складає її активна (листя, детрит) фракція (66–71 %), решту енергопотенціалу становить неактивна (інертна) фракція; у сосновому лісі активна фракція дорівнює 67–69 %, гілки – 14–17% та шишки – 15–19 % [2].

Загальна структура лісової підстилки досліджуваних нами ділянок була досить подібна. Активна фракція листяного лісу становила 76,0 %, соснового – 72,6 %. Проте протягом вегетаційного сезону ці показники суттєво змінювалися щодо середнього значення. Співвідношення енергетичного запасу окремих компонентів лі-

сової підстилки представлені на діаграмах (рис. 1–4).

Частка детриту в підстилці обох фітоценозів усереднено протягом вегетаційного сезону становила близько 40 %. У той же час, загальний запас енергії цього компонента у сосновому лісі протягом весняного і літнього періодів 2008 року більш ніж удвічі перевищував енергетичні запаси детриту дубового лісу. Лише в осінній період 2008 року, для якого були характерні високі значення вологості і температури, у підстилці соснового лісу спостерігалась швидка мінералізація детриту при відносно повільному розкладанні опаду хвої. Такі кліматичні умови в дубовому лісі навпаки сприяли прискоренню розкладання опалого листя і відмерлої маси трав'янистих рослин до детриту, в результаті чого частка цієї складової підстилки суттєво зростає, а енергетичний запас наблизився до показників соснового лісу (табл. 1, 2).

Опад листя в підстилці протягом вегетаційного сезону був вищим в дубовому фітоценозі. При цьому за енергетичним потенціалом ця складова наростала протягом року, але свого піку в осінньому періоді не досягла. Навесні в підстилці було ще листя дуба, що опадало протягом зими. В червні-липні запас підстилки в дубовому лісі дещо зріс, що ймовірно пов'язане з відпадом суцвіть, лусок після зимового періоду та відмиранням ранньовесняних трав'янистих рослин.

Частка опаду гілок в дубовому фітоценозі удвічі перевищувала цей показник соснового лісу. Пояснюється це тим, що у старому (наш 110 років) лісі показник відпадних компонентів значно вищий, ніж у молодих 60-літніх соснових лісах. Як видно, після 120 років відпад у лісах перевищує приріст соми за рахунок відмирання

Таблиця 1. Енергетичний запас складових лісової підстилки соснового фітоценозу

Період	Весна		Літо		Осінь		В середньому 2008	
	Маса(г)	кДж	Маса(г)	кДж	Маса(г)	кДж	Маса(г)	кДж
Гілки	285,27	5134,88	312,53	5625,52	341,23	6142,06	313,01	5634,15
Плоди	357,54	6435,78	476,04	8568,69	300,49	5408,85	378,02	6804,44
Листя	615,50	11079,00	708,73	12757,11	1144,68	20604,18	822,97	14813,43
Детрит	918,17	16527,15	1328,05	23904,96	767,33	13811,88	1004,52	18081,33
Разом на 1м ²	2176,49	39176,81	2825,35	50856,28	2553,72	45966,98	2518,52	45333,36

Таблиця 2. Енергетичний запас складових лісової підстилки дубового фітоценозу

Період	Весна		Літо		Осінь		В середньому 2008	
	Маса(г)	кДж	Маса(г)	кДж	Маса(г)	кДж	Маса(г)	кДж
Гілки	290,93	5236,65	417,73	7519,21	279,74	5035,29	329,47	5930,38
Плоди	0,00	0,00	9,69	174,43	42,58	766,35	17,42	313,60
Листя	382,69	6888,39	551,35	9924,33	605,74	10903,34	513,26	9238,69
Детрит	431,92	7774,56	512,25	9220,59	806,50	14516,99	583,56	10504,05
Разом на 1м ²	1105,53	19899,60	1491,03	26838,55	1734,55	31221,98	1443,71	25986,71

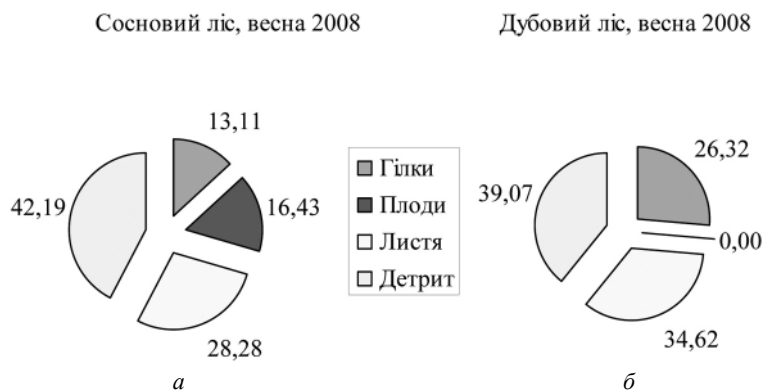


Рис. 1. Співвідношення енергетичного запасу (%) компонентів лісової підстилки *a* – соснового та *б* – дубового фітоценозів у весняний період 2008 р.

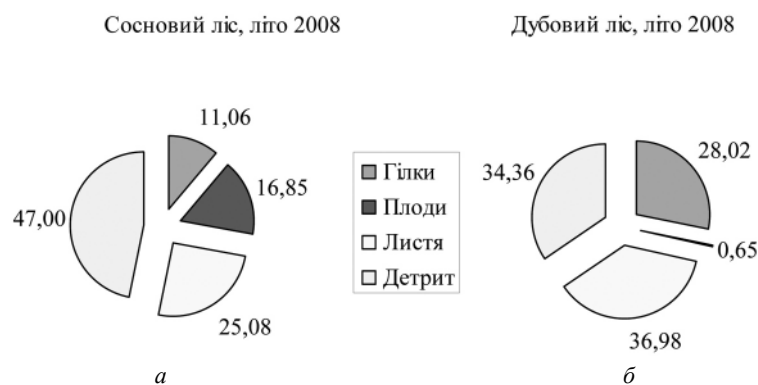


Рис. 2. Співвідношення енергетичного запасу (%) компонентів лісової підстилки *a* – соснового та *б* – дубового фітоценозів у літній період 2008 р.

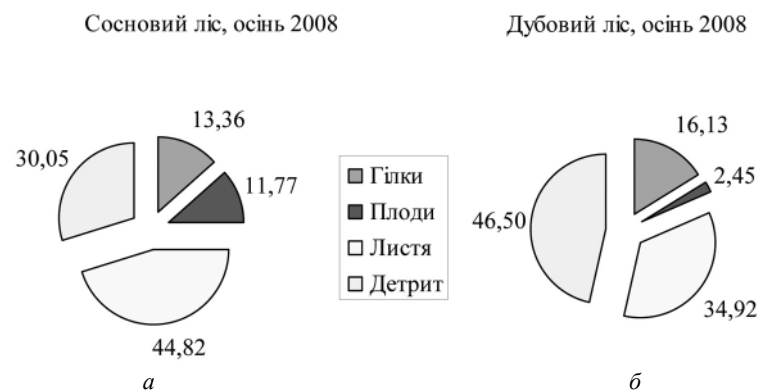


Рис. 3. Співвідношення енергетичного запасу (%) компонентів лісової підстилки *a* – соснового та *б* – дубового фітоценозів в осінній період 2008 р.

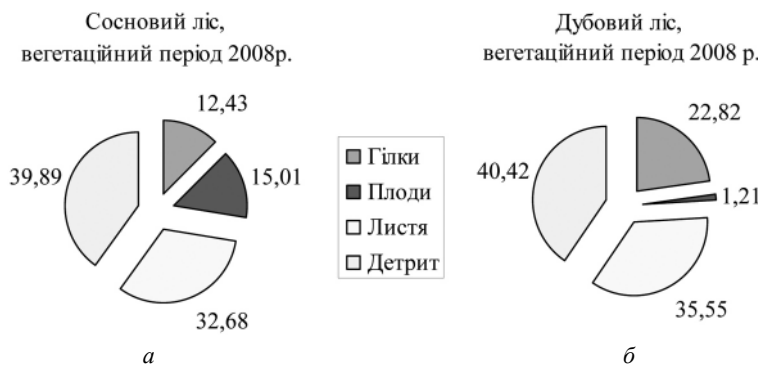


Рис. 4. Співвідношення енергетичного запасу (%) компонентів лісової підстилки *a* – соснового та *б* – дубового фітоценозів у вегетаційний період 2008 р.

гілок, кори тощо. Надходження гілок і кори найінтенсивніше проходило в літній період в обох фітоценозах, що було зумовлено, головним чином, погодними умовами.

Частка плодів у підстилці дубового лісу протягом всього вегетаційного періоду була дуже незначною. Кількість жолудів зростала від літа до осені, але на їх частку припадало не більше 2,45 % підстилки, що може бути пояснено швидким їх виїданням тваринами. Шишки в підстилці соснового лісу містились протягом усього року і становили в середньому 15 % енергетичного потенціалу підстилки, оскільки вони розкладаються дуже повільно і не є продуктом харчування копитних.

Аналогічну тенденцію до зростання кількості опадів насіння від весни (квітень – 9,7 г, $0,19 \cdot 10^6$ Дж/м²) до осені (жовтень – 38,16 г або $0,76 \cdot 10^6$ Дж/м²) спостерігав П. І. Лакида [6].

Таким чином, проведене дослідження показало значні відмінності у складі та характері формування лісової підстилки листяних та хвой-

них фітоценозів. Серед цих відмінностей в першу чергу слід відзначити:

- більший запас органічної речовини та запас енергії в лісовій підстилці соснового фітоценозу;
- постійно високу частку енергетичного потенціалу детриту в сосновому лісі;
- незначну частку плодів у підстилці дубового лісу як результат активного їх виїдання консументами.

Загалом, проведене дослідження показало, попри відмінності, постійне надходження органіки до лісової підстилки листяних і хвойних фітоценозів, що підтверджує роль енергетичного запасу лісової підстилки як важливого елемента енергетичних потоків у лісових екосистемах і підтримці їх стабільності.

Робота виконувалася в рамках наукового проекту Державного Фонду фундаментальних досліджень МОН України № Ф 25.6/077 «Визначення показників енергетичних потоків для різних типів лісових екосистем».

1. Бобкова К. С. Роль лесной подстилки в функционировании хвойных экосистем Европейского Севера / К. С. Бобкова // НИИ-Природа Национальный портал «Природа России», 2000. – 4 с. <http://www.priroda.ru/lib/detail.php?ID=5080>
2. Дідух Я. П., Гаврилов С. О. Динаміка запасу та енергетичного потенціалу підстилки лісових екосистем за період вегетації 2007 р. (на прикладі модельних ділянок заказника «Лісники», м.Київ) / Я. П. Дідух, С. О. Гаврилов // Укр. Фітоценолог. збірник. – Сер. С. – К., 2007. – С.19–26.
3. Дідух Я. П. Теоретичні підходи до створення класифікації екосистем / Я. П. Дідух // Укр. фітоценолог. зб., Сер. С. – 2005. – Вип. 23. – С. 3–15.
4. Замолодчиков Д. Г. Оценка биосферной роли бореальных и арктических экосистем России в связи с изменением климата и антропогенным воздействием / Д. Г. Замолодчиков // Вестник ЦЭПЛ РАН, 2007 г. – 35 с. <http://www.cepl.rssi.ru/documents/zamolod2.pdf>
5. Зонн С. В. Роль опада и подстилки в изменении лесных почв / С. В. Зонн // Влияние леса на почвы. М.: Изд-во АН СССР, 1954. – С. 70–103
6. Лакида П. І. Фітомаса лісів України / П. І. Лакида. – Тернопіль, 2002. – 254 с.
7. Мякушко В. К. Сосновые леса равнинной части УССР / В. К. Мякушко. – Киев: Наук. думка, 1978. – 256 с.
8. Парпан В. І. Опад, лесная подстилка и биокруговорот химических элементов в культурных лесных биогеоценозах Малого Полесья УССР: автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. биол. Наук / В. І. Парпан. – Днепропетровск, 1977. – 21 с.
9. Родин Л. Е., Базилевич Л. Н. Динамика органического вещества и биологический в основных типах растительности / Л. Е. Родин, Л. Н. Базилевич. – М. – Л.: Наука, 1965. – 253 с.
10. Родин Л. Е., Ремезов Л. П., Базилевич Н. И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах / Л. Е. Родин, Л. П. Ремезов, Н. И. Базилевич. – Ленинград: Наука, 1967. – 145 с.
11. Физико-географический атлас мира. – М., 1964. – 298 с.
12. Чорнобай Ю.М. Трансформація рослинного детриту в природних екосистемах / Ю.М. Чорнобай. – Львів: ДЛМ НАН України, 2000. – 352 с.

I. G. Vyshenska, Ya. P. Didukh, A. A. Skidanova, U. M. Alioshkina

COMPARATIVE STUDY OF THE FOREST BEDDING ENERGY STORAGE OF CONIFEROUS AND DECIDUOUS PHYTOCENOSIS

The estimation of the energy storage of the debris layer on two model plots of coniferous and deciduous forests has been conducted during spring-autumn season 2008. Marked difference in organic matter distribution and transformation in the debris layers has been shown. Energy potential of the debris layer in coniferous forest was permanently higher than in deciduous forest. The role of debris layer energy stock in maintaining of phytocenosis stability was discussed.