

УДК 551.5: 634.0

М.М. Гринчак, Г.В. Полив'яна

АНТРОПОГЕННА ТРАНСФОРМАЦІЯ РОСЛИННОГО ПОКРИВУ І РАДІАЦІЙНИЙ БАЛАНС ТЕПЛА БАСЕЙНОВИХ ЕКОСИСТЕМ СХІДНИХ БЕСКИДІВ

Гринчак Н.М., Полив'яна Г.В. Антропогенная трансформация растительного покрова и радиационный баланс тепла бассейновых экосистем Восточных Бескид // Науч. зап. Гос. природоведч. музея. – Львов, 2009. – 25. – С. 85-90.

Приведены результаты анализа поступления и использования солнечной энергии первичным и современным растительным покровом бассейновых экосистем региона Восточных Бескид. Установлено, что современные изменения в растительном покрове сопровождаются уменьшением использования им энергии Солнца. В структуре радиационного баланса происходит перераспределение использования тепла в направлении уменьшения его участия в суммарном испарении и увеличения – в теплообменных процессах с атмосферой.

Hrynchak M.M., Polivjana G.V. The impact of anthropogenous transformation of the vegetation cover onto radiation warmth balance in river basin ecosystems of East Beskyd range // Proc. of State Nat. Hist. Museum. – Lviv, 2009. – 25. – P. 85-90.

The analysis of receipt and consumption of solar energy is given for primary and contemporary vegetation cover within river basin ecosystems. It is determined that the present changes in vegetation cover are caused an decrease of solar energy consumption. There is redistribution of warmth consumption in radiation balance structure descends in the way of decreasing of its part in total evaporation as well as increasing it in thermal exchange processes with atmosphere.

Основними факторами формування як широтної, так і висотної (в гірських системах) структури рослинного покриву є радіаційний баланс, багатство ґрунту та зволоженість території. У первинному біогеоценотичному покриві басейнових екосистем Східних Бескидів домінував лісовий покрив екологічно збалансованого видового складу деревних порід, повноти, запасів фітомаси, продуктивності й такої структурно-функціональної організації, що забезпечувала максимальне використання речовинно-енергетичних ресурсів середовища. В процесі еволюції змінювалися структура і функції цього покриву, що, насамперед, виявлялося в оптимізації взаємозв'язків з атмосферою й ґрунтом, підвищенні його регулятивних і стабілізуючих функцій в обмінних процесах. За сучасного рівня освоєності цієї території, де на місці функціонально збалансованих лісових екосистем з'явилися монокультурні агроценози, луки, пасовища, сільська та міська забудови, дорожня мережа тощо, втрачається здатність біогеопокриву в потрібному обсязі виконувати ці функції.

Метою роботи є порівняння рівня використання потенційних енергоресурсів та їх змін в одних і тих самих місцях за антропогенної трансформації рослинного компонента екосистем.

Матеріал і методика досліджень

Розрахунок надходження сумарної сонячної радіації на водозбори, з урахуванням середньої висоти й крутизни схилів і співвідношення їх експозицій, проводили з

використанням літературних джерел [1, 12]. Обчислення радіаційного балансу угруповань та його складових виконували за методиками Н.І. Руднева [11] та інших дослідників [3, 4, 7-10].

Основною частиною сонячної енергії, яка визначає теплообмін діяльного шару поверхні з атмосферою, є радіаційний баланс екосистем. Він не лише визначає, але й лімітує променевий теплообмін між землею поверхнею та атмосферою та є основним кліматотвірним фактором. Радіаційний баланс – це та частина поглинутої короткохвильової сонячної радіації, яка використовується на тепло- та водообмінні процеси в екосистемі й складається з чотирьох параметрів, пов'язаних між собою співвідношенням:

$$R=B+P+LE,$$

де R – радіаційний баланс; B – теплообмін у діяльному шарі, разом із ґрунтом; P – турбулентний теплообмін з атмосферою; LE – витрати тепла на сумарне випаровування (L – теплота пароутворення).

Основною за величиною, витратною частиною балансу є використання тепла на сумарне випаровування. В рівнинних хвойних лісах на випаровування витрачається 65-68%, а в листяних – до 97% тепла радіаційного балансу. В умовах Карпат, залежно від зімкнутості крон, цей показник відповідно становить 66,7-77,4% і 83,5–89,7%, а частка продуктивного випаровування (транспірація) – 48-60% і 62-69% від сумарного випаровування за вегетаційний період. Лучні угруповання Українських Карпат використовують на сумарне випаровування 58,6-70,2% енергії балансу. В степових угрупованнях цей показник зростає до 78%. Співвідношення транспірації до сумарного випаровування в лучних ценозах становить 0,36-0,41. На землях сільськогосподарського вжитку (ярий ячмінь, буряк, парове поле) частка сумарного випаровування дорівнює 65-44% радіаційного балансу, а транспірація, залежно від внесення добрив, – від 35 до 47% сумарного випаровування.

Корінний лісорослинний покрив регіону дослідження охарактеризовано за картосхемою первинного рослинного покриву Українських Карпат [2, 4], а сучасний біогеопокрив – на основі опрацювання таксаційних матеріалів лісництв і матеріалів землевпорядкування сільських і селищних Рад, територіально розташованих у межах водозборів.

Запас фітомаси корінних угруповань визначено за таксаційними описами деревостанів, що за породним і віковим складом та будовою ярусів відображають специфіку клімаксових чи умовно клімаксових лісів. Вираховування показників морфометричної будови водозборів проведено за допомогою географічних інформаційних систем.

Польові дослідження проведені у басейнових екосистемах, що знаходяться у верхів'ях рік Рибник, Славська, Завадка та Яблунька, які характеризуються різною величиною водозбірної площі (від 76,3 до 138 км²), середньою висотою над рівнем моря (від 682 до 845 м), середньою крутизною схилів (від 7,1° до 17,4°), співвідношенням південних/північних експозицій (від 1,09 до 0,86) тощо (табл. 1).

Результати досліджень і їх обговорення

Корінний покрив водозборів, за нашими розрахунками, формували складні багатоярусні (2-3, іноді 4 яруси) різні за віковим спектром лісові ценози з домінуванням у деревостані бука лісового та ялиці білої, а в басейні річки Яблунька – ялиці білої та бука лісового. Лісові екосистеми займали до 99,7% площі водозборів, решта 0,3% – це поверхневі води (струмки, потічки, ріки). У вологих мезотрофних умовах корінні ліси були різновисотними, складної фітоценотичної структури, із повнотою 0,9-1,0, запасом стовбурової деревини 720-770 м³·га⁻¹, з надземною фітомасою 376-384 т·га⁻¹ і продуктивністю надземної фітомаси 11,75-15,45 т·га⁻¹ (абсолютно сухої маси)¹.

Таблиця 1

Морфометрична характеристика басейнових екосистем у Східних Бескидах

Показник	Басейни			
	р. Славська	р. Завадка	р. Яблунька	р. Рибник
Площа, га	7 630	10 000	13 600	13 800
Перепад висот, м	593-1285	622-1176	548-932	487-1212
Середня висота над р.м., м	845	824	682	843
Співвідношення площ $\frac{Пд}{Пн}$ експ.	0.92	1.09	0.96	0.86
Середня крутизна схилів, °	13.0	10.7	7.1	17.4
Лісистість водозбору, %	63,3	61,9	34,6	89,9
Розораність, %	9,9	14,6	23,0	1,0

У сучасному лісовому покриві, площа якого зменшилася до 89,9% у водозборі р. Рибник і 34,6% – у р. Яблунька, спостерігається спрощення вертикальної фітоценотичної структури унаслідок створення одновікових лісових культур. Суттєвих змін зазнала горизонтальна структура покриву – на місці мішаних букових і ялицевих лісів ростуть переважно чисті смерекові угруповання. Найменших змін зазнав водозбір р. Рибник, де частка чистих смерекових лісів становить 4,3% лісової площі, тоді як у водозборах рік Завадка і Яблунька вона відповідно сягає 39,4 і 44,0%, й у водозборі р. Славська – 65,3%. Повнота сучасних деревостанів є значно нижчою і в середньому становить 0,63 для завадківського і яблуньківського басейнів та 0,75 для славського і рибниківського. За віком переважають молодняки і середньовікові угруповання. Також у сучасних лісостанах меншими є запаси стовбурової і надземної фітомаси – в 1,8 і 2,3 разу відповідно для басейнових екосистем рік Рибник і Славська та в 3,2 і 4,4 разу – для рік Завадка і Яблунька. Показники продуктивності надземної фітомаси зменшилися, відповідно в 1,1 і 1,5 та 1,9 і 2,4 разу порівняно з корінними угрупованнями.

¹ Продуктивність розрахована за графіками ходу росту та статистичних даних про врожайність сільськогосподарських культур

У сучасному біогеопокритті трьох басейнових екосистем значні площі (31,6-54,3%) перебувають у сільськогосподарському вжитку (рілля, пасовища, сіножаті, сади); за цим показником найменш трансформованим є басейн р. Рибник (табл. 2).

Таблиця 2

**Сучасна структура біогеоценологічного покриття басейнових екосистем
(над ризикою – га, під ризикою – %)**

Басейн	Загальна площа	Ліси	Рілля	Пасовища	Сіножаті	Сади	Забудова	Води	Дороги	Інші
р. Славська – смт. Славське	7630 100	4830 63,30	756 9,9	1024 13,4	624 8,2	5 0,1	71 0,9	41 0,5	100 1,3	179 2,4
р. Завадка – с. Риків	10000 100	6190 61,9	1462 14,6	1107 11,1	768 7,7	9 0,1	145 1,4	50 0,5	68 0,7	201 2,0
р. Яблунька – м. Турка	13600 100	4700 34,6	3120 23,0	3051 22,4	1161 8,5	56 0,4	617 4,5	71 0,5	197 1,4	627 4,7
р. Рибник – с. Майдан	13800 100	12390 89,9	145 1,0	281 2,0	107 0,8	6 0,0	33 0,2	135 1,0	42 0,3	661 4,8

Значна частина площі басейнів або вилучена з продукційного процесу – забудови, транспортні шляхи (0,5-5,9%), або представлена малопродуктивними вгіддями – ярами, болотами, трасами електро-, газо-, нафтопроводів тощо (2,0-4,7%). Збільшилася площа поверхневих водойм унаслідок створення ставків, озер та ерозійних процесів.

Порівняльний аналіз корінного і сучасного біогеопокриттів показав, що за період його антропогенної трансформації відбулося зменшення запасів фітомаси на одиницю площі в басейні р. Яблунька в 11 разів, р. Завадка – в 5, рік Славська і Рибник – відповідно в 3,9 і 1,9 рази, а продуктивності – у 2,7; 2,1; 1,8 і 1,3 рази відповідно по басейнах.

За теплий період року (V-X місяці) до діяльної поверхні водозборів надходить 2579-2731 МДж·м⁻² інтегрованої сонячної енергії, що сягає 60,8-61,8% від максимально можливого, або з урахуванням висоти, крутизни та експозиції схилів – 98,2-100,4% від сумарного поступлення на горизонтальну поверхню. Значна частина сонячної радіації внаслідок різної відбивної здатності поверхонь (альbedo) покидає басейнові екосистеми довгохвильовим випромінюванням в атмосферу. У корінному покритті, який формували мішані лісові багатоярусні ценози із значною шорсткватістю поверхні крони, альbedo становило 10,5-11,3% сумарного приходу. У сучасному покритті альbedo поверхонь становить 15,6% у залісненому басейні р. Рибник, 19,1-20,2% – у середньолісистих басейнах (ріки Славська і Завадка) і 24,9 – у малозалісненому басейні р. Яблунька. Таким чином, поглинання променевої енергії Сонця корінним покритвом становило 88,7-89,5% від сумарного її надходження, а сучасним – зменшилося до 84,4-75,3% (табл. 3).

У корінному покритті басейнових екосистем, за різного співвідношення в ньому листяних і хвойних порід, радіаційний баланс становив 61,3-64,7% сумарної радіації, тоді як у сучасному зменшився, залежно від ступеня його трансформованості, на 3,5-12,3%. Частка балансу, яка використовується на приріст і сумарне випаровування в

первинному покриві, сягала 76,0-78,3%. У сучасному покриві цей показник зменшився на 3,2% у малозміненому (за лісистістю) покриві р. Рибник, середньолісистих – на 7,1-7,3% і в найбільш трансформованому р. Яблуньки – на 16,4%. На транспірацію корінний покрив використовував 789-857 МДж·м⁻², або 61,5-63,7% сумарного випаровування. Враховуючи транспіраційні коефіцієнти [5], продуктивність надземної фітомаси цього покриву становила від 1,28 кг·м⁻² (р. Рибник), 1,31 і 1,37 (відповідно ріки Славська і Завадка) до 1,40 кг·м⁻² (р. Яблунька). У сучасних лісах використання енергії на продуктивне випаровування зменшується в 1,3-1,5 рази і становить 637-583 МДж·м⁻². У зв'язку з цим зменшується їх річна продуктивність – в басейні р.Рибник вона становить 1,11 кг·м⁻², рік Славська і Завадка – 0,86 і 0,85 та р. Яблунька – 0,79 кг·м⁻².

Таблиця 3

Радіаційний баланс басейнових екосистем, в МДж·м⁻²
(над ризикою – для корінного біогеопокриву, під ризикою – для сучасного біогеопокриву)

Басейн	Сумарна радіація	Альbedo	Поглинута радіація	Радіаційний баланс	Сумарне випаровування з басейну	Теплообмін
р. Славська – смт. Славське	2678	<u>281</u> 511	<u>2397</u> 2167	<u>1679</u> 1490	<u>1276</u> 1026	<u>403</u> 464
р. Завадка – с. Риків	2708	<u>295</u> 547	<u>2413</u> 2161	<u>1748</u> 1536	<u>1332</u> 1058	<u>416</u> 478
р. Рибник – с. Майдан	2579	<u>281</u> 702	<u>2298</u> 2177	<u>1582</u> 1492	<u>1239</u> 1121	<u>343</u> 371
р. Яблунька – м. Турка	2731	<u>309</u> 674	<u>2422</u> 2057	<u>1767</u> 1430	<u>1393</u> 892	<u>374</u> 538

Найменші показники використання спостерігаються на пасовищах – 169-196 МДж·м⁻² за врожайності травостою 0,13-0,14 кг·м⁻². Енергія транспіраційного випаровування в агроценозах і лучних угрупованнях водозборів коливається в межах 392-522 МДж·м⁻², а продуктивність їх надземної фітомаси відповідно становить для зернових 0,56-0,65 кг·м⁻² та 0,33-0,38 кг·м⁻². Таким чином, середній річний приріст по водозборах становить для р. Рибник – 1,03 кг·м⁻², рік Славська і Завадка відповідно 0,66 і 0,67 та р. Яблунька – 0,51 кг·м⁻² і у відношенні до корінного покриву зменшується відповідно в 1,2; 2,0; 2,1 і 2,8 рази.

Порівняльний аналіз розрахунків продуктивності фітомаси, отриманих методом радіаційного балансу та за графіками ходу росту і статистичних даних про врожайність сільгоспкультур, показав, що відхилення їхніх величин для водозборів рік Рибник, Славська і Завадка знаходиться в межах 0,3-8,1% і лише у водозборі р. Яблунька воно сягає 11,0%.

Отже, сучасна структура рослинного покриву басейнових екосистем спричинює зменшення сумарного випаровування із зміною у співвідношенні продуктивного і непродуктивного випаровування, де частка останнього зростає. Одночасно у структурі радіаційного балансу збільшується теплообмін покриву, в основному з атмосферою.

Висновки

Трансформація рослинного покриву супроводжується зменшенням запасів і продуктивності фітомаси, призводить до зменшення використання сонячної енергії. Різниця цих показників посилюється із збільшенням у структурі покриву лучних й сільськогосподарських площ. У структурі радіаційного балансу відбувається зменшення використання енергії на сумарне випаровування і збільшення теплообміну з навколишнім природним середовищем.

1. Бучинський І.О., Волеваха М.М., Коржов В.О. Клімат Українських Карпат. – К.: Наук.думка, 1971. – 172 с.
2. Голубець М.А. Ельники Украинских Карпат. – К.: Наук. думка, 1978. – 264 с.
3. Концептуальні засади сталого розвитку гірського регіону / За ред. М.А. Голубця. – Львів: Поллі; 2007. – 288 с.
4. Голубець М.А., Малиновський К.А. Рослинність // Природа Українських Карпат. – Львів: Вид-во Львів. ун-ту, 1968. – С. 125-159.
5. Гринчак М.М., Полив'яна Г.В. Транспіраційний потенціал водного ресурсу в Українських Карпатах // Теоретичні та прикладні проблеми екосистемології: тези доп. – Житомир, 2008. – С. 71-74.
6. Екологічний потенціал наземних екосистем / За ред. М.А. Голубця. – Львів: Поллі, 2003. – 180 с.
7. Коваленко А.П. Матеріально-енергетичні ресурси // Біологічна продуктивність лучних біогеоценозів субальпійського поясу Карпат. – К.: Наук. думка, 1974. – С. 94-115.
8. Коваленко А.П. Матеріально-енергетичні ресурси // Біологічна продуктивність смерекових лісів Карпат. – К.: Наук. думка, 1974. – С. 82-109.
9. Крок Б.А. Радиационный и тепловой режим // Биogeоценотический покров Бескид и его динамические тенденции. – К.: Наук. думка, 1983. – С. 104-127.
10. Раунер Ю.Л. Тепловой баланс растительного покрова. – Л.: Гидрометеоздат, 1972. – 206 с.
11. Руднев Н.И. Радиационный баланс леса. – М.: Наука, 1977. – 126 с.
12. Тепловой и водный режим Украинских Карпат / Под ред. Сакали Л.И. – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – 365 с.

Інститут екології Карпат НАН України, м. Львів
e-mail: ykanarsky@gmail.com