

PECULIARITIES OF OBTAINING AN ASEPTIC CULTURES AND PRIMARY MORPHOGENESIS OF *LYSIMACHIA VULGARIS* L.

S. Bilous, A. Likhanov, R. Matyashuk

Abstract. *Lysimachia* L. plants are a source of valuable biological components, natural antioxidants, which are actively used in the pharmaceutical industry.

The relevance has been substantiated and approaches to the microclonal reproduction of *Lysimachia vulgaris* L. has been developed at the stage of introduction to culture in vitro. It was established that organogenesis in the culture of *L. vulgaris* depends on the type of sterilizing agent and the time of exposure. It was revealed that using of sterilizing agents affects the rate and frequency of induction of primary microshoots in vitro. Combining or alternately maintaining explants of *L. vulgaris* in several sterilization solutions, regardless of type, is ineffective, since plant tissues are significantly damaged and incapable of morphogenesis. The active proliferation of primary micro-shoots on the nutrient medium MS supplemented with $2,5 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ BA and $0,2 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ NAA with a frequency of sprout formation of 90% was noted.

Keywords: *Lysimachia vulgaris* L., in vitro culture, nutrient medium, explants, primary morphogenesis.

УДК 630*64:630*53

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ДЕРЕВНОЇ БІОМАСИ У ЛІСАХ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ

Р. Д. ВАСИЛИШИН, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри таксації лісу та лісового менеджменту

П. І. ЛАКИДА, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри таксації лісу та лісового менеджменту

О. В. ШЕВЧУК*, здобувач кафедри таксації лісу та лісового менеджменту

О. М. МЕЛЬНИК, кандидат сільськогосподарських наук, начальник наукової частини ВП НУБіП України «Боярська ЛДС»

О. М. ВАСИЛИШИН*, здобувач кафедри таксації лісу та лісового менеджменту

Ю. М. ЮРЧУК*, аспірант кафедри таксації лісу та лісового менеджменту
Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: rvasylys@ukr.net

Анотація. Нині використання деревної біомаси лісів для енергетичних цілей є структурною складовою організацій системи

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор П. І. Лакида.

© Р. Д. Васишлишин, П. І. Лакида, О. В. Шевчук,
О. М. Мельник, О. М. Васишлишин, Ю. М. Юрчук, 2018

сталого використання лісових ресурсів. У межах цієї роботи запропоновано кількісну оцінку щорічного енергетичного потенціалу деревної біомаси у лісах Українського Полісся, яка враховує концептуальні засади сталого лісового менеджменту.

У результаті виконання дослідження встановлено кількісні показники вмісту енергії у фітомасі насаджень досліджуваного регіону, а також їхню енергопродуктивність. Загалом у насадженнях регіону акумульовано понад 11 250 ПДж енергії, а їхня енергопродуктивність становить близько 685 ПДж·рік⁻¹. При цьому найвищою енергопродуктивністю характеризуються твердолистяні деревостани – 230 ГДж·га⁻¹·рік⁻¹.

Здійснено розрахунок п'яти типів енергетичного потенціалу деревної біомаси, які враховують аспекти екологічної безпеки, економічного розвитку регіону та соціальні особливості життя місцевих громад. Кількісне значення щорічного енергетичного потенціалу деревної біомаси у лісах Поліського регіону змінюється від 84,6 до 36,0 ПДж, залежно від його типу.

Ключові слова: Поліський регіон, енергетичний потенціал, деревна біомаса, стале лісоуправління, енергія, лісові ресурси.

Актуальність. Нині питання енергетичної незалежності України ще не знято з порядку денного формування стратегії забезпечення національної безпеки. У цьому контексті, зростання частки джерел відновлювальної енергії, зокрема деревної біомаси, у національному енергетичному балансі та розроблення науково обґрунтованих підходів і концептуальних засад її сталого використання є базисом для формування конкурентоспроможної, енергозбалансованої та низьковуглецевої економіки. Особливо це актуально на регіональному рівні для регіонів із високим відсотком лісистості, до яких і належить Українське Полісся.

Нині світова та вітчизняна лісівнича наука готова запропонувати зацікавленим сторонам (органам державної влади та місцевого самоврядування, представникам малого й середнього підприємництва, національним громадським об'єднанням і міжнародним організаціям) концептуальні принципи та відповідне нормативно-інформаційне забезпечення для оцінювання і організації сталого використання лісових деревних енергетичних ресурсів [2; 6; 7].

Мета дослідження: реалізувати комплексну оцінку енергетичного потенціалу деревної біомаси у лісах Поліського регіону України, яка базується на принципах сталого лісоуправління.

Матеріали та методи дослідження. У цій науковій роботі використано як базові методичні підходи до збирання та оброблення дослідних даних, створені під керівництвом П. І. Лакиди [3; 5], а також запропоновані раніше теоретико-методологічні засади оцінювання енергетичного потенціалу деревної біомаси у лісових фітоценозах [1]. Згадані методичні засади та підходи пройшли успішну апробацію у низки міжнародних наукових проектів і бюджетних науково-дослідних робіт.

Із метою кількісного оцінювання загальних обсягів енергії, акумульованої у біомасі деревостанів досліджуваного регіону, використано дослідні дані у формі співвідношень між окремими компонентами біомаси у насадженні та кількісними показниками їхньої базисної щільності. При цьому інформаційним базисом слугували дані з 391 тимчасової пробної площі (закладених у соснових (162), дубових (14), березових (96), осикових (47) і вільхових (72) деревостанах Поліського регіону) та 2142 модельних дерев [3; 5].

Для оцінювання показників енергетичного потенціалу деревної біомаси інформаційним інструментарієм слугувала реляційна база даних «Повидільна таксаційна характеристика лісу» та звітні виробничі матеріали (за 2017 р.), щодо обсягів і структури заготівлі деревини у межах підприємств, що перебувають у відомчому підпорядкуванні Волинського, Житомирського, Київського та по місту Києву, Рівненського, Сумського та Чернігівського обласних управлінь лісового та мисливського господарства.

Методичною особливістю оцінювання енергетичного потенціалу деревної біомаси у лісах Поліського регіону є кількісна оцінка показників п'яти його типів: теоретично-можливого, технічно-доступного, екологічно-безпечного, економічно-доцільного та соціально-зумовленого [1].

Результати дослідження та їх обговорення. Враховуючи, що надходження, трансформація та використання енергії – це ключові процеси, які відбуваються у лісових біогеоценозах, у межах цього дослідження реалізовано оцінювання загальних показників енергоємності деревної біомаси за компонентами, а також показників енергопродуктивності досліджуваних фітоценозів [1; 4].

За результатами оцінювання встановлено, що загальний вміст енергії, акумульований у компонентах біомаси лісів Українського Полісся, становить 11 256,5 ПДж ($11\,256,5 \cdot 10^{15}$ Дж) (табл. 1). Згаданий обсяг енергій еквівалентно можна зіставити з 382,0 млн т.у.п., у тому числі для хвойних деревостанів відповідно 6854,5 ПДж, або 233,1 млн т.у.п., твердолистяних – 2604,5 ПДж, або 88,6 млн т.у.п., м'яколистяних – 1793,3 ПДж, або 60,9 млн т.у.п. У фітомасі насаджень інших деревних видів досліджуваного регіону акумульовано лише 4,3 ПДж енергії, або 146,2 тис. т.у.п.

З наведених у табл. 1 даних можна відстежити структуру акумульованої енергії у межах компонентів фітомаси, зокрема, у деревині та корі стовбурів дерев акумульовано 70,8 % енергії, у компонентах фітомаси крони (деревина та кора гілок, листки) – 10,2 %, у фітомасі коренів її зосереджено 16,1 %. Видова структура енергоємності фітомаси вказує на те, що 60,9 % енергії зосереджено у фітомасі насаджень хвойних деревних видів (у тому числі 60,2 % – соснові деревостани), 23,1 % припадає на насадження твердолистяних деревних видів (у тому числі 21,2 % – на дубові деревостани), а також 15,9 % – це енергія у фітомасі насаджень м'яколистяних деревних видів, з яких 8,9 % енергії акумульовано у березових деревостанах.

1. Вміст енергії у фітомасі насаджень Українського Полісся за панівними деревними видами та компонентами

Група порід, деревний вид	Вміст енергії за компонентами, ПДж						
	деревина та кора стовбурів	деревина та кора гілок	хвоя (листя)	корені	підріст, підлісок	ЖНП	разом
Хвойні	4977,98	448,22	120,55	1110,90	42,80	154,03	6854,47
У т. ч. сосна	4930,63	440,69	115,92	1093,59	42,52	153,69	6777,03
Твердолистяні	1796,35	315,64	36,86	370,13	34,41	51,10	2604,48
У т. ч. дуб	1646,58	286,67	32,85	336,84	31,78	46,70	2381,43
М'яколистяні	1192,22	174,70	46,08	322,81	17,01	40,42	1793,25
У т. ч. береза	650,13	115,51	32,52	175,75	9,16	22,07	1005,14
Інші дер. види	2,45	0,41	0,12	0,64	0,25	0,41	4,28
Усього	7969,00	938,98	203,60	1804,49	94,46	245,96	11 256,48

Важливою якісною характеристикою енергетичного балансу лісових екосистем є енергопродуктивність лісових фітоценозів, які є основними компонентами природних біогеоценозів, що здатні трансформувати сонячну енергію. Результати оцінювання згаданого показника подано у табл. 2.

2. Енергопродуктивність насаджень Українського Полісся за панівними деревними видами та компонентами

Група порід, деревний вид	Енергопродуктивність за компонентами, ПДж·рік ⁻¹						
	деревина та кора стовбурів	деревина та кора гілок	хвоя (листя)	корені	підріст, підлісок	ЖНП	разом
Хвойні	104,81	20,40	68,85	92,43	9,73	64,45	360,68
У т. ч. сосна	103,15	19,86	67,21	90,60	9,65	64,33	354,79
Твердолистяні	29,62	10,30	53,97	69,60	11,75	23,80	199,03
У т. ч. дуб	25,34	8,95	49,24	63,03	10,85	21,89	179,30
М'яколистяні	26,75	6,73	41,62	29,52	5,51	15,26	125,39
У т. ч. береза	18,52	4,53	23,56	19,46	2,86	8,38	77,30
Інші дер. види	0,06	0,01	0,10	0,08	0,10	0,23	0,58
Усього	161,25	37,44	164,54	191,63	27,09	103,75	685,68

Аналізуючи наведену у табл. 2 енергопродуктивність лісових насаджень Українського Полісся, можна зробити висновок, що хвойні деревостани цього регіону щорічно продукують понад 360 ПДж енергії. У загальній структурі енергопродукування це становить 52,6 %. Частка твердолистяних деревостанів у згаданій структурі складає близько 29 %, а м'яколистяних – 18,3 %.

За питомою інтенсивністю продукування енергії у Поліському регіоні України домінують твердолистяні деревостани, для них характерний показник близько $230 \text{ ГДж}\cdot\text{га}^{-1}\cdot\text{рік}^{-1}$, тоді як для хвойних деревостанів цього регіону він становить лише $150 \text{ ГДж}\cdot\text{га}^{-1}\cdot\text{рік}^{-1}$. Варто зазначити, що за згаданим показником деревостани хвойних деревних видів дещо поступаються м'яколистям деревостанам ($155\text{--}180 \text{ ГДж}\cdot\text{га}^{-1}\cdot\text{рік}^{-1}$).

Загальна кількісна оцінка екосистемної енергетичної функції лісових фітоценозів передбачає оцінювання не тільки потоків і пулів енергії у межах екосистем, а й встановлення обсягів енергії, яка може бути використана для забезпечення суспільних потреб людини. У цьому контексті, використовуючи запропоновані раніше методичні підходи, у роботі розраховано кількісні показники п'яти типів енергетичного потенціалу: теоретично-можливий, технічно-доступний, екологічно-безпечний, економічно-доцільний і соціально-зумовлений, які базуються на основних концептуальних засадах сталого розвитку, враховуючи необхідність гармонійного поєднання питань екологічної безпеки, економічного розвитку гірського регіону та соціальних особливостей життя місцевих громад.

Кількісні показники енергетичного потенціалу деревної біомаси було встановлено для таких складових, як дров'яна стовбурова деревина, лісові деревні відходи та лісопромислові деревні відходи [1].

Загальні кількісні параметри згаданих типів потенціалу у одиницях первинної енергії наведено у табл. 3.

3. Щорічний енергетичний потенціал деревної біомаси у насадженнях Поліського регіону України, ПДж

Вид деревної біомаси	Тип потенціалу				
	теоретично-можливий	технічно-доступний	екологічно-безпечний	економічно-доцільний	соціально-зумовлений
Дров'яна стовбурова деревина	62,6	59,4	54,9	36,3	19,9
Лісові деревні відходи	12,7	10,8	9,2	7,9	7,5
Лісопромислові деревні відходи	9,3	8,6	8,6	8,6	8,6
Разом	84,6	78,8	72,6	52,7	36,0

Отже, за результатами розрахунків (табл. 3) абсолютне значення показників енергетичного потенціалу у одиницях первинної енергії змінюється від 84,6 до 36,0 ПДж, залежно від врахованої сукупності різного виду обмежень, що застосовують при оцінці [1]. Загалом, соціально-зумовлений енергетичний потенціал деревної біомаси, який враховує

комплекс екологічних, економічних і соціальних чинників функціонування місцевих громад, характеризується такими абсолютними значеннями та їхніми еквівалентами: 4,04 млн м³; 2,0 млн т (у абсолютно сухому стані); 36,00 ПДж; 1221,9 тис. тон умовного палива або близько 1,1 млрд м³ природного газу.

Варто зазначити, що понад 60 % у загальному обсязі соціально-зумовленого потенціалу становить дров'яна стовбурова деревина. Частка лісопромислових відходів – 23,8 %, а лісових відходів дещо перевищує 20 %. Нині понад 50 % потенціалу лісопромислових деревних відходів щороку споживають для потреб деревообробного виробництва, тому їхній реальний незадіяний потенціал значно нижчий.

Висновки і перспективи. Встановлені у процесі виконання науково-дослідної роботи показники енергетичного потенціалу деревної біомаси у лісах Поліського регіону України слугуватимуть інформаційним базисом для розроблення стратегічних регіональних програм розвитку відновлювальної енергетики й прийняття відповідних рішень у системі Державного агентства лісових ресурсів України та керівних органів місцевих громад для реалізації регіональних біоенергетичних проєктів, у тому числі у рамках державно-приватного партнерства.

References

1. Vasylyshyn, R. D. (2014). Produktyvniest ta ekolooho-enerhetychnyi potentsial lisiv Ukrainskykh Karpat [Productivity, ecological and energy potential of forests in Ukrainian Carpathians]. Extended abstract of Doctor's thesis. Kyiv, 46.
2. Shvidenko, A. Z., Lakyda, P. I., Schepaschenko, D. G., Vasylyshyn, R. D., & Marchuk, Yu. M. (2014). Vuhlets, klimat ta zemleupravlinnia v Ukraini: lisovyi sektor : monohrafiia [Carbon, climate and land-use in Ukraine: forest sector: monograph]. Korsun-Shevchenkivsky, 283.
3. Lakyda, P. I., Vasylyshyn, R. D., Blyshchuk, V. I., et al. (2017). Lystyani derevostany Ukrayiny: fitomasa ta eksperymental'ni dani [Broadleaved forest stands of Ukraine: live biomass and experimental data: monograph]. Korsun-Shevchenkivsky, 483.
4. Shevchuk, O. V. (2017). Enerhetychnyy potentsial derevnoyi biomasy u lisakh Kyivskoyi oblasti [Energy potential of wood biomass in forests of Kyiv region]. Scientific Bulletin of the National University of Bioresources and Natural Resources Use of Ukraine, 278, 76–83.
5. Lakyda, P. I., Vasylyshyn, R. D., Blyshchuk, V. I., et al. (2018). Experimental data on live biomass of Ukrainian coniferous forests: monograph. Kyiv : PC "Komprynt", 453 p.
6. Hakkila, P. (2006). Factors driving the development of forest energy in Finland. Biomass and bioenergy, 30, 281–288. doi: 10.1016/j.biombioe.2005.07.003.
7. Shvidenko, A., Buksha, I., Krakovska, S., & Lakyda, P. (2017). Vulnerability of Ukrainian Forests to Climate Change. Sustainability, 9 (7), 1152–1158. <https://doi.org/10.3390/su9071152>.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ДРЕВЕСНОЙ БИОМАССЫ В ЛЕСАХ УКРАИНСКОГО ПОЛЕСЬЯ

Р. Д. Васишлин, П. И. Лакида, А. В. Шевчук, А. Н. Мельник,
О. Н. Васишлин, Ю. Н. Юрчук

Аннотация. Сейчас использование древесной биомассы лесов для энергетических целей является структурной составляющей организации системы устойчивого использования лесных ресурсов. В этом контексте, в рамках данной работы предложено количественную оценку ежегодного энергетического потенциала древесной биомассы в лесах Украинского Полесья, которая учитывает концептуальные основы устойчивого лесного менеджмента.

В результате выполнения исследования установлены количественные показатели содержания энергии в фитомассе насаждений исследуемого региона, а также их энергопродуктивность. Всего в насаждениях региона аккумулировано более 11250 ПДж энергии, а их энергопродуктивность составляет около 685 ПДж·год⁻¹. При этом, самая высокая энергопродуктивность характерна твердолиственным древостоям и составляет 230 ГДж·га⁻¹·год⁻¹.

Осуществлен расчет пяти типов энергетического потенциала древесной биомассы, которые учитывают аспекты экологической безопасности, экономического развития региона и социальные особенности жизни местных общин. Количественное значение ежегодного энергетического потенциала древесной биомассы в лесах Украинского Полесья составляет от 84,6 до 36,0 ПДж, в зависимости от его типа.

Ключевые слова: Полесский регион, энергетический потенциал, древесная биомасса, устойчивое лесоправление, энергия, лесные ресурсы.

ENERGY POTENTIAL OF WOOD BIOMASS IN FORESTS OF UKRAINIAN POLISSYA

R. Vasylyshyn, P. Lakyda, O. Shevchuk, O. Melnyk,
O. Vasylyshyn, Yu. Yurchuk

Abstract. Use of wood biomass of forests for energy purposes is a structural component of organization of a system of sustainable use of forest resources. In this context, within the framework of this research, a quantitative assessment of annual energy potential of wood biomass in forests of Ukrainian Polissya is proposed, which takes into account conceptual foundations of sustainable forest management.

As a result of the research, we established quantitative indices of energy content in live biomass of forest stands of the studied region, as well as their energy productivity. In general, more than 11250 PJ of energy is accumulated in stands of the region, and their energy productivity is about 685 PJ·year⁻¹. At the same time, hardwood stands are characterized by the highest energy

productivity – 230 PJ·ha⁻¹·year¹.

We calculated five types of energy potential of wood biomass that take into account aspects of environmental safety, economic development of the region and social features of life of local communities. The quantitative value of the annual energy potential of wood biomass in forests of Ukrainian Polissya varies from 84.6 to 36.6 PJ, depending on its type.

Keywords: Ukrainian Polissya, energy potential, wood biomass, sustainable forest management, energy, forest resources.

УДК 630*5:502 (477.42)

ЧЕРЕМСЬКИЙ ПРИРОДНИЙ ЗАПОВІДНИК ЯК ЛАНКА В ЛАНЦЮГУ САМОВІДНОВЛЕННЯ БІОСФЕРИ

О. С. ГОЦИК, аспірант *

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: gotsyk89@gmail.com

Анотація. Проаналізовано особливості природно-кліматичних умов, флори та фауни на території розташування Черемського природного заповідника, ступінь вивчення біорізноманіття цього краю.

Черемський природний заповідник, створений із метою збереження типових та унікальних природних комплексів Українського Полісся, розташований у північній частині Маневицького району Волинської області на площі 2975,7 га. Це перший природний заповідник у Волинській області й один із найпівнічніших в Україні, що відіграє важливу соціально-економічну та природоохоронну роль.

Заповідник являє собою природно-територіальні комплекси, де збереглися малопорушені антропогенною діяльністю суцільні лісові масиви з унікальним еумезотрофним осоково-сфагновим болотом Черемське, в межах якого розташовані озера Черемське та Редичі. У загальній площі ліси становлять 64,5 %, болота – 33,7 %, просіки та кварталні лінії – 0,7 %, озера (Редичі та Черемське) – 0,6 %, дороги – 0,4 %, меморіал – 0,1 %. Ліси в Черемському ПЗ досить різноманітні: соснові, ялинники, грабово-дубові, вільхові, березові, дубово-соснові.

На території заповідника проведено низку наукових досліджень з оцінки різноманітності екосистем. Однак у цьому регіоні дослідження біопродуктивності лісів поки що не проводили, і нині для Черемського природного заповідника немає достатнього інформаційного забезпечення для одержання оцінки потоків вуглецю в різних компонентах лісових насаджень. Розробка нормативів динаміки для

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор П. І. Лакида.