

ЕНЕРГОЄМНІСТЬ ДЕРЕВНОЇ БІОМАСИ ЛІСІВ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

Р. Д. ВАСИЛИШИН, доктор сільськогосподарських наук, професор
<https://orcid.org/0000-0002-7268-8911>, e-mail: R.Vasylyshyn@nubip.edu.ua

Ю. М. ЮРЧУК, аспірант*
e-mail: Urchuk290@gmail.com

І. П. ЛАКИДА, кандидат сільськогосподарських наук, доцент
<https://orcid.org/0000-0002-1565-8329>, e-mail: ivan.lakyda@nubip.edu.ua

Р. П. БОНДАРЧУК, аспірант*
e-mail: ruslanbondarchukzt@gmail.com

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Розвиток відновлювальної енергетики є одним із базових напрямів декарбонізації енергетичного сектору України, зокрема й у лісовому господарстві. Підвищення ефективності використання деревної біомаси для енергетичних цілей, поряд із забезпеченням відповідного рівня технологічних процесів і технічного оснащення, потребує водночас надійного інформаційного інструментарію для прийняття управлінських рішень. Важливою складовою цього інструментарію є регіональні оцінки енергетичної функції лісових фітоценозів.

Інформаційною базою дослідження слугувала інформація з бази даних ВО «Укрдержліспроект», що містить повидільну таксаційну характеристику деревостанів досліджуваного регіону, а також система математичних моделей для кількісного оцінювання фітомаси й мортмаси лісів.

У результаті встановлено кількісні значення загальної енергоємності фітомаси та мортмаси лісів Житомирського Полісся. Загальний обсяг енергії, акумульованої у рослинній біомасі лісів регіону, становить 3035,7 ПДж, що за своїм еквівалентом відповідає 100,2 млн тонн умовного палива. Водночас, частка загальної енергоємності мортмаси складає 11,1 %. У структурі енергоємності рослинної біомаси регіону домінують соснові деревостани, в яких акумульовано понад 60 % обсягів енергії лісів Житомирщини, зокрема 70,8 % – у фітомасі стовбурів дерев. Понад 40 % енергії акумульовано у рослинній біомасі деревостанів I класу бонітету, які переважно ростуть у порівняно бідних лісорослинних умовах (суборах).

У загальній структурі енергоємності мортмаси (336,2 ПДж) понад 60 % належить лісовій підстилці (212,8 ПДж), однак її не розглядають як джерело відновлювальної енергії, сухостю – 12,3 % (41,3 ПДж), сухим гілкам – 17,8 % (майже 60 ПДж).

Одержані у процесі дослідження результати слугуватимуть інформаційною основою для формування стратегії розвитку лісової біоенергетики в Житомирській області.

Ключові слова: деревна біомаса, енергія, мортмаса, насадження, низьковуглецевий розвиток, таксаційні характеристики.

Актуальність. Розвиток відновлювальної енергетики є одним із базових напрямів декарбонізації енергетичного сектору України, що відображено в ухваленій Кабінетом Міністрів України у 2018 р. Стратегії низьковуглеце-

вого розвитку (Strategy..., 2018). Цей документ також передбачає підвищення рівня поглинання вуглецю та скорочення викидів парникових газів у секторі лісового господарства, зокрема через розвиток лісової біоенергетики.

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор Р. Д. Васишин.

Підвищення ефективності використання деревної біомаси для енергетичних цілей, поряд із забезпеченням відповідного рівня технологічних процесів і технічного оснащення, потребує водночас надійного інформаційного інструментарію для прийняття управлінських рішень. Важливою складовою цього інструментарію є регіональні оцінки енергетичної функції лісових фітоценозів, які також характеризують енергоємність деревної біомаси та енергопродуктивність модальних насаджень (Vasylyshyn, 2018; Vasylyshyn, Lakyda & Sliusarchuk, 2019).

В умовах Житомирського Полісся, де ліси є ключовим природним об'єктом, що забезпечує екологічну рівновагу довкілля та слугує джерелом деревних ресурсів, оцінювання енергоємності деревної біомаси забезпечить науковий базис для формування регіональної лісової біоенергетичної програми.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Нині проблематика дослідження різних аспектів виробництва й споживання енергії дістає відображення в наукових роботах технічного (Dubrovin, Korchemnyi & Maslo, 2004), економічного (Prokip, 2010), екологічного (Vasylyshyn, 2016; Sytnyk, 2017) й біологічного (Kukhar, Kuzminskyi & Holub, 2005) спрямування.

Ґрунтовні біоенергетичні дослідження інноваційно-технологічного спрямування використання рослинної біомаси нині здійснюють науковці науково-технічного центру «Біомаса» та інституту технічної теплофізики НАН України під керівництвом Г. Г. Гелету-хи (Geletukha, 2021).

Науковий доробок дослідників інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України теж характеризує екоорієнтовані дослідження енергетики природних екосистем, на прикладі вивчення енергетичного балансу фітоце-

нозів м. Києва та його зеленої зони (Didukh, 2007).

Актуальним є цей науковий напрям для науковців з країн Європейського Союзу, оскільки в переважній більшості випадків розвиток економіки тут залежить від імпортованого природного газу. Зокрема, згадана тематика представлена у дослідженнях представників Швейцарського федерального інституту лісових, снігових та ландшафтних досліджень (Burg et al., 2018). За їхніми оцінками, щорічний теоретичний потенціал біомаси у Швейцарії становить близько 209 ПДж, у тому числі 108 ПДж – за рахунок деревної біомаси.

Для умов Іспанії, з метою оцінювання обсягів біомаси у насадженнях *Pinus sylvestris* L., міжнародна група науковців застосувала лідарну зйомку, що дало змогу встановити обсяги біомаси для семи компонентів деревостану: надземну біомасу, підземну біомасу, біомасу стовбурів, біомасу хвої, біомасу великих, середніх і малих гілок (Hernando et al., 2019).

Екологічні наслідки для лісового біогеоценозу від використання деревної біомаси з енергетичною метою стали об'єктом дослідження науковців зі Швеції (De Jong et al., 2017), які зазначають, що збільшення обсягів заготовівлі деревної біомаси у лісах Швеції може мати негативні наслідки для стану навколишнього середовища. Подібне дослідження провели також польські науковці (Nurek, Gendek & Roman, 2019), які здійснили аналіз фізичних та хімічних властивостей подрібнених лісових залишків *Pinus sylvestris* L. Водночас, для Уругваю актуальним енергетичним ресурсом деревної біомаси є евкалиптові (*Eucalypts* Sp.) плантації, які досліджують для встановлення їхньої продуктивності та енергоємності (Bentancor et al., 2019).

1. Розподіл кількості лісових ділянок Житомирського Полісся за панівними лісотвірними видами

Вид деревних рослин	Кількісний показник		Вид деревних рослин	Кількісний показник	
	шт.	%		шт.	%
Береза повисла	56 146	17,8	Осика	3656	1,2
Вільха клейка	31 128	9,9	Сосна звичайна	178 794	56,8
Граб звичайний	1445	0,5	Ялина європейська	3562	1,1
Дуб звичайний	35 421	11,2	Інші деревні види	4890	1,6
Разом				315 042	100,0

Мета дослідження – здійснити оцінювання вмісту енергії у компонентах фітомаси та мортмаси лісів Житомирського Полісся.

Матеріали і методика дослідження. Інформаційним підґрунтям дослідження слугувала інформація з бази даних ВО «Укрдержліспроєкт», що містить повидільну таксаційну характеристику насаджень (понад 300 тис. лісових ділянок) досліджуваного регіону (табл. 1).

Методика оцінювання показників енергоємності деревної біомаси полягає у інтегрованому поєднанні масиву лісотаксаційних даних із системою математичних моделей для кількісного оцінювання фітомаси й мортмаси лісів регіону (Bilous, 2018; Schepaschenko et al., 2017; Shvidenko et al., 2014) та кількісними параметрами питомої енергоємності компонентів деревної біомаси (Shvidenko, Nilsson, Obersteiner, 2004; Vasylyshyn, 2018) головних лісотвірних видів рослин. Для інших деревних видів згадані показники енергоємності встановлено на основі середньозважених значень вказаних видів.

Результати дослідження та їх обговорення. Процеси, пов'язані з надходженням, трансформацією та використанням енергії, визначають як ключові у навколишньому середовищі, оскільки від їхньої інтенсивності залежить ефективне функціонування будь-яких природних екосистем.

Під час виконання дослідження встановлено, що оцінка загальних обсягів енергії, акумульованої у рослинній біомасі лісів Житомирського Полісся (170,4 млн т абсолютно сухої речовини, зокрема 151,6 – фітомаса, 18,8 – мортмаса), становить 3035,7 ПДж, у тому числі у фітомасі – 2699,5 ПДж (табл. 2). За своїм еквівалентом це орієнтовно відповідає 100,2 млн тонн умовного палива (т у. п.), зокрема для хвойних деревостанів відповідно 1866,4 ПДж, або 61,6 млн т у. п., твердолистяних – 500,4 ПДж, або 16,5 млн т у. п., м'яколистяних – 668,6 ПДж, або 22,06 млн т у. п. Енергетична частка інших деревних видів становить менше ніж 0,1 %.

Частка загальної енергоємності мортмаси у загальній структурі енергії,

2. Загальний вміст енергії у рослинній біомасі лісів Житомирського Полісся

Група порід	Енергоємність рослинної біомаси, ПДж	
	фітомаса	мортмаса
Хвойні	1673,0	193,4
Твердолистяні	426,4	74,0
М'яколистяні	599,7	68,9
Інші деревні види	0,3	0,1
Разом	2699,5	336,2

3. Видова диференціація якісних показників енергоємності біомаси лісів Житомирського Полісся

Панівний деревний вид у насадженні	Якісний показник енергоємності	
	щільність енергії фітомаси, МДж·(м ²) ⁻¹	щільність енергії мортмаси, МДж·(м ²) ⁻¹
Береза повисла	217,81	19,57
Вільха чорна	210,18	32,25
Дуб звичайний	263,48	48,76
Осика	197,95	43,75
Сосна звичайна	302,01	36,17
Ялина європейська	318,53	46,45
Середнє у межах регіону	273,05	34,73

акумульованої у рослинній біомасі лісів Житомирського Полісся, становить 11,1 %.

У загальній структурі енергоємності рослинної біомаси досліджуваного регіону домінуючі позиції займають соснові деревостани, в яких акумульовано понад 60 % (1844,8 ПДж) обсягів енергії лісів Житомирщини. Наступні позиції належать дубовим і березовим деревостанам із показником 15,1 та 14,4 % відповідно. Частка вільхових насаджень становить близько 7 %, тоді як частка грабових, осокових та ялинових деревостанів не перевищує 1 %.

Встановлено, що найвищою щільністю акумульованої енергії на одиниці площі характеризуються ялинові та соснові насадження (табл. 3). Кількісні значення показника щільності енер-

гії фітомаси для цих насаджень досягають 318,53 та 302,01 МДж·(м²)⁻¹ відповідно. Загалом згаданий показник у межах насаджень панівних лісотвірних видів змінюється від 197,95 МДж·(м²)⁻¹ для осикових насаджень до 318,53 МДж·(м²)⁻¹ для ялинових. Середнє значення показника щільності енергії фітомаси у межах насаджень досліджуваного регіону перебуває на рівні 273,05 МДж·(м²)⁻¹. Для мортмаси згаданий показник на порядок нижчий і становить близько 35 МДж·(м²)⁻¹, тоді як домінуючі позиції за щільністю енергії, акумульованої у мортмасі, належать дубовим та ялиновим деревостанам.

Аналізуючи показники середнього приросту енергії у фітомасі стовбурів дерев, потрібно зазначити, що найвищі

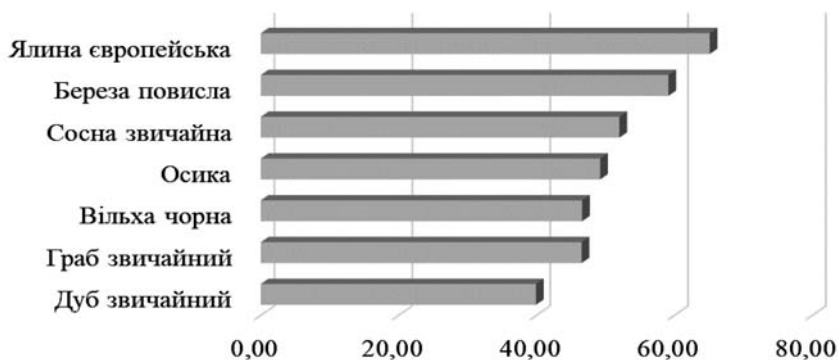


Рис. 1. Приріст енергії у фітомасі стовбурів дерев, ГДж·га⁻¹·рік⁻¹

4. Розподіл запасів енергії у рослинній біомасі лісів Житомирського Полісся у межах класів бонітету

Клас бонітету	Енергоємність рослинної біомаси, ПДж	
	фітомаса	мортмаса
I ^a і вище	480,96	58,71
I	1146,27	136,78
II	858,06	111,19
III	166,52	24,16
IV	29,49	3,94
V і нижче	18,15	1,46
Разом	2699,5	336,2

його значення характерні для ялинових і березових насаджень – 65,12 та 59,13 ГДж·га⁻¹·рік⁻¹ відповідно. Загалом в умовах Житомирського Полісся у середньому приростає 51,81 ГДж·га⁻¹·рік⁻¹ енергії (рис. 1).

У регіоні дослідження понад 40 % енергії акумульовано у рослинній біомасі деревостанів I класу бонітету (4). Ще близько третини – у деревостанах II класу бонітету, що цілком закономірно, враховуючи регіональний розподіл площі та бонітетну структуру деревостанів у межах вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок Житомирського Полісся.

Водночас, аналізуючи якісні показники енергоємності, що представлені на рис. 2, варто звернути увагу на різ-

ницю у трендах їх зміни для фітомаси та мортмаси лісів регіону.

Фітомасі притаманна пряма залежність щільності енергії з продуктивністю деревостанів, яка характеризується зокрема класом бонітету. Кількісні значення згаданого показника змінюються від 350,69 МДж·(м²)⁻¹ для деревостанів I^a і вище класів бонітету до 139,30 МДж·(м²)⁻¹ для деревостанів V і нижче класів бонітету. Аналогічні тенденції характерні й для зміни показника приросту енергії у фітомасі стовбурів дерев, зокрема у деревостанах I^d класу бонітету спостерігається значення 115,9 ГДж·га⁻¹·рік⁻¹, яке поступово знижується до 16,1 ГДж·га⁻¹·рік⁻¹ у деревостанах V^b класу бонітету.

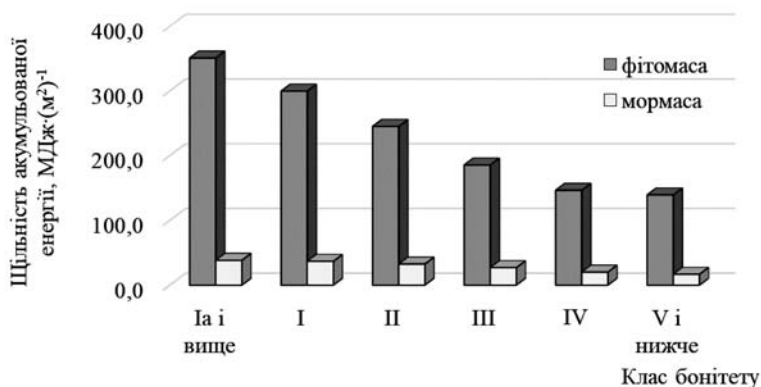


Рис. 2. Кількісні значення якісних показників енергоємності біомаси лісів Житомирського Полісся у межах класів бонітету

5. Розподіл запасів енергії у рослинній біомасі лісів Житомирського Полісся у межах трофотопів

Трофотоп	Енергоємність рослинної біомаси, ПДж	
	фітомаса	мортмаса
Бори (A)	277,68	29,86
Субори (B)	1411,39	159,93
Сугруди (C)	888,32	128,72
Груди (D)	122,08	17,73
Разом	2699,5	336,2

Інтенсивність продукування енергії значно залежить від типів лісорослинних умов, у яких зростають деревостани. У процесі дослідження встановлено, що найвищі значення показника приросту енергії у фітомасі стовбурів дерев характерні для насаджень у свіжих суборах (B_2) та свіжих сугрудах (C_2), де його значення становлять близько $60 \text{ ГДж} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$. Водночас мінімальні значення цього показника притаманні дуже сухим та мокрим борам – $33,1$ і $25,1 \text{ ГДж} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$ відповідно.

Загалом у борах Житомирського Полісся акумульовано близько 10 % енергії рослинної біомаси (табл. 5). При цьому понад 50 % енергії зосеред-

жено в біомасі насаджень у суборах, де домінують деревостани сосни звичайної.

Щодо щільності акумульованої енергії, то тут найвищі значення характерні для деревостанів у свіжих суборах (B_2), сугрудах (C_2) і грудах (D_2) – понад $320 \text{ МДж} \cdot (\text{м}^2)^{-1}$.

У компонентній структурі загальної енергоємності фітомаси лісів Житомирського Полісся домінують стовбури дерев, частка яких становить понад 70 % (табл. 6). Цей компонент деревної біомаси наразі є найважливішим з позиції енергетичного використання лісових деревинних ресурсів.

У фітомасі гілок зосереджено 8,4 % акумульованої енергії. Це також вагоме

6. Розподіл запасів енергії у фітомасі лісів Житомирського Полісся за компонентами

Група порід, деревний вид	Енергоємність фітомаси за компонентами, ПДж						
	деревина та кора стовбурів	деревина та кора гілок	хвоя (листя)	корені	підріст, підлісок	живий надгрунтовий покрив	разом
Хвойні	1228,79	107,81	23,14	271,93	11,33	29,99	1672,99
зокрема сосна звичайна	1214,53	106,60	22,86	269,30	11,21	29,72	1654,22
Твердолистяні	289,09	54,70	4,87	62,17	6,74	8,88	426,44
зокрема дуб звичайний	266,12	50,25	4,38	56,10	6,27	8,16	391,29
М'яколистяні	394,27	63,49	16,13	104,98	7,21	13,64	599,72
зокрема береза повисла	260,82	49,22	13,51	64,18	4,56	8,72	401,02
осика	10,46	1,28	0,26	4,53	0,24	0,43	17,19
Інші деревні види	0,22	0,03	0,01	0,05	0,005	0,01	0,32
Усього	1912,37	226,04	44,14	439,12	25,29	52,51	2699,47

**7. Розподіл запасів енергії у мортмасі лісів
Житомирського Полісся за компонентами**

Група порід, деревний вид	Енергоємність мортмаси за компонентами, ПДж				
	сухостій	деревна ламань	сухі гілки	лісова підстилка	разом
Хвойні	19,34	5,80	42,54	125,69	193,37
зокрема сосна звичайна	19,06	5,72	41,93	123,89	190,60
Твердолистяні	6,35	3,06	11,07	53,49	73,97
зокрема дуб звичайний	5,78	2,76	10,15	49,00	67,70
М'яколистяні	15,65	13,28	6,30	33,62	68,85
зокрема береза повисла	7,93	7,05	2,58	19,29	36,85
осика	1,97	0,55	0,31	1,22	4,04
Інші деревні види	0,01	0,005	0,01	0,03	0,05
Усього	41,35	22,15	59,91	212,83	336,24

джерело відновлювальної енергії, яка нині має значні резерви для нарощування своєї частки у структурі регіонального сектору відновлювальної енергетики. Водночас використання згаданого енергоресурсу має відбуватися з дотриманням принципів сталого лісоуправління, спрямованих на забезпечення достатнього рівня формування біологічного кругообігу елементів живлення у системі «ліс – ґрунт».

Досить перспективною складовою енергетичного потенціалу деревної біомаси є такі компоненти мортмаси лісів регіону, як сухостій, деревна ламань та сухі гілки.

Загалом у мортмасі лісів Житомирського Полісся акумульовано понад 330 ПДж енергії (табл. 7).

У процесі дослідження встановлено, що близько 60 % у загальній структурі енергоємності мортмаси належить лісовій підстилці, однак вона не розглядається як джерело відновлювальної енергії. Водночас енергоємність сухоостою становить 41,3 ПДж, або 12,3 %, а сухих гілок – майже 60 ПДж, або 17,8 %.

На енергоємність мортмаси насаджень хвойних деревних видів припадає 57,5 %, водночас частка компонентів мортмаси досліджуваних деревостанів, які потенційно можуть

використовуватися для одержання теплової енергії (сухостій, деревна ламань та сухі гілки), становить близько 20 %. Для твердолистяних насаджень таке співвідношення становить 22,0 та 6,1 % відповідно, а для м'яколистяних – 20,5 та 10,5 %.

Висновки і перспективи. За результатами проведених досліджень встановлено, що загальна енергоємність рослинної біомаси лісів Житомирського Полісся становить 3035,7 ПДж, що за своїм еквівалентом відповідає 100,2 млн тонн умовного палива. Частка загальної енергоємності мортмаси лісів Житомирського Полісся становить 11,1 %. У структурі енергоємності рослинної біомаси регіону домінують соснові деревостани, в яких акумульовано понад 60 % обсягів енергії лісів Житомирщини, зокрема 70,8 % – у фітомасі стовбурів дерев.

У загальній структурі енергоємності мортмаси (336,2 ПДж) понад 60 % належить лісовій підстилці. Водночас енергоємність сухоостою становить 41,3 ПДж, а сухих гілок – майже 60 ПДж.

Одержані у процесі дослідження результати слугуватимуть інформаційною основою для формування стратегії розвитку лісової біоенергетики в Житомирській області.

Список літератури

- Bentancor, L., Hernandez, J., del Pino, A., Resquin, F., & Gonzalez-Barrios, P. (2019). Evaluation of the biomass production, energy yield and nutrient removal of Eucalyptus dunnii Maiden grown in short rotation coppice under two initial planting densities and harvest systems. *Biomass and Bioenergy*, 122, 165–174.
- Bilous, A. M. (2018). *Woody detritus in forests of Ukrainian Polissia*. Kyiv: NULES of Ukraine [in Ukrainian].
- Burg, V., Bowman, G., Erni, M., Lemm, R., & Thees O. (2018). Analyzing the potential of domestic biomass resources for the energy transition in Switzerland. *Biomass and Bioenergy*, 111, 60–69.
- Didukh, Ya. P. (2007). Comparative assessment of energy stock in Ukraine's ecosystems. *Ukrainian botanical journal*, 64.2, 177–194 [in Ukrainian].
- De Jong, J., Akselsson, C., Egnell, G., Lofgren, S., & Olsson, B. A. (2017). Realizing the energy potential of forest biomass in Sweden – How much is environmentally sustainable? *Forest Ecology and Management*, 383, 3–16.
- Dubrovin V. O., Korchemnyi M. O., & Maslo I. P. (2004). *Biofuels (Technologies, machinery and equipment)*. Kyiv: CTI "Energetics and electrification" [in Ukrainian].
- Geletukha, G. G. (2021). Scientific and technical principles of energy production from biofuels. (Abstract of doctoral dissertation, Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine) [in Ukrainian].
- Hernando, A., Puerto, L., Mola-Yudego, B., Manzanera, J. A., Garcia-Abril, A., Malta-mo, M., & Valbuena, R. (2019). Estimation of forest biomass components using airborne LIDAR and multispectral sensors. *Forest-Biogeosciences and Forestry*, 12, 207–213.
- Kukhar, V., Kuzminskyi, Ye., & Holub, N. (2005). Ecobiotechnology and bioenergy: foundation and development problems. *Bulletin of NAS of Ukraine*, 9, 3–18 [in Ukrainian].
- Lakyda, P. I., Shevchuk, O. V., & Vasylyshyn, R. D. (2020). *Energy potential of forests in Kyiv Polissia and its sustainable use*. Korsun-Shevchenkivsky: FOP I. V. Maidachenko [in Ukrainian].
- Nurek, T., Gendek, A., & Roman, K. (2019). Forest Residues as a Renewable Source of Energy: Elemental Composition and Physical Properties. *Bioresources*, 14(1), 6–20.
- Prokip, A. V. (2010). *Ecological and economic assessment of biological replacement of non-renewable energy resources*. Lviv: ZUKC [in Ukrainian].
- Sytnyk, S. A. (2017). Energy potential of black locust stands in Ukraine's Northern Steppe. *Scientific bulletin of NFTU of Ukraine*, 27.1, 79–82 [in Ukrainian].
- Strategy of low-carbon development of Ukraine until 2050. (2018). Kyiv [in Ukrainian].
- Schepaschenko, D., et al. (2017). Biomass plot data base. *PANGAEA*. <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.871465>
- Shvidenko, A. Z., Lakyda, P. I., Schepaschenko, D. G., Vasylyshyn, R. D., & Marchuk, Yu. M. (2014). *Carbon, climate and land-use in Ukraine: forest sector*. Korsun-Shevchenkivsky: FOP V. M. Gavryshenko [in Ukrainian].
- Shvidenko, A., Nilsson, S., & Obersteiner, M. (2004). Wood for bioenergy in Russia: Potential and Reality. In G. H. Kohlmaier (Eds.), *Wood Energy in the Industrialized World* (pp. 323–340). Graz, Austria: International BIOCLIMECO Workshop.
- Vasylyshyn, R. D. (2016). *Forests of Ukrainian Carpathians – features of growth, biological and energy productivity*. Kyiv: LLC "KOMPRINT" [in Ukrainian].
- Vasylyshyn, R. D. (2018). *Environmental and energy potential of forests in Ukrainian Carpathians and its sustainable use*. Kyiv: LLC "KOMPRINT" [in Ukrainian].
- Vasylyshyn, R. D., Sliusarchuk, V. V., & Lakyda, I. P. (2019). *Energy function of beech forests in Bukovyna Precarpathian region*. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 45, 60–66 [in Ukrainian].

**Vasylyshyn R. D., Yurchuk Yu. M., Lakyda I. P., Bondarchuk R. P.
ENERGY CONTENT IN WOODY BIOMASS OF ZHYTOMYR POLISSIA'S FORESTS**

Development of renewable energy production is one of the main directions of decarbonizing the Ukraine's energy sector as well as the forestry sector. Increase in woody biomass utilization efficiency at producing energy, alongside with securing the proper level of technological processes and technical

equipment, also requires a reliable information support toolbox that would facilitate managerial decisions. An important constituent of this toolbox is represented by the regional assessments of energy function of forest plant communities.

The information basis of the research is formed by the information from the industrial database of IA "Ukrderzhisproekt", which contains the detailed biometric characteristics of the stands in the studied region, as well as by a system of mathematical models for quantitative assessment of forests' live biomass and dead organic matter.

As a result, the quantitative values of the total energy content in live biomass and dead organic matter of Zhytomyr Polissia's forests were determined. The total amount of energy accumulated in vegetal biomass of the region's forests is 3035.7 PJ, which corresponds to 100.2 million tons of conventional fuel. At the same time, the share of the total energy content in dead organic matter is 11.1 %. The structure of energy content in vegetal biomass in the region is dominated by pine stands, which accumulate more than 60 % of the energy of forests of Zhytomyr region, including 70.8 % – in live biomass of tree trunks. More than 40 % of energy is accumulated in vegetal biomass of stands of I site index class, which mainly grow in fairly infertile forest growth conditions.

In the general structure of energy content in dead organic matter (336.2 PJ) more than 60 % belongs to forest litter (212.8 PJ which is not considered a source of renewable energy), standing dead trees 12.3 % (41.3 PJ), dry branches – 17.8 % (close to 60 PJ).

The results obtained in the course of the research will serve as an information background for the formation of a strategy for development of forest bioenergy in Zhytomyr region.

Keywords: woody biomass, energy, dead organic matter, stand, low-carbon development, biometric indices.

Отримано: 2021-01-30