

Д.Ю. КАРАБЧУК<sup>1</sup>, М.П. ГОРОШКО<sup>2</sup>

## АСПЕКТИ ТАКСАЦІЇ ФІТОМАСИ СМЕРЕКОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ БАСЕЙНУ ЧЕРЕМОШУ В СИСТЕМІ РАЦІОНАЛЬНОГО ЛІСОКОРИСТУВАННЯ

*Проаналізовано частину результатів досліджень біологічної продуктивності надземної фітомаси дерев і деревостанів (без врахування фітомаси пня) смереки європейської (*Picea abies* [L.] Karst.), які досягли віку рубань і ростуть у природних насадженнях басейну річки Черемош на території Українських Карпат. Розглянуто питання оцінки депонованого вуглецю та біоенергетичного потенціалу деревостанів на лісосіках, а також тієї частини, яка залишається не використаною після проведених головних рубань. Дослідження базуються на таксаційних об'ємно-вагових показниках модельних дерев залежно від їх "соціального" статусу в насадженні, діаметра на висоті ґрудей, типу лісу і висоти н.р.м.*

**Ключові слова:** природні смерекові деревостани, лісосіка, модельне дерево, біологічна продуктивність, надземна фітомаса, депонований вуглець, біоенергетичний потенціал.

---

<sup>1</sup> Дмитро Юрійович КАРАБЧУК – старший науковий співробітник, магістр лісового господарства, Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38067-67-02-340. E-mail: karabchuk@hotmail.com

<sup>2</sup> Мiron Петрович ГОРОШКО – член-кореспондент ЛАН України, завідувач кафедри лісової таксації та лісовпорядкування, кандидат сільськогосподарських наук, професор, Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38097-500-90-09. E-mail: horoshko\_mp@ukr.net

**Вступ.** Рациональне лісокористування передбачає комплексний підхід під час заготівлі та перероблення лісової продукції [14, 24]. Проект європейської комісії на 2008-2010 рр. "Енергія біомаси в Європі" свідчить про зростаючу актуальність цього питання на європейському континенті та передбачає оцінку ресурсів біомаси, доступної для енергетичних потреб [18].

Ліс відіграє важливу роль у житті місцевих громад [35], а також виконує водорегулятивну функцію у басейні водозбирання [20]. Сучасні науковці приділяють особливу увагу підвищенню розуміння ролі лісу в атмосферному кругообігу вуглецю [30] з подальшим визначенням обсягів вуглекислого газу, який він може поглинути, зменшуючи кількість парникових газів [16-18, 36]. Поряд із цим, позитивний баланс депонованого у лісовому середовищі вуглецю може бути предметом купівлі-продажу [27, 36]. Таким чином, результати оцінки продуктивності насаджень за компонентами фітомаси мають багатоцільове використання, а система рационального лісокористування розглядається ширше, ніж отримання прямого економічного ефекту від комплексної лісозаготівлі та реалізації продуктів його перероблення.

Дослідження в галузі оцінки фітомаси мають давню традицію [2, 3, 7, 21, 22, 25, 26, 28, 29, 32, 33, 34], зокрема завдяки Міжнародній біологічній програмі 1964-1974 рр. [19]. В Україні дослідженнями структури компонентів фітомаси основних лісотвірних порід займається П.І. Лакида [16] та учні його школи (О.М. Колосок, М.М. Петренко, А.Г. Лашенко, Л.М. Матушевич, Р.Д. Василюшин, І.В. Блищик) [15], а також М.П. Горошко зі своїми аспірантами-науковцями (І.С. Ільків, Ю.Й. Каганяк, Г.Г. Гриник, М.М. Король, Д.Ю. Карабчук) [4-6, 8, 9] та інші [2, 3]. Зокрема, наведено продуктивність і структуру фітомаси стлужних ялиників в Українських Карпатах за допомогою методичного підходу (Колосок, 2002) [15], але роботи щодо оцінювання деяких з них ще тривають.

Одним зі складників покращення рівня рационального лісокористування є підвищення продуктивності деревостанів лісівничими методами. Початковим етапом втілення такої стратегії є здійснення комплексного оцінювання продуктивності насаджень за компонентами надземної фітомаси таксаторами та визначення факторів, які найбільше впливають на продуктивність і структуру деревостанів [23].

**Об'єкти та методика.** Об'єктом наших досліджень є природні смерекові лісостани, які досягли віку зрілості. Оцінка їхньої продуктивності дасть змогу отримати модель за структурою фітомаси в умовах провадження наближеного до природи способу ведення лісового господарства [24].

Регіоном досліджень є басейн річки Черемош, що є частиною суходолу, з якого відбувається природний стік води в річкову систему Черемошу. Площа басейну становить близько 259 тис. га, довжина сягає 95 км, ширина в найбільшому місці – 55 км (верхів'я р. Волова – верхів'я р. Путила), а у найвужчому (по лінії с. Сгодна, м. Вишниця) – близько 10 км. Розташована на північно-східному макросхилі Східних Карпат, на українській (Івано-Франківська

область – 55,8 % та Чернівецька область – 43,2 %) і частково на румунській (1 %) територіях.

Перепади висот знаходяться в межах від 200 м н.р.м. у місці впадання Черемошу в річку Прут (с. Неполоківці) до 2036 м н.р.м. (г. Бребенеска Чорногорського масиву) і є характерними з погляду представництва флори відповідного лісорослинного поясу нашої країни. Панівною породою на цій території є смерека, або ялина європейська. Основна частина ялиників росте на гірсько-лісових опідзолених та гірсько-лісових бурих ґрунтах.

Враховуючи необхідність вивчення та екологічного моніторингу продуктивності смеречників за компонентами надземної фітомаси, у цьому регіоні у 1997 р. започатковано закладання низки пробних площ, яке триває і сьогодні із застосуванням ГІС-технологій (растрове розміщення пробних площ – 4×4 км). До уваги беруть ті растри, розташування яких припадає на смерекові ділянки лісу. На сьогодні проведено заміри на 15 тимчасових та 9 постійних кругових пробних площах радіусом 16,7 м, де обміряно 73 модельних дерева. Опрацьовано дані замірів, здійснених на 6 ділянках, на основі яких отримано попередні результати із 19 модельних і облікових дерев. Тимчасові пробні площі закладали на ділянках, відведених для головних рубань.

Продуктивність і структуру надземних компонентів фітомаси (без урахування фітомаси пня) визначено на основі модельних облікових дерев. При цьому обов'язково відбирали середнє модельне дерево, а також інші облікові дерева з більшими і з меншими розмірами, які б характеризували домінуючу та підпорядковану частини цього деревостану, коригуючи параметри теоретично середньої моделі [10]. Експериментально доведено, що характер зміни загальних обсягів фітомаси крони і її компонентів має прямий зв'язок з положенням дерева в частині деревостану, тобто він знижується зі зменшенням середньотаксаційних показників цього дерева залежно від його соціального статусу та освітлення. Кількість модельних і облікових моделей відбирали в межах 3-6 шт. з кожної пробної площі [11].

Як відомо, існує тісний кореляційний зв'язок між лінійними, об'ємними і ваговими характеристиками, що визначають відповідні кількісні співвідношення морфологічних частин дерева (стовбур, гілля, корені, хвоя тощо) [14, 24, 25]. Така закономірність найчастіше використовується лісівниками для визначення фітомаси окремого дерева та має назву "метод вимірювального аналізу", описаний у роботах вітчизняних науковців [7, 21], а також колишніх і сучасних американських дослідників [37].

**Обговорення та результати.** Залежно від віку у межах кожного окремого деревостану продуктивність дерева змінюється. Однак необхідно зазначити, що істотний вплив на фітомасу дерева в окремому деревостані має його соціальний статус. Ілюстративним є приклад продуктивності облікових дерев № 2, 8, 18 на ТПП 6, різниця у віці цих дерев – 4 роки (71, 73, 70), однак кожне з них займає різний "соціальний" статус у насадженні і залежно від цього розподіляється загальна маса дерева. Відповідно дерево № 18 з панівної частини деревостану має найбільшу вагу (3115 кг), дерево № 2 з підлеглої

частини – найменшу (397 кг), і середнє модельне дерево № 8 важить 1500 кг у свіжозрубаному стані.

Таким чином, у межах одного класу віку загальна продуктивність дерева передусім залежала від його "соціального" статусу і лісорослинних умов. У різновікових насадженнях вік відіграє більшу роль, особливо за різниці віку дерев у 1 і більше класів, хоча в межах одного деревостану вік, лісорослинні умови і "соціальний" статус дерева дуже тісно пов'язані між собою. Це стосується і компонентів фітомаси стовбура, а також гілок 1-го порядку. Продуктивність решти компонентів фітомаси крони мала більший взаємозв'язок з умовами освітлення крони та її протяжністю, що менше пов'язано з рангом дерева за висотою у деревостані, тому що середнє дерево з довгою кроною і її кращою освітленістю може мати більше хвої, ніж панівне дерево з коротшою кроною. Це ми спостерігали на 1, 3, 4 пробних площах.

Загальна фітомаса у свіжозрубаному стані обстежених високобонітетних (1<sup>а</sup>) деревостанів у типі лісу Сз-бк-смЯц змінюється від 295 т/га (у складі 7См) середньоповнотного насадження (0,69) до 800 т/га у високоповнотних чистих деревостанах, із них у середньому 82,4 % займає деревина стовбура, 5,7 % – кора стовбура, 4,75 % – гілки першого порядку, 2,35 % – гілки другого порядку і 4,8 % – хвоя.

Продуктивність деревостанів на пробних площах у типі лісу Сз-бк-яцСм (1 бон.) у свіжозрубаному стані змінюється від 213 т/га в низькоповнотних насадженнях (0,28) до 610 т/га у високоповнотних чистих деревостанах, із них у середньому 80,6 % займає деревина стовбура, 6,1 % – кора стовбура, 4,6 % – гілки першого порядку, 2,9 % – гілки другого порядку і 5,8 % – хвоя.

На пробній площі, яка розташована у типі лісу Сз-См на висоті 1520 м н.р.м., загальна продуктивність фітомаси у свіжозрубаному стані має 355 т/га, із них у середньому 76,8 % займає деревина стовбура, 6,9 % –

кора стовбура, 4,6 % – гілки першого порядку, 3,7 % – гілки другого порядку і 7,9 % – хвоя.

Проаналізувавши структуру фітомаси за типами лісу, можна зробити висновок, що на цих пробних площах існує тенденція до спадання продуктивності деревини стовбура із збільшенням висоти н.р.м., тобто їхній відсоток у загальній масі деревостану падає. Всі інші компоненти надземної фітомаси мають зворотню тенденцію до збільшення своєї частки у деревостані із збільшенням висоти н.р.м.

На рис. 1 наведено структуру надземної фітомаси деревостану у свіжозрубаному стані. Як видно з діаграми, різниця між однаковими компонентами одного дерева і деревостану досить незначна. Також зберігається єдина послідовність у співвідношенні між окремими компонентами і масою всього дерева чи деревостану.

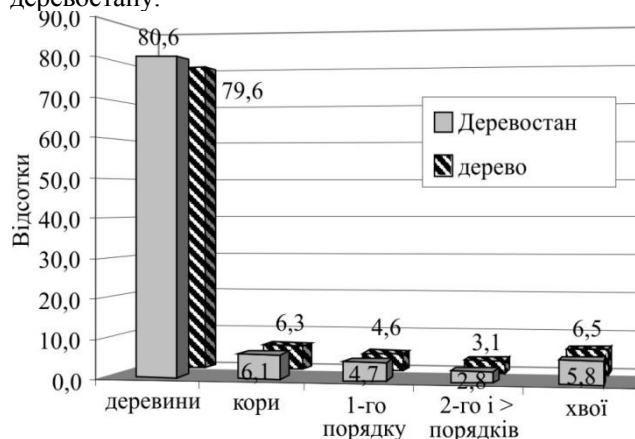


Рис. 1. Структура компонентів надземної фітомаси смереки

Проведені дослідження дали змогу оцінити надземну фітомасу (без урахування фітомаси пня) модельних та облікових дерев у абсолютно сухому стані, а також депонований ними вуглець [31] та законсервовану у біомасі дерева енергію [18] (табл. 1).

Табл. 1. Надземна продуктивність фітомаси облікових та модельних дерев смереки

№ дерева	Діаметр дерева на 1,3 м, см	Об'єм стовбура в корі, м <sup>3</sup>	Маса в абсолютно сухому стані, кг								Депонований вуглець, кг	Енергія у біомасі дерева, ГДж
			деревини стовбура	кори стовбура	стовбура в корі	гілок			хвої	загальна маса дерева		
						1-го пор.	2-го і > пор.	всього				
1	16,9	0,1799	57	13	70	4	5	9	10	89	44	1,6
2	18,0	0,2017	67	10	76	8	4	12	7	95	47	1,7
3	19,6	0,4124	131	30	160	7	8	15	15	190	94	3,4
4	20,1	0,3898	130	16	146	10	8	18	16	180	89	3,2
5	25,5	0,5402	176	31	207	13	12	25	20	251	125	4,5
6	28,0	0,5755	192	24	216	18	7	25	15	257	128	4,6
7	28,5	0,8230	269	45	314	38	39	77	70	461	227	8,1
8	29,3	0,9312	308	44	352	36	21	57	42	451	223	8,0
9	29,9	1,0216	334	55	389	29	11	40	19	448	223	8,0
10	32,3	1,3651	451	65	516	49	26	75	44	636	316	11,3
11	32,5	0,8244	269	46	315	36	34	71	64	450	222	7,9
12	33,1	1,3919	460	67	527	26	17	43	34	603	300	10,7
13	35,7	1,6403	541	81	622	31	13	44	27	693	345	12,3
14	39,2	2,0677	686	95	780	71	29	99	56	935	465	16,6
15	40,4	1,3229	429	78	507	35	17	51	34	592	294	10,5
16	40,7	1,6493	542	85	627	70	42	112	64	803	398	14,3
17	42,3	1,6859	558	79	637	29	16	45	28	711	354	12,7
18	43,8	2,2499	747	100	848	53	22	75	41	964	480	17,2
19	49,0	3,1758	1067	121	1188	131	54	186	82	1456	724	25,9

сума	-	-	7412	1085	8497	695	384	1079	689	10265	5098	182,4
%	-	-	72	11	82,8	7	4	10,5	6,7	100	-	-
Деякі основні статистичні показники та їхні помилки												
середні значення	31,8	1,1815	390	57	447	37	20	57	36	540	268	9,6
мінливість	29,2	66,1	67,0	56,4	65,5	82,3	69,3	75,6	61,3	64,1	64,2	64,2
помилка сер. знач.	2,1	0,2	60,0	7,4	67,2	6,9	3,2	9,9	5,1	79,5	39,5	1,4
помилка мінл.	5,1	14,7	15,0	11,7	14,5	20,5	15,7	18,0	13,2	14,0	14,1	14,1

Табл. 2. Продуктивність фітомаси деревостанів смереки на обстежених ділянках лісу

№ ТП П	Висота над р.м.	Склад	Сума площ дерев	Вага в абсолютно сухому стані, т/га							Депонований вуглець, т	Енергія у біомасі деревостану, ТДж
				деревини стовбура	кори стовбура	стовбура в корі	гілок		хвої	всього		
							1-го пор.	2-го і > пор.				
Індекс типу лісу – Сз-бк-смЯц												
7	850	7См2Яц1Бк	22,2	102,2	14,0	116,2	8,9	4,9	8,2	138	69	2,5
6	975	10См	50,8	277,2	37,0	314,3	27,0	7,2	19,9	368	183	6,6
Середні значення			36,5	189,7	25,5	215,2	17,9	6,0	14,1	253	126	4,5
Індекс типу лісу – Сз-бк-яцСм												
5	925	10См	16,8	70,4	11,5	81,9	7,8	2,7	7,0	99	49	1,8
1	965	7См2Яц1Бк	23,8	115,9	16,6	132,5	12,8	0,7	13,4	159	79	2,8
4	1075	10См	48,8	216,6	30,6	247,2	12,3	5,1	14,9	279	139	5,0
Середні значення			29,8	134,3	19,6	153,9	11,0	2,8	11,8	179	89	3,2
Індекс типу лісу – Сз-См												
3	1520	10См	34,4	114,7	20,3	135,0	11,0	2,4	15,5	164	81	2,9
Усереднені значення			33,6	146,2	21,8	168,1	13,3	3,8	13,8	198,9	99	3,5

Наведена інформація містить результати оцінювання фітомаси пропорційно відібраних модельних дерев на 6 пробних площах у межах висот 750-1550 м н.р.м. – це територія, на якій смерека утворює стійкі природні угруповання. Оскільки облікові дерева обирали за способом пропорційної ступінчастого представництва [21] та враховували "соціальне" становище дерева в деревостані то, як видно з таблиці, дерева з близькими діаметрами мають різний обсяг фітомаси, а ступінь мінливості цієї ознаки вказує на значну варіацію всіх показників. До дерев, які відібрані з панівної частини деревостану, належать моделі № 14, 15, 17, 13, 19, 18; із середньої № 10, 11, 12, 9, 16, 8; із підпорядкованої № 6 і 7, 5, 4, 1, 3, 2 відповідно до кожної із 1, 3-7 тимчасових пробних площ. Деякі основні статистичні показники та їхню оцінку наведено у другій половині цієї таблиці. Значна варіація всіх показників вказує на велику різноманітність розмірів дерев та параметрів їхньої надземної фітомаси у межах деревостану.

У табл. 2 наведено надземну фітомасу (без урахування фітомаси пня) обстежених ділянок лісу в абсолютно сухому стані. Розраховано кількість депонованого деревостаном смереки вуглецю, яка становить 2,9 т на одиницю абсолютної повноти. Нагромаджену енергію у біомасі 1 га наявного на пробних площах деревостану смереки визначено на рівні 3,5 ТДж.

За оцінками П.І. Лакиди, на території України є близько 6,7 млн м<sup>3</sup> невикористаних ресурсів деревини, які можна використати для енергетичних потреб і які дорівнюють 63,7 ПДж біоенергетичного потенціалу в країні [18]. За оцінками фахівців-практиків, під час лісозаготівельних робіт на лісосіках головного користування Карпат офіційно залишається невикористаним близько 16 % неліквідної стовбурової

деревини, а фітомаса крони не використовується взагалі. Виходячи з цього, в середньому з одного гектара цих шестиб лісосік додатково можна було б заготувати 117 т (27 %) фітомаси у свіжозрубаному стані, або 58 т (29 %) фітомаси в абсолютно сухому стані, що становить 28 т/га депонованого вуглецю та відповідає 1,0 ТДж накопиченої енергії, яка могла б бути використана при раціональному лісокористуванні для потреб суспільства. Крім того, на нижньому складі залишається невикористаною кора стовбура, що додатково дорівнює 22 т/га (5,2 %) свіжозрубаної маси. Неврахованими залишаються фітомаса пня і відходи від оброблення ділової деревини. Доцільно було б переробляти невикористані енергетичні ресурси надземної фітомаси на технологічну тріску та використовувати як сировину для котлів, розрахованих на тверде паливо. Такі котли набувають широкого застосування на території Північної Америки та Європи (зокрема й України) і дають змогу опалювати будинки чи малі підприємства, зменшуючи цим самим і енергозалежність країни від інших видів палива.

**Висновки та узагальнення.** Корінні природні смерекові деревостани характеризуються значною різновіковістю.

У різновікових смерекових насадженнях на загальну продуктивність дерева найбільше впливає вік, за різниці віку дерев в 1 і більше класів. Це стосується компонентів фітомаси стовбура та гілок 1-го порядку. Продуктивність решти компонентів фітомаси крони має більший взаємозв'язок з умовами освітлення крони та її протяжністю.

У межах одного класу віку загальна продуктивність дерева насамперед залежить від його "соціального" статусу (класів Крафта) і лісорослинних умов, які змінюються залежно від висоти н.р.м.

(вертикальна зональність типів ґрунту, лісу, клімату тощо). У середньому, в обстежених дерев смереки кора займає 8% від загального об'єму стовбура, а деревина – 92%, у той час, як у ялиці аналогічні показники також близькі до наведених і становлять для кори 8,5%, для деревини – 91,5%, до того ж у попередніх секціях відсоток кори майже завжди вищий за наступні.

Крона бере початок у першій половині стовбура і в різних облікових дерев цей початок є в межах 0,11-0,54 h висоти дерева і займає 46-89%. Із збільшенням висоти н.р.м. смерека гірше очищується від сухих сучків. У межах відносної довжини крони кількість гілок зростає і досягає максимуму в 0,7L – 0,9L крони.

Сума площ поперечних перетинів основ гілок 1-го порядку збільшується або зменшується залежно від розмірів дерева та його "соціального" статусу в деревостані.

Існує криволінійний зв'язок між щільністю основ гілок і тим, в якій вертикальній частині крони вони містяться, щільність гілок з віддаленням гілки від стовбура також зменшується.

Природна щільність зразків гілок першого порядку змінюється від найменшої 0,341 г/см<sup>3</sup>, що міститься в кінці гілки, до найбільшої 0,877 г/см<sup>3</sup>, яка виявлена при її основі в нижній частині крони. Аналогічно до сказаного, щільність зразків в абсолютно сухому стані змінюється від 0,284 до 0,707 г/см<sup>3</sup> у тих самих місцях гілки і крони.

Досить тісний зв'язок існує між відносною довжиною крони і часткою хвої (гілок 2-го порядку і вище) у хвойній лапці, яка описується залежністю у вигляді формули:

$$Y = a + bx + c(\lg x)^2, \text{ і дорівнює } 69,8 \%$$

Середнє значення коефіцієнта всихання хвої становить 0,55 (+ 0,03).

Структура компонентів надземної фітомаси у свіжозрубаному стані теоретично середнього дерева смереки розподілилась таким чином:

- деревина стовбура – 79,6 %;
- кора стовбура – 6,3 %;
- гілки першого порядку – 4,6 %;
- гілки другого і вище порядків – 3,1 %;
- хвоя – 6,5 %.

Для порівняння, у ялиці вона становить:

- деревина стовбура – 85,5 %;
- кора стовбура – 7,3 %;
- гілки першого порядку – 4,5 %;
- хвойна лапка – 6,5 %.

Теоретично середнє модельне дерево із шести ділянок, які були призначені для рубань головного користування, має такі показники надземної фітомаси:

1. Діаметр дерева на 1,3 м – 31,8 см.
2. Об'єм стовбура в корі – 1,1815 м<sup>3</sup>
3. Маса у свіжозрубаному стані – 1150 кг.
4. Маса в абсолютно сухому стані – 540 кг,

із них:

- стовбура в корі – 447 кг (82,8 %);
- гілок 1-го порядку – 37 кг (6,8 %);
- гілок 2-го і вище порядків – 20 кг (3,7 %);
- хвої – 36 кг (6,7 %).
- 5. Депонований вуглець – 268 кг.
- 6. Енергія у біомасі дерева – 9,6 ГДж.

Структура фітомаси між однаковими компонентами середнього модельного дерева і деревостану досить подібна. На пробних ділянках в типі лісу Сз-бк-смЯц (850-975 м н.р.м.) середня продуктивність деревостану у свіжозрубаному стані становить 547 т/га; у типі лісу Сз-бк-яцСм (925-1075 м н.р.м.) – 391 т/га; у типі лісу Сз-См (1520 м н.р.м.) – 355 т/га.

Загальна продуктивність деревостану залежить від місцевих природно-кліматичних умов, повноти насадження, його складу, віку тощо і змінюється від 213 у свіжозрубаному стані (99 в абсолютно сухому стані) т/га у низькоповнотних досліджуваних насадженнях до 800 (368) т/га у високобонітетних і високоповнотних насадженнях.

Енергетичні ресурси надземної фітомаси, які не враховують сьгодні лісові господарства, можна було б переробляти та використовувати як додаткове джерело енергії для опалення будинків чи малих підприємств, зменшуючи цим самим і енергозалежність країни від інших видів палива.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Біологічна продуктивність смерекових лісів / за ред. М.А. Голубця й К.А. Малиновського. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1975. – 239 с.
2. Генцирук С.А. Ельники Восточных Карпат / С.А. Генцирук. – Львов : Типографія Львовського Поліграфічного Технікума, 1957. – 128 с.
3. Голубець М.А. Ельники Українських Карпат / М.А. Голубець. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1978. – 264 с.
4. Горошко М.П. Аналіз структури надземної фітомаси високогірного смеречника / М.П. Горошко, Д.Ю. Карабчук // Науковий вісник НАУ : зб. наук. праць. – Сер.: Лісівництво. – К. : Вид-во НАУ. – 2002. – Вип. 50. – С. 260-264.
5. Гриник Г.Г. Продуктивність мішаних ялиново-буково-ялицевих деревостанів в Бескидах / Г.Г. Гриник // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 1999. – Вип. 9.10. – С. 55-62.
6. Гадов К. Моделювання параметрів крони дерев в Українських Карпатах / К. Гадов, М.П. Горошко, М.М. Король // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 2003. – Вип. 13.3. – С. 264-272.
7. Дьліс Н.В. Фітомаса лесных биогеоценозов Подмосквья / Н.В. Дьліс, Л.М. Носова. – М. : Вид-во "Наука", 1977. – 144 с.
8. Ільків І.С. Використання просторових показників крон для оцінки намету букових лісостанів Бескидів / І.С. Ільків // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість : міжвідомч. наук.-техн. зб. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 1999. – Вип. 26. – С. 15-18.
9. Каганяк Ю.Й. Динамічні зміни значень компонентів фітомаси модриново-дубових культур в умовах заходу України / Ю.Й. Каганяк // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 2009. – Вип. 9.7. – С. 80-82.
10. Карабчук Д.Ю. Структура компонентів фітомаси смереки європейської на ділянці лісу в підніжжі Чорногірського хребта Українських Карпат / Д.Ю. Карабчук, М.П. Горошко // Збірник доповідей студентської науково-технічної конференції УкрДЛТУ. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 1998. – Том 1. – С. 38-40.
11. Карабчук Д.Ю. Производительность еловых древостоев за компонентами надземной фитомассы в верхней части бассейна реки Ч. Черемош Украинских Карпат / Д.Ю. Карабчук, М.П. Горошко // Лес, наука, молодежь : матер. научн. конф. молодых ученых. – Гомель : Институт леса НАН Беларуси. – 1999. – Том 1. – С. 63-65.

- 12. Карабчук Д.Ю.** Тенденції в зміні щільності гілок 1-го порядку *Picea abies* (L.) Karst. / Д.Ю. Карабчук, М.П. Горошко // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 2009. – Вип. 9.12. – С. 86-89.
- 13. Карабчук Д.Ю.** Про мінливість фітомаси деревної зелені ялини звичайної / Д.Ю. Карабчук // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 2000. – Вип. 10.4. – С. 50-54.
- 14. Козирацький Л.А.** Відтворення і раціональне використання недеревної рослинності лісів / Л.А. Козирацький. – К. : Вид-во "Урожай", 1975. – 88 с.
- 15. Колосок О.М.** Продуктивність і структура фітомаси штучних лісостанів ялини звичайної в Українських Карпатах : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.03.02 "Лісова таксація та лісовпорядкування" / О.М. Колосок; Націон. аграр. ун-т. – К., 2002. – 20 с.
- 16. Лакида П.І.** Методичні аспекти оцінки річного стоку вуглецю в лісових насадженнях / П.І. Лакида // Науковий вісник НАУ : зб. наук. праць. – Сер.: Лісівництво. – К. : Вид-во НАУ. – 1998. – № 8. – С. 221-227.
- 17. Лакида П.І.** Фітомаса лісів України / П.І. Лакида. – Тернопіль : Вид-во "Збруч", 2002. – 256 с.
- 18. Ліси України** в контексті вирішення глобальних екологічних та енергетичних проблем / П.І. Лакида // Біоресурси планети: соціальні, біологічні, продовольчі та енергетичні проблеми : матер. конф. – К. : Вид-во НАУ, 3-7 листопада 2008 р. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.garmonia.nauu.kiev.ua/presentation1/Lakuda.ppt>
- 19. Міжнародна біологічна програма ЮНЕСКО.** [Електронний ресурс]. – Доступний з [http://www.nationalacademies.org/archives/International\\_Biological\\_Program.html](http://www.nationalacademies.org/archives/International_Biological_Program.html)
- 20. Парпан В.І.** Паводкорегулювальна роль гірських лісів Карпат та шляхи їх оптимізації / В.І. Парпан, В.С. Олійник // Науковий журнал: Екологія та ноосферологія. – Дніпропетровськ. – 2009. – Т. 20, № 1-2. – С. 121-126.
- 21. Усольцев В.А.** Моделирование структуры и динамики фитомассы древостоев / В.А. Усольцев. – Красноярск : Изд-во Красноярского ун-та, 1985. – 192 с.
- 22. Усольцев В.А.** Биоэкологические аспекты таксации фитомассы деревьев / В.А. Усольцев. – Екатеринбург, 1997. – 559 с.
- 23. Цурик Е.И.** Совершенствование таксации лесов Карпат и оценка эффективности их использования. Авторский обзор научных работ / Е.И. Цурик. – Львов : Изд-во ЛЛТИ, 1991. – 136 с.
- 24. Чернявський М.В.** Наближене до природи лісівництво в Українських Карпатах / М.В. Чернявський, Р. Швігтер, Р.В. Ковалишин та ін. – Львів : ЛА Піраміда, 2006. – 88 с.
- 25. Brown J.K.** Predicting crown weights for 11 Rocky Mountain conifers // Biomass Studies IUFRO Congress. – Oslo, 1976. – P. 101-115.
- 26. Cerny M.** Biomass of *Picea abies* (L.) Karst. in Midwestern Bohemia // Scandinavian Journal of Forest Research. – 1990. – № 5. – P. 83-95.
- 27. Ray D.G.** Mitigating Climate Change with Managed Forests: Balancing Expectations, Opportunity, and Risk / D.G. Ray, R.S. Seymour, N.A. Scott, W.S. Keeton // Journal of Forestry. – Printed in USA, 2009. – January/February. – P. 50-51.
- 28. Dvorak V.** Relation between leaf biomass and annual ring sapwood of Norway spruce according to needle age-class / V. Dvorak, M. Oplustilova, D. Janous // Canadian Journal of Forest Research. – 1996. – № 26. – P. 1822-1827.
- 29. Grote R.** Foliage and branch biomass estimation of coniferous and deciduous tree species / R. Grote // Silva Fennica. – 2002. – № 36(4). – P. 779-788.
- 30. Jenkins J.C.** National-scale biomass estimators for United States tree species / J.C. Jenkins, D.C. Chojnacky, L.S. Heath, R.A. Birdsey // Forest Science – Printed in USA. – 2003. – № 49(1). – P. 12-35.
- 31. Matthews G.** The carbon content of trees // Forestry Commission. – Edinburgh, 1993. – Technical Paper 4.
- 32. Mund M.** Growth and carbon stocks of a spruce forest chronosequence in central Europe / M. Mund, E. Kummert, M. Hein, G.A. Bauer, E.D. Schulze // Forest Ecology and Management. – 2002. – № 171. – P. 275-296.
- 33. Lakida P.** Estimation of forest phytomass for selected countries of the former european U.S.S.R / P. Lakida, S. Nilsson, A. Shvidenko // Biomassa and Bioenergy. – Printed in Great Britain: Published by Elsevier Science Ltd. – 1996. – Vol. 11, No. 5. – P. 371-382.
- 34. Pelz D.R.** Biomass studies in Europe – an overview / D.R. Pelz // Estimating tree biomass regressions and their error; proceedings of workshop on tree biomass regression functions and their contribution to the error of forest inventory estimates. Gen. Tech. Rep. NE-GTR-117. – Syracuse, NY, 1987. – P. 213-224.
- 35. Tobias Kuemmerle.** Forest cover change and illegal logging in the Ukrainian Carpathians in the transition period from 1988 to 2007 / Tobias Kuemmerle, Oleh Chaskovskyy, Jan Knorn, Volker C. Radeloff, Ivan Kruglov, William S. Keeton, Patrick Hostert // Remote Sensing of Environment. – Published by Elsevier Inc. – 2009. – № 13. – P. 1194-1207.
- 36. United nations framework convention on climate change (UNFCCC).** Kyoto protocol. [Електронний ресурс]. [Електронний ресурс]. – Доступний з [http://www.unfccc.int/kyoto\\_protocol/items/2830.php](http://www.unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php)
- 37. Whittaker R.H.** Dimension and production relations of trees and shrubs in the Brookhaven forest / R.H. Whittaker, G.M. Woodwell // Journal Ecology. – New-York. – 1968. – № 56. – P. 1-25.

*Д.Ю. Карабчук, М.П. Горошко*

#### АСПЕКТЫ ТАКСАЦИИ ФИТОМАССЫ ЕЛОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ БАСЕЙНА РЕКИ ЧЕРЕМОШ В СИСТЕМЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ

Проанализированы частичные результаты исследований биологической производительности надземной фитомассы деревьев и древостоев ели европейской (*Picea abies* L. Karst.) в природных насаждениях бассейна реки Черемош Украинских Карпат. Рассмотрены вопросы оценки депонированного углерода и биоэнергетического потенциала исследуемых древостоев на лесосеках, а также той части, которая остается не используемой после их вырубki. Результаты исследований изучены в зависимости от социального статуса дерева в насаждении, диаметра на высоте груди и горно-высотной дифференциации, которая включает в себя изменения климата, типов леса и т.п.

**Ключевые слова:** ель (*Picea abies* [L.] Karst.), природные насаждения, условия местопроизрастания, высота над уровнем моря, биологическая производительность, надземная фитомасса, фитомасса отдельных компонентов дерева, поглощенный углеводород, энергия биомассы дерева.

*D.Yu. Karabchuk, M.P. Horoshko*

#### ASPECTS OF CHEREMOSH RIVER BASIN SPRUCE STAND BIOMASS ESTIMATIONS IN A SYSTEM OF SUSTAINABLE FOREST RESOURCE USE

The studies results show a data on biological productivity of nature spruce stand in a part of Cheremosh river basin in the Ukrainian Carpathians. Aboveground biomass fractions (without a stump) and biomass energy for model trees extrapolated for the whole stand. Carbon storage and potential for biomass energy from non-used parts of biomass after harvesting is also calculated. The results are presented for temporary simple plots, which where measured on harvesting areas depending on special mountain conditions, social place of a tree in the stand and dbh.

**Keywords:** spruce (*Picea abies* L. Karst.) natural stand, growth conditions , model tree, biological productivity, aboveground biomass, biomass fractions, sequestered carbon, biomass energy.

