

УДК 630\*548

## ДЕЯКІ МОРФОФІЗІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ БІОЛОГІЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ЛІСОВИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ СВІЖОЇ ГРАБОВО-СОСНОВОЇ СУДІБРОВИ РОЗТОЧЧЯ

Кендзьора Н.З., Заїка В.К., Тереля І.П.

*Деякі морфофізіологічні аспекти біологічної продуктивності лісових культур в умовах свіжої грабово-соснової судіброви Розточчя.- Н.З. Кендзьора, В.К. Заїка, І.П. Тереля - Досліджено особливості росту, формування фітомаси та пігментного комплексу деревних порід в лісових культурах свіжої грабово-соснової судіброви Львівського Розточчя. Встановлено закономірності нагромадження фітомаси деревами та її зв'язок з кількістю пластидних пігментів.*

**Ключові слова:** лісові культури, біологічна продуктивність, фітомаса, пластидні пігменти, Розточчя.

**Адреса:** Національний лісотехнічний університет України; м. Львів, вул. Ген. Чупринки, 103; e-mail: I.Terelya@gmail.com

*Some morphophysiological aspects of biological productivity the forest cultures of fresh hornbeam-pine suboakeries in Roztochya.-N.Z. Kendzyora, V.K. Zaika, I.P. Terelya. - The features of growth, forming of phytomass and pigmental complex in arboreal breeds in forest cultures of fresh hornbeam-pine suboakeries of the Lvov Roztochya are explored. The regular of phytomass accumulation of the oak and yet communications between phytomass and quantity of plastid pigments are set*

**Keywords:** forest cultures, biological productivity, phytomass, plastid pigments, Roztochya.

**Address:** National forestry university of Ukraine, Gen. Chuprynky Str., 103, Lviv, 79057, Ukraine, e-mail: I.Terelya@gmail.com

Кількість органічної речовини, яку рослина використовує на ростові процеси залежить від асиміляційно-дисиміляційного балансу. В межах 20–30% продуктів фотосинтезу розщеплюється з вивільненням енергії. Ця енергія необхідна для забезпечення процесів життєдіяльності рослинного організму. В несприятливих умовах середовища дисиміляційні витрати значно зростають, а вивільнена енергія використовується не ефективно. У зв'язку з цим виникає необхідність регулювання накопичення органічної речовини лісовими культурами [7]. Існують різні шляхи збільшення біологічної продуктивності фітоценозів. Зокрема її можна регулювати оптимізацією породного складу лісових культур, зміною їх густоти, внесенням поживних речовин тощо. Для цього необхідно дослідити закономірності накопичення органічної маси різними деревними породами.

При створенні лісових культур в свіжих типах лісу Львівського Розточчя найбільше використовують такі породи як сосна звичайна,

дуб звичайний, бук лісовий, клен гостролистий, явір. Широко в культурах зустрічаються також модрина європейська і смерека. Такі культури при різних схемах змішування деревних порід в подальшому здатні сформувати високопродуктивні насадження. Проте є необхідним проведення досліджень, які можуть розкрити механізми підвищення їх продуктивності.

Мета роботи – дослідити ріст, формування фітомаси та пігментного фонду деревних порід в лісових культурах свіжої грабово-соснової судіброви Розточчя, а також встановити зв'язки між цими показниками.

Об'єктами досліджень служили 2–10-річні лісові культури, які ростуть в умовах свіжої грабово-соснової судіброви (C<sub>2</sub>-гсД) на Львівському Розточчі. Пробні площі підбрано в лісництвах Страдцівського НВЛК НЛТУ України. На них визначали біометричні (висоту, поточний приріст, діаметр кореневої шийки) та вагові показники дерев за елементами фітомаси.

При вивченні проблеми первинної біологічної продуктивності деревних рослин інтегральним показником є фітомаса [2, 3, 4, 5, 6]. Для дослідження фітомаси на пробній площі відбирали по 3–5 модельних дерев кожної породи, які викопували з кореневою системою. Окремо зважували листя, пагони, стовбур і кореневу систему дерев та визначали їх абсолютно суху масу. Для цього відбирали усереднені зразки, які

висушували протягом 8 годин при температурі 105<sup>0</sup>С. Для визначення пластидних пігментів листя відбирали з середньої частини крони 10–15 дерев кожної породи. Пігменти екстрагували 80% ацетоном [8].

Результати визначення біометричних показників деревних порід в лісових культурах Львівського Розточчя приведено в табл. 1.

Таблиця 1. Біометричні показники деревних порід в лісових культурах свіжої грабово-соснової судіброви

Порода	Вік культур, років	Біометричні показники					
		висота, см		поточний приріст, см		діаметр кореневої шийки, мм	
		M±m	V,%	M±m	V,%	M±m	V,%
1	2	3	4	5	6	7	8
Сосна звичайна	2	39,5±1,0	26,8	26,8±0,8	31,2	11,4±0,3	26,7
	4	112,8±2,0	16,2	39,8±1,1	24,2	32,7±0,8	21,3
	6	169,1±3,7	18,2	38,1±1,1	24,8	43,1±1,3	24,7
	8	257,8±10,1	22,6	55,8±2,3	24,0	56,5±3,2	32,8
	10	314,4±8,9	16,8	51,1±2,3	26,8	81,5±2,9	21,2
Дуб звичайний	2	28,7±1,1	37,8	10,2±0,5	47,8	6,6±0,2	26,8
	4	30,7±1,8	37,2	7,8±0,5	40,9	8,4±0,3	23,7
	6	199,4±4,5	19,0	27,0±1,8	56,1	31,1±1,0	26,6
	8	207,5±7,9	21,5	31,9±3,2	56,2	31,3±1,8	32,8
	10	221,0±10,5	21,8	23,0±2,1	42,3	48,2±2,4	22,8
Бук лісовий	2	45,1±2,7	33,1	28,4±3,3	62,9	10,7±0,9	48,6
Клен гостролистий	2	19,1±2,1	53,8	7,7±1,0	60,3	6,5±0,3	25,7
	4	89,9±5,5	30,6	22,3±2,4	53,9	16,4±0,9	26,0
	6	206,3±22,3	30,6	22,0±5,1	65,2	23,8±3,2	37,8
Явір	2	29,0±5,5	53,7	9,0±2,1	64,5	7,0±0,7	27,5
	6	194,8±14,0	28,8	23,8±3,4	57,0	25,3±2,0	31,1
	8	235,1±8,5	19,9	35,2±3,0	46,7	33,8±2,0	32,6
Модрина європейська	2	102,2±5,5	23,9	62,7±3,2	22,6	14,8±0,8	25,1
	6	212,0±19,8	24,7	81,4±6,3	20,6	38,6±2,7	18,7
Смерека	2	47,3±2,6	32,9	26,2±1,4	31,0	8,8±0,4	29,0
	6	177,5±9,9	30,7	42,0±3,1	39,9	35,9±2,4	35,9

З табл. 1 видно, що висота дерев на пробних площах залежно від породного складу та віку культур коливалась від 19,1 до 314,4 см. Діаметр кореневої шийки в деревних порід змінювався від 6,6 до 81,5 мм. Поточний лінійний приріст становив 7,7–81,4 см. У листяних порід він виявився значно нижчим, ніж у хвойних. Зі збільшенням віку лісових культур поточний лінійний приріст значно збільшувався, досягаючи найбільших значень у 10-річних дерев модрина європейської (81,4 см). У найпоширеніших в даному типі лісу деревних порід дуба і сосни спостерігаються певні особливості в прояві ростових процесів. В сосни звичайної зі збільшення віку показники поточного приросту поступово зростають. У дуба звичайного до 4-річного віку спостерігається слабкий ріст у висоту і за діаметром. Лише з 6-річного віку відмічено значне підвищення у нього ростових процесів. У зв'язку зі значною диференціацією дерев в

молодому віці за біометричними показниками коефіцієнт мінливості у дуба і сосни виявився середнім і сильним (V=16,2–56,2 %).

Інтегральним показником продуктивності лісових культур є формування фітомаси. Результати дослідження її нагромадження деревами з віком приведено в табл. 2.

З табл. 2 видно, що загальна абсолютно суха маса надземної частини дерев складає 34,8–88,9 % від загальної фітомаси рослин. Серед компонентів надземної частини дерев найбільшу частку становить маса стовбура (30,7–86,9 %) і листяного апарату (7,4–57,2 %). Фітомаса пагонів коливається в межах 4,1–36,9 %. Необхідно відзначити, що у хвойних видів маса листяного апарату в фітомасі надземної частини дерева виявилась вищою, порівняно з листяними деревними породами. Так, в сосни звичайної маса хвої становить 33,5–57,2 %, а в смереки – 38,1–46,0 %.

Таблиця 2. Фітомаса модельних дерев різних деревних порід в лісових культурах свіжої грабово-соснової судіброви

Порода	Вік культур, років	Абсолютно суха маса, г/%					
		листя (хвоя)	пагони	стовбур	надземна частина	коренева система	загальна фітомаса
Сосна звичайна	2	<u>31,80</u> 57,2	<u>6,74</u> 12,1	<u>17,10</u> 30,7	<u>55,64</u> 88,7	<u>7,09</u> 11,3	<u>62,74</u> 100,0
	4	<u>126,07</u> 48,1	<u>53,57</u> 20,4	<u>82,65</u> 31,5	<u>262,30</u> 87,9	<u>36,02</u> 12,1	<u>298,31</u> 100,0
	6	<u>224,53</u> 36,2	<u>140,07</u> 22,6	<u>255,31</u> 41,2	<u>619,92</u> 88,9	<u>77,70</u> 11,1	<u>697,62</u> 100,0
	8	<u>763,81</u> 34,4	<u>532,26</u> 24,0	<u>925,34</u> 41,6	<u>2221,42</u> 85,4	<u>380,98</u> 14,6	<u>2602,40</u> 100,0
	10	<u>1009,24</u> 33,5	<u>619,50</u> 20,5	<u>1387,35</u> 46,0	<u>3016,08</u> 82,8	<u>624,24</u> 17,2	<u>3640,33</u> 100,0
	Дуб звичайний	2	<u>4,33</u> 45,0	<u>1,47</u> 15,3	<u>3,82</u> 39,7	<u>9,61</u> 51,2	<u>9,16</u> 48,8
4		<u>2,45</u> 31,0	<u>1,79</u> 22,7	<u>3,65</u> 46,3	<u>7,89</u> 40,6	<u>11,56</u> 59,4	<u>19,45</u> 100,0
6		<u>11,99</u> 42,3	<u>6,75</u> 23,8	<u>9,59</u> 33,9	<u>28,33</u> 34,8	<u>53,15</u> 65,2	<u>81,48</u> 100,0
8		<u>101,74</u> 19,6	<u>78,49</u> 15,1	<u>339,35</u> 65,3	<u>519,58</u> 62,9	<u>306,37</u> 37,1	<u>825,95</u> 100,0
10		<u>139,34</u> 20,1	<u>151,59</u> 21,9	<u>402,2</u> 58,0	<u>693,15</u> 60,6	<u>450,24</u> 39,4	<u>1143,38</u> 100,0
Бук лісовий		2	<u>0,90</u> 30,7	<u>0,48</u> 16,6	<u>1,54</u> 52,7	<u>2,93</u> 65,1	<u>1,57</u> 34,9
	Клен гостролистий	2	<u>0,78</u> 43,6	<u>0,12</u> 6,6	<u>0,89</u> 49,8	<u>1,78</u> 39,6	<u>2,72</u> 60,4
4		<u>8,62</u> 30,5	<u>1,15</u> 4,1	<u>18,51</u> 65,4	<u>28,28</u> 59,4	<u>19,35</u> 40,6	<u>47,63</u> 100,0
6		<u>14,75</u> 21,6	<u>7,38</u> 10,8	<u>46,26</u> 67,6	<u>68,38</u> 77,7	<u>19,63</u> 22,3	<u>88,02</u> 100,0
Явір	2	<u>0,29</u> 28,8	<u>0,06</u> 5,9	<u>0,65</u> 65,3	<u>1,00</u> 48,5	<u>1,06</u> 51,5	<u>2,06</u> 100,0
	6	<u>1,34</u> 7,4	<u>1,03</u> 5,7	<u>15,68</u> 86,9	<u>18,05</u> 52,1	<u>16,58</u> 47,9	<u>34,63</u> 100,0
	8	<u>85,18</u> 24,0	<u>55,67</u> 15,6	<u>214,56</u> 60,4	<u>355,41</u> 71,2	<u>143,91</u> 28,8	<u>499,32</u> 100,0
Модрина європейська	2	<u>2,65</u> 31,8	<u>3,07</u> 36,9	<u>2,61</u> 31,3	<u>8,33</u> 88,9	<u>1,04</u> 11,1	<u>9,36</u> 100,0
	6	<u>10,98</u> 32,1	<u>10,17</u> 29,7	<u>13,04</u> 38,2	<u>34,20</u> 83,9	<u>6,55</u> 16,1	<u>40,74</u> 100,0
Смерека	2	<u>2,16</u> 46,0	<u>0,61</u> 13,0	<u>1,93</u> 41,0	<u>4,70</u> 84,0	<u>0,89</u> 16,0	<u>5,59</u> 100,0
	6	<u>65,51</u> 38,1	<u>37,08</u> 21,6	<u>69,18</u> 40,3	<u>171,78</u> 83,4	<u>34,08</u> 16,6	<u>205,86</u> 100,0

В листяних видів (дуба звичайного, бука лісового, клена гостролистого, явора) маса листя складає 7,4–45,0 % від маси надземної частини дерева. Найвищим цей показник серед листяних порід виявився в дуба звичайного, а найнижчим у явора.

Серед деревних порід найнижча маса стовбура в загальній фітомасі надземної частини виявилась в сосни звичайної, а найвища у явора. Фітомаса кореневої системи деревних порід коливається у великих межах – від 11,1 (модрина європейська) до 65,2 % (дуб звичайний). У хвойних видів цей показник не перевищує 17,2 %. Це вказує на те, що хвойні види забезпечують ріст і формування

надземних органів при значно меншій масі кореневої системи, ніж листяні.

Закономірність зміни фітомаси дерев різних порід зі збільшенням віку у лісових культурах свіжої грабово-соснової судіброви добре описується степенною ( $y=ax^b$ ) та експоненціальною ( $y=ae^{bx}$ ) функціями. Коефіцієнт дискримінації ( $R^2$ ) перевищує 0,90.

Встановлені залежності дозволяють розрахувати особливості накопичення фітомаси лісовими культурами у початковий період їх формування. Результати таких розрахунків для двох ділянок 10-річних лісових культур різних схем змішування приведено в табл. 3.

Таблиця 3. Фітомаса десятирічних лісових культур свіжої грабово-соснової судіброви на Львівському Розточчі

Схема змішування, рядами	Порода	Вік дерев, р.	К-сть на 1 га, шт	Фітомаса за елементами, кг/га					
				листя (хвоя)	пагони	стовбур	надземна частина	коренева система	загальна фітомаса
Ділянка 1. Страдчівське л-во, кв. 48, вид. 1									
4С2Дз	С	11	1111	1421,04	779,63	1513,43	3714,11	654,51	4368,62
	Д	12	556	139,23	151,47	401,89	692,59	449,88	1142,47
Всього:			1667	1560,28	931,11	1915,32	4406,71	1104,39	5511,09
Ділянка 2. Страдчівське л-во, кв. 45, вид. 8									
1Клг(Яв)5С1Клг(Яв)3Дз	С	11	850	1087,10	596,42	1157,78	2841,30	500,70	3342,00
	Д	11	533	133,66	145,41	385,81	664,89	431,88	1096,77
	Кл	11	283	84,99	42,43	285,03	412,45	170,59	583,04
	Яв	11	117	27,16	6,78	70,53	104,46	72,01	176,48
Всього:			1783	1332,91	791,04	1899,15	4023,10	1175,19	5198,29

З табл. 3 видно, що накопичення органічної маси залежить від породного складу та густоти лісових культур. На першій ділянці культури було створено за схемою 4 ряди сосни звичайної і 2 ряди дуба звичайного. В 10-річному віці їх густота виявилась 1667 дерев на 1 га, в тому числі 1111 шт./га становила сосна звичайна.

На другій ділянці породний склад виявився більш різноманітними. Крім сосни і дуба тут представлені клен гостролистий і явір. Ці породи змішані в рядах. Загальна густота культур на другій ділянці склала 1783 шт./га. При цьому кількість дерев сосни виявилось 850 шт./га., дуба – 533 шт./га, а клена гостролистого і явора відповідно 283 і 117 шт./га.

Загальна абсолютно суха фітомаса 10-річних культур на першій ділянці склала близько 5511 кг/га, а на другій 5198 кг/га, в т. ч. надземна частина відповідно становить 4406,7 і 4023,1 кг/га. Необхідно відзначити значне переважання в культурах свіжої грабово-соснової судіброви на Львівському Розточчі фітомаси сосни звичайної, яка становить 63,3–79,3 %.

Отже, основна маса синтезованої в процесі фотосинтезу органічної речовини у сосни звичайної використовується для формування надземних органів, серед яких за масою переважає стовбур і хвоя. У листових деревних порід (дуба звичайного, клена гостролистого, явора) ці речовини значною мірою використовуються для формування кореневих систем. Серед надземних компонентів за масою сухої органічної речовини у них переважає стовбур.

Біологічна продуктивність деревних порід значною мірою залежить від кількості пластидних пігментів. Вони є важливими компонентами

фотосинтезуючої системи, а тому впливають на інтенсивність фотосинтезу. Однак, взаємозв'язки між кількістю пігментів, які синтезують деревні породи і їх біологічною продуктивністю вивчено слабо [1].

Проведені нами дослідження показують, що вміст пігментів в асимілюючих органах дерев в умовах свіжої грабово-соснової судіброви Розточчя, характеризується значною мінливістю (табл. 4).

З віком культур в межах від 2 до 10 років концентрація пігментів в листовому апараті деревних порід змінюється слабо, але їх маса зростає за рахунок збільшення фітомаси листового апарату.

Так, сумарний вміст хлорофілів в листі модельних дерев дуба звичайного коливається від 17,8 (2-річні культури) до 653,5 мг (10-річні культури), а маса каротиноїдів змінюється відповідно від 5,3 до 144,1 мг. Для сосни звичайної з віком маса хлорофілів збільшується від 71,8 до 2194,2 мг, а каротиноїдів – 18,1–570,7 мг. Аналогічні тенденції спостерігали і в інших деревних порід. Загалом високою концентрацією пластидних пігментів в культурах Розточчя характеризуються дуб звичайний, клен гостролистий, явір і бук лісовий.

Закономірності зміни маси пігментів у листовому апараті деревних порід в лісових культурах свіжої грабово-соснової судіброви з віком добре описуються степеневими ( $y=axb$ ) та експоненціальними ( $y=aebx$ ) функціями. Коефіцієнт дискримінації ( $R_2$ ) становить 0,85–0,98.

Результати дослідження накопичення пластидних пігментів 10-річними лісовими культурами наведено в табл. 5.

Таблиця 4. Біомаса пігментів в листяному апараті модельних дерев різних деревних порід в лісових культурах свіжої грабово-соснової судіброви, мг

Порода	Вік культур, років	Хлорофіли (a+b)	Каротиноїди
Сосна звичайна	2	71,8	18,1
	4	267,9	71,3
	6	556,6	143,3
	8	2180,8	543,2
	10	2194,2	570,7
Дуб звичайний	2	17,8	5,3
	4	10,2	2,7
	6	72,0	14,9
	8	490,3	100,3
	10	653,5	144,1
Бук лісовий	2	5,7	0,9
Клен гостролистий	2	2,9	0,9
	4	41,7	10,8
	6	90,8	22,0
Явір	2	0,9	0,3
	6	5,8	1,6
	8	442,5	100,8
Модрина європейська	2	10,2	2,1
	6	20,5	5,9
Смерека	2	7,2	1,5
	6	217,8	45,8

Таблиця 5. Маса пігментів в листяному апараті десятирічних лісових культур свіжої грабово-соснової судіброви на Львівському Розточчі

Схема змішування, рядами	Порода	Вік дерева, років	Вік хвої, років	К-сть на 1 га, шт.	Маса пігментів, г/га			
					хл. a	хл. b	a+b	каротиноїди
Ділянка 1. Страдчівське л-во, кв. 48, вид. 12								
4С2Дз	С	11	1	1111	1640,82	486,48	2127,29	527,37
			2		618,14	161,04	779,18	218,58
			3		113,56	35,19	148,75	40,00
	Д	12		556	525,01	127,95	652,95	143,96
Всього:				1667	2897,52	810,66	3708,18	929,91
Ділянка 2. Страдчівське л-во, кв. 45, вид. 8								
1Клг(Яв)5С1Клг(Яв)3Дз	С	11	1	850	1255,22	372,16	1627,38	403,44
			2		472,88	123,20	596,07	167,22
			3		86,87	26,92	113,79	30,60
	Д	11		533	504,01	122,83	626,83	138,20
	Кл	11		283	347,48	116,45	463,93	103,87
	Яв	11		117	87,74	25,96	113,70	23,60
Всього:				1783	2754,20	787,51	3541,72	866,92

З табл. 5 видно, що сумарний вміст хлорофілів на обох дослідних ділянках лісових культур становить близько 3,5–3,7 кг/га, каротиноїдів – 0,8–0,9 кг. Завдяки великій масі хвої переважна кількість пігментів (66,0–84,5 %) знаходиться у хвої сосни звичайної. При цьому переважають пігменти в однорічній хвої. Загалом спостерігається кореляція між масою пластидних пігментів і біомасою культур.

Таким чином при дослідженні біологічної продуктивності деревних рослин виявлено тісний зв'язок між загальною біомасою пігментів, яку

синтезують дерева і приростом сухої фітомаси. Очевидно формування фітомаси деревами, як і продуктивність лісових культур загалом, більшою мірою залежить не від концентрації фотосинтезуючих пігментів, а від їх фітомаси. При цьому сумарне значення фотосинтезу, яке спостерігається в кроні дерев на формування фітомаси впливає більше, ніж інтенсивність фотосинтезу. Сумарний фотосинтез зумовлюється фотосинтетичною поверхнею і масою пігментів, яку синтезує дерево.

1. Завялова Н.С. Содержание пигментов и закономерности их распределения у ряда древесных пород как фактор продукционного процесса / Н.С. Завялова // Проблемы физиологии и биохимии древесных растений / Тезисы докладов / . – Петрозаводск, 1989. – С. 33–34.
2. Лакида П.І. Фітомаса лісів України / П.І. Лакида. – Тернопіль: „Збруч”, 2001. – 256 с.
3. Лакида П.І. Біологічна продуктивність дубових деревостанів Поділля / П.І. Лакида, А.Г. Лашенко, М.М. Лашенко. – К.:ННЦІАЕ, 2006. – 196 с.
4. Маурер В.В. Фітомаса дерев бука лісового в деревостанах Карпат /В.В. Маурер // Науковий вісник. – К.: НАУ, 2004. – Вип.71. – С. 155–158.
5. Родин Л.Е. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах / Л.Е. Родин, Н.П. Ремезов, Н.И. Базидевич. – Л.: Наука, 1967. – 145 с.
6. Степаненко Л.П. Динаміка фітомаси та депонованого вуглецю в насадженнях Центрального Полісся (на прикладі Макарівського держлісгоспу) /Л.П. Степаненко // Науковий вісник. – К.: НАУ, 2004. – Вип.71. – С. 137–143.
7. Тимофеев В.П. Продуктивность лесных насаждений в молодом возрасте / В.П. Тимофеев // Лесоведение. – 1970. – № 6. – С. 3–13.
8. Шлык А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев / А.А. Шлык // Биохимические методы в физиологии растений. – М.: Изд-во „Наука”, 1971. – С. 154–170.

Отримано: 8 серпня 2012 р.

Прийнято до друку: 21 листопада 2012 р.