

УДК 630\*52

Здобувач С.О. Белеля; проф. Ю.Й. Казаняк, д-р с.-г. наук;  
проф. Ю.М. Дебринюк, д-р с.-г. наук – НЛТУ України, м. Львів

### ДИНАМІКА ТАКСАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ МОДРИНИ У ЛІСОВИХ НАСАДЖЕННЯХ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ

Дослідження динаміки основних таксаційних показників – висоти, діаметра, запасу, площі поперечних січень *Larix decidua* Mill., *Larix leptolepis* Gord, *Larix eurolepis* Henry та *Pinus sylvestris* L. у свіжих і вологих сугрудах підтвердили наявність істотної вірогідної різниці у їх абсолютній величині. Найістотнішу відмінність у рості встановлено між сосною звичайною та модриною гібридною, дещо меншу – між сосною звичайною та модриною європейською і японською. Запропоновано прогноз основних таксаційних показників різних видів модрини та сосни звичайної на основі адекватних регресійних моделей.

**Ключові слова:** модрина, сосна, моделювання, таксаційні показники.

**Вступ.** Основну кількість лісових культур за участю видів роду *Larix* L. (51 шт.) досліджено в умовах свіжих і вологих сугрудів. Тут штучні насадження створені у типах лісу, де головною і корінною породою є сосна звичайна. Тому дослідження спрямовані на виявлення та оцінення істотності різниці у таксаційних показниках між деревостанами інтродукованих порід і корінних деревостанів за участю *Pinus sylvestris* L. Нульовою гіпотезою передбачено виявити істотність впливу виду модрини на величину базового таксаційного показника – середню висоту елементу лісу, порівняно із сосною звичайною.

Оскільки середній вік деревостану (елементу лісу) лімітовано впливає на величину середньої висоти, перевірку нульової гіпотези здійснено шляхом побудови дисперсійного комплексу в межах конкретного вузького вікового діапазону. Фактором, який передбачається ввести до дисперсійного комплексу, прийнято деревну породу (вид). Зокрема, йдеться про такі види – *Larix decidua* Mill., *Larix leptolepis* Gord, *Larix eurolepis* Henry та *Pinus sylvestris* L.

У разі підтвердження нульової гіпотези про істотність впливу виду модрини на середню висоту елементу лісу порівняно із сосною, фактично розрахований критерій Фішера має перевищувати значення критерію Фішера, встановленого за нормативними таблицями на 5 %-му рівні значимості.

**Методичні підходи.** Для моделювання показників використано регресійний аналіз [1, 2]. З цієї метою проведено дослідження деяких побудованих рівнянь регресії. Вибір найкращого рівняння здійснюємо за мінімальною помилкою регресії та після побудови довірчої зони ( $\tilde{y} \pm t \cdot m_y$ ) за умови потрапляння в неї первинних даних:

$$m_y = \sqrt{\frac{1}{N-f} \sum_{i=1}^N (y_i - \tilde{y}_i)^2},$$

де:  $m_y$  – помилка регресії;  $y_i$ ,  $\tilde{y}_i$  – фактичні та теоретичні значення функції;  $N$  – кількість спостережень;  $f$  – кількість параметрів моделі.

Точність моделі визначаємо за формулою

$$\theta = \sqrt{1 - \frac{(y_i - \tilde{y}_i)^2}{(y_i - \bar{Y})^2}},$$

де:  $\theta$  – точність рівняння регресії;  $y_i$ ,  $\tilde{y}_i$  – фактичні та теоретичні значення функції;  $\bar{Y}$  – середньоарифметичне значення вибірки.

Оцінювання особливостей вікових змін у лісових культурах за участю різних видів модрини, а також сосни звичайної здійснено шляхом моделювання динаміки середніх висоти, діаметра, видового числа, запасу та абсолютної повноти (у перерахунку на одиницю складу) елементу лісу.

**Результати дослідження.** Результати перевірки істотності впливу виду модрини на середню висоту, порівняно із сосною, представлено в табл. 1.

Табл. 1. Основні статистики дисперсійного аналізу впливу деревної породи модрини та сосни звичайної на середню висоту

Віковий діапазон, років	$v_{\phi}$ ( $v_1$ )	$v_a$ ( $v_2$ )	$F$	$F_{5\%}$	$\eta$
10	3	4	13,3	6,6	0,909
20-22	3	12	40,4	3,5	0,910
39-41	3	12	14,2	3,5	0,781
56-57	3	12	17,3	3,5	0,812
60	3	4	20,8	6,6	0,839

Примітка:  $F$  – критерій Фішера;  $\eta$  – показник сили впливу Плохінського;  $v$  – ступені свободи.

Підсумок дисперсійного аналізу за віковими діапазонами наведений в табл. 1, підтверджує нульову гіпотезу, на що вказує фактичний критерій Фішера, який за величиною виявився більшим, ніж табличний. Таким чином, різні види модрини у свіжих та вологих сугрудах істотно відрізняються за середньою висотою, порівняно із сосною звичайною.

Як додаткову оцінку істотності впливу фактора виду деревної породи на середню висоту використано показник сили впливу Плохінського. Вважають, що фактор потужно змінює досліджувану ознаку, якщо показник сили впливу перевищує позначку 0,750 [2]. Як бачимо, у наведених розрахунках цей показник змінюється від 0,781 до 0,910. Отже, враховуючи значення цього показника, приходимо до підтвердження нульової гіпотези. При цьому встановлено, що зі збільшенням середнього віку насадження показник сили впливу Плохінського дещо зменшується. Цей аспект вказує на деяке ослаблення встановленої закономірності з підвищенням середнього віку деревостану.

За результатами регресійного аналізу знайдено адекватні регресійні рівняння для зазначених деревних видів і таксаційних показників. Зокрема, середня висота елементу лісу апроксимована регресійним рівнянням

$$H = a \cdot A^{b \cdot \ln(A)+c}, \tag{1}$$

де:  $H$  – середня висота елементу лісу, м;  $A$  – середній вік елементу лісу, років;  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – коефіцієнти рівняння регресії.

Динаміку середнього діаметра елементу лісу модельовано через залежність  $D/H$  від середнього віку та подальшим множенням на відповідну віковому значенню середню висоту

$$D = a \cdot A^b \cdot H, \tag{2}$$

де:  $D$  – середній діаметр елементу лісу, см;  $a$ ,  $b$  – коефіцієнти рівняння регресії.

Динаміку запасу елементу лісу модельовано залежно від середньої висоти. Загальний вигляд моделі запасу виражається формулою

$$M = a \cdot H^b, \tag{3}$$

де:  $M$  – запас елемента лісу, приведений до одиниці складу,  $m^3/га$ ;  $a, b$  – коефіцієнти рівняння регресії. Видову висоту (м) модельовано залежно від середньої висоти. Для цього вибрано рівняння прямої лінії

$$HF = a \cdot H + b, \quad (4)$$

де  $a, b$  – коефіцієнти рівняння регресії. Абсолютну повноту елемента лісу знаходили як частку між показниками запасу (3) та видової висоти (4), а середнє видове число елемента лісу – як частку між показниками видової висоти (4) та середньої висоти (1).

Знайдені коефіцієнти регресії та деякі статистики моделей для згаданих видів модрини і сосни показано в табл. 2. Як приклад, наводимо графічну інтерпретацію теоретичних і фактичних значень для середньої висоти і запасу стовбурової деревини досліджуваних порід (рис. 1, 2).

Табл. 2. Коефіцієнти регресії та статистики моделей основних таксаційних показників модрини і сосни звичайної

Вид деревної породи	Показник	Коефіцієнт регресії			$m_{xy}$	$\theta$
		$a$	$b$	$c$		
Сосна звичайна	$H$	0,027	-0,302	2,911	1,68	0,990
	$D$	0,848	0,106	-	6,07	0,880
	$M$	0,373	1,519	-	7,09	0,939
	$HF$	0,422	1,502	-	0,98	0,976
Модрина європейська	$H$	0,092	-0,261	2,466	1,24	0,996
	$D$	0,816	0,111	-	9,17	0,803
	$M$	0,228	1,664	-	10,93	0,916
	$HF$	0,404	1,517	-	0,67	0,984
Модрина японська	$H$	0,113	-0,213	2,214	1,44	0,982
	$D$	0,603	0,193	-	4,03	0,936
	$M$	0,156	1,822	-	9,95	0,855
Модрина гібридна	$H$	0,402	1,817	-	0,53	0,984
	$H$	0,210	-0,249	2,226	4,09	0,880
	$D$	0,730	0,162	-	4,13	0,938
	$M$	0,111	1,912	-	10,44	0,909
	$HF$	0,487	0,907	-	1,34	0,942

Беручи до уваги точність моделі (див. табл. 2), яка знаходиться у межах 0,803-0,996,  $a$  також потрапляння у довірчу зону емпіричних значень (див. рис. 1, 2), запропоновані теоретичні дані апроксимації, отримані для зазначених видів модрини та сосни звичайної, придатні для здійснення прогнозу основних таксаційних показників деревних порід у свіжих та вологих сугрудах.

Внаслідок табулювання моделей (1-4) отримано прогноз основних таксаційних показників модрини та сосни звичайної. Для досліджуваних видів модрини динаміку модельованих основних таксаційних показників в умовах свіжих і вологих сугрудів подано в табл. 3-5. З метою порівняння особливостей росту досліджуваних видів модрин із таким у корінної типотвірної породи, у табл. 6 подано динаміку модельованих основних таксаційних показників для сосни звичайної. Аналіз та порівняння основних таксаційних показників в умовах свіжого та вологого сугрудів дає підставу стверджувати, що впродовж 50-100-річного періоду росту спостерігається домінування згаданих видів модрини над сосною звичайною за досліджуваними показниками.

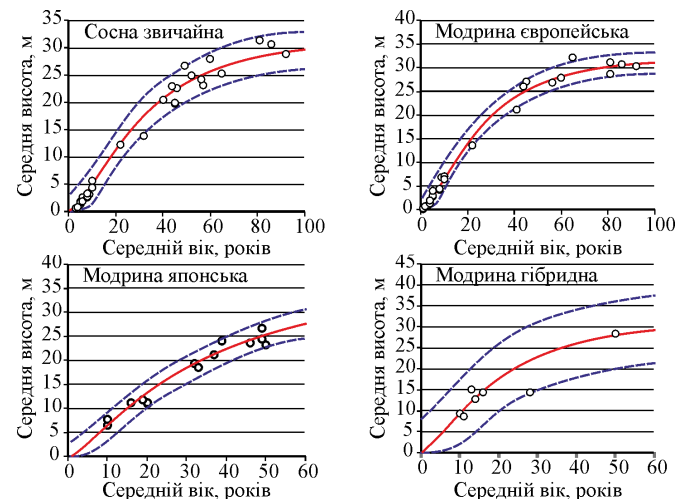


Рис. 1. Динаміка середньої висоти видів модрини та сосни звичайної у свіжих і вологих сугрудах

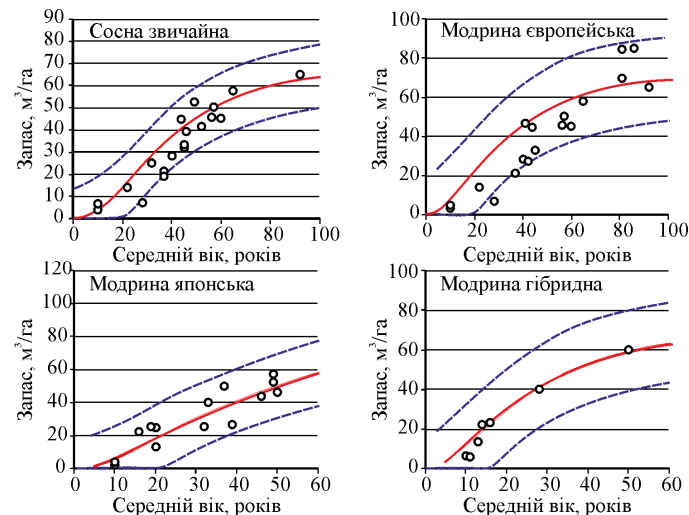


Рис. 2. Динаміка запасу (у перерахунку на одиницю складу) видів модрини та сосни звичайної у свіжих і вологих сугрудах

Порівняння показників середньої висоти та запасу стовбурової деревини підтверджує, що впродовж першого 50-річчя значна перевага залишається за модриною гібридною. Близькими за величиною вказаних таксаційних показників є також модрини європейська та японська.

Порівняно із сосною, найістотніша різниця середньої висоти спостерігається у молодняках I класу, особливо – у модрини гібридної (61-199 %). Надалі відмінність у середній висоті помітно зменшується і залишається на рівні 5-20 %. Подібна тенденція простежується і для запасу стовбурової деревини.

Табл. 3. Динаміка основних таксаційних показників модрини європейської в умовах свіжих і вологих сугрудів

A	H	D	M	HF	G	F
5	2,5	2,4	1	2,5	0,4	1,017
10	6,7	7,1	5	4,2	1,3	0,629
15	10,8	11,9	12	5,9	2,0	0,544
20	14,3	16,3	19	7,3	2,6	0,510
30	19,8	23,5	33	9,5	3,4	0,481
40	23,6	29,0	44	11,0	4,0	0,468
50	26,3	33,1	53	12,1	4,3	0,462
60	28,1	36,2	59	12,9	4,6	0,458
70	29,4	38,5	64	13,4	4,7	0,455
80	30,3	40,2	67	13,7	4,9	0,454
90	30,8	41,4	69	14,0	4,9	0,453
100	31,1	42,3	70	14,1	5,0	0,453

Табл. 4. Динаміка основних таксаційних показників модрини японської

A	H	D	M	HF	G	F
1	0,1	–	–	–	–	–
5	2,3	1,9	1	2,7	0,3	1,017
10	6,0	5,6	4	4,2	1,0	0,629
15	9,5	9,7	9	5,7	1,7	0,544
20	12,7	13,7	16	6,9	2,3	0,510
30	18,0	20,9	30	9,0	3,3	0,481
40	22,0	27,1	44	10,7	4,1	0,468
50	25,2	32,3	56	11,9	4,7	0,462

Табл. 5. Динаміка основних таксаційних показників модрини гібридної

A	H	D	M	HF	G	F
1	0,2	–	–	–	–	–
5	4,0	3,8	2	2,8	0,5	1,017
10	9,4	10,0	8	5,5	1,5	0,629
15	14,0	15,9	17	7,7	2,2	0,544
20	17,7	21,0	27	9,5	2,8	0,510
30	22,8	28,9	44	12,0	3,6	0,481
40	26,0	34,6	56	13,6	4,1	0,468
50	28,0	38,6	65	14,6	4,5	0,462

Табл. 6. Динаміка основних таксаційних показників сосни звичайної

A	H	D	M	HF	G	F
5	1,3	1,3	1	2,1	0,3	1,017
10	4,4	4,8	4	3,4	1,1	0,629
15	7,8	8,8	8	4,8	1,8	0,544
20	10,9	12,7	14	6,1	2,3	0,510
30	16,3	19,8	26	8,4	3,1	0,481
40	20,3	25,5	36	10,1	3,6	0,468
50	23,4	30,0	45	11,4	3,9	0,462
60	25,6	33,5	51	12,3	4,2	0,458
70	27,2	36,1	56	13,0	4,3	0,455
80	28,3	38,2	60	13,5	4,4	0,454
90	29,1	39,7	62	13,8	4,5	0,453
100	29,6	40,9	64	14,0	4,6	0,453

**Висновки.** У свіжих і вологих сугрудах дослідження динаміки основних таксаційних показників видів роду *Larix* L. та *Pinus sylvestris* L. підтвердили наявність істотної вірогідної різниці в їх абсолютній величині.

Найістотнішу відмінність у рості встановлено між сосною звичайною та модриною гібридною, дещо меншу – між сосною звичайною та модринами європейською та японською.

**Література**

1. Дрейпер Н. Прикладной регрессионный анализ : монография / Н. Дрейпер, Г. Смит. – М. : Изд-во "Статистика", 1973. – 392 с.
2. Кузьмичев В.В. Регрессионные модели прогноза роста древостоев / В.В. Кузьмичев, Т.Н. Миндеева, Г.Б. Кофман // Лесное хозяйство : журнал. – 1996. – № 4. – С. 43-45.

**Белеля С.О., Казаняк Ю.И., Дебринюк Ю.М. Динамика таксационных показателей лиственницы в лесных насаждениях Западного Полесья**

Исследование динамики основных таксационных показателей – высоты, диаметра, запаса, площади поперечных сечений *Larix decidua* Mill., *Larix leptolepis* Gord, *Larix eurolepis* Henry и *Pinus sylvestris* L. в свежих и влажных сугрудах подтвердили наличие существенной вероятной разницы в их абсолютной величине. Существенная разница в росте установлена между сосной обыкновенной и лиственницей гибридной, несколько меньше – между сосной обыкновенной и лиственницами европейской и японской. Предложен прогноз основных таксационных показателей различных видов лиственницы и сосны на основе адекватных регрессионных моделей.

**Ключевые слова:** лиственница, сосна, моделирование, таксационные показатели.

**Belelya S.O., Kaganjak Yu.Yo., Debrynyuk Yu.M. The Dynamics of Taxation Indicators in Larch Forest Stands of the West Polissya**

The dynamics of basic indicators taxation such as height, diameter, stock, and cross-sectional areas of *Larix decidua* Mill., *Larix leptolepis* Gord, *Larix eurolepis* Henry and *Pinus sylvestris* L. in fresh and humid conditions confirmed the presence of a substantial likelihood difference in their absolute value. A significant difference in the growth is stated between *Pinus sylvestris* and *Larix eurolepis*, slightly less – between *Pinus sylvestris* and *Larix decidua*, *Larix leptolepis*. Some basic forecast indicators for taxation of different types of larch and pine trees on the basis of adequate regression models are proposed.

**Keywords:** larch, pine, modeling, inventory indices.

УДК 635.0:581

Здобувач М.Ю. Дубчак<sup>1</sup> –

НУ біоресурсів і природокористування України, м. Київ

**ОСОБЛИВОСТІ МОРФОЛОГІЇ НАСІННЯ ТА ЛИСТЯ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ EXOCHORDA LINDL.**

Висвітлено особливості морфології насіння та листя представників роду *Exochorda* Lindl. за допомогою методу растрової електронної мікроскопії. Визначено вплив відмінностей у структурі поверхонь насіння та листків на ріст і розвиток рослин, а також їхню стійкість до дії негативних факторів навколишнього середовища. Виявлено залежність термінів появи перших сходів насіння після висіву від особливостей будови та структури рубців насіння. За результатами мікроскопічних досліджень листків проаналізовано будову, розміри, кількість продихів на листових пластинках та їх значення для росту та розвитку рослин у міських умовах.

**Ключові слова:** дослідження, насіння, листки, продихи, залози, рубці, поверхня.

<sup>1</sup> Наук. керівник: проф. С.Б. Ковалевський, д-р с.-г. наук