

на. Тобто, у підрості букового пралісу появилось практично нове покоління. Зменшення кількості природного відновлення явора має у своїй основі природну динаміку: переміщення підросту в наступні висотні групи і поступове відмирання найвищих або пошкоджених екземплярів. Збільшення кількості підросту в найменшій висотній групі дало змогу клену зберегти свої позиції. Відзначено істотний приріст природного відновлення ясена, черешні та ільма.

3. Стале функціонування великого підросту свідчить про природність розвитку даного деревостану і про достовірність результатів. Висока зустрічність природного відновлення (на рівні 97-100 %) вказує на його рівномірне поширення на площі і гарантує заповнення ним прогалин основного намету будь-де. Точність проведених розрахунків змінюється в межах 7-8 %.

Література

1. **Bugmann H.** (2007) Natural disturbances, anthropogenic climatic change and the sustainable management of mountain protection forests/ Proc. Natural Hazards and Natural Disturbances in Mountain Forests Challenges and Opportunities for Silviculture (Abstract book). – Trento, Italy, 2007. – P. 22.

2. **Brang P.** (2007) Close-to-nature silviculture: merits and limitations from a European perspective/ Proc. Natural Hazards and Natural Disturbances in Mountain Forests Challenges and Opportunities for Silviculture (Abstract book). – Trento, Italy, 2007. – P. 21.

3. **Стойко С.М., Цюрик Ю.І., Третяк П.Р., Тасенкевич Л.О., Мельник А.С., Манко М.П.** Морфологічна структура букових пралісів/ Зб.: Флора і рослинність Карпатського заповідника. – К.: Наук. думка, 1982. – С. 178-189.

4. **Парпан В.І.** Структура, динаміка, екологічні основи раціонального використання букових лісів Карпатського регіону України: Автореф. дис. ... д-ра біол. наук/ Дніпропетровськ, 1994. – 44 с.

5. **Korpel S.** Die Urwälder der Westkarpaten. – Stuttgart, Jena, New York, Gustav Fischer, 1995. – 310 S.

6. **Дати оцінку** динамічних змін під впливом антропогенних і техногенних факторів на основі моніторингових досліджень в лісах регіону Карпат/ Звіт НДР (заключний). № 0100V001489, тема № 24./ Український наук.-дослідн. ін-т гірського лісівництва ім. П.С. Пастернака. – Івано-Франківськ. – 2002-177 с.

7. **Commarmot B., Bachofen H., Bundziak Y., Buergi A., Ramp B., Sukhariuk D., Viter R., Zingg A. and Shparyk Y.** (2005) Structures of virgin and managed beech forests in Uholka (Ukraine) and Sihlwald (Switzerland): a comparative study/ Natural forest in the Temperate Zone of Europe – Values and Utilisation. – Mukachevo, Ukraine. – 2005. – P. 109-120.

8. **Шпарик Ю.С.** Структура букових пралісів Українських Карпат на основних стадіях їх сукцесій// Лісове госп-во, лісова, пап. і д/о пром-сть: Міжвідом. наук.-техн. зб. – Львів: НЛТУУ. – 2006, № 31. – С. 144-150.

630*812:674.032

Асист. **З.М. Юрків** – НЛТУ України, м. Львів

ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ДЕРЕВИНИ БАРХАТА АМУРСЬКОГО В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Представлено результати досліджень фізико-механічних властивостей деревини бархата амурського (*Phellodendron amurense* Rupr) в лісових культурах Західного Лісостепу України. Вивчення фізико-механічних властивостей деревини дає змогу визначити напрямки її застосування.

Physical and mechanical properties wood of phellodendron amurense rupr in the conditions of western forest-steppe of Ukraine

The results of researches of physical and mechanical properties wood of Phellodendron amurense Rupr in forest cultures Western Forest-steppe of Ukraine are presented. The study physical and mechanical properties of wood enables to define directions of its application.

Швидкість росту дерева та інтенсивність нагромадження деревини – не єдиний показник, який визначає його цінність. Тут важливе значення має якість деревини. Найвища продуктивність та добра якість не вилучають одна одну. Однією із цінних технічних порід є бархат амурський. Крім коркової кори, цінною є і сама деревина породи, яка має дуже красиву текстуру і використовують її у меблевій промисловості нарівні з горіховою [6]. Меблі з деревини бархата користуються високим попитом у Західній Європі. Деревина бархата, оброблена антисептиками, відзначається високою міцністю навіть за умов мінливої вологості. Днища морських човнів з деревини бархата навіть не пошкоджуються морським черв'яком [5, 10].

Бархат амурський – порода ядра з кільцесудинною макроструктурою. Деревина ядра коричневого кольору із шовковистим блиском. Заболонь вузька (до 2-3 см), жовто-зеленого кольору. На зрізах добре помітні вузькі серцевинні промені та річні кільця [2].

Бархат продукує легку, мало всихаючу, помірно міцну та стійку проти гниття деревину золотисто-жовтого кольору [8]. Деревина породи добре обробляється і полірується [4]. Власне через це, діючи такси на ділову деревину бархата в Україні, що реалізують з кореня, прийняті на рівні горіхової, які у 1,1-2,9 рази вищі від такси на деревину дуба звичайного.

Літературні дані з вивчення фізико-механічних властивостей деревини бархата у західному регіоні України практично відсутні. Ми проводили такі дослідження у лісових культурах бархата, які зростають в умовах свіжої грабової діброви (кв. 14 вид.7) Бурштинського л-ва Галицького НПП Івано-Франківської обл. Для цього в насадженні було виділено три категорії дерев – сильного (1), середнього (2) та слабкого (3) росту [7].

З кожної групи росту для досліджень вибиралось одне середнє модельне дерево. Зразки для досліджень брались на висоті грудей, на 1/3 висоти стовбура та на відстані 1,0 м від початку живої крони. Дослідження фізичних властивостей деревини (табл. 1) модельних дерев бархата дали наступні результати. Кількість річних шарів в 1 см закономірно зростає із погіршенням росту дерева. У зміні середньої ширини річного шару спостерігаємо зворотну закономірність: найширшою вона є у дерева сильного росту.

Цікаво, що за існуючими в літературі даними [11], в умовах природного ареалу кількість річних шарів в 1 см змінюється в межах 3-7 шт. В умовах Західного Лісостепу в моделей 1.33 та 2.33 ми відзначили 2-3 шари, а в моделі 3.33-3-5 шарів в 1 см. Тобто, з певною вірогідністю можна стверджувати про дещо інтенсивніший ріст бархата за діаметром в Західному Лісостепу, ніж в умовах ареалу.

Табл. 1. Фізичні властивості деревини бархата амурського в умовах свіжої грабової діброви Західного Лісостепу України

Характеристика модельного дерева	Висота зрізу, м	Кількість річних шарів в 1 см, шт.	Середня ширина річного шару, см	Вміст пізньої деревини, %	Вологість, %		Усушка, %			
					абсолютна	відносна	радіальна	тангентальна	за довжиною	об'ємна
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модель 1.33; H=25,3 м; D=41,0 см; 45 років	1,3	2,15	0,46	18,8	90,14	47,05	4,206	8,787	0,377	12,95
	8,5	2,77	0,36	26,0	51,06	33,67	4,310	8,935	0,592	13,38
	9,5	2,91	0,34	28,6	61,37	37,79	5,626	8,161	0,549	13,80
Модель 2.33; H=20,8 м; D=24,8 см; 45 років	1,3	2,64	0,38	20,0	87,58	46,67	6,500	9,517	0,968	16,22
	7,0	2,97	0,34	21,2	74,86	42,78	7,763	8,778	0,539	16,31
	8,5	2,83	0,35	20,4	67,19	40,13	8,136	10,94	0,734	18,78
Модель 3.33; H=19,8 м; D=20,5 см; 45 років	1,3	5,02	0,20	22,5	73,92	42,27	6,894	8,967	0,676	15,80
	6,4	4,10	0,24	24,9	70,63	41,32	6,766	8,751	0,765	15,58
	7,8	3,29	0,30	16,6	72,81	42,04	6,600	9,295	1,225	16,32

Продовження табл. 1

Коефіцієнт усушки				Щільність деревини, кг/м ³				Об'ємна пористість деревини %
радіальний	тангентальний	за довжиною	за об'ємом	ρ _w	ρ ₀	ρ _{баз}	ρ _{w12 %}	
12	13	14	15	16	17	18	19	20
0,140	0,293	0,013	0,432	764	463	403	728	69,72
0,144	0,298	0,020	0,446	576	439	380	548	71,30
0,188	0,272	0,018	0,460	682	491	424	650	67,88
0,217	0,317	0,032	0,541	912	581	486	869	62,04
0,259	0,293	0,018	0,544	901	616	516	858	59,73
0,271	0,365	0,024	0,626	882	650	528	840	57,52
0,230	0,299	0,023	0,527	835	570	479	795	62,74
0,226	0,292	0,025	0,519	843	585	494	802	61,74
0,220	0,310	0,041	0,544	914	634	530	870	58,56

Вміст пізньої деревини, загалом найвищим, є у моделі сильного росту і залежить передусім від висоти взяття зразків. Так, на висоті грудей найвища частка пізньої деревини зафіксовано у моделі слабого, а найнижчий – у моделі сильного росту. Проте, частка пізньої деревини на інших двох досліджуваних висотах істотно вищий у моделі сильного росту.

Показник відносної вологості деревини у всіх трьох моделей досить подібний і знаходиться, здебільшого, в межах 40-42 %. Варіабельність показника абсолютної вологості значно вища. Якщо для моделей 2.33 і 3.33 коливання цього показника не дуже значне, то для моделі 1.33 – істотне.

У літературі відзначено слабе всихання деревини бархата [8]. Ми встановили, що радіальна, тангентальна усушка та усушка за довжиною є найнижчими у моделі сильного росту. Усушка деревини за цими показниками для моделі 2.33 і 3.33 досить подібна. При цьому усушка в тангентальному напрямку в моделей 1.33 та 3.33 відрізняється дуже слабо.

Підсумовуючим показником є об'ємна усушка, яка найменшою є у моделі сильного, а найбільшою – у моделі середнього росту. Модель слабого росту за цим показником займає проміжне положення. Найслабше всихання деревини у моделі 1.33, можливо, зумовлено найбільшою товщиною стінок трахеїд. Цікаво, що А.А. Цимек [11] встановив об'ємну усушку деревини на рівні 12 %, тобто таку, яка близька до встановленої нами для моделі сильного росту. Для інших двох моделей цей показник є вищим в середньому на 3-4 %.

Визначені нами коефіцієнти усушки репрезентують загальний стан всихання деревини бархата у всіх досліджуваних напрямках. З них, коефіцієнт об'ємної усушки, як і сам відносний показник об'ємної усушки, є найменшим у моделі 1.33 (0,43-0,46 %). За даними Д.П. Воробйова [3] коефіцієнт об'ємної усушки становить 0,35 %, що є дещо меншим від аналогічного показника моделі 1.33 і істотно меншим – для моделей 2.33 та 3.33.

За іншими даними [1], коефіцієнт усушки деревини бархата амурського в тангентальному напрямку становить 0,24, в радіальному – 0,19, за об'ємом – 0,42 %. У нашому випадку значення радіального коефіцієнта усушки є близьким до наведеного у роботі [1], особливо у моделі слабого росту. Варто також вказати на відмінність цього показника як у моделей різної інтенсивності росту, так і залежно від висоти взяття зразка.

Встановлене нами значення коефіцієнта тангентальної усушки є помітно вищим, особливо у моделі середнього росту (0,29-0,37). Вищим є також і коефіцієнт об'ємної усушки, особливо у моделі слабого росту (0,52-0,54). Найнижчий коефіцієнт усушки за об'ємом, який ми встановили для моделі сильного росту (0,43-0,46) і ці значення є найбільш подібними до показника, наведеного В.О. Божком, І.С. Вінтонівим [1].

Дуже важливим є показник щільності деревини. Так, щільність деревини бархата при вологості 12 % становить 350, базисна щільність – 413, а щільність в абсолютно сухому стані – 467 кг/м³ [2].

Щільність деревини в абсолютно сухому стані (ρ_0), яку ми встановили є найнижчою в моделі сильного росту (в середньому 464 кг/м³), що найбільш подібне до наведених даних у роботі [2]. Помітно більшим цей показник є в моделі слабого (596 кг/м³) та у моделі середнього росту (616 кг/м³). Таким чином, деревину найвищої щільності продукують дерева бархата середнього і слабого росту.

Показники об'ємної пористості деревини залежать від її щільності: чим більша об'ємна пористість, тим більший об'єм пор у деревині, тим менша її щільність. Так, найвищу пористість, як і очікувалось, ми виявили у моделі сильного росту (69,6 %), а найменшу – у моделі середнього росту (59,8 %). Модель слабого росту займає проміжне положення (61,0 %). Отже, за показником щільності при 12 % вологості вид можна віднести до порід з деревиною середньої щільності.

Аналіз механічних властивостей деревини бархата амурського за статичною твердістю, границею міцності при статичному згині та стиску вздовж волокон проводили за показниками, визначеними у перерахунку на вологість 12 %, оскільки механічні показники при цій вологості є загальноприйнятими і є можливість порівняти їх з механічними показниками деревини інших по-

рід. Дослідження нами механічних властивостей деревини модельних дерев бархата амурського дали наступні результати (табл. 2). Твердість деревини при вологості 12 % є найбільшою у моделі відстаючого росту (модель 3.33). При цьому найбільшою твердістю відзначається деревина в тангентальному напрямку.

Табл. 2. Механічні властивості деревини бархата амурського в умовах свіжої грабової діброви Західного Лісостепу України

Характеристика модельного дерева	Висота зрізу, м	Твердість ($H_{W33-35\%}$), МПа			Твердість ($H_{W12\%}$), МПа			Границя міцності, МПа		
		торцева, L	радіальна, R	тангентальна, T	торцева, L	радіальна, R	тангентальна, T	при статичному згині		при стиску вздовж волокон, $W_{12\%}$
								δ , $W_{33-35\%}$	δ , $W_{12\%}$	
Модель 1.33; H=25,3 м; D=41,0 см; 46 років	1,3	28,11	24,84	25,85	53,26	47,04	48,97	43,30	81,10	48,29
	8,5	29,73	26,25	27,43	48,05	42,47	44,33	43,28	82,33	45,89
	9,5	21,79	24,91	21,38	36,63	41,93	35,86	42,17	82,15	41,29
Модель 2.33; H=20,8 м; D=24,8 см; 45 років	1,3	29,92	29,77	31,04	50,70	50,37	52,60	42,80	84,21	52,01
	7,0	31,27	26,76	30,74	54,76	47,00	53,93	42,55	82,66	51,17
	8,5	30,69	29,49	31,56	53,30	51,08	54,70	39,26	76,92	50,97
Модель 3.33; H=19,8 м; D=20,5 см; 45 років	1,3	30,53	29,49	31,34	54,91	53,01	56,29	43,79	85,94	55,61
	6,4	31,28	29,32	31,47	55,18	51,74	55,51	41,47	82,97	51,46
	7,8	36,70	33,48	37,54	59,88	54,60	61,21	40,10	79,77	51,80

Якщо брати до уваги торцеву твердість, то у моделі кращого росту цей показник є найвищим на зрізі 1,3 м, а із збільшенням висоти твердість зменшується. Так, на висоті 8,5 м цей показник знижується на 10 %, а на висоті 9,5 м – на 32 %. Така ж тенденція спостерігається і в радіальному та тангентальному напрямках. У моделі відстаючого росту спостерігаємо протилежну тенденцію. Так, найбільша торцева твердість деревини є у верхньому зрізі. Із зменшенням висоти стовбура цей показник знижується на 8-9 %.

В моделі 2.33 найбільший показник торцевої твердості спостерігається на висоті стовбура 7,0 м (54,76 МПа), хоча відмінність на висотах 1,3 м та 8,5 м є незначною – лише 7,5 % та 2,7 %. У моделі кращого найбільша твердість спостерігається у торцевому напрямку (45,98 МПа), хоча зменшення цього показника в радіальному і тангентальному напрямках є незначним – на 5-7 %. Для моделей 2.33 і 3.33 середні показники твердості є найбільшими в тангентальному напрямку (53,74 і 57,67 МПа). Дещо менша твердість деревини (на 1-2 %) встановлена у торцевому і найнижча (на 8 %) – у радіальному напрямках. Середня твердість деревини бархата амурського у торцевому напрямку становить 51,8 МПа, в радіальному – 48,8 МПа, тангентальному – 51,5 МПа, хоча ці показники для дерев різних груп росту та на різних висотах помітно змінюються і становлять, відповідно, 48,05-59,88; 41,93-54,60 та 35,86-61,21 МПа. За даними А.А. Качалова [9], статична твердість деревини бархата становить 47,0 МПа, що можна прийняти, як усереднений результат.

Ми також визначали границю міцності при статичному згині з вологістю в момент випробування 33-35 %. При цьому не було встановлено помітних відмінностей за величиною цього показника у модельних дерев різних груп росту. Абсолютні значення показника становлять в середньому 42-43 МПа, з коливаннями у невеликих межах 39,3-43,8 МПа.

Абсолютні показники граничної міцності при статичному згині (при 12 %-ій вологості) є практично в два рази більшими, ніж у попередньому випадку. Відмінності показників граничної міцності у дерев різних груп росту є більш яскраво вираженими, ніж при вологості 33-35 %.

Ми не встановили чіткої тенденції зміни твердості деревини у всіх досліджуваних напрямках зі збільшенням висоти стовбура. Абсолютні показники твердості деревини в різних напрямках зі збільшенням висоти стовбура можуть як зростати, так і знижуватися, однак, загалом вони все ж таки мають тенденцію до зниження. Границя міцності при статичному згині у моделі кращого росту на всіх висотах стовбура є приблизно однаковою і становить у межах 81-82 МПа (див. табл. 2). Найменша границя міцності модельного дерева спостерігається у нижній частині стовбура. Для моделей середнього і відстаючого росту границя міцності при статичному згині є найвищою у нижній частині стовбура (84-86 МПа), а із збільшенням висоти стовбура цей показник знижується (77-80 МПа). В.О. Божок, І.С. Вінтонів [1] наводять дещо менший показник при статичному згині у бархата – 77,1 МПа.

У всіх трьох модельних дерев середні показники границі міцності при статичному згині ($\delta_{(w\ 12\ \%)}$) є досить подібними (81-83 МПа), хоча найбільша міцність спостерігається у моделі відстаючого росту, а в моделей кращого та відстаючого росту цей показник є майже однаковим (81,3 і 81,9 МПа). Варіабельність показника границі міцності при статичному згині для моделей середнього та відстаючого росту є значно більшою (відповідно 84,2-76,9 і 85,9-79,8 МПа), ніж для моделі кращого росту (81,1-82,3 МПа).

У всіх трьох моделей за показником границі міцності при стиску вздовж волокон ми спостерігаємо чітку закономірність – із збільшенням висоти стовбура показник міцності зменшується. Виняток становить тільки модель відстаючого росту, в якій міцність на висоті 6,4 і 7,8 м є приблизно однаковою і становить відповідно 51,46 і 51,80 МПа.

Наведений у літературі [1] показник границі міцності при стисканні вздовж волокон для бархата амурського є дещо меншим – 39,5 МПа.

Висновки

За щільністю деревини в абсолютно сухому стані дерев різних груп росту – 464-616 (ср. 596) кг/м³ деревина бархата є подібною до такої як у в'яза шорсткого (620 кг/м³) та гладкого (650 кг/м³) і помітно відстає за цим показником від деревини ясени звичайного (680 кг/м³), дуба звичайного (690 кг/м³) та акації білої (800 кг/м³).

З метою отримання високо щільної деревини, лісівничі догляди в культурах бархата необхідно проводити з орієнтацією на вирощування дерев

із середньою інтенсивністю продукування деревини. Найвища об'ємна пористість встановлено у моделі бархата сильного росту.

Найбільшою твердістю деревини при вологості в момент випробування, а також у перерахунку на 12 %-ну вологість, відзначається деревина бархата у тангентальному напрямку. При цьому найбільшу твердість має деревина модельних дерев відстаючого росту. Твердість деревини бархата у трьох напрямках здебільшого має тенденцію до зниження із збільшенням висоти стовбура.

Найбільшою твердістю відзначається деревина бархата у особин відстаючого росту у тангентальному напрямку. За встановленими нами показниками торцевої, радіальної і тангентальної твердості, статичному згині та стиску вздовж волокон, яку ми встановили, деревина бархата амурського має перевагу над деревиною каштана посівного та береста, є подібною до деревини в'яза гірського та дещо відстає від деревини ясена звичайного.

Границя міцності деревини бархата при статичному згині при перерахунку на 12 %-ну вологість є дуже подібною у всіх досліджених модельних дерев породи із незначним зниженням при збільшенні висоти стовбура.

Границя міцності при стисканні вздовж волокон, є істотно меншою, ніж при статичному згині, знижується із збільшенням висоти стовбура і найбільшою є у моделі слабого росту.

Найвищим вмістом пізньої деревини характеризуються особини бархата амурського із групи кращого росту. У них же зафіксовано і найслабше всихання деревини за об'ємним показником.

Література

1. Божок С.В., Вінтонів І.С. Деревинознавство з основами лісового товарознавства. – К.: НМК ВО, 1992. – 319 с.
2. Вінтонів І.С., Сопушинський І.М., Тайшінгер А. Деревинознавство. – Львів: РВВ УкрДЛТУ, 2005. – 252 с.
3. Воробьев Д.П. Дикорастущие деревья и кустарники Дальнего Востока. – Л.: Наука, 1968. – 275 с.
4. Гордієнко Н.М., Бондар А.О., Гордієнко М.І. Интродуценти в дібровах Полісся та Лісостепу України. – К.: Урожай, 2001. – 448 с.
5. Гурский В.В. Амурский бархат и его выращивание в лесах Украинской ССР. – М.: Гослесбумиздат, 1950. – 44 с.
6. Зеленський М.Н., Онишко О.І. Нормативи для таксації деревини амурського коркового дерева на Поділлі// Наук. вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – 1999, вип. 9.9. – С. 67-72.
7. Калинин М.И. Моделирование лесных насаждений (биометрия и стереометрия). – Львов: Выща шк., 1978. – 207 с.
8. Калиниченко А.А., Ильненко А.А. К вопросу в хозяйственной оценке феноритмических бархата амурского// Лесн. журн. – 1977, № 3. – С. 26-29.
9. Качалов А.А. Деревья и кустарники. – М.: Лесн. пром-сть, 1969. – 408 с.
10. Логгинов Б.И., Гордиенко М.И. Опыт выращивания культур бархата амурского. – М.: Лесн. пром-сть, 1976. – 152 с.
11. Цымек А.А. Лиственные породы Дальнего Востока, пути их использования и воспроизводства. – Хабаровск: Дальгиз, 1956. – 327 с.