

Табл. Сезонна кольористика туї західної та її культиварів

Колір, відтінок	Літо, %	Зима, %
Зелений	23,5	26,6
Яскраво-зелений	5,8	5,5
Темно-зелений	35,4	33,3
Блискучо-зелений	5,8	5,5
Коричнево-зелений	–	5,6
Буро-зелений	–	23,5
Жовто-зелений	5,8	5,5
Світло-зелений	17,8	–
Сіро-зелений	5,9	–

Зелений колір туї західної та її форм домінує влітку, проте в зимовий період відбувається зміна кольорів і відтінків, в основному, на коричнево-зелений та буро-зелений. Зелений колір, який панує в літню пору, має 6 відтінків з переважанням зеленого та темно-зеленого (близько 60 %). Взимку зелені барви у більшості форм переважають (70,7 %), що є важливим показником їхньої високої декоративності. Ця контрастність у зимовий період з ахроматичними тонами листопадних дерев і чагарників є вираженою з естетичного погляду [6].

Меншою естетичною цінністю вирізняються окремі форми, які в осінньо-зимовий період змінюють забарвлення хвої [6]. Наприклад, коричнево-зелений відтінок появляється у 5,8 % форм, буро-зелений – у 3,5 %. Оригінальне забарвлення взимку має *Th. o. 'Ericoides'* – коричнево-зелене з фіолетовим відтінком. Як відомо, колір зелених рослин забезпечується пігментами пластид, які є найважливішими компонентами апарату фотосинтезу. Хроматографічні дослідження, проведені методом М.С. Цвета, виявили такі показники для *Th. o. 'Fastigiata'* із темно-зеленою хвоею: хлорофіл а – 79,2 %, хлорофіл b – 18,7 %, каротиноїдів – 2,1 %; для *Th. o. 'Globosa'* з її буруватою хвоею: хлорофіл а – 73,2 %, b – 117,3 %, каротиноїди – 9,5 %.

Зміни літнього зеленого кольору туї західної на осінньо-зимові буро-зелені та коричнево-зелені відбуваються внаслідок зростання концентрації в клітинах каротиноїдів, які разом з хлорофілами беруть участь у поглинанні світла рослинами, відіграючи певну роль у процесі фотосинтезу [2, 3]. Каротиноїди легко утворюють перекиси, в яких молекули кисню приєднуються по місцю двійного зв'язку і потім можуть брати участь в окисленні різних сполук. Загалом каротиноїди беруть участь у процесах дихання і росту рослин.

Висновки і рекомендації:

1. Незважаючи на тінювитривалість туї західної і її культиварів у разі притінення її наметом насаджень, відбувається зменшення верхівкових приростів і деформація крони.
2. Взаємопритінення кольорових форм туї західної спричиняє знебарвлення хвої, а тому, створюючи композиційні групи з цих культиварів, потрібно висаджувати рослини на достатній відстані одна від одної (3-4 м), яка забезпечила б доступ світлового потоку.
3. Для підвищення цілорічної декоративності насаджень із культиварів туї західної, доцільно використовувати форми, які не змінюють свого забарвлення в осінньо-зимовий період.

Література

1. Алексеев В.А. Световой режим леса / В.А. Алексеев. – Л.: Изд-во "Наука", 1975. – 227 с.
2. Быков О.Д. Модель влияния фотосинтеза на дыхание листьев в высших растений / О.Д. Быков // Физиология растений: науч. журнал. – 1985. – Т. 32. – Вып. 3. – С. 421-430.
3. Веретенников А.В. Физиология растений с основами биохимии / А.В. Веретенников. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1987. – 256 с.
4. Воскресенская О.Л. Эколого-физиологические адаптации туи западной (*Thuja occidentalis* L.) в городских условиях: монография / О.Л. Воскресенская, Е.В. Сарбаева. – Йошкар-Ола: Изд-во "Мар Гу", 2006. – 130 с.
5. Осипов В.Е. Туя / В.Е. Осипов. – М.: Изд-во "Лесн. пром-сть", 1988. – 72 с.
6. Пушкар В.В. Хвойни у садово-парковому будівництві / В.В. Пушкар. – К.: Вид-во "Либідь", 2004. – 284 с.

Надійшла до редакції 19.10.2016 р.

Кучерявий В.С. Роль света в развитии и окраске декоративных форм Туи Западной

Изложены результаты исследований влияния света на рост и пигментный состав хвои декоративных форм туи западной. Притенение особой туи западной 'Columna' снизило инсоляционный поток и привело к уменьшению верховых приростов. Притенение боковых побегов золотистых форм туи вызвало обесцвечивание хвои, как результат изменений пигментного состава растений. Спад интенсивности инсоляционного потока в осенне-зимний период является главной причиной изменения зеленого цвета отдельных декоративных форм на буро-зеленый и коричнево-зеленый, что снижает их декоративность.

Ключевые слова: свет, приросты побегов, окраска хвои, хлорофиллы, каротиноиды.

Kucheryavy V.S. The Importance of Light in Colour and Decorative Forms of Western White Cedar

The results of studies of the effect of light on the growth and pigment composition of pine needles of decorative forms of white cedar are presented. Shading of western white cedar species 'Columna' insolation reduced flow and led to a decrease in riding increments. Shading lateral golden shoots shapes caused discoloration of needles as a result of changes in the pigment of plants. The decline in the intensity of insolation stream in autumn and winter is the main reason for changing some green decorative forms in brown-green and brownish-green, which reduces their decorative effect.

Keywords: light, gains shoots, needle colour, chlorophyll, carotenoids.

УДК 630*174.754(477.41)

ЛОКАЛЬНА ЩІЛЬНІСТЬ КОМПОНЕНТІВ ФІТОМАСИ СТОВБУРА ДЕРЕВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ В УМОВАХ ДЕРЖАВНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ "РЕЗИДЕНЦІЯ "ЗАЛІССЯ"

М.О. Лакида^{1,2}, І.П. Лакида³, Р.Д. Василюшин⁴

Наведено результати моделювання локальної щільності компонентів фітомаси стовбурів дерев сосни звичайної в умовах Державної організації "Резиденція "Залісся". Досліджено зміну локальної природної та базисної щільності компонентів фітомаси стовбурів дерев сосни звичайної у пристиглих, стиглих і перестиглих деревостанах. Вста-

¹ аспір. М.О. Лакида – НУ біоресурсів і природокористування України, м. Київ;

² наук. керівник: доц. Р.Д. Василюшин, д-р с.-г. наук

³ докторант І.П. Лакида, канд. с.-г. наук – НУ біоресурсів і природокористування України, м. Київ;

⁴ доц. Р.Д. Василюшин, д-р с.-г. наук – НУ біоресурсів і природокористування України, м. Київ

новлено, що отримані середні показники локальної природної та базисної щільності компонентів фітомаси стовбура дерев сосни звичайної відповідають загальним тенденціям зміни з відносною висотою, однак відрізняються від наведених у наукових публікаціях.

Ключові слова: сосна звичайна, щільність компонентів фітомаси, локальна природна щільність, локальна базисна щільність, стовбур, деревина, кора, деревина в корі.

Вступ. Упродовж кількох останніх десятиліть увага світової наукової спільноти зосереджена на прогнозуванні і попередженні можливих антропогенних змін клімату. Проблема порушення вуглецевого балансу біосфери та розуміння важливості ролі лісів у її вирішенні визначили новий, комплексний і масштабний напрям досліджень біологічної продуктивності лісів, що потребує вивчення складових частин біопродуктивності та їх якісних параметрів – щільності, вологості та вмісту абсолютно сухої речовини [6, 7].

Мета дослідження полягає у моделюванні щільності компонентів фітомаси стовбура дерев сосни звичайної для визначення її мінливості вздовж деревного стовбура у пристиглих, стиглих і перестиглих деревостанах.

Дослідження якісних ознак компонентів фітомаси протягом понад п'яти десятиліть висвітлено у багатьох наукових роботах і публікаціях. Зокрема, на теренах нашої країни це питання вивчали П.І. Лакида [4], Р.Д. Васишин [2], А.М. Білоус [3], І.В. Блищик [1]. Результати їх досліджень є вагомим внеском у вирішення багатьох лісівничих, екологічних та ресурсних проблем різних напрямів лісівничої науки.

Враховуючи, що сосна звичайна є головним лісоутворювальним деревним видом Українського Полісся, П.І. Лакида [4] здійснив широкий спектр досліджень з вивчення щільності компонентів її живої біомаси. Емпіричні дані, які наводять учений, характеризують віковий діапазон соснових деревостанів від 10 до 89 років. Оскільки насадження Державної організації "Резиденція "Залісся" на 30 % репрезентовані пристиглими, стиглими і перестиглими сосновими деревостанами, а науковці [4, 5] неодноразово вивчали вплив віку на зміну щільності деревного стовбура, здійснене дослідження є актуальним.

Загалом, фізичний зміст щільності компонента фітомаси відображає масу натуральної деревини (свіжозрубаної, абсолютно сухої) в одиниці об'єму. Як правило, біопродукційна наука оперує двома видами щільності: природною і базисною (умовною). Різниця між зазначеними видами щільності полягає в такому: природна щільність компонента фітомаси відображає в одиниці об'єму сумарну масу абсолютно сухої речовини та нагромадженої вологи, а базисна щільність виражає вміст абсолютно сухої речовини.

Матеріали та методика дослідження. Відповідно до вимог, які регламентують проведення лісовпорядних робіт, закладено 5 тимчасових пробних площ (ТПП) у природних (2 ТПП) та штучних (3 ТПП) деревостанах сосни на території Державної організації "Резиденція "Залісся". Усі ТПП закладено у панівних типах лісорослинних умов В₂ і С₂, у деревостанах І^а та І класів бонітету, з відносною повнотою 0,5-0,8 та діапазоном віку від 66 до 175 років.

Для аналізу та оцінювання локальної щільності компонентів фітомаси стовбура з 5 модельних дерев (по 1 на кожній ТПП), які представляли середні ступені товщини за діаметром, на відносних висотах 0,10 h, 0,25 h, 0,50 h та

0,75 h, на пні та на висоті 1,3 м відібрано дослідні зрізи товщиною 1-3 см у загальній кількості 30 шт. Загалом, дослідження виконано за методикою П.І. Лакиди [4], яку було розроблено під час проведення комплексу робіт із вивчення біологічної продуктивності основних лісотвірних деревних видів України.

Зібрані дані оброблено за допомогою ПК із застосуванням таких прикладних програм як PERTA, ZRIZ, PLOT [4], що забезпечило отримання показників локальної та середньої щільності компонентів фітомаси стовбура досліджених модельних дерев.

Результати дослідження. Локальна щільність компонентів фітомаси стовбура модельних дерев не тільки відображає якісну структуру деревини та кори від окоренка до вершини, а й демонструє особливості формування цих фракцій у різних його частинах. Значення середніх показників локальної природної та базисної щільності основних компонентів фітомаси стовбура сосни звичайної наведено в табл. 1.

Табл. 1. Локальна щільність компонентів фітомаси стовбура дерев сосни звичайної, кг·(м³)⁻¹

Фракція фітомаси стовбура	Середній показник на відносних висотах				
	0,0	0,10 h	0,25 h	0,50 h	0,75 h
Природна щільність					
Деревина	960	827	778	784	905
Кора	437	540	706	902	903
Деревина в корі	883	797	770	788	904
Базисна щільність					
Деревина	504	462	432	402	393
Кора	309	332	337	333	358
Деревина в корі	476	448	427	400	391

Дані табл. 1 свідчать про подібність характеру залежності природної та базисної локальної щільності компонентів фітомаси деревного стовбура сосни звичайної до раніше описаного іншими дослідниками [4]. Втім, варто звернути увагу на відмінності зміни природної та базисної щільності кори стовбура, а також природної щільності стовбура у корі. Графічну інтерпретацію даних табл. 1 наведено на рис. 1 та 2 задля кращого уявлення досліджуваних особливостей локальної щільності компонентів фітомаси стовбура дерев сосни звичайної у ДО "Резиденція "Залісся".

Як вже зазначено вище, локальна природна щільність кори стовбурів дерев сосни звичайної у цих умовах та у досліджуваних вікових групах має дещо відмінний характер залежності від відносної висоти. Вона характеризується стабільністю після досягнення позначки 0,5 h, тоді як для умов Українського Полісся відзначається подальше зростання цього показника. Природна локальна щільність стовбура у корі у досліджуваних деревостанах має U-подібну залежність від відносної висоти, натомість загальноприйнятою для Полісся України нормою [4] вважають W-подібний характер її зміни.

Беручи до уваги абсолютні значення локальної щільності основних фракцій фітомаси стовбура, можемо констатувати, що вони є дещо меншими за середні значення для регіону Полісся України. Поясненням цього явища можуть

бути як лісорослинні умови, динаміка кліматичних показників тощо, так і особливості параметричної структури лісівничо-таксаційних показників досліджуваних деревостанів.

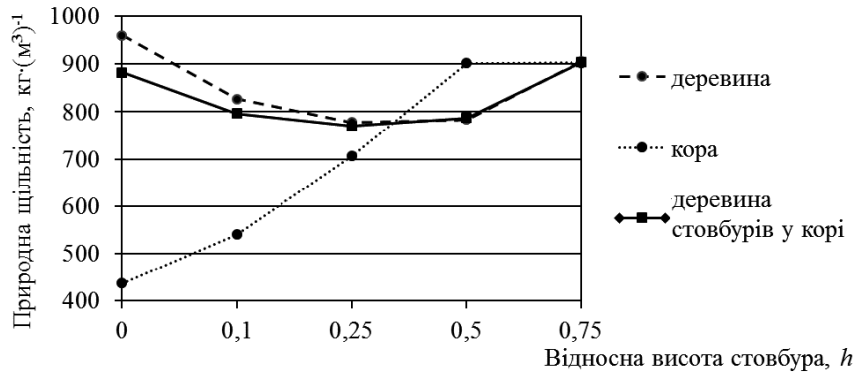


Рис. 1. Зміна локальної природної щільності основних компонентів фітомаси стовбурів дерев сосни звичайної з відносною висотою

Загалом характер залежності локальної базисної щільності компонентів фітомаси стовбура дерев сосни звичайної у ДО "Резиденція "Залісся" від відносної висоти є подібним до результатів вітчизняних досліджень інших авторів [4].

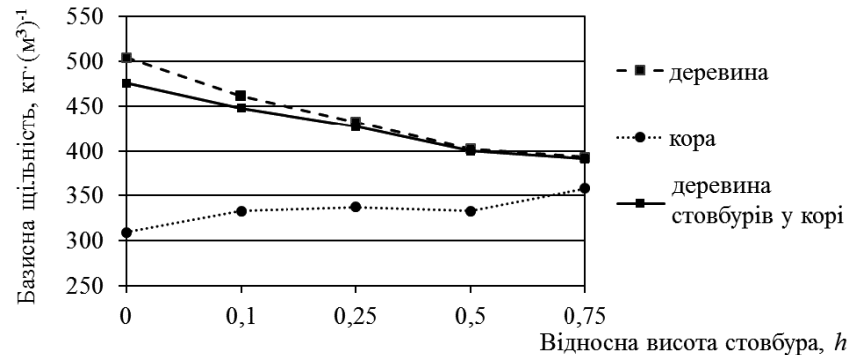


Рис. 2. Зміна локальної базисної щільності основних компонентів фітомаси стовбурів дерев сосни звичайної з відносною висотою

Виокремлюючи локальну базисну щільність стовбурової деревини, констатуємо, що її зміна відповідає даним О.І. Полубояринова [5], але при цьому за абсолютними значеннями максимум у ДО "Резиденція "Залісся" у комлевій частині стовбура є на 5 % вищим, тоді як її мінімум на відноській висоті 0,75 h неістотно відрізняється у більший бік. Причиною такого явища є стійкий позитивний тренд щодо збільшення базисної щільності стиглої деревини хвойних порід зі збільшенням віку деревних рослин [5].

Задля практичної реалізації математичної моделі залежності локальної щільності компонентів фітомаси дерев сосни звичайної від відносної висоти, використано рівняння, апробовані іншими вченими [2, 4]. Задля удосконалення

математичного забезпечення процесу моделювання досліджуваного показника, застосовано оригінальне рівняння виду

$$p_k = \exp(a_0 + a_{01} \cdot h_{Ei} + a_2 / h_{Ei}^{a_3}) \cdot h_{Ei}^{a_4}, \quad (1)$$

де: p_k – залежна змінна (локальна щільність компонента фітомаси стовбура); h_{Ei} – незалежна змінна (відносна висота стовбура від 0,01 h до 0,90 h); a_1, a_2, a_3, a_4 – коефіцієнти регресії.

Уведення додаткового коефіцієнта a_3 покращило варіативність моделі в описі залежності щільності фракцій живої біомаси стовбура від відносної висоти. Це дало змогу, порівняно із традиційно застосовуваними математичними виразами [2, 4], здійснити коректніший формалізований опис характеру змін локальної щільності компонентів фітомаси стовбура дерев сосни звичайної. Результати аналітичної апроксимації p_k із застосуванням рівняння (1) представлено у табл. 2. Очевидною є висока точність, з якою вдалося здійснити опис залежності локальної щільності компонентів фітомаси стовбура дерев сосни звичайної в ДО "Резиденція "Залісся" від відносної висоти за допомогою запропонованого математичного виразу (1).

Табл. 2. Характеристика параметрів рівняння апроксимації показників природної і базисної щільності компонентів фітомаси стовбурів дерев сосни звичайної за відносними висотами

Фракція фітомаси стовбура	Вид щільності	Коефіцієнт рівняння					Q ²
		a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	
Деревина	Природна	6,8831	451,4591	-451,3374	-0,9983	-0,0040	0,994
	Базисна	67,3025	0,1709	-61,5129	0,0259	-1,7876	0,998
Кора	Природна	3,8900	-2,1108	5,0195	-0,4358	-0,3336	0,993
	Базисна	12,5345	0,5145	-7,1078	0,0893	-0,8507	0,934
Деревина в корі	Природна	11,3569	0,8294	-5,2537	0,0958	-0,7786	0,969
	Базисна	9,4160	0,0377	-3,5067	0,0771	-0,3803	0,996

Представивши розроблені математичні моделі у табличному вигляді (табл. 3), можемо здійснити порівняння динаміки локальної щільності з даними інших дослідників із кроком 0,05 h. Аналізуючи отримані результати та порівнюючи їх із даними, оприлюдненими у наукових публікаціях, можемо підсумувати, що отримані внаслідок досліджень дещо нижчі значення природної та вищі значення базисної щільності можна пояснити, передовсім, особливостями параметричної структури лісівничо-таксаційних показників соснових деревостанів ДО "Резиденція "Залісся" та біологічними особливостями росту і розвитку сосни звичайної.

Табл. 3. Зміна показників щільності компонентів фітомаси стовбурів дерев сосни звичайної за відносними висотами

Відносна висота стовбура	Щільність, кг·(м ³) ⁻¹					
	деревини		кори		деревини в корі	
	природна	базисна	природна	базисна	природна	Базисна
0,01	960	504	437	309	882	476
0,05	883	485	466	337	837	463
0,10	831	463	538	335	798	449
0,15	800	448	603	332	778	439

0,20	780	437	661	330	770	431
0,25	769	428	712	330	768	424
0,30	765	421	757	330	770	419
0,35	765	415	795	331	777	414
0,40	770	410	828	332	785	410
0,45	779	406	855	334	797	406
0,50	791	403	877	337	810	403
0,55	807	400	895	340	825	400
0,60	826	397	908	343	841	398
0,65	848	395	918	347	860	395
0,70	874	394	924	351	879	393
0,75	903	392	926	355	900	391
0,80	935	391	925	360	922	389
0,85	971	390	922	364	946	387
0,90	1011	389	916	370	971	386

Задля наочності, наведемо графічне порівняння розробленої моделі залежності локальної базисної щільності деревини стовбура з даними для Полісся України [4] (рис. 3).

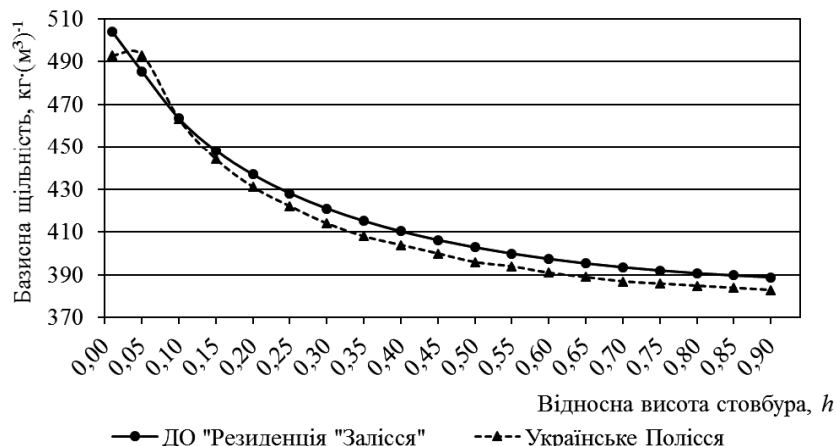


Рис. 3. Порівняння зміни локальної базисної щільності деревини вздовж стовбура сосни звичайної у деревостанах ДО "Резиденція "Залісся" та Полісся України

Порівняння наведених рядів даних між собою свідчить про те, що у пристиглих, стиглих і перестиглих соснових деревостанах ДО "Резиденція "Залісся" формується більш щільна стовбурова деревина, ніж у деревостанах сосни звичайної віком 10-89 років, котрі ростуть в умовах Полісся України. Єдиним винятком є діапазон відносної висоти 0,02 h-0,10 h, що можна пояснити зменшенням щільності соснової деревини в окоренковій частині стовбура у перестиглих деревостанах [5].

Висновки. За результатами проведеного дослідження встановлено, що розраховані середні показники локальної природної та базисної щільності компонентів фітомаси стовбурів дерев сосни звичайної в умовах ДО "Резиденція

"Залісся" повторюють характерні для цього деревного виду тенденції щодо зміни щільності з відносною висотою, також відзначаються деякі відмінності. Порівнюючи отримані результати аналітичної апроксимації з наведеними в науковій літературі [4], можемо підтвердити описане О.І. Полубояриновим [5] формування щільнішої деревини сосновими деревостанами старшого віку.

Література

1. Блищик І.В. Продуктивність та надземна фітомаса вільшняків Західного Полісся України : дис. ... канд. с.-г. наук: спец. 06.03.02 – "Лісовпорядкування та лісова таксація" / Блищик Іван Володимирович. – К., 2008. – 235 с.
2. Лакида П.І. Надземна фітомаса та вуглецево-енергетичний потенціал ялицевих деревостанів Українських Карпат : монографія / П.І. Лакида, Р.Д. Василюшин, О.М. Василюшин. – Корсунь-Шевченківський : Вид-во ФОП В.М. Гаврищенко, 2010. – 240 с.
3. Лакида П.І. Осичники Східного Полісся України – надземна фітомаса та депонований вуглець : монографія / П.І. Лакида, А.М. Білоус, Р.Д. Василюшин. – Корсунь-Шевченківський : Вид-во ФОП І.С. Майдаченко, 2010. – 255 с.
4. Лакида П.І. Фітомаса лісів України : монографія / П.І. Лакида. – Тернопіль : Вид-во "Збруч", 2002. – 256 с.
5. Полубояринов О.И. Плотность древесины / О.И. Полубояринов. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1976. – 160 с.
6. Уткин А.И. Биологическая продуктивность лесов (методы изучения и результаты) / А.И. Уткин // Лесоведение и лесоводство : итоги науки и техники. – М. : Изд-во ВИНТИ. – 1975. – Т. 1. – С. 9-189.
7. Уткин А.И. Методика исследований первичной биологической продуктивности лесов / А.И. Уткин // Биологическая продуктивность лесов Поволжья : сб. науч. тр. – М. : Изд-во "Наука", 1982. – С. 59-72.

Надійшла до редакції 22.10.2016 р.

Лакида М.А., Лакида І.П., Василюшин Р.Д. Моделирование локальной плотности компонентов фитомассы ствола деревьев сосны обыкновенной в условиях Государственной организации "Резиденция "Залесье"

Приведены результаты моделирования локальной плотности компонентов фитомассы стволов деревьев сосны обыкновенной в условиях Государственной организации "Резиденция "Залесье". Определено значение средней плотности компонентов фитомассы стволов деревьев сосны обычной у приспевающих, спелых и перестойных насаждениях. Установлено, что полученные средние показатели локальной природной и базисной плотности компонентов фитомассы ствола деревьев сосны обыкновенной соответствуют общим тенденциям изменения с относительной высотой, однако отличаются от приведенных в научных публикациях.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, плотность компонентов фитомассы, локальная природная плотность, локальная базисная плотность, ствол, древесина, кора, древесина в коре.

Lakyda M.O., Lakyda I.P., Vasylyshyn R.D. Modelling of Local Density of Live Biomass Components of Scots Pine Tree Stems in Zalissy State Residence

The article presents some results of modelling local density of live biomass components of stem of Scots pine trees in Zalissy State Residence. Longitudinal variation of local natural and base density of components of live biomass of Scots pine stems in immature, mature and overmature stands is researched. It has been found that the obtained mean values of local natural and base density indices of live biomass components of stem of Scots pine trees correspond to the general tendencies of change of this index along with relative height, but they differ from the ones highlighted in the dedicated scientific literature.

Keywords: Scots pine, density of live biomass components, local natural density, local base density, stem, wood, bark, wood over bark.