

Примітки: * – рівень значущості на рівні 0,05; ** – рівень значущості на рівні 0,01; *** – рівень значущості на рівні 0,001.

Між індексами радіального приросту та показниками опадів не було виявлено істотних зв'язків для 1969-1989 рр., однак у наступні 1990-2011 рр. зменшення кількості опадів протягом вегетаційного періоду істотно вплинуло на радіальний приріст сосни кримської, тобто виявлено середні та високі позитивні кореляційні коефіцієнти для всіх деревостанів.

Обчислено позитивні середні зв'язки між відносною вологістю та індексами радіального приросту сосни кримської для 1969-1989 рр. у насадженні, що росте біля Алупки, для наступних 1990-2011 рр. таких зв'язків не виявлено (табл. 3).

Висновки:

- Радіальний приріст сосни кримської в умовах субтропічного клімату південних схилів Кримських гір обмежують холодні зими, ранньовесняні температури та посухи вегетаційного періоду.
- Субтропічний клімат південного узбережжя Криму характеризується зменшенням кількості опадів і потеплінням протягом вегетаційного періоду та зимовим похолоданням на фоні збільшення середньорічних температур.
- Порівняно взаємозв'язки між радіальним приростом дерев і кліматичними чинниками для двох періодів – 1969-1989 та 1990-2011 рр. виявлено, що порівняно з відповідним попереднім періодом, у 1990-2011 рр. посилюється негативний вплив зимових температур на приріст насаджень внаслідок похолодання, а також підвищення температур та зменшення опадів протягом вегетаційного періоду негативно вплинули на формування річних шарів деревини

Література

1. Битвинкас Т.Т. Возможности применения дендроклиматологического метода в практике лесного хозяйства в условиях Литвы / Т.Т. Битвинкас // Вопросы древесного прироста в лесостроительстве. – Каунас : Изд-во Литовский с.-х. академии. – 1967. – С. 75-81.
2. Максимовский А.Н. Гурзуфские тайны / А.Н. Максимовский. – Симферополь : Изд-во "Бизне-Информ – 2006". – 1986. – 178.
3. Парубец О.Е. Анализ климатических рядов Крымского полуострова / О.Е. Парубец // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2009. – Вып. 20. – С. 154-164.
4. Briffa K.R. 1990. A 1, 400-year tree ring record of summer temperatures in Fennoscandia / K.R. Briffa, T.S. Bartholin, D. Eckstein, P.D. Jones, W. Karlen, F.H. Schweingruber, P. Zetterberg // Nature., – Vol. 346 (62830): 434-439, doi: 10.1038/34643a0.
5. Cook E.R. 1985. A time series analysis approach to tree ring standartization. In School of renewable natural resources / E.R. Cook // University of Arizona, Tucson, Ariz., USA. –175 p.
6. Holmes R.L. 1983. Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement / R.L. Holmes. – Tree-Ring Bull. – 1983. – Vol. 43. – Pp. 69-75.
7. Lebourgeois F. 2004. Climate-tree-growth relationships of Quercus petraea Mill. Stand in the Forest of Berce ("Futaie des Clos", Sarthe, France) / F. Lebourgeois, G. Cousseau, and Y. Ducos // Ann. For. Sci. – 2004. – Vol. 61 (4), doi: 10.105/forest:2004029.
8. Solomina O. Tree-ring reconstruction of Crimean drought and lake chronology Correction / O. Solomina, N. Davi, R. D'Arrigo, G. Jacoby // Geophysical research letters. – 2005. – Vol. 32. – L19704, doi: 10.1029. Solomina, O., N. Davi, R. D'Arrigo, and G. Jacoby (2005), Tree-ring reconstruction of Crimean drought and lake chronology correction, Geophys. Res. Lett., 32, L19704, doi:10.1029/2005GL023335.

Коваль И.М., Швець Ю.П., Плуатарь С.Ф., Панельбу В.В., Грицай А.А.
Дендрохронологический анализ сосны крымской на южных склонах Крымских гор

Исследована реакция сосны крымской на изменение климата в сосновых насаждениях на южных склонах Крымских гор в условиях субтропического климата дендрохронологическими методами. Прослежена история развития древостоев. Выявлены климатические показатели, ограничивающие прирост деревьев и особенности формирования радиального прироста деревьев на изменения климата, которые характеризуются уменьшением осадков и увеличением температур на протяжении вегетационного периода, а также зимним похолоданием.

Ключевые слова: радиальный прирост сосны крымской, Крымские горы, субтропический климат, дендрохронологические методы, изменения климата.

Koval I.M., Shvets Yu.P., Plugatar C.F., Papelbu V.V., Gryzaj A.A.
Dendrochronological analysis of Crimean pine on southern slopes of Crimean mountains

Response of Crimean pine on climate change in pine stands growing on southern slopes of Crimean mountains in condition of subtropical climate by dendrochronological methods was studied. Story of stand development was retraced. Climatic factors limiting tree growth and features of response of pine radial growth to climate change that characterize by precipitation decrease and increase of temperature for vegetation period and also winter decrease of temperature are detected.

Keywords: pine radial growth of Crimean pine, Crimean mountains, subtropical climate, dendrochronological methods, climatic change.

УДК 630*[5+17]:582.931.4(471.41/.46)

Здобувач І.М. Матейко¹ –

НУ біоресурсів і природокористування України, м. Київ

МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КРОНИ ДЕРЕВ У НАСАДЖЕННЯХ ЯСЕНА ЗВИЧАЙНОГО В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Проведено дослідження закономірностей будови крони дерев ясен звичайного у насадженнях Правобережного Лісостепу України. На основі аналізу кореляційних залежностей проведено моделювання поперечника і довжини крони. Визначено об'єм та площу бічної поверхні крони модельних дерев. Встановлено співвідношення маси деревної зелені і гілок дерев ясен звичайного регіону дослідження з об'ємом крони.

Ключові слова: Правобережний Лісостеп України, діаметр крони, довжина крони, об'єм крони, маса деревної зелені крони дерева, маса гілок крони дерева.

Мета дослідження. Кронам дерев належать важливі екологічні функції: оздоровчі, природного фільтра, оптимізатора мікроклімату, шумопоглинача. Листя та незадерев'янілі пагони – компоненти крони, що формують потужний асиміляційний апарат дерева, який в процесі фотосинтезу нагромаджує органічну масу за рахунок депонування та акумулювання вуглецю, виділяючи в атмосферу кисень. У сприятливий літній день 1 га лісу поглинає 220-275 кг CO₂, створюючи 120-150 кг нової сухої фітомаси, і виділяє 180-215 кг кисню. Крона дерев ясен звичайного становить 20-25 % від їхньої загальної фітомаси [11], при цьому ясен, за даними дослідників, належить до порід зі значним ефектом киснеутворення [6].

Розміри і форми крон деревних порід зумовлені спадковістю, віком, просторовим розміщенням, антропогенним впливом та іншими факторами.

¹ Наук. керівник: проф. П.І. Лакида, д-р с.-г. наук – НУБіП України, м. Київ

Метою цього дослідження є вивчення залежностей параметрів крони дерев ясена звичайного у Правобережному Лісостепу України від таксаційних показників дерева та розроблення відповідних моделей.

Методика дослідження. Параметри крони дерев ясена звичайного та їхній взаємозв'язок з основними таксаційними показниками досліджували за даними 64 модельних дерев із 21 пробної площі, закладеної у регіоні дослідження (з яких 45 модельних дерев із 15 пробних площ, закладених автором у лісонасадженнях Хмельницької, Вінницької і Київської областей, а 19 модельних дерев з 6 пробних площ, закладених О.В. Морозюк у ясеневих насадженнях Черкаської області). Відбір, опрацювання дослідних даних і визначення маси, об'єму та щільності компонентів фітомаси модельних дерев ясена звичайного проводили за методикою, розробленою П.І. Лакидою [10]. Подальшу статистичну обробку отриманих дослідних даних проводили на персональному комп'ютері з використанням програм "STATISTIKA" та "Microsoft Excel-2003" у такі послідовності: верифікація (виявлення та вилучення нехарактерних, помилкових експериментальних даних); встановлення кореляційної залежності таксаційних показників дерева та крони; визначення поперечника (діаметра) та довжини крони; обчислення площі бічної поверхні та об'єму крони; встановлення співвідношення діаметра стовбура з об'ємом крони та маси деревної зелені й гілок крони з її об'ємом.

Результати дослідження. Зважаючи на значну трудомісткість визначення і обліку фітомаси компонентів крони дерев ясена звичайного, порівняно з традиційною оцінкою запасів стовбурової деревини, проведено дослідження кореляційних зв'язків фітомаси з лісівничо-таксаційними показниками дерев. Досліджуючи моделі взаємозв'язків фітомаси з морфологічними показниками дерев М.Г. Семечкіна [12], Ю.В. Тамм, В.А. Росс [13], дійшли висновку, що використання багатомірної регресії не дає переваг порівняно з парними зв'язками, хоча М.Г. Семечкіна отримала кращі результати у разі включені до моделі добутку квадрата діаметра стовбура, на висоті 1,3 м на висоту дерева ($d^2 h$). Логарифмічні моделі зв'язку фітомаси дерев берези та осики з таксаційними ознаками, в насадженнях Тюменської області Росії, та Північного Казахстану розробив В.А. Усольцев [14].

Взаємозв'язок розмірів параметрів крони з лісівничо-таксаційними показниками дерев ясена звичайного у Західному Лісостепу України досліджував В.В. Лавний [9]. На основі встановлених залежностей він розробив таблиці ходу росту ясена звичайного для регіону дослідження. У ході дослідження фітомаси та депонованого вуглецю дерев та деревостанів ясена звичайного у Правобережному Лісостепу України встановлено залежності формування параметричних показників крони від лісівничо-таксаційних показників дерев ясена. За характеристиками модельних дерев встановлено тісноту зв'язку між досліджуваними ознаками (табл. 1).

Поперечник та довжина крони перебувають у тісній залежності між собою, та мають значний кореляційний зв'язок зі всіма таксаційними показниками стовбура. Додатково до характеристик модельних дерев у кореляційну матрицю включено відносну повноту деревостану, але жоден з пара-

метрів крони дерева не має з цією ознакою істотного кореляційного зв'язку, що дає змогу її знехтувати під час моделювання.

Табл. 1. Кореляційна матриця основних таксаційних показників дерев ясена звичайного

Показники	Вік дерева, <i>a</i> , років	Діаметр стовбура, <i>d</i> , см	Висота дерева, <i>h</i> , м	Об'єм стовбура, <i>v</i> , м ³	Поперечник крони, <i>dk</i> , м	Довжина крони, <i>lk</i> , м	Частка протяжності крони, <i>P</i> ^l , %	Відношення довжини крони до поперечника, <i>lk/dk</i>	Повнота насадження, <i>П</i>
Вік дерева, <i>a</i> , років	1	–	–	–	–	–	–	–	–
Середній діаметр стовбура, <i>d</i> , см	0,86	1	–	–	–	–	–	–	–
Середня висота дерева, <i>h</i> , м	0,88	0,90	1	–	–	–	–	–	–
Об'єм стовбура, <i>v</i> , м ³	0,75	0,90	0,80	1	–	–	–	–	–
Поперечник крони, <i>dk</i> , м	0,61	0,72	0,68	0,66	1	–	–	–	–
Довжина крони, <i>lk</i> , м	0,69	0,83	0,80	0,75	0,79	1	–	–	–
Частка протяжності крони, <i>P</i> ^l , %	-0,07	0,10	-0,01	0,05	0,31	0,52	1	–	–
Відношення довжини крони до діаметра, <i>lk/dk</i>	0,19	0,28	0,33	0,18	-0,07	0,48	0,48	1	–
Повнота насадження, <i>П</i>	-0,18	-0,12	-0,06	-0,12	-0,01	0,02	0,03	0,01	1

Внаслідок багатоваріантного пошуку за основу моделювання діаметра крони, що відображує кореляційний зв'язок цього показника з діаметром на висоті 1,3 м та висотою дерева, прийнято функцію Г. Претча (H. Pretzsch) [4]:

$$dk = \exp \left(\left(-1,649 + 1,347 \cdot \ln(d_{1,3}) - 0,050 \cdot h + 1,082 \cdot \ln \left(\frac{h}{d_{1,3}} \right) \right) \right). \quad (1)$$

Значення коефіцієнтів рівняння (1) визначені методом нелінійного регресійного аналізу, коефіцієнт детермінації $R^2=0,62$. Графічний аналіз багатомірної моделі демонструє рис. 1.

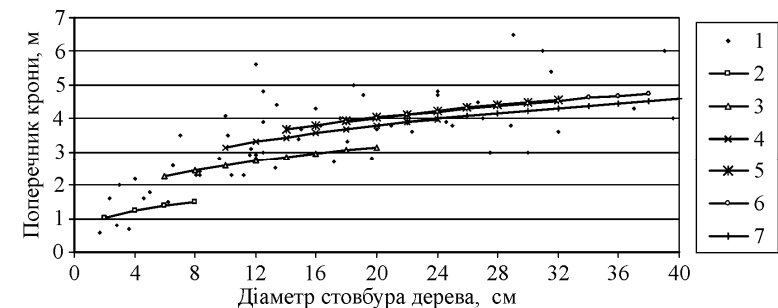


Рис. 1. Залежність розмірів поперечника крони дерев ясена звичайного від діаметра стовбура та висоти дерева: 1) фактичні дані; 2-7) змодельовані показники за висот 5-30 м, з інтервалом 5 м

У молодняках і середньовікових ясеневих насадженнях, зі збільшенням діаметра стовбура та висоти дерева стрімко збільшується і поперечник крони, у пристигаючих та стиглих деревостанах крона дерев ясеня звичайного уже майже сформована і темпи збільшення її розмірів спадають, що відповідає природному процесу формування дерева.

У багатьох наукових розробках зарубіжних та вітчизняних учених довжина крони (висота прикріплення або частка протяжності крони) визначається складними математичними залежностями зі значною кількістю параметрів: вік, діаметр на висоті грудей та висота дерева, діаметр крони, середні прирости за діаметром та висотою, сума площ поперечного перерізу деревостану та інші [4, 7-9, 14]. Враховуючи застереження М.П. Бусленка: "...Стремление к учету очень большого круга действующих факторов не всегда оказывается оправданным. ...математические модели становятся чересчур громоздкими и плохо обозримыми, а точность решения задачи практически не увеличивается" [2, ст. 48], В.А. Усольцев [15] вивів залежність маси листя дерев осики та берези від діаметра стовбура, і підтвердив її регіональний характер.

Це дослідження передбачало опрацювання алгоритму визначення параметрів крони способами, максимально доступними у польових умовах. У Внаслідок опрацювання різних варіантів залежностей прийнятним виявилось співвідношення між довжиною і діаметром крони. Цей показник має слабку кореляцію з основними таксаційними ознаками дерева, але відрізняється незначною мінливістю, що дає змогу прийняти для ясеня звичайного середнє значення $lk/dk = 2,408$ і визначити довжину крони за її діаметром через цей коефіцієнт:

$$lk = 2,408 \cdot dk \quad (2)$$

Загалом розрахункові показники довжини крони досить точно відповідають її фактичним значенням. Коефіцієнт детермінації для загального масиву даних становить $R^2 = 0,74$.

Згідно з літературними джерелами, крона ясеня звичайного подовжено-яйцевидна, з віком ажурна, високо піднята [1]. Така просторова форма відповідає видовженому еліпсоїду – стереометричній фігурі обертання у тривимірному просторі, яка сформувалася внаслідок обертання еліпса навколо однієї з його головних осей [3]. Приймаючи за вісь обертання довжину крони, її об'єм ($v_{кр}$) та площу бічної поверхні ($s_{кр}^{нов}$), можна обчислити за видозміненими класичними математичними формулами [3]:

$$v_{кр} = \frac{4}{3} \cdot lk \cdot \frac{1}{2} \cdot dk^2 = \frac{2}{3} \cdot lk \cdot dk^2, \quad (3)$$

$$s_{кр}^{нов} = \pi \cdot dk \cdot \left(\frac{dk}{2} + \frac{lk^2}{\sqrt{lk^2 - (0,5dk)^2}} \cdot \arcsin \left(\frac{\sqrt{lk^2 - (0,5dk)^2}}{lk} \right) \right). \quad (4)$$

Розрахувавши об'єм крони модельних дерев за формулою (3), проведено кореляційний аналіз, який виявив значний зв'язок цього показника із масою деревної зелені і гілля та високий – із діаметром дерева на висоті грудей (табл. 2).

Табл. 2. Коефіцієнти кореляції об'єму крони із масою деревної зелені, масою гілок та діаметром дерева на висоті грудей

Показник	$q_{дз}$, кг	$q_{гіл}$, кг	d , см
$v_{кр}$, м ³	0,69	0,68	0,72

Внаслідок регресійного аналізу встановлено модель залежності об'єму крони від діаметра дерева на висоті грудей (5), графічну інтерпретацію якої демонструє рис. 2.

$$v_{кр} = -0,097d^2 + 11,225d - 27,678, (R^2=0,92) \quad (5)$$

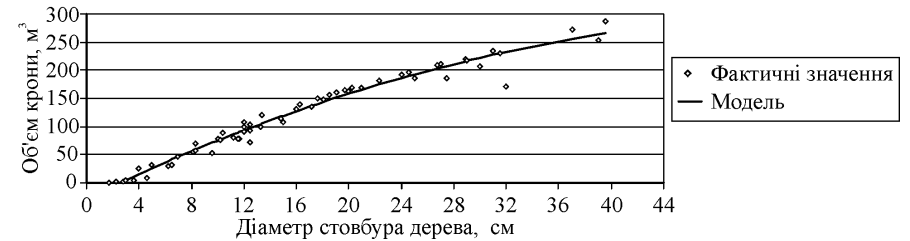


Рис. 2. Залежність об'єму крони ясеня звичайного від діаметра дерева на висоті 1,3 м

За однакових геометричних розмірів крони різних деревних порід відрізняються ажурністю, залежно від цього мають різну масу деревної зелені і гілля. Окрім того, густина розташування гілок крони дерева в деревостані впливає на мікроклімат насадження та продукування фітомаси загалом. За літературними джерелами, деревостани з участю ясеня звичайного належать до асоціацій з ажурним наметом або фітоценозів "середньої освітленості", у яких зазвичай формується другий ярус із тінювитривалих порід або густий підлісок [5].

Після наступного оброблення кількісних характеристик дослідних даних та показників, отриманих внаслідок моделювання, адекватними моделями залежності маси деревної зелені та гілля від об'єму крони обрані експоненціальні функції (6, 7), які наочно демонструє рис. 3.

$$q_{дз} = 2,038 \cdot e^{0,015 \cdot v_{кр}}, (R^2=0,75), \quad (6)$$

$$q_{гіл} = 0,639 \cdot e^{0,026 \cdot v_{кр}}, (R^2=0,82). \quad (7)$$

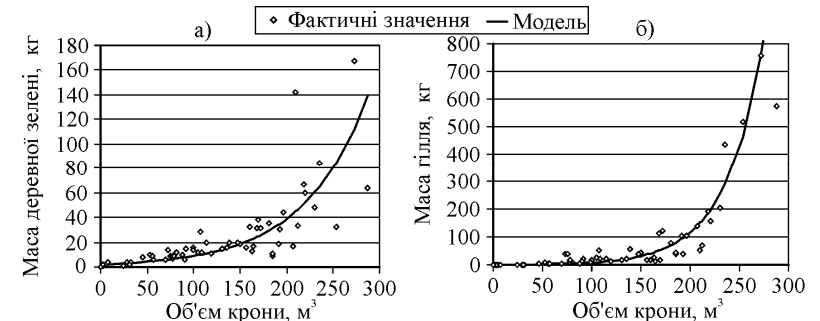


Рис. 3. Залежність від об'єму крони ясеня звичайного: а) маси деревної зелені; б) маси гілля

Згідно з графіками, зі збільшенням об'єму крони стрімкіше здійснюється нагромадження маси гілля порівняно із масою деревної зелені, що загалом відповідає біологічній природі розвитку дерева.

Висновки. За результатом проведеного дослідження зроблено такі висновки:

1. На підставі оброблення характеристик модельних дерев встановлено залежність геометричних розмірів крони дерев ясеня звичайного від його головних таксаційних показників.
2. Визначений на основі адекватних математичних моделей діаметра та довжини крони об'єм має значний кореляційний зв'язок із масою компонентів крони – деревної зелені та гілля.
3. Результати дослідження може бути використано для визначення параметрів крони у польових умовах без рубання модельних дерев та під час визначення фітомаси лісових насаджень.
4. Отримані закономірності потребують подальшої апробації у деревостанах ясеня звичайного та розроблення аналогічних моделей для інших деревних порід.

Література

1. Булыгин Н.Е. Дендрология / Н.Е. Булыгин. – М. : Агропромиздат, 1985. – 280 с.
2. Буленко Н.П. Моделирование сложных систем / Н.П. Буленко. – М. : Изд-во "Наука", 1968. – 356 с.
3. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике / М.Я. Выгодский. – М. : Физматгиз, 1963. – 872 с.
4. Гадов К. Моделирование параметров крони деревьев в Украинских 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.
5. Гордієнко М.І. Лісівничі властивості деревних рослин / М.І. Гордієнко, Н.М. Гордієнко. – К. : ТОВ "Вістка", 2005. – 817 с.
6. Грищенко А.В. Крона дерева: промышленное и рекреационное использование / А.В. Грищенко, В.А. Кучерявый, Р.И. Томчук, В.В. Задорожный – Львов : Вид-во "Вища шк.", 1985. – 168 с.
7. Гут Р.Т. Взаемосвязок основных морфометрических показателей деревьев сосны различной плотности популяций / Р.Т. Гут, М.М. Король // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2008. – Вип. 18.11. – С. 133-138.
8. Делеган І.І. Морфометричні особливості формування крон екотипів бука лісового / І.І. Делеган // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.7. – С. 31-38.
9. Лавний В.В. Особливості формування ясеневих насаджень Західного Лісостепу України : дис. ... канд. с.-г. наук: спец. 06.03.03 – "Лісівництво і лісівництво" / Лавний Василь Володимирович; УкрДЛТУ. – Львів, 2000. – 176 с.
10. Лакида П.І. Фітомаса лісів України : монографія / П.І. Лакида. – Тернопіль : Вид-во "Збруч", 2002. – 256 с.
11. Нормативно-справочные материалы для таксации лесов Украины и Молдавии / под ред. А.З. Швиденко и др. – К. : Изд-во "Урожай", 1987. – 560 с.
12. Семечкина М.Г. Структура фитомассы сосняков / М.Г. Семечкина. – Новосибирск : Изд-во "Наука", 1978. – 166 с.
13. Тамм Ю.А. Закономерности распределения надземной фитомассы осины в насаждениях Эстонской ССР / Ю.А. Тамм, В.А. Росс // Лесоведение : науч.-теорет. журнал. – М. : Изд-во "Наука". – 1980. – № 1. – С. 42-51.
14. Усольцев В.А. Моделирование структуры и динамики древостоев / В.А. Усольцев. – Красноярск : Изд-во Красноярск. ун-та, 1985. – 191 с.
15. Усольцев В.А. Применение регрессионного анализа при исследовании возрастной динамики фитомассы березы и осины / В.А. Усольцев // Лесоведение : науч.-теорет. журнал. – М. : Изд-во "Наука". – 1976. – № 1. – С. 35-39.

Матейко И.М. Моделирование параметров кроны деревьев ясеня обыкновенного в условиях Правобережной Лесостепи Украины

Произведены исследования закономерностей строения кроны деревьев ясеня обыкновенного в насаждениях Правобережной Лесостепи Украины. На основании корреляционных зависимостей произведено моделирование диаметра и длины кроны. Определены объем и площадь боковой поверхности модельных деревьев. Установлены соотношения массы древесной зелени и ветвей деревьев ясеня обыкновенного региона исследования с объемом кроны.

Ключевые слова: Правобережная Лесостепь Украины, диаметр кроны, длина кроны, объем кроны, масса древесной зелени кроны дерева, масса ветвей кроны дерева.

Mateiko I.M. The modeling parameters crown trees in the woods of ash in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine

The research of structural patterns European ash in the woods of Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine is presented. The algorithm of determine volume, lateral surface area and the models of the diameter and length of the crown are based on the correlation model. Was defined the correlation between the mass of wood and green branches ash-trees from volume crown.

Keywords: Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine, diameter of crown, length of crown, the volume of the crown, the mass of wood green, the mass of branches.

УДК 630*5:582.746.51

Аспір. В.В. Пукман¹ – НЛТУ України, м. Львів

ДОСЛІДЖЕННЯ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ ДЕРЕВОСТАНІВ КЛЕНА-ЯВОРА (*ACER PSEUDOPLATANUS L.*): СУЧАСНИЙ ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД

Здійснено огляд та аналіз основних етапів досліджень яворових деревостанів у Європі, наведено приклади кривих ходу росту за висотою з досліджень різних авторів, а також кривих ходу росту, порівнюючи з іншими видами. Проаналізовано продуктивність чистих яворових деревостанів та ріст клена-явора у сукупності з іншими видами. Наведено основну мету та методи ведення лісового господарства в деревостанах явора.

Ключові слова: явір, деревостан, криві ходу росту, продуктивність.

Клен-явір (*Acer pseudoplatanus L.*) найпоширеніший з усіх видів родини *Aceraceae* у Європі і належить до цінних порід у багатьох європейських лісах. Інтерес до цієї породи виникає як з економічних, так і з екологічних характеристик. Деревину використовують у виробництві меблів, шпону, фанери, а в деяких країнах – целюлози і палива. Бажані якості та широке використання деревини явора є причиною високих цін на ринку. Клен-явір належить до швидкорослих порід у відповідних умовах зростання. Таким чином, швидкий ріст і потенційно високі ціни на деревину забезпечують його економічну привабливість.

З екологічного погляду, явір підтримує життєдіяльність багатьох видів епіфітів, трав'янистих та надземної флори, а опад сприяє утворенню і покращенню властивостей гумусу [4]. Клен-явір часто розглядають як вид, що добре пристосований до поточних, а також до можливих майбутніх змін клі-

¹ Наук. керівник: проф. М.П. Горошко, канд. с.-г. наук – НЛТУ України, м. Львів