

УДК 630*52:582.632.2

МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЄМУ ДІЛОВИХ СОРТИМЕНТІВ ДУБА ЗВИЧАЙНОГО З ВИКОРИСТАННЯМ РІВНЯНЬ ТВІРНОЇ ДЕРЕВНИХ СТОВБУРІВ

В. Б. БИЧЕНКО, здобувач *, **В. В. БИЧЕНКО**, студент **,
В. В. МИРОНЮК, кандидат сільськогосподарських наук
*Національний університет біоресурсів і природокористування
України*

*E-mail: vladimirbb@i.ua; frostlalka@gmail.com;
victor.myroniuk@nubip.edu.ua*

Анотація. У зв'язку з переходом України на гармонізовані з європейськими вимогами методи обліку круглих лісоматеріалів постає необхідність удосконалення нормативного забезпечення для оцінки сортиментної структури деревного запасу. З цією метою в роботі досліджено можливості використання математичної моделі твірної стовбура для визначення об'єму ділових сортиментів дуба звичайного. Експериментальну базу досліджень формують шість пробних площ, закладених у дубових деревостанах під час проведення прохідних рубок і рубок головного користування, на яких відібрано 40 модельних дерев. Ми встановили, що найбільша мінливість діаметрів спостерігається в окоренковій частині стовбура та на ділянках у діапазоні від 0,5 до 0,9 висоти. Як математичну модель твірної обрано рівняння А. Козак (2004), яка виявилася найточнішою серед інших степеневих-показникових рівнянь і забезпечила точність визначення об'єму стовбурів у корі на рівні 7 %. Для моделювання об'єму сортиментів опрацьовано модель твірної стовбурів без кори. Середню квадратичну помилку обчислення об'ємів ділових сортиментів за опрацьованою моделлю оцінюють на рівні 10 %. У результаті досліджень запропоновано новий метод оцінки сортиментної структури деревного запасу під час подеревної таксації лісу.

Ключові слова: модель твірної стовбура, діловий сортимент, об'єм.

Актуальність дослідження. За час існування вітчизняної таксації в Україні створено надійну нормативну базу [3], яку широко застосовують під час матеріально-грошової оцінки лісосік і прогнозування розмірно-якісної структури деревини. В умовах переходу України на європейські стандарти сортиментації деревного запасу загострюється питання адаптації використовуваних методів обліку деревини відповідно до нових вимог. Зокрема, застосування середнього діаметра для визначення об'єму сортиментів та інші підходи щодо класифікації їх за якістю

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор П. І. Лакида.

** Науковий керівник – кандидат сільськогосподарських наук, доцент В. В. Миронюк.

© В. Б. Биченко, В. В. Биченко, В. В. Миронюк, 2018

унеможливлють використання чинних нормативів для таксації лісосік. З огляду на це чинні сортиментні таблиці потребують удосконалення та уточнення, а опрацювання нових методів попередньої оцінки розмірно-якісної структури деревини вимагає застосування сучасних підходів щодо дослідження форми стовбурів, серед яких ключову роль відведено моделюванню твірної стовбура. На нашу думку, такий підхід дає змогу точніше узагальнити форму стовбура та окремих його частин, зокрема передбачити вихід ділових сортиментів визначених розмірів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ще Г. Б. Кофман зазначав, що на початку другої половини XIX ст. науковці розділилися на дві окремі гілки у питанні застосування методів визначення об'єму стовбура [2]. Одні наполягали на використанні показників форми – старі та нормальні видові числа, коефіцієнти і класи форми, числа збігу. Інший напрям ґрунтувався на дослідженні твірної деревного стовбура. Моделювання твірної стовбура пов'язане зі складними математичними обчисленнями. Довгий час це питання в Україні взагалі не привертало особливої уваги через брак належного програмного та апаратного забезпечення для виконання комп'ютерних розрахунків. У сучасних умовах ситуація істотно поліпшилася завдяки розробці відкритих програмних продуктів, які мають потужні обчислювальні ресурси, зокрема системи R.

Закономірності форми деревних стовбурів із використанням моделей твірної в різний час досліджували багато вчених. Д. І. Менделєєв був одним із перших, хто намагався описати твірну стовбура рівнянням кубічної параболі [1], В. Г. Нестеров [6] для цього використовував поліноми третього порядку, а А. М. Федосимов [9] – шостого. Застосування поліномів вищих степенів досить ґрунтовно дослідив О. Г. Мошкальов [4]. О. В. Поляков [8] запропонував описувати твірну стовбура рядом Фур'є за непарними многочленами Чебишева першого роду, А. З. Швиденко [10] застосував показникову функцію. За кордоном найпоширенішими рівняннями такого типу є степенєво-показникові моделі А. Kozak [12; 13] і та R. Newnham [15]. Їхньою перевагою є можливість калібрування значень окремих параметрів таким чином, щоб точніше врахувати індивідуальні особливості форми конкретного деревного стовбура [5]. Інший напрям досліджень твірної полягає у розділенні стовбура на декілька зон, котрі в подальшому описуються порівняно простими залежностями. Основоположником цього методу у нашій країні є К. Є. Нікітін [7]. Напрацювання вченого втілено у комп'ютерній програмі ПЕРТА, яка дотепер широко застосовують науковці НУБіП України. Цей метод активно досліджували також закордоном, зокрема у працях Т. А. Мах і Н. Е. Burkhard [14], А. Clark et al. [11].

Мета досліджень полягає в аналізі точності прогнозування об'єму стовбурів і ділових сортиментів дуба звичайного з використанням степенєво-показникових рівнянь А. Kozak та R. Newnham.

Матеріал і методика досліджень. Первинну дослідну інформацію отримано в результаті обміру 40 модельних дерев (МД) дуба на шести тимчасових пробних площах, закладених у лісовому фонді державного

підприємства «Смілянське лісове господарство». Пробні площі закладали безпосередньо перед проведенням прохідних рубок і рубок головного користування на відповідній ділянці. Дані польових досліджень заносили до картки МД. Обробку вихідних даних здійснювали з використанням табличного процесора MS Excel та програми ПЕРТА, розробленої кафедрою таксації лісу та лісового менеджменту НУБіП України. Підбір параметрів рівнянь твірної виконано в системі R за допомогою статистичного пакета nlme. Загальну характеристику дослідного матеріалу наведено в табл. 1.

1. Характеристика модельних дерев

Таксаційний показник	Середнє арифметичне значення	Мінімальне значення	Максимальне значення	Стандартне відхилення
Діаметр у корі на висоті 1,3 м, см	41,0	20,2	61,7	9,9
Висота, м	26,8	20,1	33,5	3,2
Старе видове число (<i>f</i>)	0,484	0,391	0,576	0,045
Коефіцієнт форми (<i>q</i> ₂)	0,648	0,490	0,805	0,060
Об'єм стовбура у корі, м ³	1,930	0,396	3,464	0,479

Незважаючи на незначний обсяг дослідного матеріалу, варто акцентувати увагу на широкому діапазоні мінливості як діаметра, так і висоти модельних дерев дуба. Зокрема, діаметри коливаються у межах від 20,2 до 61,7 см, а висоти – від 20,1 до 33,5 м. Значення видового числа для вибірки змінюється від 0,391 до 0,576. Отже, зібраний дослідний матеріал достатньо мірою характеризує насадження, де закладали пробні площі.

Результати досліджень. При підготовці статистичних даних для роботи з певною моделлю необхідно забезпечити спільну методичну базу для їх оцінювання, вони повинні утворювати взаємно узгоджений набір і мати однорідну структуру одиниць сукупності. Для вирішення цього завдання проведено узагальнення даних про форму стовбурів у відносній системі координат. Для цього значення діаметрів і висот кожної секції МД було перераховано у відносних одиницях $d_i/d_{0,1}$ та h_i/h відповідно (рис. 1).

Із рис. 1 видно, що відносні діаметри мають значний розмах в окоренковій частині та в діапазоні 0,5–0,9 h , що вказує на наявність у вибірці модельних дерев із нетиповою формою стовбурів. Для подальшого узагальнення використано класи форми. Для цього за результатами обробки матеріалів таксації МД за програмою ПЕРТА отримано три основні класи форми ($q_{0,25}$, $q_{0,5}$, $q_{0,75}$). Слід зауважити, що класи форми та інші параметри стовбурів за вказаною програмою розраховують після апроксимації твірної деревного стовбура в окремих зонах за допомогою рівняння:

$$y = a_0 + a_1 e^{a_2 x}, \quad (1)$$

де y – діаметр стовбура, см; x – відстань від окоренка, м; a_0 , a_1 , a_2 –

параметри рівняння.

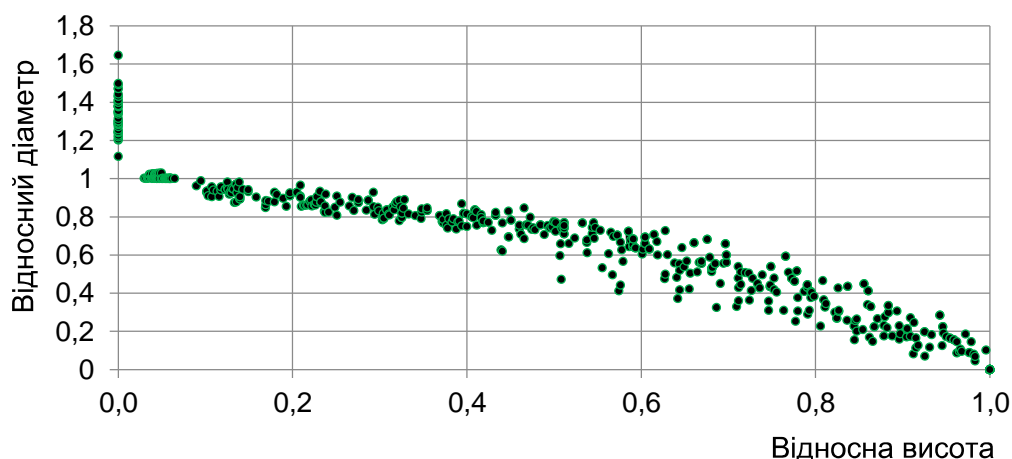


Рис. 1. Форма стовбурів дуба у відносній системі координат

Узагальнені емпіричні значення збігу стовбурів дуба, встановлені за середніми значеннями класів форми, наведено на рис. 2.

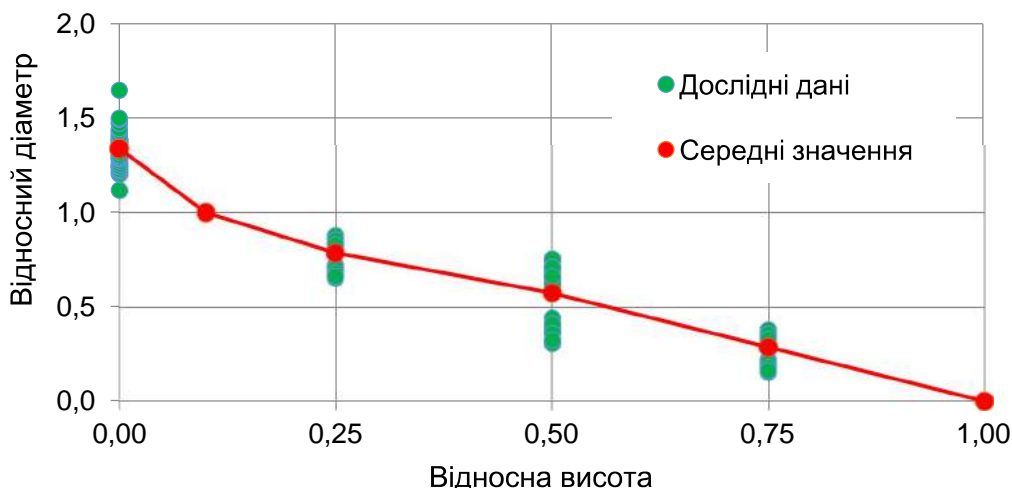


Рис. 2. Форма стовбурів дуба відповідно до значень класів форми

Відповідно до рис. 2, у діапазоні від 0,05 до 0,5 висоти дерева форма стовбурів стабілізується, що позначається на мінливості відносних значень діаметрів. Така особливість визначає точність математичного моделювання збігу стовбурів і може вплинути на результати обчислення об'єму в цілому та окремих сортиментів. Своєю чергою параметри найцінніших ділових сортиментів із нижньої частини стовбурів можуть оцінюватися за моделлю твірної із незначними відхиленням.

Для моделювання твірної використано три поширені степеневопоказникові рівняння (табл. 2).

Пошук параметрів моделей твірної для всієї сукупності здійснювали з урахуванням внутрішньогрупової мінливості спостережень у межах кожного рівня (окреме дерево). Значення цих параметрів підібрано в системі R із застосуванням пакета nlme та наведено в табл. 3.

2. Степенєво-показникові моделі твірної деревних стовбурів

Автор моделі	Математичний вираз моделі*	Номер моделі
A. Kozak (1988) [12]	$d_i = a_0 \cdot d^{a_1} \cdot a_2^d \cdot X^{b_1 \cdot Z^2 + b_2 \cdot \ln(Z+0.001) + b_3 \cdot \sqrt{Z} + b_4 \cdot \exp(Z) + b_5 \cdot (d/h)}$ $X = \frac{1 - \sqrt{h_i/h}}{1 - \sqrt{p}}; \quad Z = \frac{h_i}{h}; \quad p = 0,225$	(2)
A. Kozak (2004) [13]	$d_i = a_0 \cdot d^{a_1} \cdot h^{a_2} \cdot x^{(b_1 \cdot q^4 + b_2 \cdot (1/\exp(d/h)) + b_3 \cdot x^{0,1} + b_4 \cdot 1/d + b_5 \cdot h^w + b_6 \cdot x)}$ $x = \frac{w}{1 - 1,3/h^{(1/3)}}; \quad w = 1 - q^{1/3}; \quad q = h_i/h$	(3)
R. Newnham (1992) [15]	$d_i = d \cdot x^{(a_0 + a_1 \cdot (z-1) + a_2 \cdot \exp(a_3 \cdot z))}$ $x = \frac{h-h_i}{h-1,3}; \quad z = \frac{h_i}{h}$	(4)

*У наведених моделях: d_i – діаметр стовбура на висоті h_i ; d – діаметр стовбура на висоті 1,30 м; h – висота стовбура.

3. Параметри математичних моделей твірної стовбурів дуба

Значення параметра	Модель		
	A. Kozak (2004)	A. Kozak (1988)	R. Newnham (1992)
a_0	1,0329	0,6666	0,6949
a_1	0,9683	1,1582	0,3425
a_2	0,0286	0,9937	4,8653
a_3	–	–	16,6330
b_1	0,5381	0,5803	–
b_2	-0,2374	-0,1482	–
b_3	0,5331	0,5464	–
b_4	-3,5721	-0,1474	–
b_5	0,0131	-0,0535	–
b_6	-0,1013	–	–

Поведінку математичних моделей наведено на прикладі трьох стовбурів різної форми: збіжистої (рис. 3а), середньої (рис. 3б) та повнодеревної (рис. 3в). Опосередковано висновок про форму стовбура зроблено на основі значень видового числа. У нашому випадку, в масиві дослідних даних трапляються деревні стовбури, для яких видове число коливається від 0,391 до 0,576. Відповідно до цього спостерігається три типові ситуації прогнозування збігу стовбурів за математичними моделями (2–4).

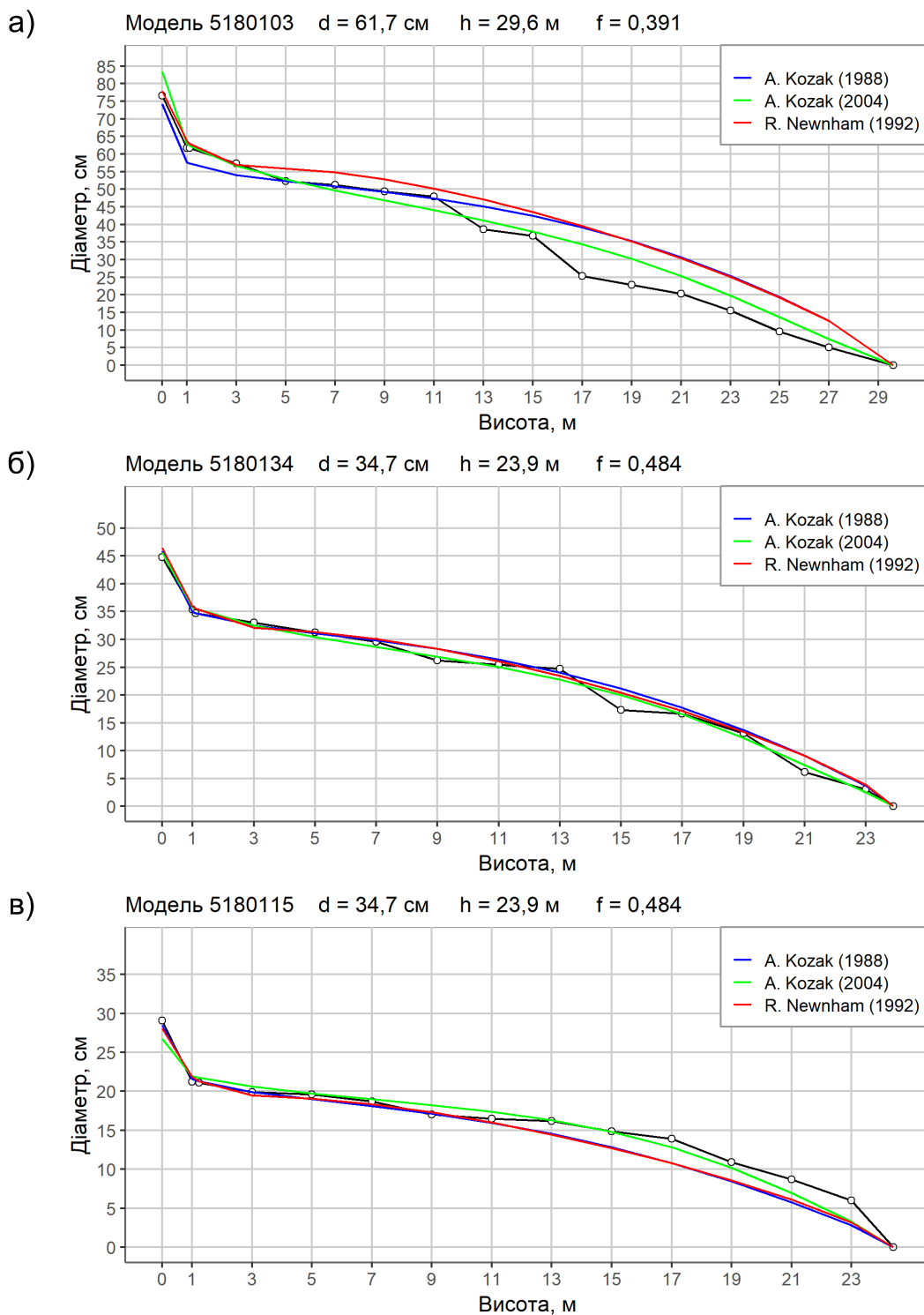


Рис. 3. Фактичні та змодельовані значення діаметрів стовбурів дерев дуба різної форми: а) збіжиста; б) середня; в) повнодеревна

Для збіжистих стовбурів математичні моделі точно описують форму стовбурів у нижній частині, проте завищують значення діаметрів у верхівковій. Для середньої форми стовбурів очікується найточніший прогноз. Із рис. 3б видно, що твірна А. Kozak (2004) майже збігається із результатами замірів діаметрів по всій протяжності стовбура. Для стовбурів дуба високої повнодеревності опрацьована модель істотно

недооцінює фактичні значення діаметрів у верхівковій частині. Отже, треба враховувати, що математична модель дає змогу точно виконати прогноз збігу для типових стовбурів дуба.

Як відомо, об'єм стовбура (або його частини) можливо визначити, проінтегрувавши рівняння твірної:

$$V = \frac{\pi}{4} \int_0^L f^2(h) dh, \quad (5)$$

де V – об'єм стовбура; L – висота стовбура; $f(h)$ – функція твірної стовбура; h – висота.

Утім, одна з проблем визначення об'єму таким способом полягає в тому, що далеко не всі рівняння можуть бути інтегровані. Альтернативою цьому може бути застосування складних (секційних) формул, адже, маючи рівняння твірної, визначення діаметра (та площі поперечного перерізу) на довільній висоті є елементарною задачею. У наших дослідженнях застосовано складну формулу Симпсона (6), а під час розрахунку об'єму стовбур розділявся на 100 рівних частин. Очевидно, що чим коротшою є секція, тим ближче результат наблизатиметься до значення інтеграла:

$$V = (g_H + 4g_{0,5} + g_B) \cdot l \cdot 6^{-1} \quad (6)$$

де V – об'єм стовбура; g_H , $g_{0,5}$, g_B – площа поперечного перерізу в нижній, середній та верхній частинах секції відповідно; l – довжина секції.

Для статистичного оцінювання величини відхилень загальних об'ємів стовбурів у корі обчислено систематичну та стандартну помилку (табл. 4). Тут і далі за істинні приймалися значення, отримані за програмою ПЕРТА.

4. Величина помилок визначення об'єму стовбура

Помилка	Модель		
	A. Kozak (2004)	A. Kozak (1988)	R. Newnham (1992)
Систематична помилка, %	0,4	-1,1	0,2
Стандартна помилка, %	±7,4	±7,6	±8,8

Враховуючи значення стандартних помилок, а також дані, наведені на рис. 4, можна зробити висновок, що найточніше форму стовбура описує модель A. Kozak (2004). Тому саме її обрано для подальших розрахунків.

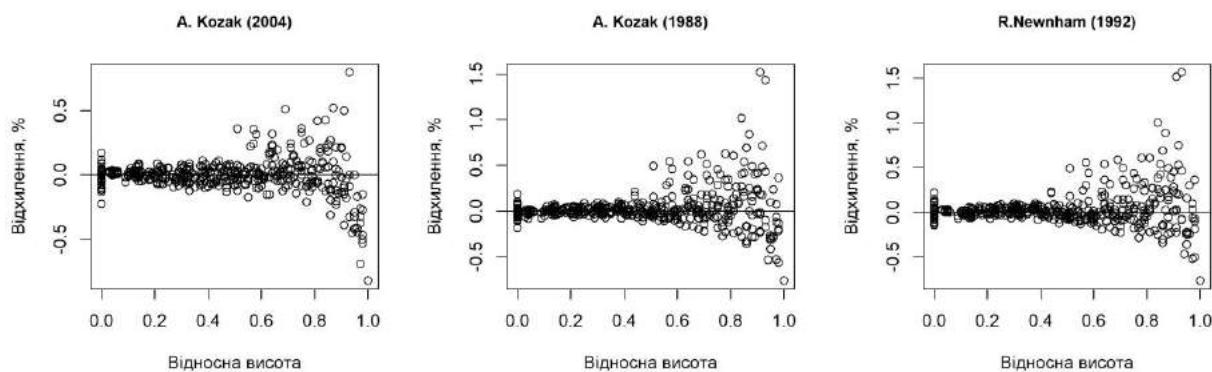


Рис. 4. Розподіл залишків моделей залежно від висоти стовбура дуба

Із метою визначення об'єму сортиментів досліджували закономірності зміни товщини кори вздовж стовбурів дуба. Як математичну модель використано таке рівняння:

$$\left(\frac{\widetilde{d}_{\text{бк}}}{d_{\text{ук}}}\right) = a_0 \cdot (h - h_i)^{a_1}, \quad (7)$$

де $\left(\frac{\widetilde{d}_{\text{бк}}}{d_{\text{ук}}}\right)$ – співвідношення між діаметрами без кори та в корі на висоті 1,3 м; a_0 , a_1 – параметри рівняння.

Перевага подібної математичної полягає в тому, що співвідношення діаметрів у точці h становить 0. Це забезпечує коректний перехід від діаметрів у корі до діаметрів без кори на верхівці стовбура, які за будь-якої висоти дорівнюють нулю:

$$d_{\text{бк}} = d_{\text{ук}} \cdot \left(\frac{\widetilde{d}_{\text{бк}}}{d_{\text{ук}}}\right). \quad (8)$$

Після моделювання закономірностей зміни товщини кори в системі R одержано такі параметри рівняння (7): $a_0 = 0,8042$; $a_1 = 0,0407$. Відповідно до цього модель (3) було скориговано з урахуванням рівняння (8), що дало змогу використовувати її для прогнозування діаметрів без кори та обчислення об'єму перших трьох ділових сортиментів, які заготовляли на лісосіках. Із цією метою використовували також формулу Симпсона (6). Зазначимо, що для встановлення нижньої та верхньої границь кожної ділової колоди на стовбурі враховували середньостатистичну висоту пня 0,15 м, розраховану на основі масиву дослідного матеріалу. Результати порівняння результатів моделювання об'єму стовбурів дуба в корі та ділових сортиментів без кори зображено на рис. 5.

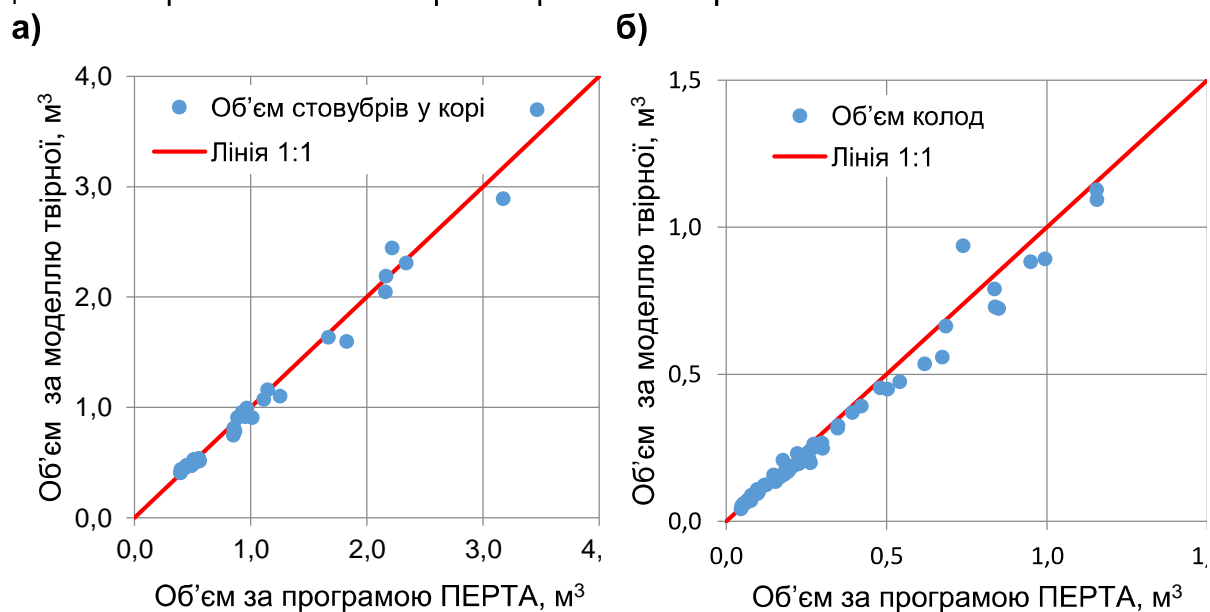


Рис. 5. Фактичні та змодельовані значення об'єму: а) об'єм стовбурів у корі; б) об'єм ділових сортиментів без кори

Порівняно з об'ємом стовбурів у корі прогнозування об'єму ділових сортиментів дуба без кори має меншу точність: систематична помилка – -2,7 %, середня квадратична помилка – 10,1 %. Найбільші відхилення спостерігаються для колод завдовжки понад 4,0 м, а основна частина спостережень рівномірно концентрується з обох боків лінії 1:1. На цій підставі є об'єктивні підстави розглянути можливість використання одержаних результатів на практиці. Зокрема, ми запропонували принципово нову форму таблиць, які можна застосовувати для попередньої оцінки розмірно-якісної структури окремих дерев дуба звичайного (табл. 5).

5. Фрагмент проекту нормативів для подеревної таксації об'єму стовбурів дуба звичайного

Діаметр, см	Висота, м	Об'єм стовбура у корі, м ³	Об'єм ділової частини стовбура без кори, м ³			
			кількість ділових колод довжиною 3,0 м			
			1	2	3	...
...
20	22	0,399	0,081	0,149	0,208	...
	23	0,419	0,082	0,151	0,211	...
	24	0,439	0,082	0,152	0,213	...
...
40	26	1,484	0,318	0,563	0,765	...
	27	1,543	0,320	0,568	0,775	...
	28	1,601	0,321	0,572	0,782	...
...
60	31	3,594	0,715	1,262	1,716	...
	32	3,709	0,718	1,271	1,732	...
	33	3,825	0,722	1,280	1,748	...

Наведена таблиця дає змогу визначити об'єм стовбурів у корі та об'єм ділових сортиментів стандартної довжини (у нашому випадку 3,0 м). Вхідними даними для визначення є діаметр і висота стовбура, а також кількість ділових сортиментів, які можна одержати для конкретного стовбура. Зазначимо, що ця таблиця є ескізом і може бути доповнена більшою кількістю колод або іншими стандартними розмірами сортиментів (довжиною, мінімальним діаметром).

Висновки. У зв'язку з переходом України на європейські стандарти щодо розмірів та якості круглих лісоматеріалів виникає потреба у вдосконаленні нормативів і методичних підходів щодо таксації лісу на корені. Математичне моделювання форми стовбурів із використанням рівнянь твірної розширює можливості оцінки кількісних параметрів окремих сортиментів ділової деревини. Опрацьована методика дає змогу з прийнятною точністю визначати об'єм стовбурів дуба, а також вихід окремих ділових сортиментів. Крім цього, математичне моделювання твірної значно розширює можливості прогнозування кількісних показників деревного запасу, зокрема дозволяє деталізувати оцінку розмірних показників ділової деревини.

References

1. Anuchin, N. P. (1982). *Lesnaya taksatsiya: uchebnik dlya VUZov* [Forest mensuration: textbook for universities]. Moskva, 552.
2. Kofman, H. B. (2013). *Rost i forma derevyev* [Growth and tree stem form]. Novosibirsk, 210.
3. Kashpor, S. M. (2013). *Lisotaksatsiinyi dovidnyk* [Forest inventory handbook]. Kyiv, 496.
4. Moshkalev, A. H. (1973). *Zanizheniye obyemov stvolov v nastoyashcheye vremya i ustraneniye oshibki pri kharakteristike obrazuyushchey polinomom* [Underestimation of tree stems volumes at the present time and elimination of errors in the case of modelling stem profiles using polynomial]. *Issues of forest inventory, forest mensuration and forest economics*, Leningrad, 85–102.
5. Myroniuk, V. V., & Polishchuk, V. V. (2016). *Porivnialnyi analiz riznykh pidkhodiv do modeliuvannia tvirnoi berezy povysloi* [Comparative analysis of different approaches for modeling of stem taper of birch trees]. *Forestry and Park-Gardening*, 9, 14. Available at: <http://ejournal.studnubip.com/zhurnal-9/ukr/myronyuk-polischuk>.
6. Nesterov, V. H., Korotkova, S. A., & Korotkov, A. M. (1971). *Izmenenie obrazuyushhej drevesnogo stvola s vozrastom* [Change of tree stem taper with age]. *Bulletin of Timiriasev Agricultural Academy*, 162, 346–350.
7. Nykytyn, K. E. (1978). *O logarifmicheskom uravnenii obrazuyushchey drevesnogo stvola* [Concerning the logarithmic taper equation of tree stem]. *Scientific Works of Ukrainian Agricultural Academy*, 213, 4–9.
8. Poliakov, O. V., & Poliakov, M. O. (2008). *Adaptyvna promyslova sortymentatsiia lisosichnoho fondu: normatyvno-dovidkovi dani* [Adaptive industrial system for timber volume estimation of the forest fund: reference data]. *Scientific Herald of the National Agrarian University*, 122, 153–158.
9. Fedosymov, A. N. (1968). *Obemu stvolov sosnu srednei formu* [Volumes of medium-shaped pine trees]. *Forestry*, 4, 52–53.
10. Shvidenko, A. Z. (1981). *Teoreticheskiye i eksperimentalnyye obosnovaniya sistemy inventarizatsii gornykh lesov zony intensivnogo vedeniya khozyaystva* [Theoretical and Experimental Substantiations for the System of Inventory Mountain Forests in Zone of Intensive Forest Management]. Doctor's thesis. Ukrainian Agriculture Academy. Kyiv. 300.
11. Clark III, A., Souter, R. A., & Schlaegel, B. E. (1991). *Stem Profile Equations for Southern Tree Species (Research Paper SE-282)*. Asheville, North Carolina. 113.
12. Kozak, A. (1988). *A variable-exponent taper equation*. *Canadian Journal of Forest Research*, 18 (11), 1363–1368. Available at: <https://doi.org/10.1139/x88-213>.
13. Kozak, A. (2004). *My last words on taper equations*. *The Forestry Chronicle*, 80(4), 507–515. Available at: <https://doi.org/10.5558/tfc80507-4>.
14. Max, T. A., & Burkhart, H. E. (1976). *Segmented Polynomial Regression Applied to Taper Equations*. *Forest Science*, 22 (3), 283–289.

15. Newnham, R. M. (1992). Variable-form taper functions for four Alberta tree species. *Canadian Journal of Forest Research*, 22 (2), 210–223. Available at: <https://doi.org/10.1139/x92-028>.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕМА ДЕЛОВЫХ СОРТИМЕНТОВ ДУБА ОБЫКНОВЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УРАВНЕНИЙ ОБРАЗУЮЩЕЙ ДРЕВЕСНЫХ СТВОЛОВ

В. Б. Быченко, В. В. Быченко, В. В. Миронюк

Аннотация. В связи с переходом Украины на гармонизированные с европейскими требованиями методы учета круглых лесоматериалов возникает необходимость совершенствования нормативного обеспечения для оценки сортиментной структуры древесного запаса. С этой целью в работе исследованы возможности использования математической модели образующей древесных стволов для определения объема деловых сортиментов дуба. Экспериментальную базу исследований формируют шесть пробных площадей, заложенных в дубовых древостоях во время проведения проходных рубок и рубок главного пользования, на которых отобрано 40 модельных деревьев. Нами установлено, что наибольшая изменчивость диаметров наблюдается в комлевой части ствола и на участках в диапазоне от 0,5 до 0,9 высоты. Как математическую модель образующей использовано уравнение А. Козак (2004), которая оказалась наиболее точной среди других степенно-показательных уравнений и обеспечила точность определения объема стволов в коре на уровне 7 %. Для моделирования объема сортиментов разработано модель образующей стволов без коры. Средняя квадратическая ошибка в определении объемов деловых сортиментов по разработанной модели образующей оценивается на уровне 10 %. В результате исследований предложен новый метод оценки сортиментной структуры древесного запаса, который может быть применен при подеревной таксации леса.

Ключевые слова: модель образующей ствола, деловой сортимент, объем.

MODELLING ROUNDWOOD MERCHANTABLE VOLUMES FOR COMMON OAK USING TREE STEM TAPER EQUATIONS

V. Bychenko, V. Bychenko, V. Myroniuk

Abstract. Because of adoption in Ukraine harmonized with European standards methods for roundwood volumes estimation a demand for improving a regulatory base for timber volume estimation has risen. For that reason, the paper discusses the issues related to application of mathematical model of stem taper for calculation of merchantable volumes of common oak logs. The research is based on six sample plots established during harvest operation in premature and mature oak stands where 40 sample trees were selected and measured. We have found that the form of oak stems rather variable in a butt section and in upper sections between 0.5 to 0.9 of total stem height. We

selected A. Kozak (2004) taper equation as the most precise among other variable-exponent equations. The accuracy for total stem volume prediction using this model is estimated to be about 7 %. To estimate merchantable timber volumes we have developed model to predict diameters along stem inside bark. The mean root square error for roundwood volume calculation is assessed to be 10 %. As a result of the study, a novel approach for individual tree volume estimation has been proposed.

Keywords: taper equation, merchantable timber, volume.

УДК 635.051*58.085:582.61

ОСОБЛИВОСТІ ОТРИМАННЯ АСЕПТИЧНОЇ КУЛЬТУРИ ТА ПЕРВИННИЙ МОРФОГЕНЕЗ *LYSIMACHIA VULGARIS* L.

С. Ю. БІЛОУС

Національний університет біоресурсів і природокористування
України,

ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України»

А. Ф. ЛІХАНОВ, Р. К. МАТЯШУК

ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України»

E-mail: forest_biotech@ukr.net

Анотація. Рослини *Lysimachia* L. є джерелом цінних біологічно компонентів, природних антиоксидантів, що активно використовуються у фармацевтичній промисловості. Обґрунтовано актуальність і розроблено підходи до мікроклонального розмноження *Lysimachia vulgaris* L. на етапі введення в культуру *in vitro*. З'ясовано, що органогенез у культурі *L. vulgaris* залежить від типу стерилізуючої речовини та часу експозиції. Встановлено, що використання стерилізуючих агентів впливає на швидкість і частоту індукції первинних мікропагонів *in vitro*. Комбінування або ж почергове витримування експлантів *L. vulgaris* у декількох розчинах для стерилізації незалежно від типу є неефективним, оскільки рослинні тканини значно пошкоджуються й не здатні до морфогенезу. Зауважено активну проліферацію первинних мікропагонів на живильному середовищі МС доповненим $2,5 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ БАП та $0,2 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ НОК із частотою 90%.

Ключові слова: *Lysimachia vulgaris* L., культура *in vitro*, живильне середовище, експлантат, первинний морфогенез.

Актуальність. Нині увага світової спільноти дедалі частіше зосереджується на питаннях, пов'язаних зі стрімким скороченням світової флори. Зростання антропогенного навантаження, глобальні кліматичні зміни є основними причинами збіднення фіторізноманіття. Дедалі більше

selected A. Kozak (2004) taper equation as the most precise among other variable-exponent equations. The accuracy for total stem volume prediction using this model is estimated to be about 7 %. To estimate merchantable timber volumes we have developed model to predict diameters along stem inside bark. The mean root square error for roundwood volume calculation is assessed to be 10 %. As a result of the study, a novel approach for individual tree volume estimation has been proposed.

Keywords: taper equation, merchantable timber, volume.

УДК 635.051*58.085:582.61

ОСОБЛИВОСТІ ОТРИМАННЯ АСЕПТИЧНОЇ КУЛЬТУРИ ТА ПЕРВИННИЙ МОРФОГЕНЕЗ *LYSIMACHIA VULGARIS* L.

С. Ю. БІЛОУС

Національний університет біоресурсів і природокористування
України,

ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України»

А. Ф. ЛІХАНОВ, Р. К. МАТЯШУК

ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України»

E-mail: forest_biotech@ukr.net

Анотація. Рослини *Lysimachia* L. є джерелом цінних біологічно компонентів, природних антиоксидантів, що активно використовуються у фармацевтичній промисловості. Обґрунтовано актуальність і розроблено підходи до мікроклонального розмноження *Lysimachia vulgaris* L. на етапі введення в культуру *in vitro*. З'ясовано, що органогенез у культурі *L. vulgaris* залежить від типу стерилізуючої речовини та часу експозиції. Встановлено, що використання стерилізуючих агентів впливає на швидкість і частоту індукції первинних мікропагонів *in vitro*. Комбінування або ж почергове витримування експлантів *L. vulgaris* у декількох розчинах для стерилізації незалежно від типу є неефективним, оскільки рослинні тканини значно пошкоджуються й не здатні до морфогенезу. Зауважено активну проліферацію первинних мікропагонів на живильному середовищі МС доповненим $2,5 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ БАП та $0,2 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ НОК із частотою 90%.

Ключові слова: *Lysimachia vulgaris* L., культура *in vitro*, живильне середовище, експлантат, первинний морфогенез.

Актуальність. Нині увага світової спільноти дедалі частіше зосереджується на питаннях, пов'язаних зі стрімким скороченням світової флори. Зростання антропогенного навантаження, глобальні кліматичні зміни є основними причинами збіднення фіторізноманіття. Дедалі більше

видів рослин потрапляють під загрозу зникнення і набувають статусу рідкісних і таких, що зникають. Особливо вразливими є рослини-ендеміки, які обмежені вузьким природним ареалом і є досить вразливими до змін у природному середовищі [3; 7; 10].

Створення природоохоронних резерватів для збереження рідкісних рослин *in situ* не завжди ефективно. Згідно з основними положеннями Конвенції про збереження біорізноманіття, заходи щодо збереження рідкісних, таких, що зникають, і цінних представників світової флори є надважливим питанням, зокрема, збереження *ex situ*, що передбачає створення штучних угруповань, колекцій рослин за умов інтродукції у ботанічні сади та культивування в культурі тканин та органів, а також створення генетичних банків в умовах *in vitro* з метою подальшої їх репатріації у природні умови [1; 3; 13].

Основним завданням методу культури клітин, тканин та органів *in vitro* є мікроклональне розмноження генетично однорідних цінних і таких, що зникають, культиварів із метою: збереження і розмноження генотипів як вихідних форм для селекційних цілей; швидкого і масового мікроклонального розмноження нових перспективних квіткових і декоративних рослин, відновлення та розмноження рідкісних і таких, що зникають, видів рослин, одержання вихідного безвірусного, а також вільного від грибних і бактеріальних збудників садивного матеріалу лікарських рослин і тих, що використовуються у фармакології.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Рослини *Lysimachia L.* є джерелом різних біологічно активних компонентів, таких як феноли, поліфеноли, флавоноїди, сапоніни, терпен тощо, які мають значний антиоксидантний потенціал для захисту від надзвичайно нестійкої дії вільних радикалів у клітинному мікросередовищі [14]. Зокрема, антиоксидантний потенціал було оцінено у низці лікарських рослин для медичних препаратів рослинного походження, де представники *Lysimachia L.* є дуже цінними [9; 14; 16].

Рід *Lysimachia L.* входить до родини первоцвіті *Primulaceae Vent.* і налічує приблизно 150 видів. В Україні трапляються лише 5 видів: *L. nummularia* (вербозілля лучне або монетне), *L. vulgaris* (в. звичайне), *L. verticillaris* (в. кільчасте), (в *L. nemorum*. гайове), *L. punctata* (в. крапчасте) [2]. Ширше представники цього роду трапляються в помірних широтах Північної Америки, Азії та Європи. Більшість видів відомі з Китаю. Здавна вербозілля застосовують у народній медицині різних країн, перші відомості про його лікувальні властивості наводив ще Адам Лоніцер (1563) [9]. Існують окремі згадування про застосування в народній медицині *L. vulgaris* як жовчогінного, тонізуючого і антисептичного засобу та *L. christinae* в традиційній китайській медицині [9; 10; 13].

На підставі досліджень деяких учених з'ясовано, що екстракти *L. vulgaris* мають потужну антиоксидантну активність *in vitro*, зокрема багаті фенолами та флавоноїдами. Вони можуть бути використані як доступне джерело природних антиоксидантів, харчову добавку або у фармацевтичній промисловості [12; 14; 18]. Вірогідно, фенольні сполуки є

відповідальними за антиоксидантну активність екстрактів саме вербозілля із жовтим забарвленням квітів. Високий вміст фенолів у них може бути пов'язаний з умовами стресу в природному середовищі. У рослин, які зростають у різних умовах стресу (посуха, спека, ультрафіолетове світло, забруднення повітря та атака збудників), може відбутися синтез деяких фенольних сполук, що адаптовує таким чином рослину до несприятливих умов [11; 18].

Різні автори проводилися роботи з введення представників *Lysimachia* L. у культуру *in vitro* [15; 19]. Відмінності цих досліджень стосуються як вихідного матеріалу, який використовували на перших етапах отримання асептичного матеріалу, так і апробованих стерилізуючих агентів.

Метою дослідження було визначення особливостей отримання асептичних рослин регенерантів *L. vulgaris* на етапі введення у культуру *in vitro*.

Основною вимогою початкового етапу стерилізації є усунення контамінації екзогенними мікроорганізмами, тобто досягнення стерильності вихідного рослинного матеріалу зі збереженням життєздатності рослинних тканин. Тому етап введення у культуру *in vitro* потребує ретельного підбору стерилізуючих агентів та експозиції стерилізації для кожного нового виду рослин.

З метою досягнення оптимальних наслідків стерилізації рослинного матеріалу, як правило, використовують комбінації кількох стерилізуючих речовин. При виборі вихідного рослинного матеріалу дослідники керуються різними міркуваннями, серед яких дуже важливими є чутливість тканин до обробки, доступність вихідного матеріалу, вимоги до його генетичної стабільності, оскільки у більшості випадків речовини, які використовують на першому етапі досліджень, мають широкий спектр негативної дії на рослинний матеріал. Прояв токсичного ефекту зазвичай супроводжується окисленням тканин і появою відмерлих зон на експлантах [4; 5; 10]. З цією метою найефективнішим для отримання первинних експлантів *L. vulgaris* є застосування детергентів, стерилізуючих агентів і багатократне промивання у стерильній дистильованій воді [5; 6].

Матеріал і методи дослідження. За життєвою формою *L. vulgaris* – це трав'янистий багаторічник. Як вихідний матеріал при введенні в культуру *in vitro* використовували зібрані частини рослин *L. vulgaris*, що наявні у популяції парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення «Феофанія» (рис. 1).

Як експланти були використані пагони з бічними і апікальними бруньками, завдовжки 7–15 см.

Стерилізацію при введенні в культуру *in vitro* здійснювали за загальноприйнятими в біотехнології методами, модифікуючи послідовність і схему виконання, зокрема: обробка миючими засобами, промивка у проточній воді, обробка стерилізуючими реагентами та відмивання від них стерильною дистильованою водою [5; 7].



Рис. 1. Вихідні рослини *Lysimachia vulgaris* L.

При виділенні меристем у рослин *L. vulgaris* відокремлювали різні фрагменти: частини пагонів, листові пластини та частину пагона з одним міжвузлям. Ізольовані частини рослин промивали 30 хв у мильному розчині на магнітній мішалці з додаванням декількох крапель 0,01 % Твін-20, після чого інтенсивно відмивали від залишків детергенту й піддавали стерилізації за підібраними схемами.

Як стерилізуючі агенти використовували: розчин срібла – AgNO_3 (0,1 %), пероксиду водню H_2O_2 (50 %) та хлорид ртуті HgCl_2 (0,1 %) (рис. 2).

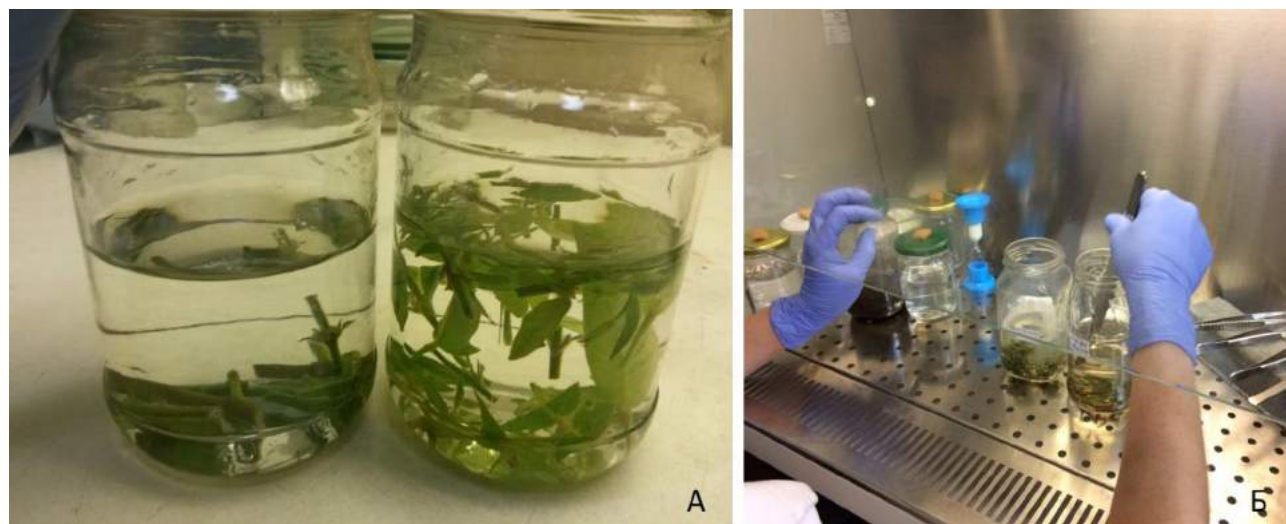


Рис. 2. Стерилізація *Lysimachia vulgaris* L.: А – відмивання у стерильній дистильованій воді; Б – витримування у стерилізуючих реагентах

Простерилізований рослинний матеріал поміщали на поверхню агаризованого живильного середовища (ЖС). Основою для приготування ЖС слугувало середовище за прописом Мурасіге–Скуга [17]. Залежності від необхідності отримання бажаного морфогенного ефекту в рослин-

регенерантів *L. vulgaris* до базового складу живильного середовища МС додавали окремі групи екзогенних регуляторів росту рослин різної концентрації, як окремо, так і у комбінації декількох [16; 18].

Культивування здійснювали в термальній кімнаті з 16-годинним фотоперіодом за температури повітря $24 \pm 1^\circ\text{C}$, інтенсивності освітлення 2000–3000 лк та відносної вологості повітря 70 % [5].

Результати дослідження та їх обговорення. Основним завданням було розробити умови введення у культуру *in vitro* рослин *L. vulgaris* із метою подальшого їх культивування *in vitro* як цінної лікарської сировини.

Основним показником ефективності стерилізуючої речовини була кількість експлантів, які нормально розвивались.

У попередніх дослідженнях із культурою *L. nummularia* досить ефективною виявлялася поетапна стерилізація, яка передбачала обробку експлантів у 70-відсотковому розчині етанолу, потім 25-відсотковому розчині H_2O_2 (7 хв) з одноразовим відмиванням у стерильній дистильованій воді 10 хв. Цю схему ми використали на перших етапах дослідження для *L. vulgaris* (таблиця). Однак отримати позитивні результати не вдалося. Зокрема, при зменшенні тривалості обробки не вдавалося позбутися екзогенної мікрофлори, а при її збільшенні втрачалася здатність експлантів до проростання. Також було виявлено ознаки окислення тканин первинних експлантів.

Зважаючи на такі результати, були проведені спроби із застосування інших стерилізуючих агентів, зокрема AgNO_3 (0,1 %) та HgCl_2 (0,1 %) зі зменшеною експозицією, варіанти стерилізацій наведено у таблиці.

Способи стерилізації експлантів *L. vulgaris*

Розчини для стерилізації		Час експозиції, хв	Кількість асептичних експлантів на 3–7 добу, %	Кількість життєздатних експлантів на 7–14 добу, %
1	детергент 70 % спирт 12,5 % H_2O_2	30 хв 30 с 10 хв	45	10
2	детергент 70 % спирт 25 % H_2O_2	20 хв 30 с 7 хв	80	27
3	детергент 70 % спирт AgNO_3 (0,1 %)	30 хв 30 с 8 хв	78	35
4	детергент 70 % спирт AgNO_3 (0,1 %)	20 хв 30 с 10 хв	100	30
5	детергент 70 % спирт HgCl_2 (0,1 %)	30 хв 30 с 6 хв	94	90
6	детергент 70 % спирт HgCl_2 (0,1 %)	20 хв 30 с 8 хв	100	63

У результаті було встановлено, що за меншої експозиції загибель експлантів відбувалась через значне ураження грибами та бактеріями, а за більш тривалого витримування загибель експлантів відбувалася на 2–3 добу через окислення рослинних тканин і абсолютну нежиттєздатність (рис. 3).

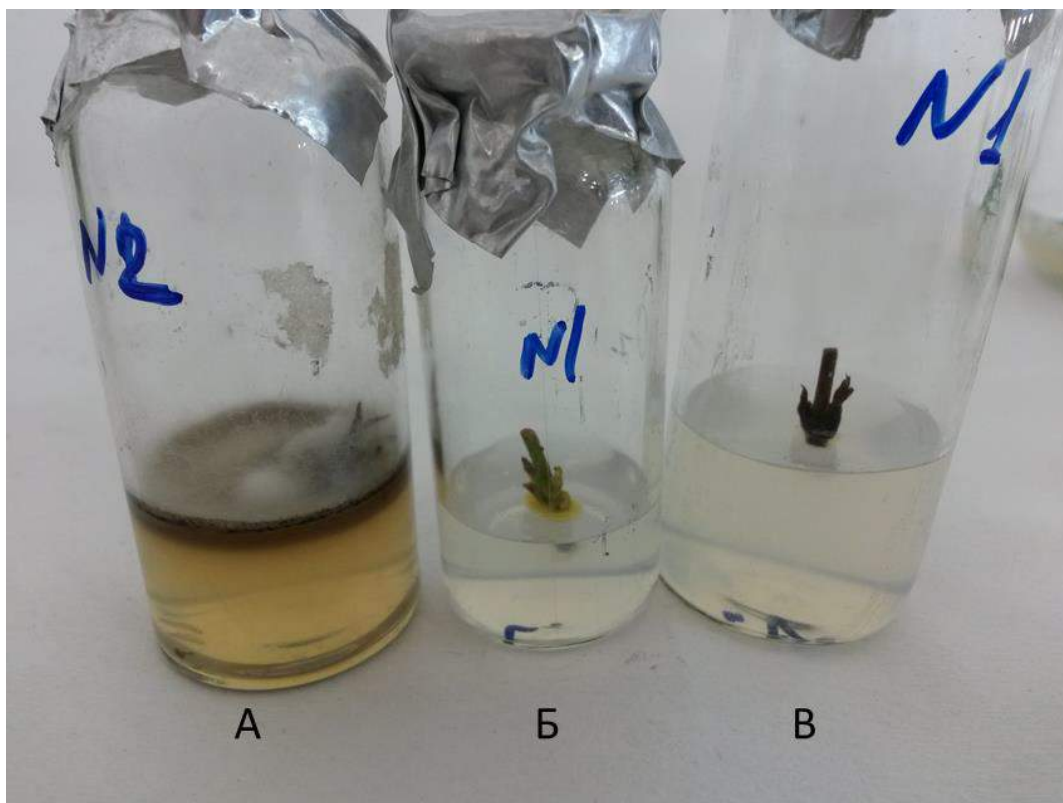


Рис. 3. Прояв негативного впливу стерилізації на експланти *L. vulgaris* на третю добу в умовах *in vitro*: А – грибне інфікування; Б – бактеріальне ураження; В – асептичний нежиттєздатний експлант

Застосування 12,5-відсоткового розчину H_2O_2 , як із відмиванням у стерильній воді, так і без, виявилось неефективним, оскільки отримані життєздатні експланти на 3–5 добу після введення проявляли грибне та бактеріальне інфікування незалежно від активності утворення первинних мікропагонів. На нашу думку, це пов'язано з тим, що експланти з вихідних пагонів, як правило, екзогенно пошкоджені бактеріями і грибами, які важко вимиваються розчином детергентів і стериліантів, зокрема в місцях, де тканини дуже щільно прилягають.

Своєю чергою використання 25-відсоткового розчину H_2O_2 із триразовим відмиванням у стерильній дистильованій воді також не гарантує отримання високих результатів. У більшості випадків у перші 3–7 днів 80 % експлантів були асептичні, але вже на 10 день більша частина з них мала грибне інфікування.

Щодо використання 0,1-відсоткового розчину $AgNO_3$, то в цьому випадку на 3–7 день майже всі експланти були стерильні, але, як виявилось згодом, більшість із них абсолютно не здатні до будь-якого прояву первинного морфогенезу. Лише в окремих випадках поодинокі

експланти після використання жорсткіших умов проявляли здатність до морфогенезу (рис. 4).



Рис. 4. Поява первинного мікропагона *L. vulgaris* із пазушних бруньок експланта після стерилізації у розчині AgNO_3 (0,1 %)

Тобто основним чинником, що впливав на отримання асептичних життєздатних експлантів, було використання стерилізуючої речовини певного типу.

Найкращі результати отримано при стерилізації експлантів *L. vulgaris* із використанням 0,1-відсоткового розчину HgCl_2 з експозицією 6 хв і триразовим відмиванням у стерильній дистильованій воді (рис. 5).



Рис. 5. Асептичні експланти *L. vulgaris*, 5–10 доба культивування

За таких умов вдалося досягти найменшої контамінації і найбільшого відсотку, а саме 90 %, асептичних і життєздатних експлантів на 7–10 добу

після введення в умови *in vitro*. Такі експланти вже на 14 день починали активно формувати первинні мікропагони (рис. 6).



Рис. 6. Формування асептичних мікропагонів *L. vulgaris* на 7–14 добу культивування *in vitro*

Висновки і перспективи. За результатами дослідження встановлено, що оптимальними експлантами для введення у культуру *in vitro* є частини стебел з одним міжвузлям завдовжки 1,0–1,5 см, ізольовані у червні–липні.

Аналіз отриманих даних свідчить, що для експлантів *L. vulgaris* є недоцільним використання декількох стерилізуючих речовин у комплексі через загибель рослинних тканин, пов'язану із пошкодженням тканин вихідних рослин. Найвищу ефективність отримання асептичних експлантів *L. vulgaris* було забезпечено при використанні 0,1-відсоткового розчину $HgCl_2$ (6 хв), триразовому відмиванні у стерильній дистильованій воді 10 хв (попередньо пагони витримували у розчині детергенту з додаванням 0,01 % Твін-2) та витримуванні у 70-відсотковому розчині етанолу 30 с. Застосування такої схеми стерилізації найменше пошкоджувало рослинні тканини, знешкоджувало епіфітну мікрофлору й забезпечило ефективність стерилізації 90 %.

Установлено, що регулятори росту циткінінового та ауксинового типу дії активно впливали на індукцію прямого морфогенезу безпосередньо з тканин експланту. Зафіксовано, що живильне середовище МС з додаванням $2,5 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ БАП та $0,2 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ НОК активно впливає на ростові чинники експлантів.

References

1. Belokurova, V. B., Sikura, Y. Y., & Kuchuk, M. V. (2012). Zberezhennia roslin flory Ukrainy z riznym pryrodookhoronnym statusom v kolektsii in vitro Instytutu klitynoi biolohii ta henetychnoi inzhenerii [Preservation of flora plants of Ukraine with different conservation status in the in vitro collection of the Institute of Cell Biology and Genetic Engineering]. Vegetational world in the Red Book of Ukraine: Implementation of the Global Strategy for Plant Conservation. Materials of the II International Scientific Conference (October 9-12, 2012, Uman, Cherkasy region), Kyiv, 223–226.

2. Didukh, Ia. P., Korotchenko, I. A., Fitsailo, T. V., Burda, R. I., Moisiienko, I. I., Pashkevych, N. A., Yakushenko, D. M., & Shevera, M. V. (2010). Ekoflora Ukrainy [Ecoflora of Ukraine]. Kyiv, 422.
3. Zholobova, O. O. (2012). Sokhraneniye redkykh y yschezaiushchykh vydiv rastenyi v kulture in vitro y otsenka urovnia ykh vnutryvydovoho polymorfyзма [Preservation of rare and endangered plant species in culture in vitro and assessment of their interspecies polymorphism level]. Extended abstract of candidate's thesis. Belhorod, 23.
4. Konstantynov, A. V. (2014). Osobennosty reheneratsyy pobehov forsaityy evropeiskoi (*Forsythia europaea* Degen et Bald.) v sterylnoi kulture [Features of regeneration of European forests (*Forsythia europaea* Degen et Bald.) in sterile culture]. *Modern Phytomorphology*, 225–230.
5. Kushnir, H. P., & Sarnatska, V. V. (2005). Mikroklonalne rozmnozhennia roslin. Teoriia i praktyka [Microclone propagation of plants. Theory and practice]. Kyiv, 270.
6. Lavrentieva, A. (2004). Vykorystannia biotekhnolohichnykh metodiv rozmnozhennia dekoratyvnykh introdutsentiv [The use of biotechnological methods of reproduction of decorative introducts]. *Visnyk of Lviv University. Biological series*, 137–145.
7. Kolomyets, T. M., Maliarovskaia, V. Y., Hvasalyia, M. V., & et al. (2014). Mikrorozmnozhenie in vitro subtropicheskikh, dekorativnykh kul'tur i jendemikov Zapadnogo Kavkaza: original'nye i optimizirovannye protokoly [Micropropagation of in vitro subtropical, decorative cultures and endemics of the Western Caucasus: original and optimized protocol]. *Agricultural Biology*, 49–58.
8. Marchenko, M. M., Shelyfist, A. Ye., Cheban, L. M., Chornei, I. I., & Budzhak, V. V. (2004). Osoblyvosti vvedennia v kulturu in vitro *Saussurea porcii* Degen ta *S. discolor* (Willd.) DC. [Features of introduction into culture of in vitro *Saussurea porcii* Degen and *S. discolor* (Willd.) DC.]. *Scientific Herald of Chernivtsy University*, 3–9.
9. Radchenko, V., Matiashuk, R., Tkachenko, I., & Prokopuk, Yu. (2016). Perspektyvy praktychnoho vykorystannia predstavnykiv rodu *Lysimachia* L. [Prospects for the practical use of representatives of the genus *Lysimachia* L.]. *Nitra*, 377–382.
10. Pushkarova, N., & Belokurova, V. (2014). Osoblyvosti vvedennia v kulturu in vitro deiakykh ridkisykh ta znykaiuchykh vydiv flory Ukrainy [Features of in vitro introduction of some rare and endangered species of Ukrainian flora]. *Scientific priorities of the agrarian sphere development in the conditions of global changes: materials international. sci. pract. Internet Conf. 4-5 December 2014, Ternopil*, 71–72.
11. Gülçin, I., Küfrevioğlu, I. Ö., Oktay, M., & Büyükokuroğlu, M. E. (2004). Antioxidant, antimicrobial, antiulcer and analgesic activities of nettle (*Urtica dioica* L.). *J. Ethnopharmacol*, 90, 205–215.
12. Birinci Yildirim, A., Guner, B., Pehlivan Karakas, F., & Ucar Turke, A. (2017). Evaluation of antibacterial, antitumor, antioxidant activities and phenolic constituents of field-grow and in vitro grown *lysimachia vulgaris* L. *Afr. J*

- Tradit Complement Altern Med., 14 (2), 177–187. doi:10.21010/ajtcam.v14i2.19.
13. Sharrock, S. (2012). Global Strategy for Plant Conservation. A guide to the GSPC: all the targets, objectives and facts. Richmond, 36.
 14. Gupta, S., Sarma, S., Mao, A., & Seal, T. (2012). Antioxidant activity of different parts of *Lysimachia laxa* and *Gymnocladus assamicus*, a comparison using three different solvent extraction systems. Chem Pharm Res, 5, 33–40.
 15. Gupta, S., Kaliamoorthy, S., Das, A., Mao, S., & Sarma, S. (2012). Micropropagation of *Lysimachia Laxa* baudo. Asian Journal of Science and Technology, 4, 12, 024–027.
 16. Podolak, I., Elas, M., & Cieszka, K. (1998). In vitro antifungal and cytotoxic activity of triterpene saponosides and quinoid pigments from *Lysimachia vulgaris* L. Phytother. Res, 12, 70–73.
 17. Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant, 473–497.
 18. Toth, A., Riethmuller, E., Alberti, A., Vegh, K., & Kery, A. (2012). Comparative phytochemical screening of phenoloids in *Lysimachia* species. European Chemical Bulletin, 1, 1–2, 27–30.
 19. Zheng, W., Xu, X.-D., Dai, H., & Chen, L.-Q. (2009). Direct regeneration of plants derived from in vitro cultured shoot tips and leaves of three *Lysimachia* species. Sci Hortic, 122, 138–141.

ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ АСЕПТИЧЕСКОЙ КУЛЬТУР И ПЕРВИЧНЫЙ МОРФОГЕНЕЗ *LYSIMACHIA VULGARIS* L.

С. Ю. Белоус, А. Ф. Лиханов, Р. К. Матяшук

Аннотация. Растения *Lysimachia* L. являются источником ценных биологических компонентов, природных антиоксидантов, которые активно используются в фармацевтической промышленности. Обоснована актуальность и разработаны подходы к микроклональному размножению *Lysimachia vulgaris* L. на этапе введения в культуру *in vitro*. Установлено, что органогенез в культуре *L. vulgaris* зависит от типа стерилизующего вещества и времени экспозиции. Выявлено, что использование стерилизующих агентов влияет на скорость и частоту индукции первичных микропобегов *in vitro*. Комбинирование или поочередное выдерживание эксплантов *L. vulgaris* в нескольких растворах для стерилизации независимо от типа является неэффективным, поскольку растительные ткани значительно повреждаются и не способны к проявлению морфогенеза. Замечено активную пролиферацию первичных микропобегов на питательной среде МС, дополненную 2,5 мг·л⁻¹ БАП и 0,2 мг·л⁻¹ НУК с частотой побегообразования 90 %.

Ключевые слова: *Lysimachia vulgaris* L., культура *in vitro*, питательная среда, экспланты, первичный морфогенез.

PECULIARITIES OF OBTAINING AN ASEPTIC CULTURES AND PRIMARY MORPHOGENESIS OF *LYSIMACHIA VULGARIS* L.

S. Bilous, A. Likhanov, R. Matyashuk

Abstract. *Lysimachia* L. plants are a source of valuable biological components, natural antioxidants, which are actively used in the pharmaceutical industry.

The relevance has been substantiated and approaches to the microclonal reproduction of *Lysimachia vulgaris* L. has been developed at the stage of introduction to culture in vitro. It was established that organogenesis in the culture of *L. vulgaris* depends on the type of sterilizing agent and the time of exposure. It was revealed that using of sterilizing agents affects the rate and frequency of induction of primary microshoots in vitro. Combining or alternately maintaining explants of *L. vulgaris* in several sterilization solutions, regardless of type, is ineffective, since plant tissues are significantly damaged and incapable of morphogenesis. The active proliferation of primary micro-shoots on the nutrient medium MS supplemented with 2,5 mg·l⁻¹ BA and 0,2 mg·l⁻¹ NAA with a frequency of sprout formation of 90% was noted.

Keywords: *Lysimachia vulgaris* L., in vitro culture, nutrient medium, explants, primary morphogenesis.

УДК 630*64:630*53

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ДЕРЕВНОЇ БІОМАСИ У ЛІСАХ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ

Р. Д. ВАСИЛИШИН, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри таксації лісу та лісового менеджменту

П. І. ЛАКИДА, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри таксації лісу та лісового менеджменту

О. В. ШЕВЧУК*, здобувач кафедри таксації лісу та лісового менеджменту

О. М. МЕЛЬНИК, кандидат сільськогосподарських наук, начальник наукової частини ВП НУБіП України «Боярська ЛДС»

О. М. ВАСИЛИШИН*, здобувач кафедри таксації лісу та лісового менеджменту

Ю. М. ЮРЧУК*, аспірант кафедри таксації лісу та лісового менеджменту
Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: rvasylys@ukr.net

Анотація. Нині використання деревної біомаси лісів для енергетичних цілей є структурною складовою організацій системи

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор П. І. Лакида.

© Р. Д. Васишлишин, П. І. Лакида, О. В. Шевчук,
О. М. Мельник, О. М. Васишлишин, Ю. М. Юрчук, 2018

сталого використання лісових ресурсів. У межах цієї роботи запропоновано кількісну оцінку щорічного енергетичного потенціалу деревної біомаси у лісах Українського Полісся, яка враховує концептуальні засади сталого лісового менеджменту.

У результаті виконання дослідження встановлено кількісні показники вмісту енергії у фітомасі насаджень досліджуваного регіону, а також їхню енергопродуктивність. Загалом у насадженнях регіону акумульовано понад 11 250 ПДж енергії, а їхня енергопродуктивність становить близько 685 ПДж·рік⁻¹. При цьому найвищою енергопродуктивністю характеризуються твердолистяні деревостани – 230 ГДж·га⁻¹·рік⁻¹.

Здійснено розрахунок п'яти типів енергетичного потенціалу деревної біомаси, які враховують аспекти екологічної безпеки, економічного розвитку регіону та соціальні особливості життя місцевих громад. Кількісне значення щорічного енергетичного потенціалу деревної біомаси у лісах Поліського регіону змінюється від 84,6 до 36,0 ПДж, залежно від його типу.

Ключові слова: Поліський регіон, енергетичний потенціал, деревна біомаса, стале лісоуправління, енергія, лісові ресурси.

Актуальність. Нині питання енергетичної незалежності України ще не знято з порядку денного формування стратегії забезпечення національної безпеки. У цьому контексті, зростання частки джерел відновлювальної енергії, зокрема деревної біомаси, у національному енергетичному балансі та розроблення науково обґрунтованих підходів і концептуальних засад її сталого використання є базисом для формування конкурентоспроможної, енергозбалансованої та низьковуглецевої економіки. Особливо це актуально на регіональному рівні для регіонів із високим відсотком лісистості, до яких і належить Українське Полісся.

Нині світова та вітчизняна лісівнича наука готова запропонувати зацікавленим сторонам (органам державної влади та місцевого самоврядування, представникам малого й середнього підприємництва, національним громадським об'єднанням і міжнародним організаціям) концептуальні принципи та відповідне нормативно-інформаційне забезпечення для оцінювання і організації сталого використання лісових деревних енергетичних ресурсів [2; 6; 7].

Мета дослідження: реалізувати комплексну оцінку енергетичного потенціалу деревної біомаси у лісах Поліського регіону України, яка базується на принципах сталого лісоуправління.

Матеріали та методи дослідження. У цій науковій роботі використано як базові методичні підходи до збирання та оброблення дослідних даних, створені під керівництвом П. І. Лакиди [3; 5], а також запропоновані раніше теоретико-методологічні засади оцінювання енергетичного потенціалу деревної біомаси у лісових фітоценозах [1]. Згадані методичні засади та підходи пройшли успішну апробацію у низки міжнародних наукових проектів і бюджетних науково-дослідних робіт.

Із метою кількісного оцінювання загальних обсягів енергії, акумульованої у біомасі деревостанів досліджуваного регіону, використано дослідні дані у формі співвідношень між окремими компонентами біомаси у насадженні та кількісними показниками їхньої базисної щільності. При цьому інформаційним базисом слугували дані з 391 тимчасової пробної площі (закладених у соснових (162), дубових (14), березових (96), осикових (47) і вільхових (72) деревостанах Поліського регіону) та 2142 модельних дерев [3; 5].

Для оцінювання показників енергетичного потенціалу деревної біомаси інформаційним інструментарієм слугувала реляційна база даних «Повидільна таксаційна характеристика лісу» та звітні виробничі матеріали (за 2017 р.), щодо обсягів і структури заготівлі деревини у межах підприємств, що перебувають у відомчому підпорядкуванні Волинського, Житомирського, Київського та по місту Києву, Рівненського, Сумського та Чернігівського обласних управлінь лісового та мисливського господарства.

Методичною особливістю оцінювання енергетичного потенціалу деревної біомаси у лісах Поліського регіону є кількісна оцінка показників п'яти його типів: теоретично-можливого, технічно-доступного, екологічно-безпечного, економічно-доцільного та соціально-зумовленого [1].

Результати дослідження та їх обговорення. Враховуючи, що надходження, трансформація та використання енергії – це ключові процеси, які відбуваються у лісових біогеоценозах, у межах цього дослідження реалізовано оцінювання загальних показників енергоємності деревної біомаси за компонентами, а також показників енергопродуктивності досліджуваних фітоценозів [1; 4].

За результатами оцінювання встановлено, що загальний вміст енергії, акумульований у компонентах біомаси лісів Українського Полісся, становить 11 256,5 ПДж ($11\,256,5 \cdot 10^{15}$ Дж) (табл. 1). Згаданий обсяг енергій еквівалентно можна зіставити з 382,0 млн т.у.п., у тому числі для хвойних деревостанів відповідно 6854,5 ПДж, або 233,1 млн т.у.п., твердолистяних – 2604,5 ПДж, або 88,6 млн т.у.п., м'яколистяних – 1793,3 ПДж, або 60,9 млн т.у.п. У фітомасі насаджень інших деревних видів досліджуваного регіону акумульовано лише 4,3 ПДж енергії, або 146,2 тис. т.у.п.

З наведених у табл. 1 даних можна відстежити структуру акумульованої енергії у межах компонентів фітомаси, зокрема, у деревині та корі стовбурів дерев акумульовано 70,8 % енергії, у компонентах фітомаси крони (деревина та кора гілок, листки) – 10,2 %, у фітомасі коренів її зосереджено 16,1 %. Видова структура енергоємності фітомаси вказує на те, що 60,9 % енергії зосереджено у фітомасі насаджень хвойних деревних видів (у тому числі 60,2 % – соснові деревостани), 23,1 % припадає на насадження твердолистяних деревних видів (у тому числі 21,2 % – на дубові деревостани), а також 15,9 % – це енергія у фітомасі насаджень м'яколистяних деревних видів, з яких 8,9 % енергії акумульовано у березових деревостанах.

1. Вміст енергії у фітомасі насаджень Українського Полісся за панівними деревними видами та компонентами

Група порід, деревний вид	Вміст енергії за компонентами, ПДж						
	деревина та кора стовбурів	деревина та кора гілок	хвоя (листя)	корені	підріст, підлісок	ЖНП	разом
Хвойні	4977,98	448,22	120,55	1110,90	42,80	154,03	6854,47
У т. ч. сосна	4930,63	440,69	115,92	1093,59	42,52	153,69	6777,03
Твердолистяні	1796,35	315,64	36,86	370,13	34,41	51,10	2604,48
У т. ч. дуб	1646,58	286,67	32,85	336,84	31,78	46,70	2381,43
М'яколистяні	1192,22	174,70	46,08	322,81	17,01	40,42	1793,25
У т. ч. береза	650,13	115,51	32,52	175,75	9,16	22,07	1005,14
Інші дер. види	2,45	0,41	0,12	0,64	0,25	0,41	4,28
Усього	7969,00	938,98	203,60	1804,49	94,46	245,96	11 256,48

Важливою якісною характеристикою енергетичного балансу лісових екосистем є енергопродуктивність лісових фітоценозів, які є основними компонентами природних біогеоценозів, що здатні трансформувати сонячну енергію. Результати оцінювання згаданого показника подано у табл. 2.

2. Енергопродуктивність насаджень Українського Полісся за панівними деревними видами та компонентами

Група порід, деревний вид	Енергопродуктивність за компонентами, ПДж·рік ⁻¹						
	деревина та кора стовбурів	деревина та кора гілок	хвоя (листя)	корені	підріст, підлісок	ЖНП	разом
Хвойні	104,81	20,40	68,85	92,43	9,73	64,45	360,68
У т. ч. сосна	103,15	19,86	67,21	90,60	9,65	64,33	354,79
Твердолистяні	29,62	10,30	53,97	69,60	11,75	23,80	199,03
У т. ч. дуб	25,34	8,95	49,24	63,03	10,85	21,89	179,30
М'яколистяні	26,75	6,73	41,62	29,52	5,51	15,26	125,39
У т. ч. береза	18,52	4,53	23,56	19,46	2,86	8,38	77,30
Інші дер. види	0,06	0,01	0,10	0,08	0,10	0,23	0,58
Усього	161,25	37,44	164,54	191,63	27,09	103,75	685,68

Аналізуючи наведену у табл. 2 енергопродуктивність лісових насаджень Українського Полісся, можна зробити висновок, що хвойні деревостани цього регіону щорічно продукують понад 360 ПДж енергії. У загальній структурі енергопродукування це становить 52,6 %. Частка твердолистяних деревостанів у згаданій структурі складає близько 29 %, а м'яколистяних – 18,3 %.

За питомою інтенсивністю продукування енергії у Поліському регіоні України домінують твердолистяні деревостани, для них характерний показник близько $230 \text{ ГДж}\cdot\text{га}^{-1}\cdot\text{рік}^{-1}$, тоді як для хвойних деревостанів цього регіону він становить лише $150 \text{ ГДж}\cdot\text{га}^{-1}\cdot\text{рік}^{-1}$. Варто зазначити, що за згаданим показником деревостани хвойних деревних видів дещо поступаються м'яколистяним деревостанам ($155\text{--}180 \text{ ГДж}\cdot\text{га}^{-1}\cdot\text{рік}^{-1}$).

Загальна кількісна оцінка екосистемної енергетичної функції лісових фітоценозів передбачає оцінювання не тільки потоків і пулів енергії у межах екосистем, а й встановлення обсягів енергії, яка може бути використана для забезпечення суспільних потреб людини. У цьому контексті, використовуючи запропоновані раніше методичні підходи, у роботі розраховано кількісні показники п'яти типів енергетичного потенціалу: теоретично-можливий, технічно-доступний, екологічно-безпечний, економічно-доцільний і соціально-зумовлений, які базуються на основних концептуальних засадах сталого розвитку, враховуючи необхідність гармонійного поєднання питань екологічної безпеки, економічного розвитку гірського регіону та соціальних особливостей життя місцевих громад.

Кількісні показники енергетичного потенціалу деревної біомаси було встановлено для таких складових, як дров'яна стовбурова деревина, лісові деревні відходи та лісопромислові деревні відходи [1].

Загальні кількісні параметри згаданих типів потенціалу у одиницях первинної енергії наведено у табл. 3.

3. Щорічний енергетичний потенціал деревної біомаси у насадженнях Поліського регіону України, ПДж

Вид деревної біомаси	Тип потенціалу				
	теоретично-можливий	технічно-доступний	екологічно-безпечний	економічно-доцільний	соціально-зумовлений
Дров'яна стовбурова деревина	62,6	59,4	54,9	36,3	19,9
Лісові деревні відходи	12,7	10,8	9,2	7,9	7,5
Лісопромислові деревні відходи	9,3	8,6	8,6	8,6	8,6
Разом	84,6	78,8	72,6	52,7	36,0

Отже, за результатами розрахунків (табл. 3) абсолютне значення показників енергетичного потенціалу у одиницях первинної енергії змінюється від 84,6 до 36,0 ПДж, залежно від врахованої сукупності різного виду обмежень, що застосовують при оцінці [1]. Загалом, соціально-зумовлений енергетичний потенціал деревної біомаси, який враховує

комплекс екологічних, економічних і соціальних чинників функціонування місцевих громад, характеризується такими абсолютними значеннями та їхніми еквівалентами: 4,04 млн м³; 2,0 млн т (у абсолютно сухому стані); 36,00 ПДж; 1221,9 тис. тон умовного палива або близько 1,1 млрд м³ природного газу.

Варто зазначити, що понад 60 % у загальному обсязі соціально-зумовленого потенціалу становить дров'яна стовбурова деревина. Частка лісопромислових відходів – 23,8 %, а лісових відходів дещо перевищує 20 %. Нині понад 50 % потенціалу лісопромислових деревних відходів щороку споживають для потреб деревообробного виробництва, тому їхній реальний незадіяний потенціал значно нижчий.

Висновки і перспективи. Встановлені у процесі виконання науково-дослідної роботи показники енергетичного потенціалу деревної біомаси у лісах Поліського регіону України слугуватимуть інформаційним базисом для розроблення стратегічних регіональних програм розвитку відновлювальної енергетики й прийняття відповідних рішень у системі Державного агентства лісових ресурсів України та керівних органів місцевих громад для реалізації регіональних біоенергетичних проєктів, у тому числі у рамках державно-приватного партнерства.

References

1. Vasylyshyn, R. D. (2014). Produktyvnist ta ekolooho-enerhetychnyi potentsial lisiv Ukrainskykh Karpat [Productivity, ecological and energy potential of forests in Ukrainian Carpathians]. Extended abstract of Doctor's thesis. Kyiv, 46.
2. Shvidenko, A. Z., Lakyda, P. I., Schepaschenko, D. G., Vasylyshyn, R. D., & Marchuk, Yu. M. (2014). Vuhlets, klimat ta zemleupravlinnia v Ukraini: lisovyi sektor : monohrafiia [Carbon, climate and land-use in Ukraine: forest sector: monograph]. Korsun-Shevchenkivsky, 283.
3. Lakyda, P. I., Vasylyshyn, R. D., Blyshchuk, V. I., et al. (2017). Lystyani derevostany Ukrayiny: fitomasa ta eksperymental'ni dani [Broadleaved forest stands of Ukraine: live biomass and experimental data: monograph]. Korsun-Shevchenkivsky, 483.
4. Shevchuk, O. V. (2017). Enerhetychnyy potentsial derevnoyi biomasy u lisakh Kyivskoyi oblasti [Energy potential of wood biomass in forests of Kyiv region]. Scientific Bulletin of the National University of Bioresources and Natural Resources Use of Ukraine, 278, 76–83.
5. Lakyda, P. I., Vasylyshyn, R. D., Blyshchuk, V. I., et al. (2018). Experimental data on live biomass of Ukrainian coniferous forests: monograph. Kyiv : PC "Komprynt", 453 p.
6. Hakkila, P. (2006). Factors driving the development of forest energy in Finland. Biomass and bioenergy, 30, 281–288. doi: 10.1016/j.biombioe.2005.07.003.
7. Shvidenko, A., Buksha, I., Krakovska, S., & Lakyda, P. (2017). Vulnerability of Ukrainian Forests to Climate Change. Sustainability, 9 (7), 1152–1158. <https://doi.org/10.3390/su9071152>.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ДРЕВЕСНОЙ БИОМАССЫ В ЛЕСАХ УКРАИНСКОГО ПОЛЕСЬЯ

Р. Д. Васишлин, П. И. Лакида, А. В. Шевчук, А. Н. Мельник,
О. Н. Васишлин, Ю. Н. Юрчук

Аннотация. Сейчас использование древесной биомассы лесов для энергетических целей является структурной составляющей организации системы устойчивого использования лесных ресурсов. В этом контексте, в рамках данной работы предложено количественную оценку ежегодного энергетического потенциала древесной биомассы в лесах Украинского Полесья, которая учитывает концептуальные основы устойчивого лесного менеджмента.

В результате выполнения исследования установлены количественные показатели содержания энергии в фитомассе насаждений исследуемого региона, а также их энергопродуктивность. Всего в насаждениях региона аккумулировано более 11250 ПДж энергии, а их энергопродуктивность составляет около 685 ПДж·год⁻¹. При этом, самая высокая энергопродуктивность характерна твердолиственным древостоям и составляет 230 ГДж·га⁻¹·год⁻¹.

Осуществлен расчет пяти типов энергетического потенциала древесной биомассы, которые учитывают аспекты экологической безопасности, экономического развития региона и социальные особенности жизни местных общин. Количественное значение ежегодного энергетического потенциала древесной биомассы в лесах Украинского Полесья составляет от 84,6 до 36,0 ПДж, в зависимости от его типа.

Ключевые слова: Полесский регион, энергетический потенциал, древесная биомасса, устойчивое лесоправление, энергия, лесные ресурсы.

ENERGY POTENTIAL OF WOOD BIOMASS IN FORESTS OF UKRAINIAN POLISSYA

R. Vasylyshyn, P. Lakyda, O. Shevchuk, O. Melnyk,
O. Vasylyshyn, Yu. Yurchuk

Abstract. Use of wood biomass of forests for energy purposes is a structural component of organization of a system of sustainable use of forest resources. In this context, within the framework of this research, a quantitative assessment of annual energy potential of wood biomass in forests of Ukrainian Polissya is proposed, which takes into account conceptual foundations of sustainable forest management.

As a result of the research, we established quantitative indices of energy content in live biomass of forest stands of the studied region, as well as their energy productivity. In general, more than 11250 PJ of energy is accumulated in stands of the region, and their energy productivity is about 685 PJ·year⁻¹. At the same time, hardwood stands are characterized by the highest energy

productivity – 230 PJ·ha⁻¹·year¹.

We calculated five types of energy potential of wood biomass that take into account aspects of environmental safety, economic development of the region and social features of life of local communities. The quantitative value of the annual energy potential of wood biomass in forests of Ukrainian Polissya varies from 84.6 to 36.6 PJ, depending on its type.

Keywords: Ukrainian Polissya, energy potential, wood biomass, sustainable forest management, energy, forest resources.

УДК 630*5:502 (477.42)

ЧЕРЕМСЬКИЙ ПРИРОДНИЙ ЗАПОВІДНИК ЯК ЛАНКА В ЛАНЦЮГУ САМОВІДНОВЛЕННЯ БІОСФЕРИ

О. С. ГОЦИК, аспірант *

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: gotsyk89@gmail.com

Анотація. Проаналізовано особливості природно-кліматичних умов, флори та фауни на території розташування Черемського природного заповідника, ступінь вивчення біорізноманіття цього краю.

Черемський природний заповідник, створений із метою збереження типових та унікальних природних комплексів Українського Полісся, розташований у північній частині Маневицького району Волинської області на площі 2975,7 га. Це перший природний заповідник у Волинській області й один із найпівнічніших в Україні, що відіграє важливу соціально-економічну та природоохоронну роль.

Заповідник являє собою природно-територіальні комплекси, де збереглися малопорушені антропогенною діяльністю суцільні лісові масиви з унікальним еумезотрофним осоково-сфагновим болотом Черемське, в межах якого розташовані озера Черемське та Редичі. У загальній площі ліси становлять 64,5 %, болота – 33,7 %, просіки та кварталні лінії – 0,7 %, озера (Редичі та Черемське) – 0,6 %, дороги – 0,4 %, меморіал – 0,1 %. Ліси в Черемському ПЗ досить різноманітні: соснові, ялинники, грабово-дубові, вільхові, березові, дубово-соснові.

На території заповідника проведено низку наукових досліджень з оцінки різноманітності екосистем. Однак у цьому регіоні дослідження біопродуктивності лісів поки що не проводили, і нині для Черемського природного заповідника немає достатнього інформаційного забезпечення для одержання оцінки потоків вуглецю в різних компонентах лісових насаджень. Розробка нормативів динаміки для

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор П. І. Лакида.

© О. С. Гоцик, 2018

комплексної оцінки компонентів фітомаси деревостанів залишається актуальною лісотаксаційною проблемою, розв'язання якої сприятиме екологічно збалансованому управлінню лісами регіону дослідження.

Результати досліджень біопродуктивності лісів Черемського природного заповідника можуть стати вагомим внеском у збереження унікального біорізноманіття краю, розв'язання екологічних проблем і вирішення завдань регіональних біологічних програм.

Ключові слова: Черемський природний заповідник, клімат, ліси, болота, флора.

Охорона біологічних ресурсів, зокрема рослин і тварин, потребує встановлення особливого режиму охорони на окремих територіях. Ретельні еколого-економічні розрахунки свідчать, що нормальне функціонування та самовідновлення біосфери можливе лише за умов наявності в будь-якому регіоні не менше ніж 10–15 % площі, зайнятої природно-заповідними територіями [7].

Природно-заповідний фонд (ПЗФ) України становлять ділянки суші й водного простору, природні комплекси та об'єкти яких мають особливу природоохоронну, наукову, естетичну, рекреаційну та іншу цінність і виокремлені з метою збереження природної різноманітності ландшафтів, генофонду тваринного й рослинного світу, підтримання загального екологічного балансу та забезпечення фонового моніторингу навколишнього природного середовища [3; 6].

Одним із таких об'єктів у Волинській області є Черемський природний заповідник (ЧПЗ) загальною площею 2975,7 га, який розташований у північній частині Маневицького району на межі з Володимирецьким районом Рівненської області, за 6 км на північ від с. Замостя. На півночі природний заповідник межує із Залізницьким лісництвом Любешівського державного лісомисливського господарства Волинського обласного управління лісового та мисливського господарства, на заході та півдні – з Карасинським лісництвом Маневицького лісгоспу Волинського обласного управління лісового та мисливського господарства, на сході – з Володимирецьким лісгоспом Рівненського обласного управління лісового та мисливського господарства.

Черемський ПЗ було створено 19 грудня 2001 р. на базі Черемського заказника загальнодержавного значення площею 903 га, а також трьох заказників місцевого значення: орнітологічного заказника «Урочище Сузанка», загальнозоологічного заказника «Карасинський» і ботанічного заказника «Карасинський ялинний-1» із метою збереження типових та унікальних природних комплексів Українського Полісся. Символом заповідника є шейхцерія болотна *Scheuchzeria palustris* (реліктова рідкісна рослина), яка мала важливе значення для заповідання цього куточка Волині. Завдяки наявності цього червонокнижного виду у 1978 р. тут було створено заказник, а Черемське болото не було осушене [1].

Заповідник охоплює різні природно-територіальні й частково антропогенно змінені комплекси. Це ліси, які займають 64,5 % площі,

болота (33,7 %), просіки і кварталні лінії (0,7 %), озера Редичі та Черемське (0,6 %), меморіал (0,1 %) та інші території (0,4 %). Назва ЧПЗ пов'язана із болотом Черемське (місцева назва – Чірмуське), яке займає центральну частину заповідника, належить до категорії водно-болотних угідь міжнародного значення та охороняється згідно із вимогами Рамсарської конвенції [5].

Заповідник віддалений від населених пунктів, на його території немає ліній електропередач, доріг із твердим покриттям. Він розташований у безпосередній близькості з Рівненським природним заповідником (Білоозерський філіал) і межує із 30-кілометровою зоною Рівненської АЕС (м. Вараш). Створені льодовиком ландшафти дещо ізольовані від сучасної цивілізації через погану прохідність і заболоченість. Однак саме тому тут збереглися унікальні й типові представники флори і фауни [8].

За фізико-географічним районуванням територія заповідника належить до Новочервищанського району підобласті Верхньоприп'ятського Полісся області Волинське Полісся зони мішаних лісів Східно-Європейської рівнини і лежить у міжріччі річок Стохід і Веселуха, близько межі Верхньоприп'ятської низовини із Волинським моренним пасмом у зоні Пінських боліт. Особливістю географічного положення заповідника є те, що по Черемському болотному масиву проходить лінія вододілу між річками Стохід і Веселуха [8].

За геоботанічним районуванням територія заповідника належить до Зарічненсько-Висоцько-Сарненського району соснових лісів чорницево-зеленомохових боліт різних типів, Ковельсько-Сарненського (Західнополіського) округу Поліської підпровінції Східно-Європейської провінції широколистяних лісів [8].

Клімат у районі розміщення заповідника помірно-континентальний, вологий, із м'якою зимою, нестійкими морозами, частими відлигами, нежарким літом, значними опадами, затяжними весною і осінню. Середньорічна температура повітря становить $+7,2^{\circ}\text{C}$, а середньорічна кількість опадів – 634,4 мм.

Рослинність заповідника доволі різноманітна, характеризується добре збереженою структурою ценозів, домінуванням типових природних видів, наявністю раритетних угруповань.

Флора вищих судинних рослин заповідника налічує близько 800 видів і має добре виявлений бореальний характер із перезволоженням території. Родини складноцвіті, злакові, осокові, гвоздичні, бобові, ранникові, губоцвіті, хрестоцвіті, розові, жовтецеві становлять трохи більше ніж половину видів судинних рослин. У спектрі родів чітко виділяється рід *Sagex* – 43 види. Біофлору утворюють близько 160 видів. З лишайників відомо приблизно 100 видів. Водорості й гриби не вивчені, є лише окремі відомості про найпоширеніші та деякі рідкісні види. Рослинність ЧПЗ і прилеглих ділянок характеризується ценотаксономічним багатством і різноманіттям. Трапляється чимало рідкісних (65) і занесених до Червоної книги України (33) видів, як-от булатка червона, коральковець тричінадрізаний, пальчатокорінник плямистий, вовчі ягоди пахучі, росичка

англійська, хамарбія болотна та ін. На території заповідника зростає смілка литовська, вид занесений до Європейського Червоного списку рослин, що перебувають під загрозою зникнення у світовому масштабі. У заповіднику забезпечено охорону деяких видів (альдрованда пухирчаста, зозулині черевички справжні, жировик Лезеля, сон широколистий), які занесені до Додатка № 1 Бернської конвенції. У вільхових лісах зростає мутин собачий – гриб, що охороняється в Україні. Водорость хара витончена та мох меезія тригранна, які трапляються у межах ЧПЗ, занесені до Червоної книги України [5].

У заповіднику є різні типи рослинності: водна, болота, ліси, чагарники, луки, пустища. Але найпоширенішою тут є лісова рослинність, серед якої переважають суходільні ліси – 1205,8 га, або 40,5 % площі заповідника. Частка заболочених дервостанів також досить значна – 589,2 га, або 19,8 % загальної площі. Ялинники, що розташовані тут на південній межі ареалу, є різновіковими, вони трапляються фрагментарно. Дубові, дубово-соснові, грабово-дубові ліси займають невеликі площі. Поруч із сосновими борами є березові ліси. Значні площі у заповіднику зайняті водно-болотною рослинністю. На досліджуваній території домінують мезотрофні дуже обводнені болотні комплекси. В їхніх межах у добре зволжених і протічних умовах сформувалися евтрофні ділянки, а оліготрофні болота займають менші площі й трапляються невеликими острівцями по периферії. «Ядро» заповідника – еумезотрофне, осоково-сфагнове, відкрите і дуже обводнене болото Черемське. Болотну рослинність утворюють очерето-, осоково-, пухівково-шейхцерієво-сфагнова формації. Лучна рослинність займає незначні площі. Заплавних луків у межах заповідника немає. Сухі луки трапляються спорадично і невеликими ділянками на узліссях та галявинах. Невелику площу займає також рослинність пустищ і чагарників. Чагарникова рослинність із домінуванням верб різних видів із різнотравним покривом трапляється зрідка й займає невеликі площі. Водна рослинність розвивається у озерах Черемське та Редичі, каналах і від'ємних формах рельєфу, які постійно затоплюються, характеризується незначною різноманітністю [8].

Одні з найперших даних про загальні фізико-географічні умови території сучасного заповідника у складі Пінських боліт наведено у звітах Західної експедиції з осушення Полісся (1874–1902 рр.). Пізніше Черемське болото було об'єктом вивчення Польського бюро з меліорації (1929–1933 рр.). У 1970–1980-х рр. на території, яка на сьогодні входить у заповідник, провели дослідження Українська лісотипологічна та Рівненська геологорозвідувальна експедиції.

Вагомий внесок у вивчення рослинності Черемського болота зробили співробітники Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного НАНУ, зокрема Т. Л. Андрієнко і О. І. Прядко. У 2001 р. в зарезервовану територію було організовано експедицію Відділу екології фітосистем того самого інституту, в якій взяли участь Я. П. Дідух, В. В. Коніщук, Н. А., Пашкевич Т. В. Фіцайло [2; 4].

Науковий відділ ЧПЗ проводить дослідження з оцінки різноманітності екосистем. Спільно із В. К. Коновальчуком (Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ) вивчають проективне покриття та продуктивність журавлини болотної в умовах заповідного режиму. У заповіднику проводять постійні спостереження за рівнем води у Черемському озері. Науковий відділ веде літопис природи заповідника. Позначають нові місцезростання рідкісних видів флори і рослин, які зникають, вивчають стан їхніх популяцій. Проводять фенологічні спостереження. Заповідник тісно співпрацює з органами місцевого й обласного самоврядування, управлінням екобезпеки, музеями, науково-дослідними та освітніми установами.

Висновки.

1. Черемський природний заповідник створено з метою збереження типових та унікальних природних комплексів Українського Полісся, розташований у північній частині Маневицького району Волинської області на площі 2975,7 га. Це перший природний заповідник у Волинській області й один із найпівнічніших в Україні, що має відігравати важливу соціально-економічну та природоохоронну роль.
2. Заповідник являє собою природно-територіальні комплекси, де збереглися малопорушені антропогенною діяльністю суцільні лісові масиви з унікальним еумезотрофним осоково-сфагновим болотом Черемське, в межах якого розташовані озера Черемське та Редичі. Із загальної площі ліси становлять 64,5 %, болота – 33,7 %, просіки та кварталні лінії – 0,7 %, озера (Редичі та Черемське) – 0,6 %, дороги – 0,4 %, меморіал – 0,1 %. Зокрема ліси в Черемському ПЗ досить різноманітні: соснові, ялинники, грабово-дубові, вільхові, березові, дубово-соснові.
3. На території заповідника проведено низку наукових досліджень з оцінки різноманітності екосистем. Однак у цьому регіоні дослідження біопродуктивності лісів поки що не проводили, і нині для Черемського природного заповідника немає достатнього інформаційного забезпечення для одержання оцінки потоків вуглецю у різних компонентах лісових насаджень. Розробка нормативів динаміки для комплексної оцінки компонентів фітомаси деревостанів залишається актуальною лісотаксаційною проблемою, розв'язання якої сприятиме екологічно збалансованому управлінню лісами регіону дослідження.
4. Результати досліджень біопродуктивності лісів Черемського природного заповідника можуть стати вагомим внеском у збереження унікального біорізноманіття краю, розв'язання екологічних проблем та вирішення завдань регіональних біологічних програм.

References

1. Association of Protected Areas of Ukraine. Cheremsky Nature Reserve. Available at: http://www.zapovidnyk.org/p/blog-page_9424.html.

2. Dydukh, Ya. P., & Konishchuk, V. V. (2001). Chu bude stvoreno Cheremskiy prurudnoi zapovidnyk [Will be established Cheremsky Nature Reserve?]. Live Ukraine, 5–6, 12.
3. Zakon Ukrainy vid 16 chervnia 1992 r. “Pro pryrodno-zapovidnyi fond Ukrainy” [On the Nature Reserve Fund of Ukraine: Law of Ukraine dated June 16, 1992]. (1992). Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine, 34, 33.
4. Konishchuk, V. V. (2007). Raritetna komponenta bioriznomanittyа Cheremskogo prirodnogo zapovidnika [Rarity component of Cheremsky Nature Reserve biodiversity]. Scientific Bulletin of Lesia Ukrainka Volyn State University, 11 (II), 125–132.
5. Konishchuk, V. V., & Paschuk, S. I. Perlina Volynskogo Polissya [Pearl of Volyn Polissya]. Available at: <http://lis.volyn.ua/?p=8844>.
6. Struktura pryrodno-zapovidnoho fondu Volynskoi oblasti [The structure of the natural reserve fund of the Volyn' region]. Available at: <http://yourgeography.volyn.ua/struktura-pryrodno-zapovidnogo-fondu-volynskoyi-oblasti/>.
7. Suchasnyi stan i maibutni perspektyvy pryrodno-zapovidnoho fondu Ukrainy [The current state and future prospects of the nature reserve fund of Ukraine]. Available at: <http://pidruchniki.com/15341220/ekologiya/suchasniy-stand-maibutni-perspektivi-pryrodno-zapovidnogo-fondu-ukrayini>.
8. Ukraina inkohnita. Cheremskiy pryrodnyi zapovidnyk [Ukrainaincognita. Cheremsky Nature Reserve]. Available at: <http://ukrainaincognita.com/pryroda/zapovidnyky/cheremskiy-pryrodnyi-zapovidnyk>.

ЧЕРЕМСКИЙ ПРИРОДНЫЙ ЗАПОВЕДНИК КАК ЗВЕНО В ЦЕПИ САМОВОССТАНОВЛЕНИЯ БИОСФЕРЫ

О. С. Гоцик

Аннотация. Проанализированы особенности природно-климатических условий, флоры и фауны на территории расположения Черемского природного заповедника, степень изучения биоразнообразия этого края.

Черемский природный заповедник, созданный с целью сохранения типичных и уникальных природных комплексов Украинского Полесья, расположен в северной части Маневичского района Волынской области на площади 2975,7 га. Это первый природный заповедник в Волынской области и один из самых северных в Украине, что играет важную социально-экономическую и природоохранную роль.

Заповедник представляет собой природно-территориальные комплексы, где сохранились малонарушенные антропогенной деятельностью сплошные лесные массивы с уникальным эумезотрофным осоково-сфагновым болотом Черемское, в пределах которого находятся озера Черемское и Редич. Из общей площади леса составляют 64,5 %, болота – 33,7 %, просеки и кварталные линии – 0,7 %, озера (Редич и Черемское) – 0,6 %, дороги – 0,4 %,

меморіал – 0, 1 %. Леса в Черемском ПЗ весьма разнообразны: сосновые, ельники, грабово-дубовые, ольховые, березовые, дубово-сосновые.

На территории заповедника проведен ряд научных исследований по оценке разнообразия экосистем. Однако в данном регионе исследования биопродуктивности лесов пока не проводились, и в настоящее время для Черемского природного заповедника отсутствует достаточное информационное обеспечение для получения оценки потоков углерода в различных компонентах лесных насаждений. Разработка нормативов динамики для комплексной оценки компонентов фитомассы древостоев остается актуальной лесотаксационной проблемой, решение которой будет способствовать экологически сбалансированному управлению лесами региона исследования.

Результаты исследований биопродуктивности лесов Черемского природного заповедника могут стать весомым вкладом в сохранение уникального биоразнообразия края, решение экологических проблем и задач региональных биологических программ.

Ключевые слова: Черемский природный заповедник, климат, леса, болота, флора.

CHEREMSKY NATURAL RESERVE AS ELEMENT IN THE BASIS OF THE SELF-HEALING OF THE BIOSPHERE

O. Hotsyk

Abstract. *The peculiarities of natural and climatic conditions, flora and fauna in the territory of Cheremsky Nature Reserve, the degree of study of the biodiversity of this region have been analyzed.*

Cheremsky Nature Reserve, created in order to preserve typical and unique natural complexes of Ukrainian Polissya, is located in the northern part of Manevitsky district of Volyn region on an area of 2,975.7 hectares. This is the first nature reserve in the Volyn region and one of the northernmost in Ukraine, which plays an important socio-economic and environmental role.

The reserve is a natural-territorial complex, where solid man-made forests with a unique eumезотrophic aspen - sphagnum bog Cheremske, have been preserved in anthropogenic activity in the limits of which there are lakes Cheremske and Redichi. Of the total area of the forests are 64.5%, swamps - 33.7%, trenches and quarter lines - 0.7%, lakes (Redichi and Cheremske) - 0.6%, roads - 0.4%, memorials - 0, 1%. In particular, the forests in Cheremsky PF are quite diverse: pine, fir, hornbeam-oak, alder, birch, oak-pine.

A number of scientific studies have been conducted on the territory of the reserve to assess the diversity of ecosystems. However, in the given region, bioproductivity studies of forests have not yet been conducted and at present, there is not enough information provision for Cheremsky Nature Reserve to obtain estimates of carbon streams in different components of forest plantations. The development of dynamics standards for the integrated assessment of components of phytomass of tree stands is an actual forest-tactics problem, the

solution of which will contribute to the ecologically balanced forest management of the region of research.

The results of research on the biological productivity of the forests of the Cheremsky Nature Reserve can be a significant contribution to preserving the unique biodiversity of the region, solving environmental problems and solving the problems of regional biological programs.

Keywords: *Cheremsky Nature Reserve, climate, forests, swamps, flora.*

УДК 630*232

**РОЗМНОЖЕННЯ І ВИРОБНИЦТВО САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ
PAULOWNIA TOMENTOSA ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ
ПЛАНТАЦІЙ**

І. В. ІВАНЮК, А. П. ПІНЧУК, кандидати сільськогосподарських наук,
доценти кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій
**Національний університет біоресурсів і природокористування
України**

О. А. БАТУРІН
ДП «Уманське лісове господарство»

E-mail: i-i-v@ukr.net

Анотація. *Наведено особливості генеративного розмноження павловнії повстистої для створення енергетичних плантацій. Встановлено оптимальні умови вологості та освітленості для проростання насіння. Висів насіння проводили на різних за складом субстратах із використанням торфосуміші, сфагнового торфу та вермикуліту. Апробували вирощування сіянців і поступове пересаджування в більші ємності із одночасною адаптацією.*

Підібрано оптимальні умови для пророщування насіння, опрацьовано технологію отримання рослин та адаптування після генеративного розмноження. Підібрано склад субстрату для садивного матеріалу у контейнери й технологію адаптування до умов навколишнього середовища.

Ключові слова: *генеративне розмноження, контейнерна культура, насіння, павловнія повстиста, садивний матеріал, сіянець, субстрат.*

Актуальність. Використання деревини як одного із найуніверсальніших матеріалів для енергетичної, будівельної, паперово-

целюлозної сфер зумовлює стрімке підвищення попиту на деревну сировину.

Потреби у деревині, що дедалі зростають, проблеми вітчизняної економіки, пов'язані із сильною залежністю від імпорту енергоносіїв, зумовлюють необхідність пошуку альтернативних джерел постачання енергії, що забезпечували б баланс між веденням екологічно-орієнтованого господарства та інтенсивним лісовирощуванням.

Розв'язанням цієї проблеми може стати плантаційне вирощування швидкорослих видів дерев, створення яких можливе не лише на землях лісового фонду, а й на непридатних для вирощування сільськогосподарських культур територіях, пустирях, на місцях низькоповнотних насаджень. Такого типу насаджень даватимуть змогу отримати значну кількість біомаси на порівняно малих площах. Кількість біомаси, яку дають плантаційні насадження, значно перевищує можливості класичних лісів за традиційного підходу до ведення господарства, що і визначає доцільність їх вирощування.

Біомаса деревини, яка продукується на так званих енергетичних плантаціях, є енергетичним ресурсом, який уже тепер становить помітну частку в задоволенні енергетичних потреб багатьох країн світу. Цей енергетичний ресурс при запровадженні високоефективних технологій спроможний значною мірою замінити непоновлювані викопні види палива, запаси яких з кожним роком зменшуються, а світові ціни на них зростають. Однак широке використання біомаси як енергетичної сировини доцільне лише за наявності економічного та екологічного ефектів від їх використання [1].

Оскільки природних покладів викопних видів палива в Україні недостатньо, то розвиток держави перебуває у прямій залежності від нестабільних світових цін на ці енергетичні носії. Тому використання біомаси дерева, передусім для комунальних потреб, дало б змогу частково їх замінити.

Отже, впровадження циклічної системи плантаційного лісовирощування сприятиме повнішому використанню лісорослинного потенціалу лісових земель, отриманню значних обсягів деревної біомаси як енергетичної сировини за порівняно короткий період часу, зменшенню обсягів вирубувань корінних цінних деревостанів, що дасть можливість поступово відновити оптимальну вікову структуру лісів. Створення плантаційних насаджень як «енергетичних плантацій» не лише підвищить рентабельність лісгосподарського виробництва, а й створить нові робочі місця у конкретному регіоні.

Плантаційне лісовирощування в Україні на теперішньому етапі і на найближчу перспективу не має альтернативи, тож актуальним є розроблення спеціальних програм із вирощування насаджень із коротким оборотом рубання як відновлюваного джерела енергії. Обґрунтоване впровадження системи плантаційного лісовирощування як джерела продукування енергетичної біомаси є одним із найважливіших заходів у напрямі збалансованого розвитку лісового господарства України.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Вирощування садивного матеріалу із коротким оборотом рубання в Україні досліджували низка вчених – І. П. Соловій, С. В. Перебора [3], Ф. М. Турчак [4], Я. Д. Фучило [5]. Значну увагу вирошуванню та створенню енергетичних плантацій із використанням павловнії повстистої приділяли у різні роки Jeffrey W. Stringer [9], Niraj Kumarmangalam Yadav [10], F. Lopez [8], B. A. Bergmann [6], M. Hinchee [7].

Мета дослідження: розробити наукові засади технологій генеративного розмноження та виробництва садивного матеріалу швидкорослих інтродуцентів для створення енергетичних плантацій.

Матеріали і методи дослідження. При проведенні експериментальних досліджень використано біометричні, вегетаційні та статистичні методи.

Схожість та енергію проростання насіння визначали лабораторним шляхом за методом пророщування згідно з державним стандартом і виражали у відсотках (відношення насіння, що нормально проросло, до загальної кількості насіння, яке брали для дослідження).

Клас якості насіння визначали за схожістю та чистотою відповідно до ДСТУ 8558:2015 Насіння дерев і кущів. Методи визначання посівних якостей (схожості, життєздатності, доброякісності) [2].

Враховуючи біологічні особливості насіння павловнії повстистої (дуже дрібне, специфічні умови проростання) та ніжність сходів і з метою забезпечення сприятливих умов для його проростання ми в експериментальних умовах апробували різні модифікації складу субстрату, для приготування яких було використано вермикуліт, універсальну торфосуміш для пророщування насіння, верховий торф і сфагновий мох. В експерименті з дослідження схожості та енергії проростання насіння та збереженості сходів апробовано п'ять модифікацій складу субстратів (рис. 1):

- 1) вермикуліт (В);
- 2) торфосуміш для пророщування насіння + вермикуліт (Тс+В) – (2:1);
- 3) торфосуміш для пророщування насіння (Тс);
- 4) торф верховий + сфагновий мох (Тв+См) - (2:1);
- 5) торф верховий + сфагновий мох (Тв+См) - (3:1);
- 6) дистильована вода (Дв) – контроль.

Основні вимоги до пророщування насіння павловнії:

- освітленість 7500 люмен і більше;
- вологість 90–100 %, постійна упродовж всього періоду пророщування;
- не висівати насіння щільно, необхідна площа для росту і при пересадці, щоб не переплітались корінці;
- температура 20–30°C;
- не вносити добрива або інші речовини для підживлення (поява плісняви, грибків та обпікання сходів).



Рис. 1. Загальний вигляд апробованих в експерименті субстратів



Рис. 2. Загальний вигляд висіяного насіння на дистильовану воду (ліворуч) та на апараті для пророщування насіння (праворуч)

Освітленість перевіряли за допомогою сучасних смартфонів із датчиками освітленості за допомогою програм на зразок *LuxMeter* та ін.

Дослідження проводили в лабораторних умовах на апараті для пророщування насіння, при цьому забезпечували рекомендовані умови мікроклімату: вологість у межах 80–100 %; освітленість від 5 тис. до 10 тис. люмен; температура повітря – +20 – +30°C.

Також насіння пророщували в термостатній, де вологість підтримували штучно шляхом зрошування поверхні субстрату із оприскувача щоденно за таких самих показників температури й освітленості (рис. 3).



Рис. 3. Загальний вигляд експерименту в лабораторних умовах (ліворуч) та в термостатній (праворуч)

Висівали дрібне насіння павлонії дуже обережно і рівномірно, при цьому не перегушуючи посіви.

Поза лабораторними умовами насіння висівали в міні-теплички, дотримуючись перелічених вище вимог.

Результати дослідження та їх обговорення. Визначення показників схожості та енергії проростання на різних варіантах субстрату та контролі проводили одночасно. Температурний режим, освітленість і вологість було дотримано відповідно до потреб проростання насіння.

Результати пророщування наведено в таблиці.

Енергія проростання (7-й день), схожість і збереженість (14-й день) насіння павлонії повстистої, %

№	Варіант субстрату	Лабораторні умови		Термостатна	
		енергія проростання	схожість і збереженість	енергія проростання	схожість і збереженість
1	В	27	68	25	65
2	Тс+В - (2:1)	47	87	44	88
3	Тс	51	86	50	85
4	Тв+См - (2:1)	44	81	40	79
5	Тв+См - (3:1)	43	80	41	79
6	Дв	39	75	37	73

За результатами проведених досліджень, енергія проростання в лабораторних умовах була в межах 27–51 %, у термостатній – 25–50 %, а схожість насіння – 68–87 % і 65–88 % відповідно.

Інтенсивність проростання насіння наведено на рисунках 4–6.



Рис. 4. Сходи павлонії повстистої на 5-й день



Рис. 5. Сходи павлонії повстистої на 10-й день

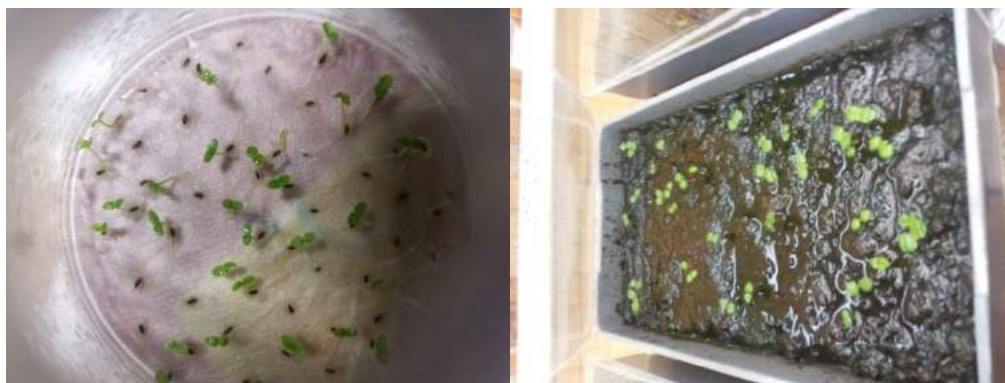


Рис. 6. Сходи павловнії повстистої на 14-й день

За результатами досліджень, при доборі субстрату для пророщування насіння можна стверджувати, що найкращими є торфосуміш для пророщування насіння та торфосуміш із домішкою вермикуліту. Додавання сфагнового моху показало гірші результати на 2–8 %.

Варто зауважити, що із домішкою вермикуліту до 30 % у субстраті волога розподілялась більш рівномірно. Сходи на воді були помітно меншими і слабшими. На 21-й день насіння пікірували у мультиплати на дорощування. Пікіровку проводили тонким олівцем, пінцетом або зряддями для пікіровки.



Рис. 7. Пересаджування (пікірування) проростків павловнії повстистої



Рис. 8. Павловнія повстиста на 5-й і 8-й день після пікіровки

Після пікіровки мультиплати накривали прозорим ковпаком упродовж перших 5–10 днів і дотримувались вологості 60–90 %. Потім поступово проводили адаптацію, розкриваючи рослини, кожного дня збільшуючи тривалість на 20–30 хв. При заповненні коренями об'єму комірки в мультиплатах пересаджували їх у більші ємності (контейнери). Об'єм залежав від часу, скільки ростиме в ньому рослина до пересадки.

Пересаджувати рослину доцільно в умовах теплиці. Через 10–15 днів теплицю відкривали на 30–40 хвилин, поступово адаптуючи рослини до навколишніх природних умов упродовж 10–20 днів. При настанні мінімальних температур не нижче ніж $+15 - +17^{\circ}\text{C}$ уночі, рослини виносили із теплиці під притінення 60–80 % упродовж перших 5–10 днів, потім при притіненні 30–50 % ще 5–10 днів, при цьому проводили регулярний полив. Після адаптації кількість поливів варто поступово зменшувати до одного разу на 2–3 дні.



25-й день $H=6$ см

40-й день $H=21$ см

60-й день $H=49$ см

Рис. 9. Інтенсивність росту у висоту сіянців павлонії повстистої

Отже, через 10–12 тижнів після висіву рослину можна висаджувати. У відкритий ґрунт рослини висаджували за нічних температур вище ніж $+16^{\circ}\text{C}$. Розміри рослин були 10–25 см заввишки, більші рослини після висадки можуть пошкоджуватись вітром і ламатись на відкритих площах.

Висновки і перспективи

1. Під час досліджень насінневого розмноження встановлено, що найкращим субстратом для пророщування насіння є універсальна торфосуміш. Причому додавання до неї вермикуліту підвищило схожість насіння, а додавання сфагнового моху показало гірші на 2–8 % результати.
2. Висаджені у відкритий ґрунт рослини павлонії упродовж вегетаційного періоду сягали висоти 1,1–1,6 м, що свідчить про високу інтенсивність їхнього росту і перспективність павлонії для створення енергетичних плантацій в Україні.

References

1. Kokhno, N. A., & Kurdyuk, A. M. (1994). Teoreticheskiye osnovy i opyt introduktsii drevesnykh rasteniy v Ukraine [Theoretical foundations and experience of the introduction of woody plants in Ukraine]. Kyiv, 186.
2. Nasinnya derev i kushchiv. Metody vyznachannya posivnykh yakostey (skhozhosti, zhyttyezdatnosti, dobroyakisnosti) [Seeds of trees and shrubs. Methods of determining the sowing qualities (similarity, viability, benign quality)]. (2016). DSTU 8558: 2015 from 01 January 2017. Kyiv, 91.
3. Soloviy I. P., & Perebora S. V. (2007). Analiz svitovykh tendentsiy lisovoyi polityky u sferi plantatsiynoho lisovyroshchuvannya [Analysis of world trends in forest policy in the field of plantation forestry]. Scientific Bulletin of UNFU, 33, 18–24.
4. Turchak, F. M. (1999) Ekzoty i mistsevi shvydkorostuchi derevni porody dlya plantatsiynoho lisovyroshchuvannya na Polissi [Exotic and local fast-growing tree species for plantation forestry in Polissya]. Problems of forest ecology and forest use in the Polissya of Ukraine: Science works Polissya LNDS, 138–141.
5. Fuchylo, Ya. D. (2012). Plantatsiyne lisovyroshchuvannya: teoriya, praktyka, perspektyvy [Plantation Forestry: Theory, Practice, Perspectives]. Kyiv, 463.
6. Bergmann, B. A., & Moon, H.-K. (1997). Adventitious Shoot Production in Paulownia. Plant Cell Reports, 16, 5, 315–319.
7. Hinchee, M., Rottmann, W., Mullinax, L., Zhang, C., Chang, S., Cunningham, M., Pearson, L., & Nehra, N. (2009). Short-Rotation Woody Crops for Bioenergy and Biofuels Applications. In Vitro Cellular Development Biology: Plant, 45, 6, 619–629.
8. Lopez, F., Perez, A., Zamudio, M. A. M., De Alva, H. E., & Garcia, J. C. (2012). Paulownia as Raw Material for Solid Biofuel and Cellulose Pulp. Biomass and Bioenergy, 45, 77–86.
9. Stringer, Jeffrey W. (1994). Sprouting and Growth of Paulownia tomentosa Root Cuttings. Tree Planter's Notes, 45, 3, 95–100.
10. Yadav, N. K., Vaidya, B. N., Henderson, K., Lee, J. F., Stewart, W. M., Sadanand, Dhekney A., & Joshee, N. (2013) A Review of *Paulownia* Biotechnology: A Short Rotation, Fast Growing Multipurpose Bioenergy Tree. American Journal of Plant Sciences, 4, 2070–2082/

РАЗМНОЖЕНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА *PAULOWNIA TOMENTOSA* ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПЛАНТАЦИЙ

И. В. Иванюк, А. П. Пинчук, А. А. Батурин

Аннотация. Приведены особенности генеративного размножения павловнии войлочной для создания энергетических плантаций. Установлены оптимальные условия влажности и освещенности для прорастания семян. Посев семян проводился в различных по составу субстратах с использованием торфосмеси, сфагнового торфа и

вермикулита. Апробировалось выращивание сеянцев и постепенное пересаживание в большие емкости с одновременной адаптацией.

Подобраны оптимальные условия для проращивания семян, проработана технология получения растений и адаптации после генеративного размножения. Подобран состав субстрата для посадочного материала в контейнеры и технология адаптации к условиям окружающей среды.

Ключевые слова: генеративное размножение, контейнерная культура, семена, павловния войлочная, посадочный материал, сеянец, субстрат.

BREEDING AND PRODUCTION PLANTING MATERIAL PAULOWNIA TOMENTOSA TO CREATE ENERGY PLANTATIONS

I. Ivanyuk, A. Pinchuk, O. Baturin

Abstract. The peculiarities of generative propagation of, paulownia tomentosa for creation of energy plantations are presented. Optimal conditions of humidity and light for germination of seeds are established. Sowing of seeds was carried out in various substrates with the use of peat mixture, sphagnum peat and vermiculite. The cultivation of seedlings and gradual transplanting into large containers with simultaneous adaptation was tested.

The optimum conditions for seed propagation have been selected, the plant production technology has been worked out and adaptation after generative reproduction has been developed. The composition of the substrate for planting seedlings into containers and adaptation technology to the environment have been selected.

Keywords: generative reproduction, container culture, seeds, paulownia tomentosa, planting material, seedlings, substrate.

УДК 504.7:581.9(477.41)

ОЦІНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕКОЛОГО- ГЕОГРАФІЧНИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ

І. В. КІМЕЙЧУК *, аспірант

**Національний університет біоресурсів і природокористування
України**

E-mail: vanorimi@gmail.com

Анотація. Висвітлено значення, історичні аспекти та результати дослідження культур сосни звичайної, створених із насіння екотипів різного географічного походження. З використанням шкали оцінки еколого-географічних культур проаналізовано 10 екотипів сосни

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор В. Ю. Юхновський.

вермикулита. Апробировалось выращивание сеянцев и постепенное пересаживание в большие емкости с одновременной адаптацией.

Подобраны оптимальные условия для проращивания семян, проработана технология получения растений и адаптации после генеративного размножения. Подобран состав субстрата для посадочного материала в контейнеры и технология адаптации к условиям окружающей среды.

Ключевые слова: генеративное размножение, контейнерная культура, семена, павловния войлочная, посадочный материал, сеянец, субстрат.

BREEDING AND PRODUCTION PLANTING MATERIAL PAULOWNIA TOMENTOSA TO CREATE ENERGY PLANTATIONS

I. Ivanyuk, A. Pinchuk, O. Baturin

Abstract. The peculiarities of generative propagation of, paulownia tomentosa for creation of energy plantations are presented. Optimal conditions of humidity and light for germination of seeds are established. Sowing of seeds was carried out in various substrates with the use of peat mixture, sphagnum peat and vermiculite. The cultivation of seedlings and gradual transplanting into large containers with simultaneous adaptation was tested.

The optimum conditions for seed propagation have been selected, the plant production technology has been worked out and adaptation after generative reproduction has been developed. The composition of the substrate for planting seedlings into containers and adaptation technology to the environment have been selected.

Keywords: generative reproduction, container culture, seeds, paulownia tomentosa, planting material, seedlings, substrate.

УДК 504.7:581.9(477.41)

ОЦІНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕКОЛОГО- ГЕОГРАФІЧНИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ

I. В. КІМЕЙЧУК *, аспірант

**Національний університет біоресурсів і природокористування
України**

E-mail: vanorimi@gmail.com

Анотація. Висвітлено значення, історичні аспекти та результати дослідження культур сосни звичайної, створених із насіння екотипів різного географічного походження. З використанням шкали оцінки еколого-географічних культур проаналізовано 10 екотипів сосни

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор В. Ю. Юхновський.

за кількісними та якісними показниками. Найбільшими біометричними показниками характеризується насадження, вирощене з насіння місцевого походження. Сосна місцевого походження за ростом і стійкістю до дії негативних факторів переважає культури, створені з насіння інших регіонів. За доповненою шкалою оцінки перспективності використання еколого-географічних культур встановлено, що сума балів у 10 кліматипів варіювала від 6 до 20. При збільшенні відстаней місць походження на північний схід і схід погіршується продуктивність та якість деревостанів. У більшості груп найкращими варіантами виявилися потомства місцевої сосни, Лівобережного та Правобережного Лісостепу, які набрали в сумі 19–20 балів. Кліматипи степового походження мали кращу збереженість і в майбутньому найбільшою мірою протистоятимуть несприятливим природним явищам і змінам клімату.

Ключові слова: сосна звичайна, географічні культури, кліматип, збереженість, санітарний стан, географічне походження.

Вступ. Екологічну ситуацію на території України оцінюють як кризову внаслідок інтенсивного техногенного впливу на довкілля. Це є наслідком тривалої господарської діяльності, яку здійснювали без врахування екологічних вимог [6].

Ослаблення здатності лісових екосистем до самовідновлення сьогодні пояснюють комплексним впливом багатьох чинників: абіотичних, біотичних, антропогенних – соціальних і технічних. Серед сучасних проблем природокористування особливе місце належить проблемам, пов'язаним із веденням лісового господарства, зокрема тим, що стосуються відтворення, стану та використання лісових ресурсів. Нині найбільше занепокоєння вітчизняних лісівників викликає суттєве погіршення санітарного стану штучно створених лісів. Воно пов'язане з масштабними роботами з лісовідновлення та лісорозведення і, передусім, інтенсивним характером ведення лісового господарства в Україні у другій половині ХХ ст., який зумовив активну форму відтворення лісів в державі [11].

За своїм основним призначенням ліси України виконують різноманітні захисні та соціальні функції, однак тільки високопродуктивні деревостани можуть виконувати ці функції повною мірою. До таких належать еколого-географічні культури (ЕГК) сосни звичайної, які становлять неабиякий інтерес і мають непересічне значення, особливо в умовах стрімкої зміни клімату.

Географічні культури досліджували М. І. Гордієнко [15], В. М. Маурер [7], Л. І. Терещенко [16], С. І. Сагайдак [14], І. М. Патлай [10]. Останній провів фенологічні спостереження, детально вивчив хвою та властивості деревини, надав якісну характеристику різних походжень. Вчений закладав і досліджував нову мережу географічних і екологічних культур. Наслідком цього стало запропоноване лісонасінне районування території України [13].

За кордоном географічні культури закладали у північній частині Європи О. М. Наквасина, а у Литві Є. К. Барнішкіс, але дослідження у них велися несистематично. Еколого-географічні культури Боярської ЛДС є одним із небагатьох унікальних об'єктів, де можна вести постійні спостереження та дослідження спадкових властивостей, росту і розвитку різних географічних кліматипів сосни звичайної в умовах свіжого субору Київського Полісся.

На теренах Боярської ЛДС дослідження ЕГК сосни звичайної проводили: Г. М. Гордієнко [12], П. Г. Кальний [12], В. М. Маурер [7], Я. Д. Фучило [12], М. В. Сбитна [12], С. І. Матковська [12], С. І. Сагайдак [14] та ін.

Перші географічні культури сосни звичайної заклав М. К. Турський у лісовій дачі Тимірязівської сільськогосподарської академії у 1879–1893 рр. На початку ХХ ст. у середовищі лісівників утвердилася думка про можливість впливу походження насіння на продуктивність деревостанів. Для перевірки таких пропозицій було закладено культури сосни звичайної, насіння для яких брали із різних географічних місць [15].

У 1910–1916 рр. за ініціативою В. Д. Огієвського на території європейської частини Російської імперії створено широку мережу географічних культур сосни у 21 лісництві. За різноманіттям варіантів, а також за станом пробних площ географічні культури Собицького лісництва ДП «Шосткинське ЛГ» не мають аналогів ні в Україні, ні в країнах Європи для сосни такого віку. Такі культури зібрані із 200 пунктів Росії в умовах свіжих суборів. Аналогічні культури були закладені в 1928–1930 рр. у Тростянецькому лісництві ДП «Шосткинське ЛГ» [2; 9], які також підтверджували, що технічні властивості деревини сосни звичайної, вирощеної із насіння місцевого походження, переважають над іншорайонними [14].

Мета досліджень: оцінити перспективність використання іншорайонного насіння сосни звичайної у регіоні досліджень для вирощування біологічно стійких, високопродуктивних, пристосованих до екстремальних антропогенних умов соснових насаджень, які би слугували індикаторами пом'якшення впливів клімату на довкілля.

Об'єкти та методика досліджень. Об'єкт досліджень представлений 10 екотипами ЕГК сосни звичайної Плесецького лісництва Боярської ЛДС. Лісівничо-таксаційні характеристики лісостанів встановлювали за методиками М. І. Гордієнка [3]. Для проведених узагальнень, поряд із результатами власних досліджень [4; 5], використано дані В. М. Маурера і Л. В. Зацарної [7].

Збереженість культур визначали як частку у відсотках наявних від кількості початкової кількості висаджених дерев на площі. Оцінку санітарного стану проводили за даними 2004–2017 рр. Показники санітарного стану на пробній площі київського екотипу (сосни місцевого походження) брали за 100 %, а показники інших географічних варіантів визначали у відсотках до київського кліматипу. Індекс стану визначали на основі розподілу дерев за категоріями стану і середньозваженим

показником [13].

Під час обстеження насаджень використано шкалу селекційних категорій П. І. Молоткова [8], яка є модифікацією шкали М. М. Вересина [1]. Систематичні дослідження за культурами вели упродовж 2014–2018 рр. Дослідження проводили за деревостанами з суцільним обліком дерев та їх вимірами діаметрів і висот на пробній площі розміром 15×15 м.

За основу селекційної оцінки кліматипів взято сумарну кількість дерев І і II селекційної категорії від загальної кількості представлених дерев певного кліматипу.

Результати дослідження та їх обговорення. Аналізуючи отриманий досвід, учені дійшли висновку, що для створення високопродуктивних і біологічно стійких лісових насаджень потрібно використовувати насіння певного географічного походження з найкращими спадковими властивостями, до якого, як правило, належить насіння місцевих популяцій [12].

Для виявлення кліматипів, придатних для використання у певній лісорослинній зоні, перспективних за продуктивністю, стійких до змін клімату, атмосферних забруднень і уражень шкідниками та хворобами, створюють еколого-географічні культури насінням або сіянцями, вирощеними з насіння різного географічного походження [13]. Біометричні характеристики географічних культур В. Д. Огієвського подано у табл. 1 [15].

1. Характеристика географічних 43-річних культур сосни в Собицькому лісництві

Номер пробної площі	Область, лісництво, із яких отримане насіння	Середня висота		Середній діаметр		Кількість дерев, шт./га		Запас, м ³ /га	
		м	%	см	%	шт.	%	м ³	%
290	Чернігівська, Собицьке (місцеве)	19,1	100	18,8	100	1590	100	424	100
289	Мінська, Чабуське	18,6	97	17,7	94	1667	105	379	89
358	Вологодська, Чадромське	13,5	68	11,1	59	857	56	71	17
110	Волинська, Ковельське	17,5	93	16,6	94	2085	120	375	96
110	Тамбовська, Мічурінське	17,6	94	15,6	88	1761	102	289	74
110	Володимирська, Рожковське	17,3	92	15,4	87	2148	124	340	87

Згідно з даними табл. 1, найкращі показники за висотою і діаметром зафіксовані у насадженні, створеному із насіння місцевого кліматипу сосни. Нижчі значення відповідних показників встановлено у південних кліматипів, де майже в усіх випадках дерева сосни загинули. Що ж до продуктивності насаджень, то їхній запас коливається від 17 до 95 % від запасу місцевого походження, що пов'язано також із малою збереженістю насаджень південних районів.

У 1981 р. П. Г. Кальний заклав у кв. 138 вид. 2 Дзвінківського лісництва (нині – Плесецьке лісництво, кв. 321) Боярської ЛДС на площі 2,6 га ЕГК з метою дослідження спадкових властивостей, росту та розвитку 10 різних географічних кліматипів сосни звичайної в умовах свіжого субору Київського Полісся [4]. Дані обліку 25-річних ЕГК сосни звичайної в стадії «хащі» наведено у табл. 2 [12].

2. Лісівничо-таксаційні показники 25-річних еколого-географічних культур сосни звичайної

Варіант	Географічне походження	Д, см	Н, м	G, м ² ·га ⁻¹	Повнота	Запас, м ³ ·га ⁻¹	Бонітет
1	Західне Полісся, Волинська обл.	13,6	16,0	36,17	0,80	291	I ^b
2	Центральне Полісся, Житомирська обл.	14,3	15,4	40,47	1,00	316	I ^a
3	Східне Полісся, Чернігівська обл.	14,9	17,0	46,18	1,03	392	I ^b
4	Західний Лісостеп, Львівська обл.	14,8	16,6	40,39	0,90	336	I ^b
5	Правобережний Лісостеп, Черкаська обл.	14,3	16,5	38,29	0,85	317	I ^b
6	Київське Полісся, Київська обл.	15,1	17,0	48,16	1,07	409	I ^b
7	Лівобережний Лісостеп, Сумська обл.	14,6	15,7	41,27	1,02	323	I ^a
8	Степ, Луганська обл.	14,3	15,0	35,47	0,88	270	I ^a
9	Східне Полісся, Гомельська обл.	12,7	14,7	43,10	1,19	326	I
10	Лісостеп, Росія, Воронежська обл.	13,4	15,0	37,19	0,92	285	I ^a

У 25-річному віці в цих культурах найбільшою висотою вирізнялися дерева житомирського (13,3 м) і гомельського (12,9 м), найменшою – волинського (10,5 м) і луганського (11,4 м) походжень [5]. Дерев з Центрального і Північного Полісся (гомельський і житомирський кліматипи) мали найкращі показники росту і розвитку.

Характеристику росту ЕГК залежно від їхнього географічного походження у 22-, 32-, 35- і 36-річному віці наведено у табл. 3.

Загалом за найбільшим середнім діаметром у віці 36 років відрізняються насадження, вирощені із насіння, зібраного у Правобережному Лісостепу. Водночас найменший діаметр зафіксовано у насадженні, вирощеному з насіння Східного Полісся Білорусії. Зазначені показники становлять 20,9 і 15,4 см відповідно. Характерну відмінність росту культур за діаметрами мають варіанти Правобережного Лісостепу (варіант 5) – на 2 м більше, та Східного Полісся (варіант 9) – менше на 3 м.

Порівняно з контролем відхилення коливаються в меншу сторону в межах -0,4–3,0 см, в більшу – +0,2–2,0 м порівняно з місцевим кліматипом.

3. Середні діаметри еколого-географічних культур сосни звичайної залежно від їхнього географічного походження

Варіант	Середній діаметр варіанта, см				Відхилення, ±			
	2004	2014	2017	2018	2004	2014	2017	2018
1	11,0	12,1	17,6	17,7	-0,7	-1,3	-0,6	-0,7
2	12,0	13,1	17,7	18,0	+0,3	-0,3	-0,5	-0,4
3	12,3	13,4	16,4	16,6	+0,6	0,0	-1,8	-1,8
4	12,1	13,2	17,9	18,6	+0,4	-0,2	-0,3	+0,2
5	11,5	12,8	19,4	20,9	-0,2	-0,6	+1,2	+2,0
6	11,7	13,4	18,2	18,4	0,0	0,0	0,0	0,0
7	11,7	12,9	16,7	18,9	0,0	-0,5	+0,5	+0,5
8	12,2	12,9	17,0	17,8	+0,5	-0,5	-0,4	-0,6
9	10,8	11,9	15,2	15,4	-0,9	-1,5	-3,0	-3,0
10	11,2	12,4	16,1	17,5	-0,5	-1,0	-0,9	-0,9

Для дослідження ЕГК було доповнено узагальнену шкалу оцінювання географічних екотипів сосни за кількісними та якісними показниками (табл. 4).

4. Узагальнена шкала оцінки еколого-географічних походжень сосни звичайної [16]

Шкала оцінювання географічних екотипів за:									
збереженістю		середнім об'ємом стовбура		продуктивністю		індексом стану		селекційною категорією	
наявних дерев із часу останньої інвентаризації (за 25 років), %	бали	частка дерев до місцевої сосни, %	бали	частка дерев до місцевої сосни, %	бали	індекс стану	бали	частка дерев I і II селекційних категорій, %	бали
≤ 30	1	≤ 30	1	≤ 30	1	≥ 3,5	1	≤ 10	1
31–49	2	31–49	2	31–49	2	3,4–3,1	2	11–19	2
50–69	3	50–69	3	50–69	3	3–2,7	3	20–29	3
70–89	4	70–89	4	70–89	4	2,6–2,3	4	30–39	4
≥ 90	5	90–100	5	≥ 90	5	≤ 2,2	5	≥ 40	5
–	–	> 100	6	> 100	6	–	–	–	–

Ця шкала дає змогу визначати кількісні та якісні показники еколого-географічних походжень сосни звичайної в умовах стрімкої зміни клімату.

За нашими дослідженнями, у 36-річному віці еколого-географічних культур сосни звичайної на предмет їхнього стану та росту встановлено, що сосна місцевого походження за ростом і стійкістю до дії негативних факторів (зокрема кліматичних) переважає над насадженнями, створеними

з іншорайонного насіння. За суцільним обліком дерев на варіантах культур було отримано дані, які характеризують їхній стан (табл. 5).

5. Санітарний стан дерев у розрізі дослідних варіантів

Походження насіння	D, см	H, м	Кількість дерев на варіанті, шт.		Стан дерев			Збереженість, %	Сума балів
			початкова	зберегося	відмінний	задовільний	не задовільний.		
Волинське	17,6	19,1	240	85	49	27	9	35,4	11–12
Житомирське	17,7	20,1	240	83	73	3	7	34,6	18–17
Чернігівське	17,4	19,9	240	97	66	25	6	40,4	18–17
Львівське	17,9	20,2	240	93	37	10	46	38,8	9–10
Черкаське	17,4	19,8	240	81	64	9	8	33,8	19–20
Київське	18,2	23,6	240	88	56	18	14	36,7	19–20
Сумське	16,7	18,1	240	98	52	35	11	40,8	19–20
Луганське	17,0	18,4	240	85	43	37	5	35,4	18–17
Гомельське	15,2	18,8	240	83	63	11	9	34,6	14–15
Воронезьке	16,1	19,7	240	93	46	14	33	38,8	6–7

Дані табл. 5 свідчать, що дерева більшості варіантів мають переважно відмінний стан, крім львівського і воронезького походжень, у яких стовбури пошкоджені сніголамом 2012–2013 рр. [12]. Що ж стосується середньої висоти, то вона найбільша у сосни київського кліматипу (23,6 м), а найменша – у сумського (18,1 м). Інша ситуація склалася з діаметрами, оскільки найбільший, як і висота, в дерев київського походження – 18,2 см, а найменший у гомельського – 15,2 см.

За результатами досліджень сосна місцевого походження (варіант 6) за ростом і стійкістю до дії негативних факторів переважає культури, створені з насіння інших регіонів, і має середню збереженість. Інтегрованим показником стану ЕГК сосни звичайної є їхня збереженість. Вона є найбільшою у сумського і чернігівського кліматипу, а найменшою – у черкаського.

Для визначення перспективності еколого-географічних походжень культур Л. І. Терещенко розробила шкалу перспективності, яку ми доповнили на основі власних досліджень (табл. 6).

6. Шкала перспективності еколого-географічних походжень соснових культур

Сума балів	Перспективність використання
≤ 10	Неперспективні
11–15	Умовно перспективні
16–20	Перспективні за ростовими, частково за якісними показниками
21–30	Перспективні за якісними та частково за ростовими показниками
≥ 31	Перспективні за ростовими та якісними показниками

За результатами досліджень, сума балів насаджень усіх 10 кліматипів варіювала від 6 до 20. У міру збільшення відстані місця походження на північний схід і схід у потомствах сосни значною мірою погіршується продуктивність та якісні показники. У більшості груп найкращими пробами виявилися потомства місцевої сосни, не відстали від них потомства з Лівобережного та Правобережного Лісостепу (варіанти 5 і 7), які набрали в сумі 19–20 балів. Насадження сосни кліматипів Західного Полісся та Степу Луганщини набрали 18–17 балів. Найгіршими виявилися потомства у порядку зменшення продуктивності Гомельське – 14–15 балів, Західне Полісся 11–12 балів, Західний Лісостеп – 9–10 балів, Центральний Лісостеп – 6–7 балів.

Із результатів досліджень випливає, що кліматипи сосни поліського та західно-лісостепоного походження більшою мірою пристосовані до умов Київського Полісся порівняно з місцевим кліматипом. Разом з тим кліматип Степу має кращу збереженість, оскільки саме на цьому варіанті збереглося найбільше дерев. Цей факт обґрунтовує перспективність застосування кліматипів степового походження під час різкої зміни клімату. Саме ці варіанти найменше потерпають від дії негативних чинників. Тому в майбутньому доцільно знайти такі кліматипи, потомство яких проявило би стійкість до негативних впливів на початковому етапі.

Висновки. У південній частині Київського Полісся для створення високопродуктивних і стійких лісових насаджень сосни доцільно використовувати садивний матеріал місцевого походження, а за нестачі місцевого насінневого матеріалу використовувати насіння поліського та західно-лісостепоного походження.

Кращі біометричні показники мають деревні рослини з насіння місцевого походження, але збереженість найбільша у сумського і чернігівського кліматипу, а найменша – у черкаського, а за санітарним станом найкраще показали себе насадження житомирського, чернігівського та черкаського кліматипів, погані показники стану мають львівський і воронезький кліматипи, у яких стовбури були пошкоджені сніголамом.

Встановлено, що до змін клімату більшою мірою пристосовані кліматипи поліського та західно-лісостепоного походження. Разом з тим кліматип Степу має кращу збереженість, оскільки саме на цьому варіанті збереглося найбільше дерев, що дає змогу припустити, що з часом за різкої зміни клімату саме варіанти степового походження найбільшою мірою протистоятимуть несприятливим природним явищам.

За доповненою шкалою оцінки перспективності використання ЕГК встановлено, що сума балів у 10 кліматипів варіювала від 6 до 20. При збільшенні відстаней місць походження на північний схід і схід погіршується продуктивність та якість деревостанів. У більшості груп найкращими варіантами виявилися кліматип Київського Полісся (місцевий), Лівобережного та Правобережного Лісостепу (варіанти 5 та 7), які набрали в сумі 19–20 балів. Насадження сосни Західного Полісся та Степу Луганщини оцінено у 18–17 балів.

Практичною складовою цих досліджень є знаходження нових перспективних популяцій іншорайонного походження, які за браком місцевого посадкового матеріалу можна використовувати лісгосподарським підприємствам, що дасть змогу своєю чергою підвищити продуктивність, якісний і санітарний стан новостворюваних лісів.

У перспективі при створенні аналогічних ЕГК сосни рекомендують звертати увагу на більшу частоту вибраних кліматипів з урахуванням їхнього лісотипологічного походження, а для довгострокових досліджень закласти в них стаціонари другого і третього покоління із метою перевірки їхніх спадкових властивостей, що дасть змогу удосконалити лісонасінне районування України і посилить використання більш посухостійких кліматипів в умовах різкої зміни клімату. Для кожного кліматипу варто зібрати насіння, виростити сіянці та закласти постійні пробні площі на науково-виробничих об'єктах Київського Полісся і Білорусі.

References

1. Veresin, M. M., Efimov, Yu. P., & Arefiev, Yu. A. (1985). Spravochnik po lesnomu selekcionnomu semenovodstvu [Reference book on forest breeding seed production]. Moskva, 245.
2. Haas, A. A. (1980). Produktivnist' jetalonyh sosnjakov estestvennogo proishozhdenija [Productivity of standard pine stands of natural origin]. Forestry, 5, 19–21.
3. Gordienko, M. I., Maurer, V. M., & Kovalevsky, S. B. (2000). Metodichni vказivky do vyvchennia ta doslidzhennia lisovykh kultur [Methodical instructions for the study and research of forest crops]. Kyiv, 101.
4. Kaidyk, O. Yu., & Kimeichuk, I. V. (2018). Rist i stan ekoloheoheografichnykh kultur Kyivskoho Polissia. Materialy mizhn. nauk.-prakt. konf. "Stale upravlinnia lisovym kompleksom ta zbalansovanyi rozvytok urbolandshaftiv" (Kyiv, 27 bereznia 2018 r.) [Growth and condition of ecological and geographical crops in the Kiev Polissya. Proceedings of sci. pract. conf. "The sustainable management of the forest complex and the balanced development of the urban landscapes" (Kyiv, March 27, 2018)]. Kyiv, 52–53.
5. Kimeichuk, I. V. (2017). Stan i rist ekoloheoheografichnykh kultur sosny zvychnoi v umovakh svizhoho suboru Kyivskoho Polissia. Materialy V vseukr. nauk.-prakt. konf. "Lis, nauka, molod" (Zhytomyr, 23 lystopada 2017 r.) [The state and growth of ecological and geographical pine plantations in the conditions of fresh pine sites of the Kiev Polissya. Proceedings of V allukr. sci. pract. conf. "Forest, science, youth" (Zhytomyr, November 23, 2017)]. Zhytomyr, 132–133.
6. Litsur, I. M. (2009). Vplyv lisiv na zminu klimatu [Impact of forests on climate change]. National Forestry University of Ukraine. Available at: http://nltu.edu.ua/nv/Archive/2009/19_14/262_Lyc.pdf.
7. Maurer V. M., & Zatsarna L. V. (1986). Rost i sostojanie semennogo potomstva sosny v jekologo-geograficheskikh kul'turah Bojarskoj LOS. Sovershenstvovanie lesnogo hazjajstva i zashhitnogo lesorazvedeniya [Growth and status of seed offspring of pine trees in ecological-geographical plantations of Boyarka forest research station. Improvement of forestry and

- protective forest reproduction]. Scientific Works of Ukrainian Agricultural Academy, 4–10.
8. Molotkov, P. I., Patlaj, I. N., & Davydova, N. I. (1982). Selekcija lesnyh porod [Selection of forest species]. Moskva, 224.
 9. Patlaj, I. N. (1984). Selekcionno-jekologicheskie osnovy semenovodstva i vyrashhivaniija vysokoproduktivnyh kul'tur sosny obyknovennoj, duba chereschatogo i jasenja obyknovenного v ravninnoj chasti Ukrainskoj SSR [Selection-ecological bases of seed production and cultivation of highly productive Scotch pine common oak and ash common plantations in the plain part of the Ukraine]. Doctor's thesis. Kharkiv, 586.
 10. Patlaj, I. N. (1965). Vlijanie geograficheskogo proishozhdenija semjan na rost i ustojchivost' sosny v kul'turakh severnoj Levoberezhnoj Lesostepi [Influence of the geographical origin seeds on the growth and stability of pine trees in the plantations of the Northern Left Bank Forest-steppe]. Extended abstract of Candidate's thesis. Kiev, 28.
 11. Pro ratyfikatsiiu Ramkovoї konventsii OON pro zminu klimatu [About ratification of the United Nations Framework Convention on Climate Change]. (1996). Verkhovna Rada of Ukraine. Available at: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=435%2F96-%E2%F0>.
 12. Morozyuk, O. V. (2015). Putivnyk po naukovu-doslidnykh ob'iektakh VP NUBiP Ukrainy "Boiarska lisova doslidna stantsiia" [Guide to scientific research objects of the NULES of Ukraine "Boyarka Forest Research Station"]. Korsun-Shevchenkivskyi, 155.
 13. Pasternak, P. S., Voron, V. P., Mazepa, V. G., Pristup, G. K., & Zyatkov, L. L. (1987). Rekomendacii po povysheniju ustojchivosti zelenyh nasazhdenij k tehnogennomu zagryazneniju atmosfery vybrosami ammiaka, sernistogo angidrida, okislov azota v uslovijah lesnoj i stepnoj zon Ukrainskoj SSR: Metodicheskie ukazanija [Recommendations on increasing the stability of green plantings to the technogenic pollution of the atmosphere by emissions of ammonia, sulfuric anhydride, nitrogen oxides in the conditions of the forest and steppe zones of the Ukrainian SSR: Methodical instructions]. Har'kov, 16.
 14. Sahaydak, S. I. (2008). Osoblyvosti vnutrishnovydovoi minlyvosti sosny zvychainoi v kulturakh Kyivskoho Polissia zalezho vid heohrafichnoho pokhodzhennia nasinnia [Features of intraspecific variability of Scotch pine in plantations of Kyiv Polissya, depending on the geographical origin of the seeds]. Extended abstract of Candidate's thesis. Kyiv, 23.
 15. Gordienko, M. I., Shabliy, I. V., & Shlapak, V. P. (1995). Sosna zvychaina: yii osoblyvosti, stvorennia kultur, produktyvnist [Scotch pine: its features, the creation of plantations, productivity]. Kyiv, 224.
 16. Tereschenko, L. I. (2008). Analiz rezultativ doslidzhennia heohrafichnykh kultur sosny zvychainoi V. D. Ohievskoho [Analysis of the results of the study of geographic Scotch pine plantations planted V. Ogievsky]. Forestry and Forest Melioration, 114, 254–258.

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

И. В. Кимейчук

Аннотация. Освещены значение, исторические аспекты и результаты исследования культур сосны обыкновенной, созданных из семян экотипов разного географического происхождения. С использованием шкалы оценки эколого-географических культур проанализированы 10 экотипов сосны по количественным и качественным показателям. Биометрические показатели насаждений, выращенных из семян местного происхождения, превышали аналогичные показатели других климатипов. Сосновые насаждения местного происхождения по росту и устойчивости к действию негативных факторов превышают культуры, созданные из семян других регионов. С помощью дополненных показателей шкалы оценки перспективности использования эколого-географических культур установлено, что сумма баллов в 10 климатипов варьировала от 6 до 20. При увеличении расстояний мест происхождения на северо-восток и восток ухудшается производительность и качество древостоев. В большинстве групп лучшими вариантами оказались потомства местной сосны, Левобережной и Правобережной Лесостепи, набравшие в сумме 19–20 баллов. Климатипы степного происхождения имели лучшую сохранность и в будущем в наибольшей степени будут противодействовать неблагоприятным природным явлениям и изменениям климата.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, географические культуры, климатип, сохранность, санитарное состояние, географическое происхождение.

EVALUATION OF ENVIRONMENTAL USE OF ECOLOGICAL AND GEOGRAPHIC PLANTATIONS IN CLIMATE CHANGE CONDITIONS

I. Kimeichuk

Abstract. The importance, historical aspects and results of the study of Scotch pine plantations created from seeds of ecotypes of different geographical origin are highlighted. Using the scale of assessment of ecological-geographical plantations, 10 ecotypes of pine were analyzed by quantitative and qualitative indicators. The largest biometric indicators are characterized by plantations grown from seeds of local origin. Pine of local origin according the growth and resistance to the action of negative factors dominated by plantations created from the seeds of other regions. According to the augmented scale of assessing the prospects for using ecologic-geographical plantations, it was found that the sum of points in 10 ecotypes varied from 6 to 20. With increasing distances of places of origin to the northeast and east, the productivity and quality of tree stands deteriorates. In most groups, the best options were the offspring of the local pine, the Left Bank and Right Bank Forest-Steppe, with a score of 19-20 points. The ecotypes of steppe origin had the best preservation and in the future they will be most resistant to adverse natural phenomena and climate change.

Keywords: Scotch pine, geographical cultures, ecotype, preservation, sanitary condition, geographical origin.

УДК 630*53-047.58:582.632.2(477.41/.42)

МОДЕЛЮВАННЯ ХОДУ РОСТУ МОДАЛЬНИХ ДУБОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

П. І. ЛАКИДА, доктор сільськогосподарських наук,
професор кафедри таксації лісу та лісового менеджменту

О. П. БАЛА, кандидат сільськогосподарських наук,
докторант кафедри таксації лісу та лісового менеджменту *

І. П. ЛАКИДА, кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри таксації лісу та лісового менеджменту

Л. М. МАТУШЕВИЧ, кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри таксації лісу та лісового менеджменту

**Національний університет біоресурсів і природокористування
України**

E-mails: lakyda@nubip.edu.ua, bala@nubip.edu.ua,
ivan.lakyda@nubip.edu.ua, Matushevych@nubip.edu.ua

Анотація. На основі повидільної бази даних ВО «Укрдержліспроект» станом на 01.01.2011 р. проведено моделювання основних таксаційних показників, а саме середньої висоти, середнього діаметра та запасу на 1 га. Як математичні моделі використано алометричну (степеневу) функцію (для моделювання середнього діаметра) та ростову функцію Мітчерліха (для моделювання середніх висоти та запасу). Використовуючи дані тимчасових пробних площ, на яких рубали та обмірювали модельні дерева, змодельовано середнє видове число дубових деревостанів українського Полісся. На основі отриманих математичних моделей, із використанням загальноприйнятих лісотаксаційних формул, побудовано таблиці ходу росту для модальних дубових деревостанів насіннєвого природного походження Полісся України. Отримані таблиці ходу росту характеризують деревостан загалом і частину, що вибирається з насадження у результаті природного відпаду або проведених лісгосподарських заходів. Для частини, що вибирається, використано редуційні та видові числа, що були розраховані раніше для дубових деревостанів лісостепової зони України, оскільки інтенсивність проведення господарських заходів у цих природних зонах не відрізняється.

Ключові слова: дуб звичайний, Полісся України, середні таксаційні показники, динамічна бонітетна шкала, таблиці ходу росту, модальні деревостани, функція Мітчерліха.

Актуальність. Сучасне лісове господарство України ґрунтується на використанні значної кількості нормативно-довідкової інформації щодо

* Науковий консультант – доктор сільськогосподарських наук, професор П. І. Лакида.

© П. І. Лакида, О. П. Бала, І. П. Лакида, Л. М. Матушевич, 2018

оцінки стану лісів, їхньої продуктивності та особливостей росту. Зокрема, для цього розроблено низку нормативів у вигляді таблиць ходу росту, сортиментних, товарних, стандартних та інших таблиць [15; 19; 20]. Таблиці ходу росту є основою нормативно-довідкових даних при веденні лісового господарства, обліку лісів та їхніх ресурсів. Необхідність розробки таблиць ходу росту обґрунтовується їх застосуванням при проектуванні та оцінюванні лісогосподарських робіт, а також при здійсненні заходів із підвищення продуктивності лісів. Важливе місце серед цих нормативів посідають таблиці ходу росту модальних деревостанів, які не описують умовні деревостани (повні чи найбільш продуктивні), а характеризують сучасний стан тих, що фактично існують, найпоширеніших насаджень.

Моделювання росту лісу значною мірою залежить від наявності достатньої кількості точної та повної інформації. Збір такої інформації, як зазначено вище, є дуже трудомістким і дорогим процесом. Однак для цього не обов'язково мати великий банк даних постійних пробних площ. Порівняно мала кількість проб, особливо корисних для створення системи прийняття рішень, у поєднанні із тимчасовими вибірковими пробними площами та аналізом ходу росту деревних стовбурів, можуть забезпечити достатню кількість даних для розробки прийнятних функцій росту насаджень [17]. Істотна частина таблиць ходу росту відображає ріст деревостанів одного, середнього класу бонітету. Такі таблиці мають обмежене практичне застосування. Вихідний матеріал, переважно, згрупований за класами бонітету загальної бонітетної шкали, тобто за статичними рядами розподілу деревостанів за класами віку та висоти, при цьому не враховують природні ряди розвитку.

Мета дослідження: на основі розробленої динамічної бонітетної шкали [13] та використовуючи дані повидільної таксації досліджуваних лісів, здійснити моделювання ходу росту за середньою висотою, середнім діаметром та запасом на 1 га дубових деревостанів природного насіннєвого походження, що зростають у Поліссі України, та скласти відповідні таблиці ходу росту для модальних дубових деревостанів цього регіону.

Матеріали і методи дослідження. Для проведення досліджень використано дані тимчасових пробних площ, закладених у дубових деревостанах Полісся України, а також повидільну базу даних, надану ВО «Укрдержліспроєкт» станом на 01.01.2011 р., яка характеризує деревостани дуба звичайного досліджуваного регіону.

Серед значної кількості методик складання таблиць ходу росту слід виокремити наявність спільних двох етапів [2; 21]. Перший – встановлення типу росту насадження, який характеризує особливість його динаміки за певним таксаційним показником і залежить від ґрунтово-кліматичних умов, які, головним чином, визначаються географічним положенням [5; 6]. Другий етап – визначення взаємозв'язків (як правило, регресійних) між таксаційними ознаками встановлених природних рядів. Цей аналіз може виконуватись на основі даних тимчасових пробних площ, а також на основі даних таксаційної характеристики модальних насаджень. Обидва

зазначені етапи складання таблиць ходу росту використовували у процесі виконання цієї роботи.

Результати дослідження та їх обговорення. З метою побудови таблиць ходу росту для модальних дубових деревостанів Полісся України, повидільну базу даних ВО «Укрдержліспроект» для дубових деревостанів досліджуваного регіону було розділено за класами бонітету динамічної бонітетної шкали [13].

Після виконання описаної агрегації даних проведено моделювання середньої висоти дубових деревостанів у межах класів бонітету за допомогою ростової функції Мітчерліха (A. Mitscherlich):

$$H = a_0 \cdot \left(1 - e^{-a_1 \cdot A}\right)^{a_2}, \quad (1)$$

де H – середня висота деревостану, м;

A – середній вік деревостану, років;

a_0, a_1, a_2 – коефіцієнти регресії.

Рівняння (1) відповідає усім вимогам, що висувають до функцій росту, а саме: проходить через початок координат, монотонно зростає на всій області визначення, має при цьому S-подібну форму тренду. Крім того, гнучкість і зручність формули зробили масовим її застосування при моделюванні динаміки таксаційних показників [9; 11; 12; 14; 22; 23; 24]. Отримані в результаті моделювання значення параметрів рівняння (1) та відповідні коефіцієнти детермінації (R^2) наведено в табл. 1.

1. Значення параметрів рівняння (1) та коефіцієнти детермінації у розрізі класів бонітету деревостанів

Клас бонітету	Коефіцієнти рівняння			R^2
	a_0	a_1	a_2	
I ^b	45,297	0,0177	1,292	0,99
I ^a	39,334	0,0194	1,376	0,99
I	32,430	0,0239	1,591	0,98
II	29,431	0,0232	1,609	0,98
III	26,551	0,0209	1,512	0,98
IV	21,798	0,0221	1,571	0,98
V	18,046	0,0191	1,426	0,98

Як видно з даних табл. 1, характеристики точності та адекватності вказують на прийнятність отриманої математичної моделі для апроксимації залежності середньої висоти від віку насадження.

Наступним таксаційним показником, що підлягав моделюванню, є середній діаметр деревостану. Цей показник перебуває у тісній залежності з віком і висотою насаджень, але, крім того, істотний вплив на діаметр має відносна повнота, що є особливо актуальним для модальних таблиць ходу росту. Отже, моделювання середнього діаметра здійснювалося залежно від віку, середньої висоти та повноти насаджень. У результаті багатоваріантного пошуку адекватних моделей росту для побудови нормативів динаміки середнього діаметра дубових деревостанів використано алометричну (степеневу) функцію, яка характеризується

істотною гнучкістю. Оскільки як фактори використовували вік і середню висоту деревостану, то ця модель придатна для будь-якого класу бонітету, вона має такий загальний вигляд:

$$D = a_0 \cdot A^{a_1} \cdot H^{a_2} \cdot P^{a_3}, \quad (2)$$

де D – середній діаметр деревостану, см;

P – відносна повнота деревостану.

Під час проведення досліджень та оцінювання параметрів отриманих моделей керувалися загальними передумовами регресійного аналізу [8], а саме:

- регресійна модель має пояснювати більше ніж 90 % варіації залежної змінної (коефіцієнт детермінації $R^2 > 0,9$);
- достовірність моделі оцінюють за F -критерієм Фішера;
- коефіцієнти при незалежних змінних мають бути значущими на 5-відсотковому рівні за t -критерієм Стьюдента;
- відносна похибка має становити менше ніж 10 % середнього значення прогнозованого показника;
- залишки регресії повинні мати нормальний розподіл без автокореляції та систематичних відхилень.

Використавши функцію нелінійної регресії, знайшли коефіцієнти рівняння (2), після чого модель росту за середнім діаметром дубових деревостанів Полісся України набула такого вигляду:

$$D = 0,578 \cdot A^{0,256} \cdot H^{0,794} \cdot P^{-0,790} \quad (3)$$

Коефіцієнт детермінації (R^2) отриманого рівняння (3) становить 0,92, це означає, що рівняння описує понад 90 % варіації емпіричних даних. Адекватність отриманого рівняння за принципом дисперсійного аналізу оцінювали за F -критерієм Фішера, а значущість коефіцієнтів рівняння визначали за допомогою t -критерію Стьюдента, які показали, що ця модель адекватно описує вхідні емпіричні дані. Як бачимо, у рівнянні (3) коефіцієнт при останньому факторі (повноті) має від'ємне значення, що відповідає природі росту насаджень: що більша повнота, то менший діаметр.

Часто при складанні таблиць ходу росту виникає проблема у підстановці значення повноти для різних класів бонітету насаджень, а також спостерігається певна тенденція зміни відносної повноти насаджень [3]. Для моделювання залежності між віком і повнотою деревостанів ми використали лінійну функцію. Крім того, як аргумент введено показник класу бонітету насаджень. Після проведеного пошуку коефіцієнтів регресії знайдено рівняння залежності відносної повноти дубових деревостанів для поліської зони:

$$P = 0,754 - 0,00179 \cdot A + 0,00191 \cdot H_{100}, \quad (4)$$

де H_{100} – показник класу бонітету насаджень (висота у віці 100 років за бонітетною шкалою).

Точність цього рівняння (4) за деякими показниками низька: коефіцієнт детермінації близький до 0,5; F -критерій Фішера дорівнює 1,72 і за своєю величиною рівний критичному значенню. Позитивним є те, що значущими є всі коефіцієнти рівняння, а отримана математична модель

має дуже низький коефіцієнт автокореляції залишків. Низьку точність можна пояснити малою кількістю спостережень, оскільки при моделюванні використовувались середні значення відносної повноти насаджень для окремих класів віку.

Підставивши розраховані повноти насаджень за рівнянням (4) у рівняння (3) при побудові таблиць ходу росту, обчислюємо середній діаметр деревостану з урахуванням класу бонітету, віку та відносної повноти насаджень.

У дослідженнях, присвячених моделюванню ходу росту за сумою площ поперечних перерізів, виникла проблема щодо встановлення вікових трендів цього таксаційного показника. Зокрема, за даними інших дослідників [10; 18], при роботі над таблицями ходу росту модальних деревостанів було помічено, що для деяких класів бонітету в старшому віці спостерігається зменшення сум площ поперечних перерізів. Тому було вирішено змодельювати запас деревостану на основі повидільної бази даних та видове число за даними модельних дерев на тимчасових пробних площах, а показник суми площ поперечних перерізів розрахувати за класичною формулою лісової таксації.

Для моделювання запасу дубових деревостанів використано функцію Мітчерліха, де як незалежна змінна виступає вік деревостану, оскільки ростові функції найкраще описують подібні залежності. Модель набула такого загального вигляду:

$$M = a_0 \cdot (1 - e^{-a_1 \cdot A})^{a_2}, \quad (5)$$

де M – запас деревостану, м³.

Моделювання запасу дубових деревостанів відбувалося у розрізі динамічних класів бонітету. Параметри отриманих рівнянь та їхні коефіцієнти детермінації наведено у табл. 2.

2. Параметри та коефіцієнти детермінації рівняння (5) за класами бонітету насаджень

Клас бонітету	Коефіцієнти рівняння			R^2
	a_0	a_1	a_2	
I ^b	469,074	0,0347	2,648	0,82
I ^a	406,850	0,0371	2,919	0,81
I	342,213	0,0398	3,262	0,72
II	275,040	0,0451	3,872	0,67
III	213,092	0,0445	3,361	0,72
IV	148,819	0,0507	3,554	0,74
V	85,115	0,0725	4,882	0,75

Як і в попередніх випадках, усі характеристики точності та адекватності математичної моделі (5) вказують на прийнятність отриманого рівняння для математичної апроксимації залежності запасу від віку насадження.

Динаміку фактичних середніх значень і змодельований хід росту за запасом модальних дубових деревостанів за основними класами

бонітету насаджень для поліської зони України можна побачити на рисунку.

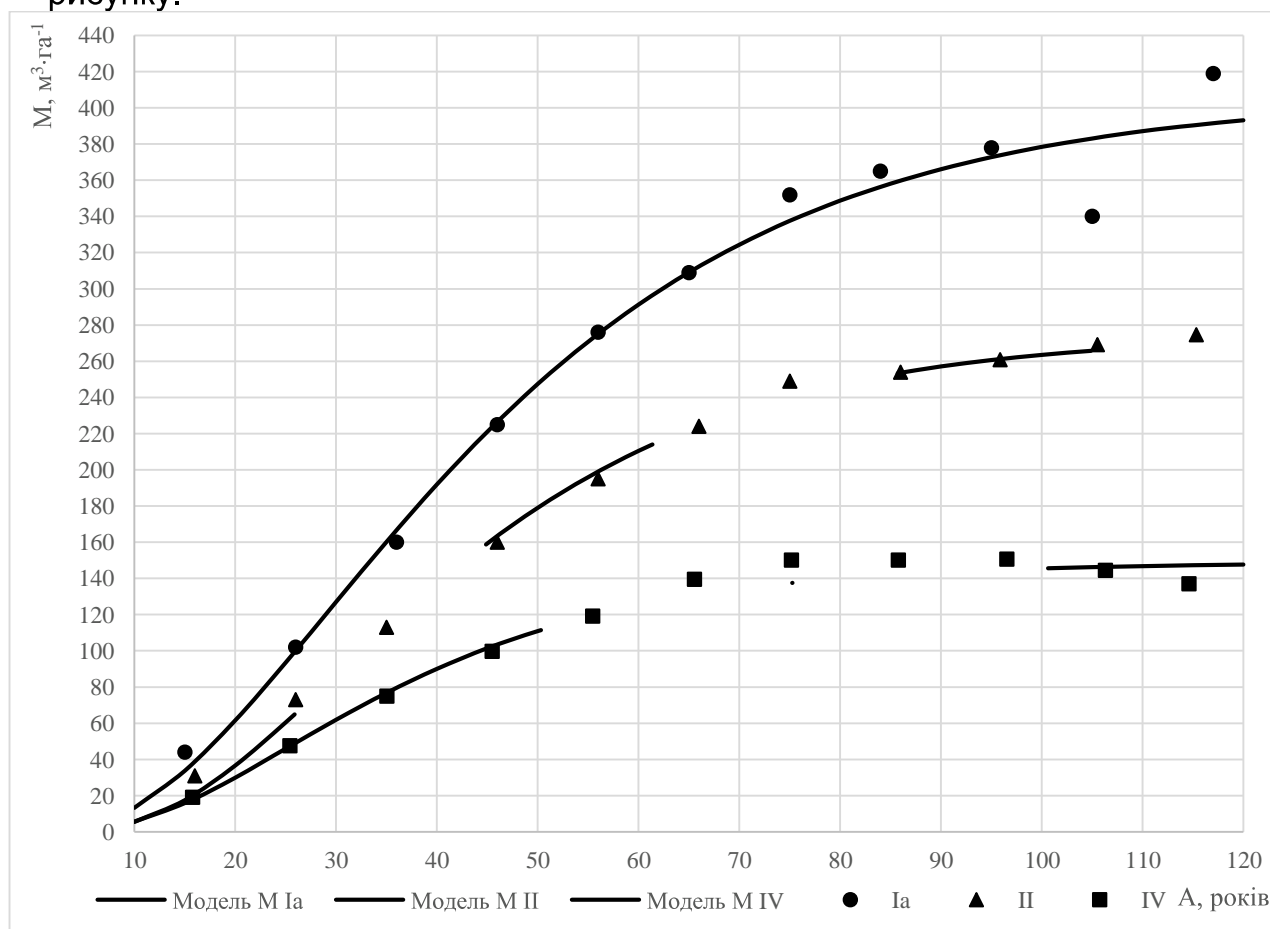


Рис. Порівняння динаміки середніх фактичних і вирівняних запасів дубових деревостанів за основними класами бонітету для Полісся України

За графічно відображеними на рис. 1 даними можна впевнитись, що описана вище модель достатньо точно описує дослідні дані, на основі яких проводили моделювання. Як бачимо, відхилення між змодельованим і фактичним запасами дубових деревостанів у межах класів бонітету не є суттєвими.

Середнього видового числа у базі даних повидільної таксаційної характеристики лісів немає, тому його моделювання для дубових деревостанів проводили, використовуючи дані бази тимчасових пробних площ. Для цього, залежно від деревної породи, використовують декілька загальноприйнятих математичних виразів. Зокрема, застосовують алометричну функцію гіперболи різних порядків, інколи до рівнянь включають експоненційну функцію [20]. Як аргументи використовують середні висоту та діаметр насаджень або їх поєднання. У результаті багатоваріантного пошуку залежності видового числа (F) дубових деревостанів Полісся України від їхнього віку, середніх висоти та діаметра, оптимальною виявилася така математична модель:

$$F = 0,477 - \frac{0,225}{H} + \frac{6,338}{H \cdot D} \quad (6)$$

Незаперечним рівнянням у лісовій таксації є так звана класична формула [2]. Оскільки вище вже проведено моделювання запасу, видового числа та середньої висоти дубових деревостанів, користуючись цією формулою, легко визначити суму площ перерізів досліджуваного деревостану, використовуючи вираз $G = M / (H \cdot F)$.

Кількість стовбурів (M) у таблицях ходу росту розраховують шляхом ділення суми площ поперечних перерізів на 1 га на площу поперечного перерізу середнього дерева, яку визначають через середній діаметр насадження. Відповідно, кількість стовбурів на 1 га дубових деревостанів розраховано за формулою:

$$N = \frac{40000 \cdot G}{\pi \cdot D^2} \quad (7)$$

Аналіз отриманих за формулою (7) даних показав, що для вищих класів бонітету кількість стовбурів на 1 га є меншою, ніж для нижчих, що є логічним та відповідає природі росту лісових насаджень.

Однією із важливих таксаційних ознак, яка характеризує продуктивність лісостанів, є приріст. Розрізняють приріст деревостану за висотою, діаметром, об'ємом (запасом) та ін. Найбільшого поширення на практиці має приріст деревостану за запасом, який своєю чергою має декілька видів. Приріст, який визначають шляхом ділення наявного запасу деревостану на його вік, називають неповним середнім приростом або середньою зміною запасу (Δ_M^{cp}) [1] та обчислюють за формулою $\Delta_M^{cp} = M_{1га} / A$, де $M_{1га}$ – середній запас насаджень на 1 га.

Деякі вчені (М. Л. Дворецький [7], А. С. Матвеев-Мотин [16]) цей вид приросту назвали середнім накопиченням запасу. В таблицях ходу росту він визначається як середній приріст головної породи, або породи, що переважає. Повний середній приріст деревостану, крім наявного запасу, враховує також величину приросту відпаду.

Для визначення поточного приросту деревостану за запасом (Δ_M^{nom}), необхідно знати запаси для насаджень різного віку (M_A – запас наявного деревостану у віці A ; M_{A-n} – запас цього деревостану n років тому), як правило, період їх визначення становить 5 або 10 років. Тоді поточний приріст деревостану визначають як середній за певний період часу, використовуючи таку формулу: $\Delta_M^{nom} = (M_A - M_{A-n}) / n$. У нашому випадку величина періоду (n) становить 5 років.

Для частини деревостану, яку вибирають під час проведення рубок, пов'язаних із веденням лісового господарства, перш за все потрібно знайти основні таксаційні параметри, від величини яких залежать інші показники, а саме: середні висоту та діаметр. Для цього використано базу даних тимчасових пробних площ (ТПП), зібраних кафедрою таксації лісу та лісового менеджменту Національного університету біоресурсів та природокористування України. При закладанні деяких ТПП, під час

проведення суцільного переліку деревостану, окремо виділяли частину, яку належить вибрати з насадження при проведенні рубок, пов'язаних із веденням лісового господарства. Тому результати обробки даних цих ТПП містять значення середніх висоти та діаметра частини деревостану, який вибирають. Знаючи ці показники для деревостану в цілому, легко знайти редуційне число (R_x) частини деревостану, який вибирають, за такою формулою:

$$R_x = \frac{\bar{X}^{виб}}{\bar{X}^{заг}}, \quad (8)$$

де $\bar{X}^{виб}$ – середнє значення таксаційної ознаки частини деревостану, яку вибирають;

$\bar{X}^{заг}$ – середнє значення таксаційної ознаки деревостану в цілому.

Моделювання редуційних чисел дубових деревостанів Полісся України проводили за допомогою методу лінійної регресії, як функцію від їхнього віку [4; 14]. Для редуційних чисел висоти (R_H) та діаметра (R_D) застосовували рівняння одного виду, в результаті отримано такі математичні моделі:

$$R_H = -1,776 + 2,485 \cdot A^{0,0156}, \quad (9)$$

$$R_D = 0,678 + 2,78 \cdot 10^{-3} \cdot A^{0,856}. \quad (10)$$

Середній діаметр (D^B) і середню висоту (H^B) частини деревостану, який вибирають, знаходили за формулами:

$$D^B = D \cdot R_D, \quad (11)$$

$$H^B = H \cdot R_H. \quad (12)$$

Наступним кроком було визначення кількості дерев на 1 га для частини деревостану, який вибирають (N^B). Її знаходять як різницю між кількістю стовбурів деревостану 5 років тому й тією кількістю, що зростає зараз. Тобто кількість дерев у насажденні змінюється на величину, яка була вибрана (відпала) за 5 років. Видозмінивши формулу (7), знаходимо суму площ поперечних перерізів частини деревостану, яку вибирають (G^B), використавши вже знайдені середній діаметр (D^B) і кількість дерев на 1 га

$$(N^B): G^B = \frac{\pi \cdot (D^B)^2}{40000} \cdot N^B.$$

Запас частини деревостану, який вибирають, розраховано за класичною формулою лісової таксації, однак зі всіх її складових не вистачає величини видового числа. Значення цього показника для деревостану на корені були не змодельовані, а розраховані відповідно до значень запасу, середньої висоти та суми площ поперечних перерізів. Тому, використавши дані ТПП, які містять значення видового числа для кожної пробної площі, застосували рівняння залежності видового числа (F^B) від середніх висоти (H^B) та діаметра (D^B) для частини деревостану, яку вибирають. Для розрахунків використовували значення старого видового числа [14], оскільки саме воно має широке практичне застосування:

$$F^B = 0,464 + \frac{0,515}{H^B} + \frac{2,213}{H^B \cdot D^B}. \quad (13)$$

Суму запасів частини деревостану, яку вибирають (враховуючи інтенсивність господарювання у дібровах України, цей показник можна назвати сумою запасів проміжного користування), визначають шляхом накопичення запасів частини деревостану, який вибирають. Вона показує той загальний стовбуровий запас, який було вилучено із насадження до певного віку:

$$\sum M_A^B = M_A^B + \sum M_{A-5}^B, \quad (14)$$

де $\sum M_A^B$ – сума запасів проміжного користування у віці A , м³;

M_A^B – запас, який вибирають із насадження у віці A , м³;

$\sum M_{A-5}^B$ – сума запасів проміжного користування 5 років тому, м³.

Загальна продуктивність деревостанів є одним із найважливіших показників при побудові таблиць ходу росту для визначення середнього та поточного приросту. Вона враховує не лише наявний запас, а й той, який відпав або був вибраний у результаті господарського втручання людини. Загальну продуктивність визначають як суму запасу насадження на корені та накопиченого запасу відпаду.

Повний середній приріст дубових деревостанів за запасом (Z_M^{cep}) визначали за відомою у лісовій таксації формулою $Z_M^{cep} = M_A^{zag} / A$.

Поточний приріст деревостанів за запасом залежить від низки біологічних, екологічних, господарських та інших факторів [1]. Деякі з них достатньо вивчені, встановлені основні закономірності їхнього впливу на приріст насаджень. Інші ж вивчити дуже складно або їм приділено недостатню кількість досліджень.

Маючи всі наведені вище таксаційні ознаки дубових деревостанів Полісся України, знаходимо їхній поточний приріст за такою формулою:

$$Z_M^{nom} = \frac{M_A^{zag} - M_{A-5}^{zag}}{5}. \quad (15)$$

де M_A^{zag} – загальна продуктивність за запасом у віці A , м³;

M_{A-5}^{zag} – загальна продуктивність за запасом 5 років тому, м³.

Таблиці ходу росту модальних деревостанів, як уже було зазначено, складають для певної модальної повноти, і хоча ця повнота з віком змінюється, проаналізувавши отриману модель середнього діаметра насадження для різних класів бонітету, зробили такий висновок: враховуючи точність визначення відносної повноти на практиці та при лісовпорядкуванні, можна вважати, що модальною для всіх класів бонітету є повнота 0,7, і всі таблиці ходу росту можемо розглядати як розроблені саме для цієї повноти.

Фрагмент отриманих таблиць ходу росту модальних дубових деревостанів для I класу бонітету наведено в табл. 3

3. Хід росту модальних деревостанів дуба звичайного насінневого походження Полісся України для I класу бонітету, $H_{100} = 27,9$ м

Вік, років	Деревостан								Частина, яку вирубують				Загальна продуктивність, м ³	Загальний приріст, м ³	
	середня висота, м	середній діаметр, см	кількість дерев, шт.	сума площ поперечних	видове число	запас, м ³	зміна запасу, м ³		середня висота, м	середній діаметр, см	кількість дерев, шт.	запас, м ³		середній	поточний
							середня	поточна							
10	2,8	2,4	5819	2,7	1,331	10	1,0	–	2,2	1,7	–	–	12	1,2	–
15	4,8	4,8	4171	7,4	0,706	25	1,7	3,0	3,9	3,4	1648	4	31	2,1	3,9
20	7,0	7,1	3037	12,1	0,572	48	2,4	4,6	5,8	5,1	1134	8	63	3,1	6,3
25	9,1	9,4	2269	15,8	0,526	76	3,0	5,5	7,7	6,8	768	12	103	4,1	8,0
30	11,2	11,7	1726	18,6	0,505	105	3,5	5,9	9,5	8,5	544	16	148	4,9	9,1
35	13,2	14,0	1345	20,7	0,494	135	3,9	5,9	11,2	10,3	381	19	197	5,6	9,7
40	15,0	16,2	1074	22,2	0,488	163	4,1	5,6	12,9	12,1	271	21	245	6,1	9,7
45	16,8	18,4	876	23,3	0,484	189	4,2	5,2	14,4	13,8	198	22	293	6,5	9,5
50	18,3	20,5	728	24,0	0,482	212	4,2	4,6	15,9	15,5	148	22	339	6,8	9,1
55	19,8	22,5	615	24,5	0,480	232	4,2	4,1	17,2	17,2	113	23	382	6,9	8,6
60	21,1	24,5	526	24,8	0,479	250	4,2	3,5	18,4	18,9	88	23	422	7,0	8,1
65	22,3	26,4	457	24,9	0,478	265	4,1	3,0	19,5	20,5	70	22	459	7,1	7,5
70	23,4	28,2	400	25,0	0,477	278	4,0	2,6	20,5	22,1	56	22	494	7,1	7,0

Висновки і перспективи.

1. У результаті моделювання, з використанням повидільної бази даних та розробленої динамічної бонітетної шкали, отримано математичні моделі росту за середніми висотою, діаметром та запасом на 1 га для дубових деревостанів насінневого походження Полісся України.
2. Використовуючи дані тимчасових пробних площ, отримано математичну модель для визначення видового числа дубових деревостанів досліджуваного регіону.
3. На основі розроблених моделей, із використанням моделей редукційних чисел, побудовано таблиці ходу росту для модальних дубових деревостанів Українського Полісся для деревостану на корені та частини, які вибирають, а також розраховано загальну продуктивність досліджуваних деревостанів.
4. У роботі детально описано етапи моделювання таксаційних ознак при побудові таблиць ходу росту модальних деревостанів, що має наукове та практичне значення для подібних досліджень.
5. Розроблені таблиці ходу росту модальних дубових деревостанів насінневого походження Українського Полісся можуть бути основою

нормативно-інформаційного забезпечення лісового господарства, яке є необхідним при проектуванні лісогосподарських заходів, спрямованих на підвищення продуктивності лісів, оскільки дає можливість відобразити поточний стан дубових лісів Полісся України.

Referenses

1. Antanaitis, V. V. (1969). Prirost lesa [Forest increment]. Moskva, 240.
2. Anuchin, N. P. (1982). Lesnaia taksatsiia [Forest mensuration]. Moskva, 550.
3. Bala, O. P. (2003). Analiz vidnosnoi povnoty modalnykh shtuchnykh nasadzen duba zvychainoho u lisostepovii zoni Ukrainy [Analysis of relative stocking of modal artificial oak stands in Forest-Steppe of Ukraine]. Scientific bulletin of UkrSFU, 13.3, 321–325.
4. Bala, O. P. (2004). Modeliuvannia dynamiky taksatsiinykh pokaznykiv shtuchnykh modalnykh dubovykh drevostaniv Lisostepu Ukrainy [Modeling of the dynamic of stand indicators of artificial modal oak stands of the Forest-Steppe of Ukraine]. Scientific Herald of the NAU, 71, 155–162.
5. Davidov, M. V. (1987). Tipy rosta i bonitirovanie nasazhdenii [The types of growth and estimation of site indexes of stands]. Kyiv, 40.
6. Davidov, M. V. (1977). Tipy rosta sosnovykh lesov Evropeiskoi chasti SSSR [The types of growth of pine forests of the European part USSR]. Forest magazine, 4, 36–41.
7. Dvoretiskii, M. L. (1964). Tekushchii prirost drevesiny stvola i drevostoia [Curent increment of wood of stem and stand]. Moskva, 242.
8. Draper, N. R., & Smith, H. (1976). Prikladnoi rehresionnyi analiz [Applied regression analysis]. Moskva, 392.
9. Kiviste, A. K. (1988). Funktsii rosta lesa: prilozheniia [The function of growth of forest. Appendix]. Tartu, 169.
10. Kolosok, O. M. (2002). Produktivnist i struktura fitomasy shtuchnykh lisostaniv yalyny zvychainoi v ukrainskykh Karpatakh [The productivity and structure of the live biomass of artificial spruce stands in the Ukrainian Carpathians]. Kyiv, 143.
11. Kofman, H. B. (1986). Rost i forma dereviev [Growth and tree stems form]. Novosibirsk, 211.
12. Kuzmichev, V. V. (1977). Zakonomernosti rosta drevostoev [Stands growth specifics]. Novosibirsk, 160.
13. Lakyda, P. I., Bala, O. P., Matushevich, L. M., Lakyda, I. P., & Ivaniuk, I. D. (2018). Lisivnycho-ekolohichniy potentsial dibrov Polissia Ukrainy [Forestry and ecological potential of oak forests of Polissia of Ukraine]. Korsun-Shevchekivskiy, 206.
14. Lakyda, P. I., & Bala, O. P. (2012). Aktualizatsiia parametriv rostu shtuchnykh dubovykh drevostaniv Lisostepu Ukrainy [Actualization of growth parameters of artificial oak stands of Forest-Steppe of Ukraine's]. Korsun-Shevchekivskiy, 196.
15. Lisotaksatsiinyi dovidnyk [Handbook of forest mensuration]. (2013). Kyiv, 496.
16. Matveev-Motin, A. S. (1962). Prirost, proizvoditelnost i produktivnost lesa [The increment and productivity of forest]. Moskva, 156.

17. Nikitin, K. E., & Shvidenko, A. Z. (1973). K voprosu o matematicheskom modelirovanii v lesnom khoziaistve [Mathematical modeling in forestry]. Kiev, 219–220.
18. Petrenko, M. M. (2002). Dynamika fitomasy ta deponovanoho vuhletsiu v shtuchnykh nasadzhenniakh sosny Polissia Ukrainy [Dynamics of live biomass and deposited carbon in artificial pine stands of Polissya of Ukraine]. Extended abstract of Candidate's thesis. Kyiv, 17.
19. Shvidenko, A. Z., ed. (1987). Normativno-spravochnyie materialyi dlya taksatsii lesov Ukrainyi i Moldavii [Normative and reference materials for the forest inventory of Ukraine and Moldova]. Kiev, 560.
20. Strochinskiy, A. A., Shvidenko, A. Z., & Lakida, P. I. (1992). Modeli rosta i produktivnost optimalnyih drevostoev [Models of growth and productivity of optimal stands]. Kiev, 144.
21. Svalov, N. N. (1983). Osnovnye polozheniia metodiki modelirovaniia proizvoditelnosti drevostoev [The main provisions of the methodology for modeling tree stand productivity]. Scientific bulletin of LitSHA, 38–40.
22. Lakyda, I. P., & Vasylyshyn, R. D. (2016). Methodological background for development of a system of growth and productivity models for stands of the main forest-forming tree species of Ukraine. Forestry and agroforestry, 129, 3–9.
23. Hall, D., Clutter, M. (2004). Multivariate multilevel nonlinear mixed effects models for timber yield predictions. Biometrics, 60, 16–24.
24. Hall, D., Bailey, R. (2001). Modeling and prediction of forest growth variables based on multilevel nonlinear mixed models. Forest Science, 47 (3), 311–321.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ХОДА РОСТА МОДАЛЬНЫХ ДУБОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ

П. И. Лакида, А. П. Бала, И. П. Лакида, Л. Н. Матушевич

Аннотация. На основе поведельной базы данных ПО «Укргослеспроект» по состоянию на 01.01.2011 г. проведено моделирование основных таксационных показателей, а именно средней высоты, среднего диаметра и запаса на 1 га. В качестве математических моделей использованы алометричная (степенная) функция (для моделирования среднего диаметра) и ростовая функция Митчерлиха (для моделирования средних высоты и запаса). Используя данные временных пробных площадей, на которых рубились и измерялись модельные деревья, смоделировано среднее видовое число дубовых древостоев украинского Полесья. На основе полученных математических моделей и с использованием общепринятых лесотаксационных формул построены таблицы хода роста для модальных дубовых древостоев семенного естественного происхождения Полесья Украины. Полученные таблицы хода роста характеризуют древостой в целом и часть, которая выбирается из насаждения в результате естественного отпада или проведенных лесохозяйственных мероприятий. Для выбираемой части древостоя использованы редуccionные и видовые числа, которые были рассчитаны ранее для дубовых древостоев лесостепной зоны Украины,

поскольку интенсивность проведения хозяйственных мероприятий в этих природных зонах не отличается.

Ключевые слова: дуб обыкновенный, Полесье Украины, средние таксационные показатели, динамическая бонитетная шкала, таблицы хода роста, модальные древостои, функция Митчерлиха.

MODELING GROWTH OF MODAL COMMON OAK STANDS IN UKRAINIAN POLISSIA

P. Lakyda, O. Bala, I. Lakyda, L. Matushevych

Abstract. Based on the stand-wise database of IA “Ukrderzhlisproekt” as of January 1, 2011, main mensurational indices, namely mean height, mean diameter and growing stock per hectare of common oak stands in Ukrainian Polissia, have been modelled. Mathematical models employ allometric (power) function (for mean diameter modeling) and Mitscherlich growth function (for mean height and growing stock modeling). Using the data collected at temporary sample plots, where model trees were cut down and measured, mean form factor of common oak stands in Ukrainian Polissia has been modeled. The developed mathematical models together with conventional forest mensuration formulas have enabled development of yield tables for modal stands of common oak of natural (seed) origin in Ukrainian Polissia. The resulting yield tables describe tree stands and their removed parts (due to natural thinning or forest management activities). For removed part, reduction numbers and form factors that were obtained for common oak stands in Forest-Steppe zone of Ukraine are used, since intensity of management activities in these natural zones does not differ significantly.

Keywords: common oak, Ukrainian Polissia, mean mensurational indices, dynamic site index scale, yield tables, modal stands, Mitscherlich function.

УДК 630*22/*23:625.71.8

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗАХИСНИХ ПРИДОРОЖНІХ ЛІСОВИХ СМУГ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ

С. І. МАКСИМЦЕВ, аспірант*

С. М. ДУДАРЕЦЬ, кандидат сільськогосподарських наук
Національний університет біоресурсів і природокористування
України

E-mails: serhiy1313@ukr.net, dudarec@ukr.net

Анотація. Виконано короткий аналіз нормативно-правових актів і літературних джерел, що характеризують лісівничо-меліоративний вплив захисних лісових насаджень лінійного типу на шляхи для

* Науковий керівник – кандидат сільськогосподарських наук, доцент С. М. Дударець.

© С. І. Максимцев, С. М. Дударець, 2018

автомобільного транспорту та прилеглі території. Наведено розподіл протяжності автомобільних доріг загального користування за їхнім значенням в умовах Західного Полісся (на прикладі Рівненської і Волинської областей). Акцентовано увагу на особливостях розподілу протяжності придорожніх лісових смуг у процесі захисту автомобільних доріг державного і місцевого значення.

Ключові слова: *придорожні лісові смуги, лісівничо-меліоративний вплив, автомобільні дороги державного і місцевого значення.*

Придорожні захисні лісові смуги вздовж наземних транспортних шляхів є невід'ємною ланкою, яка запобігає несприятливим природним чинникам, забезпечує поліпшення екологічного стану навколишнього середовища, покращує естетичні якості місцевості. Наявність таких насаджень сприяє зменшенню концентрації забруднення повітря шкідливими викидами, запиленості прилеглих територій, шумового забруднення.

Несприятливими природними чинниками, що найчастіше впливають на транспортні шляхи в умовах досліджуваного регіону, є снігові замети, піщані та пилові наноси, сильні вітри, процеси водної ерозії та абразії.

Залежно від переважання того чи того негативного природного чинника, створюють відповідні види захисних насаджень у смугах відведення земель придорожніх лісових насаджень: снігозатримувальні, ґрунтозакріплювальні, вітропослаблювальні, протиабразійні, озеленювальні, огороджувальні, санітарно-гігієнічні, шумо- та пилопоглинальні.

Нині протяжність мережі автомобільних доріг загального користування в Україні сягає 169,5 тис. кілометрів (з них 49,2 тис. кілометрів – автомобільні дороги державного значення), а щільність їх становить 281 кілометр на 1 тис. кв. кілометрів. Транспортно-експлуатаційний стан більшості автомобільних доріг є незадовільним через їхню високу зношеність, невідповідність вимогам за міцністю та рівністю.

Значним кроком у розв'язанні цієї проблеми та поліпшенні стану автомобільних доріг стало схвалення «Концепції Державної цільової економічної програми розвитку автомобільних доріг загального користування державного значення на 2018–2022 роки» (розпорядження Кабінету Міністрів України від 11 січня 2018 р. № 34-р) [2]. Метою цієї Програми є створення сприятливих умов для підвищення рівня безпеки руху, швидкості, комфортності та економічності автомобільних перевезень пасажирів і вантажів автомобільними дорогами загального користування державного значення. Одними із шляхів і способів розв'язання цієї проблеми має бути активізація інноваційної та науково-технічної діяльності в дорожньому господарстві, недопущення шкідливого впливу дорожнього будівництва на навколишнє природне середовище (встановлення протишумових споруд, збереження шляхів міграції тварин, режиму охорони територій і об'єктів природно-заповідного фонду та іншого

природоохоронного призначення). Також одним із очікуваних результатів виконання Програми та визначення її ефективності має стати економічний ефект від зменшення негативного впливу на навколишнє середовище, що досягається, насамперед, також за рахунок належного утримання придорожніх лісових смуг і виконання ними захисних і меліоративних функцій.

Важливе та ширше значення у цьому контексті має також схвалена «Концепція розвитку агролісомеліорації в Україні» (розпорядження Кабінету Міністрів України від 18 вересня 2013 р. № 725-р) [4]. Очікуваними результатами реалізації цієї Концепції мають стати: поліпшення лісівничо-меліоративних функцій захисних лісових насаджень лінійного типу в результаті проведення необхідних лісівничих заходів; забезпечення додаткового обсягу поглинання вуглецю захисними лісовими насадженнями лінійного типу; підвищення ефективності впровадження державних екологічних програм, пов'язаних із покращенням стану навколишнього природного середовища тощо.

Під час розробки проектів будівництва і реконструкції автомобільних доріг характеристики об'єкта проектування мають вирішуватися у комплексі з питаннями захисту навколишнього природного середовища та раціонального використання природних ресурсів. Тому згідно з ДБН В.2.3-4:2007 такий проект має містити окремий розділ «Оцінка впливу на навколишнє середовище», який розробляють з урахуванням положень чинних нормативно-правових актів у галузі охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки [7].

Актуальність цієї роботи зумовлюється важливістю та необхідністю проведення досліджень щодо сучасного стану та протяжності придорожніх лісових смуг у розрізі автомобільних доріг загального користування (державного і місцевого значення) в умовах Західного Полісся.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Останнім часом захисним лісовим насадженням уздовж шляхів наземного транспорту науковці приділяють досить значну увагу. Комплексний вплив таких насаджень на навколишнє середовище зумовлює різнобічний характер проведених досліджень.

Метод захисту пришляхових територій від емісії забруднень з використанням лісових ділянок різних просторово-цільових форм, що мають бути запроектовані з максимальною ефективністю їхнього використання, вивчали Г. Б. Гладун і Ю. Г. Гладун [1]. Автори акцентують увагу на доцільності зменшення снігозбірних площ перед захисними насадженнями, що досягається завдяки створенню систем захисних лісових насаджень агроландшафтів. За таких умов створення захисних лісових ділянок може бути віднесено до інноваційних пріоритетів.

Обґрунтуванням об'ємів снігопринесення до автомобільних доріг з урахуванням регіональних особливостей сніжно-хуртовинного режиму регіонів з м'якими зимами займався О. О. Догадайло [3]. На підставі проведених досліджень він удосконалив метод визначення об'єму снігопринесення до автомобільних доріг на підставі аналізу та уточнення

закономірностей переносу снігу та формування снігових відкладень біля засобів снігозахисту з урахуванням регіональних особливостей сніжно-хуртовинного режиму. Автор також визначив коефіцієнти корегування розрахункового об'єму снігопринесення до автомобільних доріг різних регіонів України.

Лісівничо-меліоративну ефективність захисних лісових насаджень на шляхах залізничного транспорту досліджувала О. М. Павлішина [6]. На підставі проведених досліджень автор обґрунтувала агролісомеліоративні, фітомеліоративні, лісівничо-таксаційні, екологічні та декоративно-естетичні принципи створення, росту та розвитку захисних лісових насаджень уздовж залізничних магістралей. Важливою особливістю експериментальних досліджень є визначення акустичної ефективності захисних лісонасаджень та отримання відповідних математичних моделей, а також встановлення інтенсивності накопичення полютантів листяною фракцією фітомаси.

Обґрунтуванням параметрів конструкцій придорожніх лісових смуг із використанням математичного моделювання займалися Б. А. Шелудченко та Л. С. Васик [8]. Вони запропонували використання принципів фрактально-інваріантного моделювання на стадії проектування насаджень. На підставі такого моделювання автори встановили основні конструкційні співвідношення та визначили структуру вертикального поперечного перерізу захисної смуги ізолюючого типу залежно від категорії (інтенсивності руху) дороги, запропонували варіанти структури захисних смуг для автомобільних доріг із різною інтенсивністю руху [8].

З метою якісного проведення лісовпорядкування та ефективного ведення господарства науково-педагогічні працівники кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій НУБіП України разом із працівниками ВО «Укрдержліспроект», Міністерства екології та природних ресурсів України розробили «Настанови з лісомеліоративного впорядкування захисних лісових насаджень лінійного типу та розташованих у смугах відведення каналів, залізниць, автомобільних доріг» [5]. Настави розроблені з урахуванням набутого практичного досвіду із ведення господарства в захисних лісових насадженнях, застосування таких насаджень як надійного, довгострокового і безпечного екологічного засобу захисту агроландшафтів і шляхів наземного транспорту.

Метою досліджень стало визначення ступеня використання захисних придорожніх лісових смуг навколо шляхів автомобільного сполучення в умовах Західного Полісся.

Об'єкт та методи дослідження. Об'єктом дослідження слугували придорожні лісові смуги, які зростають на території Рівненської та Волинської адміністративних областей. З метою визначення загальних характеристик таких насаджень було використано аналітичний огляд законодавчих і нормативно-правових актів відповідного напрямку, аналіз пояснювальних записок до форми № 1-ДГ річного звіту про наявність зелених насаджень по автомобільних дорогах Служби автомобільних доріг

у зазначених областях станом на 1 січня 2018 р.

Результати дослідження та їх обговорення. З метою з'ясування сучасного стану автомобільних доріг загального користування зазначених областей виконано аналіз розподілу таких об'єктів за їхнім значенням. Класифікацію автомобільних доріг загального користування проводять відповідно до постанови Кабінету Міністрів України № 455 від 6 квітня 1998 р. (зі змінами та доповненнями – постановою № 185 від 28 лютого 2001 р.). Відповідно до зазначеної постанови автомобільні дороги загального користування поділяють на дороги державного (магістральні й регіональні) та місцевого значення (територіальні, обласні й районні). Магістральні дороги своєю чергою поділяють на дороги міжнародного і національного значення. Розподіл автомобільних доріг за їхнім значенням у межах адміністративних областей наведено на рисунку.

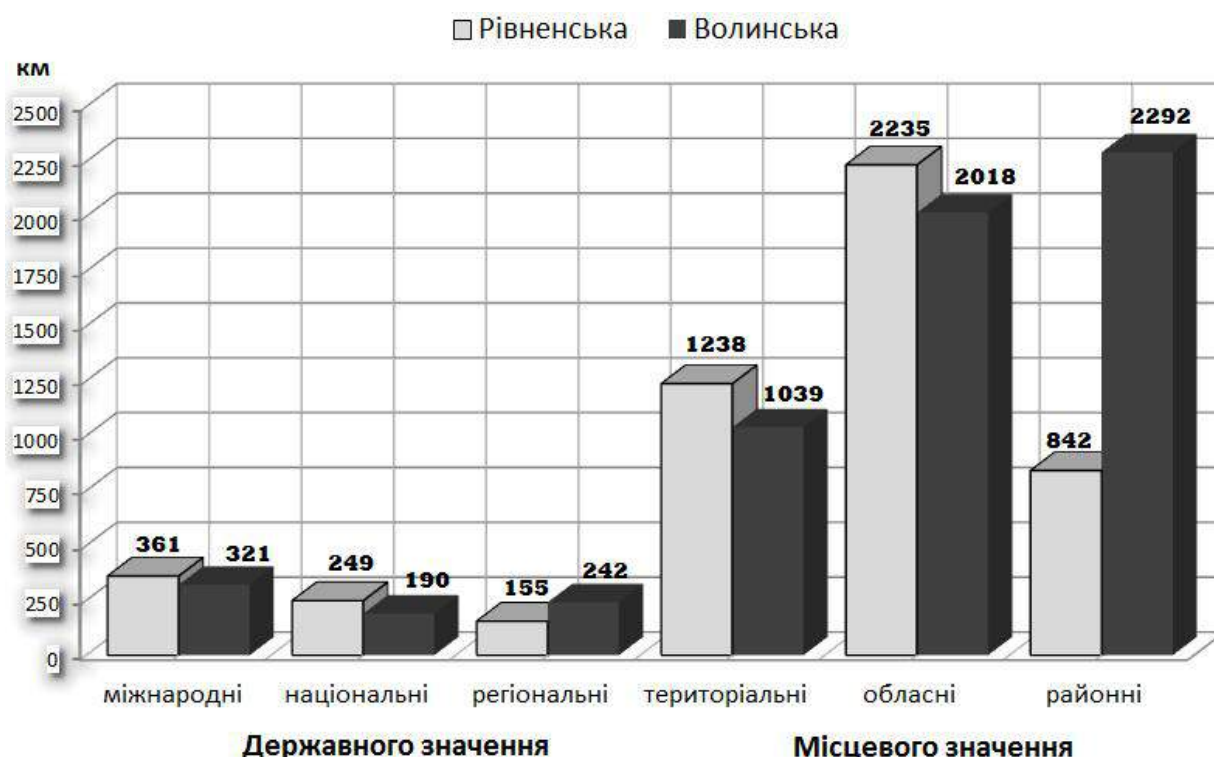


Рис. Розподіл протяжності автомобільних доріг за їхнім значенням у межах адміністративних областей

Як видно із наведених даних, загальна протяжність автомобільних доріг державного значення у межах Рівненської області становить 765 км (15,1 % від загальної протяжності автомобільних доріг). У межах Волинської області ці показники становлять відповідно 753 км і 12,3 %. Незначна різниця у наведених величинах зумовлюється проходженням через ці області доріг міжнародного (Київ–Чоп (М-06), Київ–Ковель–Ягодин (М-07), Доманове–Ковель–Чернівці–Тереблече (М-19)) та національного значення (Устилуг–Луцьк–Рівне (Н-22), Городище–Рівне–Старокостянтинів (Н-25)).

Дороги місцевого значення характеризуються значно більшою протяжністю, що зумовлюється необхідністю з'єднання населених пунктів між собою, з міжнародними та національними дорогами, залізничними

станціями, аеропортами, річковими портами, об'єктами національного культурного надбання тощо. Загальна протяжність територіальних і обласних доріг Рівненської області становить 3473 км (68,4 % від загальної протяжності автомобільних доріг). Для Волинської області ці показники мають значення 3057 км і 50,1 %. Необхідно зазначити, що дороги районного значення у Волинській області мають частку 37,6 %, а в Рівненській – лише 16,5 %.

Одним із важливих принципів ведення господарської діяльності в захисних лісових насадженнях уздовж шляхів наземного транспорту є забезпечення безперервної та постійної захисної, природоохоронної, санітарно-оздоровчої й естетичної їхньої дії. Цей принцип полягає у своєчасному проведенні комплексу заходів (організаційних, лісогосподарських, агротехнічних, лісовідновлювальних, охоронних), що регламентуються чинним законодавством.

З метою проведення аналізу протяжності придорожніх насаджень Західного Полісся використано їхню зведену характеристику за звітними матеріалами Служби автомобільних доріг у Рівненській і Волинській областях (таблиця).

Протяжність доріг із придорожніми насадженнями Служби автомобільних доріг (за даними форми № 1-ДГ)

Дороги за значенням	Рівненська область			Волинська область		
	протяжність доріг, км	у тому числі з придорожніми насадженнями		протяжність доріг, км	у тому числі з придорожніми насадженнями	
		км	%		км	%
Міжнародні	361	207	57,3	321	110	34,3
Національні	249	98	39,4	190	82	43,2
Регіональні	155	68	43,9	242	78	32,2
Територіальні	1238	375	30,3	1039	345	33,2
Обласні	2235	590	26,4	2018	180	8,9
Районні	842	76	9,0	2292	156	6,8
Разом	5080	1414	27,8	6102	951	15,6

За отриманими даними щодо протяжності придорожніх насаджень Рівненської області можна констатувати, що найбільш захищеними є дороги міжнародного значення (М-06, М-07, М-19). За загальної протяжності таких доріг 361 км придорожніми насадженнями захищено 207 км (57,3 %), що зумовлено їхньою важливістю та великою завантаженістю різними видами автомобільного транспорту. Захист інших доріг державного значення (національних і регіональних) перебуває у межах 40–44 %. Значно менший відсоток придорожніх насаджень на дорогах місцевого значення: для територіальних і обласних – на рівні 26–30 %, а для районних – 9,0 %.

Для Волинської області протяжність придорожніх насаджень уздовж доріг державного значення (міжнародних, національних, регіональних)

перебуває на рівні 32–43 %. Найбільш захищеними в області є магістральні дороги національного значення (Н-22, Н-25). За загальної протяжності 190 км придорожніми насадженнями захищено 82 км (43,2 %). Дороги місцевого значення характеризуються незначним відсотком придорожніх насаджень. Так, для обласних доріг цей показник становить 8,9 %, а для районних – 6,8 %.

Висновки і перспективи. Захисні стрічкові лісові насадження на шляхах автомобільного транспорту є важливим елементом поліпшення екологічного стану місцевості, запобігання несприятливим природним чинникам, поліпшення естетичного вигляду території. Створені захисні насадження у регіоні досліджень значною мірою забезпечують захист автомобільних доріг різного значення від шкідливого впливу природних факторів, зменшують концентрацію забруднення повітря шкідливими викидами автомобільного транспорту, запиленість і шумове забруднення прилеглих територій.

Порівняльний аналіз протяжності доріг із придорожніми насадженнями в умовах Західного Полісся засвідчив, що у Рівненській області найбільш захищеними є магістральні дороги міжнародного значення, а у Волинській – магістральні дороги національного значення. У Рівненській області протяжність всіх придорожніх насаджень становить 1414 км, або 27,8 % від загальної протяжності доріг. Для Волинської області ці показники мають менше значення: відповідно 951 км і 15,6 %.

References

1. Hladun, H. B., & Hladun, Yu. H. (2013). Zakhyst avtomobilnykh dorih lisovymy nasadzhenniamy liniinoho typu ta yikhni prohnosni obsiahy [Protecting motor roads by forest plantations of linear type and their predicted volumes]. Ukrainian Scientific Research Institute of Forestry named after I. M. Vysotskogo. Scientific Bulletin, 123, 103–113.
2. Derzhavna tsilova ekonomichna prohrama rozvytku avtomobilnykh dorih zahalnoho korystuvannia derzhavnoho znachennia na 2018–2022 roky: rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 21 bereznia 2018 r. № 382 [State target economic program for the development of public roads national importance for 2018–2022 years. Order of the Cabinet Ministers Ukraine dated approved by enactment № 382 (2018, March 21)]. Available at: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/382-2018-%D0%BF>.
3. Dohadailo, O. O. (2002). Obgruntuvannia obiemiv snihoprynosu do avtomobilnykh dorih z urakhuvanniam rehionalnykh osoblyvostei snizhno-khurtovynnoho rezhymu [Substantiation of snow-prism volumes to highways taking into account regional features of snow-blasting regime]. Extended abstract of Candidate's thesis (technical Sciences: 05.22.11). Kharkiv, 18.
4. Kontseptsiiia rozvytku ahrolisomelioratsii v Ukraini: skhvaleno rozporiadzhenniam Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 18 veresnia 2013 r. No 725-r [The concept of Agroforestry development in Ukraine: approved by the Cabinet of Ministers of Ukraine of 18 September 2013. No 725-p].
5. Nastanovy z lisomelioratyvnoho vporiadkuvannia zakhysnykh lisovykh

nasadzhen liniinoho typu ta roztashovanykh u smuhakh vidvedennia kanaliv, zaliznyts, avtomobilnykh dorih [Guidelines for forest-melioration of protective forest plantations of linear type in the zones of dislocation of canals, railways, highways]. (2013). Kyiv, 38.

6. Pavlishyna, O. M. (2012). Lisivnycho-melioratyvna efektyvnist zakhysnykh liovykh nasadzhen pivnichnoi chastyny pivdenno-zakhidnoi zaliznytsi [Forestry reclamation effectiveness of protective plantations liovyh northern South Western Railway]. Extended abstract of Candidate's thesis (agricultural Science: 06.03.01). Kyiv, 15.
7. Sporudy transportu. Avtomobilni dorohy : DBN V.2.3-4-2007 [Transport facilities. Roads (2007). DBN B.2.3-4-2007]. Minregion of Ukraine. Kyiv, 96.
8. Sheludchenko, B. A., & Vasyk, L. S. (2010). Obgruntuvannia parametriv konstruktsii liozakhysnykh smuh avtoshliakhovoi merezhi [Justification structural parameters shelterbelts road network]. Ecological safety and balanced resource use, 2, 35–41.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИДОРОЖНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС В ЗАЩИТЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ЗАПАДНОГО ПОЛЕСЬЯ

С. И. Максимцев, С. Н. Дударец

Аннотация. *Выполнен краткий анализ нормативно-правовых актов и литературных источников, характеризующих лесоводственно-мелиоративное влияние лесных насаждений линейного типа на дороги для автомобильного транспорта и прилегающие территории. Приведено распределение протяженности автомобильных дорог общего пользования по их значению в условиях Западного Полесья (на примере Ровненской и Волынской областей). Акцентируется внимание на особенностях распределения протяженности придорожных лесных полос в процессе защиты автомобильных дорог государственного и местного значения.*

Ключевые слова: *придорожные лесные полосы, лесоводственно-мелиоративное влияние, автомобильные дороги государственного и местного значения.*

PARTICULARITIES OF THE APPLICATION OF ROADSIDE FOREST STRIPS IN PROTECTION OF HIGHWAYS IN WESTERN POLISSIA

S. Maksimtsev, S. Dudarets

Abstract. *A brief analysis of legal acts and literary sources characterizing the forest-melioration influence of linear forest protection plantations on highways and adjacent territories is performed in the article. The distribution of the length of highways general use according to their value in the conditions of Western Polissia (based on the example of Rivne and Volyn regions) is given. The attention is paid to the peculiarities of the distribution of the length of roadside forest strips in the process of protection of highways of state and local importance.*

Keywords: *roadside forest stripes, forestry-melioration influence, highways of state and local importance.*

УДК 630*:631.6

ПРИРОДНЕ ПОНОВЛЕННЯ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ НА ЯРУЖНО- БАЛКОВИХ ЗЕМЛЯХ ПРИДНІПРОВ'Я

В. М. МАЛЮГА, В. М. МАУРЕР, кандидати сільськогосподарських наук
*Національний університет біоресурсів і природокористування
України*

В. М. ХРИК, кандидат сільськогосподарських наук
Білоцерківський національний аграрний університет

E-mail: forest_crops@nubip.edu.ua

Анотація. Отримано результати появи, росту і стану природного поновлення сосни звичайної на колишніх сінокосах низької якості, які розміщені на еродованих землях яружно-балкових систем Придніпров'я.

Ключові слова: природне поновлення, сосна звичайна, перебіг росту, стан насаджень.

Історія питання. Перші дослідження особливостей природного залісення яружних схилів регіону відбулися в контексті вивчення досвіду створення захисних насаджень на еродованих землях Канівських дислокацій у 1985–1987 рр. [1]. Проведений облік самосіву деревних рослин на безлісних яружних відкосах засвідчив, що у природному поновленні переважали 1–2-річні особини. Частка самосіву старшого віку не перевищувала 12 %.

У розподілі підросту за видами переважав самосів берези повислої, питома вага якого сягала 79 % від загальної кількості природного поновлення, яка у середньому становила 4508 шт·га⁻¹. Частка природного поновлення сосни звичайної та дуба звичайного була значно меншою і складала відповідно 19 і 2 %.

Порівняно незначна кількість самосіву сосни і дуба пояснюється надзвичайно жорсткими лісорослинними умовами, які сформувалися на схилах унаслідок застосування для припинення росту ярів «краваткового» способу залісення. За ним протиерозійні насадження створювали по периметру наявних ярів, а схили залишали під природне залісення після виположення до 4-ї стадії затухання. Як показали дослідження, самосів на схилах північних експозицій, за рівномірного розміщення, у шість разів перевищував кількість природного поновлення на південних. Характерною особливістю самосіву на південних схилах було його зосередження у нижній, найбільш сприятливій за зволоженням частині ділянки.

Отже, дослідження засвідчили можливість використання природного поновлення для залісення схилів ярів за умови врахування зазначених вище особливостей [1].

Очікувано успішнішим, ніж на незаліснених еродованих землях, було природне лісовідновлення сосни звичайної під наметом соснових насаджень

старшого віку на балкових схилах з еродованими ґрунтами, передусім за рахунок лісомеліоративного покращення лісорослинних умов ділянки та кращого забезпечення відновлювального процесу насінням.

Водночас, під наметом штучних соснових молодняків і середньовікових насаджень, самосів сосни окремими особинами чи невеликими куртинами у вікнах, прогалинах або на узліссях був виявлений лише на ділянках окремих пробних площ (ПП – 4, 14, 15, 29). Незначна кількість природного поновлення зумовлена товстим (до 1,5–2,5 см) шаром підстилки, який утворюється у молодих насадженнях після зімкнення намету, що унеможливорює доступ корінців самосіву до ґрунту, внаслідок чого він майже весь гине [2].

Аналіз перебігу росту дерев сосни за діаметром і за висотою 17-річного соснового насадження природного походження в урочищі «Підкова» (виділ 25 кв. 44 Миронівського агролісництва) показав, що збережений самосів у перше десятиріччя не тільки утворив деревостан і розпочав формування на площі інших ознак і властивостей лісових екосистем, а й вирізнявся вищою енергією росту, порівняно з ростом деревостанів штучного походження [2; 5; 6].

Через те, що за часи незалежності в структурі землекористування України відбулися суттєві зміни, серед яких і заростання деревно-чагарниковою рослинністю вилучених із користування сільськогосподарських угідь, зростає **актуальність** досліджень із цієї тематики. Вони вкрай важливі, оскільки їхні результати дадуть змогу оптимізувати лісгосподарські заходи щодо формування стійких насаджень на вилучених з-під сільськогосподарського користування яружно-балкових землях. Аналогічна проблема постає і в інших країнах, зокрема Росії [3].

Мета цієї роботи – дослідження особливостей природного лісоутворення на яружно-балкових землях Придніпров'я, вилучених з-під сільськогосподарського користування в межах діяльності ДП «Ржищівське лісове господарство».

Дослідні ділянки закладено поблизу урочища «Єново» у кварталі 66 Ржищівського лісництва. Місцезнаходження ділянок наведено на рис. 1.



Рис. 1. Місцезнаходження дослідних ділянок на космічному знімку

Відповідно до методики досліджень як об'єкти, що характеризували успішність природного поновлення сосни звичайної на еродованих площах, слугували землі яружно-балкової системи на схилах південно-західних експозицій. На дослідних ділянках вивчали видовий склад і відсоткову частку фітоіндикаторів типів лісорослинних умов, ступінь проективного вкриття трав'яного надґрунтового покриву [4].

На найбільш характерних площах із природним поновленням закладали по 12 облікових ділянок розміром 100 м² (10×10 м), на яких здійснювали перелік природного поновлення сосни звичайної з розподілом його по висоті, діаметру та віку. Середні значення таксаційних показників у перерахунку на 1 га отримані як середньозважені. Під час вирішення поставленої мети проводили аналіз кількісних і якісних показників рослинного покриву, що природно відтворився на вказаних територіях, які раніше тривалий час використовували як сінокоси.

За своїми еколого-лісівничими властивостями сосна звичайна як одна з лісотвірних рослин України належить до порід-піонерів, які, за сприятливих для появи природного поновлення умов, здатні швидко заселяти безлісні площі, що примикають до їхніх лісостанів. Давати насіння в насадженнях вона починає з 15-річного віку. В умовах густої посадки – з 40 років. Рясні врожаї насіння, як правило, повторюються через 2–5 років. Відповідно до програми робіт, моніторинг успішності природного поновлення сосни звичайної здійснювали на обраних об'єктах досліджень упродовж 2011–2018 рр.

Об'єкти досліджень. Польові дослідження проведені упродовж червня 2018 р. на п'яти дослідних ділянках. Пробну площу (ПП) № 1 закладено на верхній частині схилу на відстані 250 м від стіни соснового насадження; площу – № 2 на середній частині на відстані 200 м; площу № 3 – у нижній частині, на відстані 80 м до стіни лісу. Стрімкість схилу на перших трьох пробних площах – 15°. Пробна площа № 4 розміщена по тальвегу зі стрімкістю схилу 1–2°. Від стіни соснового насадження її відділяє 30 м. ПП № 5 закладено у верхній частині схилу на відстані 30 м від стіни лісу (рис. 2).



Рис. 2. Загальний вигляд природного поновлення сосни на об'єктах досліджень залежно від відстані до стіни лісу: а – травень 2011 р., б – травень 2014 р.

Базою насіння сосни, яке забезпечувало появу природного поновлення на землях дослідних ділянок, слугували 44-річні культури

сосни, закладені у 1974 р. у кварталі 66 Ржищівського лісництва (на початку досліджень у 2011 р. їм виповнилося 37 років). Процес природного залісення розпочинався від стін лісових культур, які рясно давали насіння упродовж останніх років, звідки насіння сосни потрапляло на колишні сінокісні угіддя повітряним шляхом, зі снігом і весняними талими водами.

Обговорення результатів досліджень. Інтегрованим показником особливостей екосистемних сукцесій є зміни видового складу трав'яного покриву. Екоморфний аналіз рослин трав'яного покриву на дослідних ділянках, зокрема на землях ПП-1 (рис. 3), показав, що серед ценоморф у ньому продовжують переважати пратанти та рудеранти: бавовник трав'янистий (*Gossypium herbaceum* L.), тонконіг вузьколистий (*Poa angustifolia* L.), костриця лучна (*Festuca pratensis* Huds.), куничник сіруватий (*Calamagrostis canescens* (Web.) Roth), тимофіївка лучна (*Phleum pratense* L.), полин гіркий (*Artemisia absinthium* L.), хвощ лучний (*Equisetum pratense* L.), дрік красильний (*Genista tinctoria* L.), нечуйвітер волохатенький (*Hieracium pilosella* L.), конюшина польова (*Trifolium arvense* L.), чебрець Маршалів (*Thymus marschallianus* Willd.), шавлія лучна (*Salvia pratensis* L.), деревій майже звичайний (*Achillea submillefolium* Klok. et Krytzka), рідше трапляються сильванти: горошок лісовий (*Vicia sylvatica* L.) і звіробій звичайний (*Hypericum perforatum* L.), частка яких не перевищує 15 %.



Рис. 3. Загальний вигляд природного поновлення сосни на ПП-1

Проективне покриття трав'яного покриву на ПП-2 порівняно з ділянкою на ПП-1 зменшилося з 70 % до 50 %. У його складі, як і на попередньому об'єкті, переважають пратанти та сильванти: тимофіївка лучна (*Phleum pratense* L.), тонконіг вузьколистий (*Poa angustifolia* L.), костриця лучна (*Festuca pratensis* Huds.) та інші вищезазначені рослини, проте частка сильвантів зросла до 30 %. Зростанню їх частки сприяло утворення подекуди лісової підстилки товщиною до 1 см.

Під час дослідження виявлено суттєві, порівняно з попередніми ділянками, зміни у видовому складі трав'яного покриву на ПП-3, у якому значно зменшилася частка пратантів і зросла частка сильвантів. У його

складі: фіалка шершава (*Viola hirta* L.), чистотіл великий (*Chelidonium majus* L.), осока лісова (*Carex sylvatica* Huds.), чистець лісовий (*Stachys sylvatica* L.), первоцвіт весняний (*Primula veris* L.), гвоздика дельтовидна (*Dianthus deltoides* L.), герань лучна (*Geranium pretense* L.), перстач гусячий (*Potentilla anserina* L.) та ін. Майже немає під наметом деревостану представників злакових видів. Проективне покриття трав'яного покриву зменшилося до 35 %, натомість товщина лісової підстилки зросла до 1–1,5 см.

У трав'яному покриві на ПП-4: перстач гусячий (*Potentilla anserina* L.), конюшина паннонська (*Trifolium pannonicum* Jacq.), осока лісова (*Carex sylvatica* Huds.), герань лучна (*Geranium pretense* L.), хвощ лісовий (*Equisetum sylvaticum* L.), гвоздика дельтовидна (*Dianthus deltoides* L.). Середній ступінь проективного покриття – 35 %, а товщина лісової підстилки сягає 1,5–2,0 см. У видовому складі частка сільвантів становить близько 50 %.

У трав'яному покриві на ПП-5: тонконіг вузьколистий (*Poa angustifolia* L.), костриця лучна (*Festuca pratensis* Huds.), конюшина паннонська (*Trifolium pannonicum* Jacq.), тимофіївка лучна (*Phleum pretense* L.), конюшина золотиста (*Trifolium aureum* Poll.), перстач гусячий (*Potentilla anserina* L.), бавовник трав'янистий (*Gossypium herbaceum* L.). Внаслідок зімкнення деревних рослин на ділянці, проективне покриття трав'яного покриву, у якому частка пратантів і рудерантів не перевищує 15 %, зменшилося до 25 %, а товщина лісової підстилки збільшилася до 2,5 см.

Наведені в табл. 1 дані щодо частки природного поновлення сосни різного віку на дослідних об'єктах свідчать про суттєвий вплив відстані до стіни лісу з деревами, що дають насіння, на час появи першого самосіву та його збереження.

Насамперед необхідно зазначити, що лісостани сосни, сформовані на дослідних ділянках із природного поновлення, є різновіковими. Це свідчить про поступове, поетапне природне залісення території колишніх сінокісних угідь на яружно-балкових землях, яке залежно від місцезнаходження ділянки та її геоботанічних особливостей триває від 6 (ПП-2 і ПП-5) до 11 (ПП-4) років (табл. 1). Процес природного залісення території відбувається шляхом утворення біогруп, які сприяють формуванню на нелісових землях ознак і властивостей лісових екосистем і краще протистоять трав'яному рослинному покриву з пратантів і рудерантів.

Природне поновлення сосни звичайної на ділянці, що розміщена по тальвегу яружно-балкової системи (ПП-4), почало формуватися на 2–4 роки раніше, ніж на інших площах, завдяки більш сприятливим для появи і збереження самосіву сосни умовам (тип лісорослинних умов С₃ – вологий складний субір). Унаслідок кращих лісорослинних умов природне поновлення на цій ділянці відрізнялось від інших кращим ростом і розвитком (табл. 2).

1. Частка природного поновлення сосни різного віку на дослідних об'єктах, %

Вік самосіву сосни, років	Номер пробної площі та відстань до стіни соснового насадження, м				
	ПП-1 - 250	ПП-2 - 200	ПП-3 - 80	ПП-4 - 30	ПП-5 - 30
7	5,3				
8	5,3		5,6		
9	15,8	7,1	16,7		12,8
10	10,4	35,8	5,6		15,4
11	36,4	14,3	11,0	8,7	38,5
12	21,5	7,1	16,7	25,9	17,9
13	5,3	14,3	5,6	-	10,3
14	-	21,4	38,8	-	5,1
15				8,7	
16				21,8	
17				-	
18				30,5	
19				-	
20				-	
21				4,4	

2. Лісівничо-таксаційна характеристика природного поновлення сосни звичайної на дослідних ділянках залежно від відстані до стіни лісу і типу лісорослинних умов

Номер пробної площі	ПП-1	ПП-2	ПП-3	ПП-4	ПП-5
Відстань до стіни лісу, м	250	200	80	30	30
Середньозважений вік, років	10,5	11,5	11,9	15,3	11,1
Середня висота, м	7,6	8,6	9,5	12,2	6,7
Середній діаметр, см	10,0	12,0	8,8	12,5	10,2
Кількість рослин, шт·га ⁻¹	1900	1400	1800	2300	3900
Тип лісорослинних умов	C ₁₋₂	C ₂	C ₂₋₃	C ₃	C ₁₋₂

Природне поновлення сосни на верхніх частинах схилу, яке представлено дослідними ділянками на ПП-1 і ПП-5, що утворилося та формувалося на землях з менш сприятливими лісорослинними умовами, зокрема сухішим гідротопом (перехідний від сухого до свіжого) і наявними на площі проявами площинної ерозії, відрізнялося від інших меншим середнім діаметром і середньою висотою.

Природні лісостани сосни на ПП-2 і ПП-3, що сформувалися у середній і нижній частині схилу, за таксаційними показниками, передусім висотою і діаметром, займають проміжне місце серед вивчених лісових ценозів, що зростають на верхніх частинах схилів і на тальвегу.

Важливо зазначити, що проведене порівняння росту вивчених сосняків, які сформувалися з самосіву на колишніх сінокісних угіддях, і одновікових лісових культур сосни, які зростають в аналогічних

лісорослинних умовах, свідчить про кращий ріст у висоту і особливо за діаметром лісостанів природного походження.

Висновок. Отримані результати щодо появи, росту і стану природного поновлення сосни звичайної на специфічних землях, зокрема сіножатях низької якості на еродованих землях, переконливо свідчать про можливість використання його для формування природним шляхом захисних насаджень на яружно-балкових системах Придніпров'я. Водночас треба пам'ятати, що процес використання природного поновлення сосни на яружно-балкових землях істотно відрізняється від природного лісовідновлення лісоутворювальних видів на лісових ділянках (зрубках, під наметом насаджень) в умовах рівнинного рельєфу. Він значно складніший і проблематичніший, потребує більшої уваги і творчого підходу до проведення комплексу лісогосподарських заходів. Проте загальновідома вища біологічна стійкість природних лісових ценозів і більш ефективно виконання ними захисних функцій, екологічність їх формування, без сумніву, компенсують ускладнення, що стосуються забезпечення достатньої кількості самосіву сосни та його збереження у процесі формування на яружно-балкових системах протиерозійних лісостанів природного походження.

При цьому збільшити потенційну успішність природного поновлення сосни звичайної та підвищити ефективність його використання для формування захисних насаджень можна за рахунок застосування лісівничих і лісокультурних заходів зі сприяння його появі та збереженню [7]. Головними з них є такі: покровоздирання (на сильно задернілих землях), контрольований пал, терасування схилів, підсів насіння, введення кущових деревних рослин із метою прискорення формування на заліснюваній площі ознак лісового ценозу (лісової підстилки, лісового живого надґрунтового покриву), ґрунтопокращення та витіснення з площ не лісової трав'яної рослинності тощо.

References

1. Malyuga, V. N. (1987). Opyit sozdaniya zaschitnyih nasazhdeniy na erodirovannyih zemlyah Kanevskih dislokatsiy [The experience of creating protective plantations on eroded lands of Kanev dislocations]. Candidate's thesis. Kiev, 251.
2. Yukhnovskyi, V. Y., Dudarets, S. M., Malyuha, V. M., & Khryk, V. M. (2013). Protjeroziini nasazhennia yaruzhno-balkovykh system [Anti-erosion planting of ravine-gully systems]. Kyiv, 512.
3. Morozov, A. M., & Nikolaeva, I. O. Osobennosti lesoobrazovatel'nogo protsessa na pashne i senokose [Features of the forest formation process on arable land and hayfield]. Bulletin of the Altai State Agrarian University. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-lesoobrazovatel'nogo-protsessa-na-pashne-i-senokose-1>.
4. Yukhnovskyi, V. Y., Levandovska, S. M., & Khryk, V. M. (2013). Atlas fitoindykatoriv typiv lisoroslynnykh umov Lisostepu Ukrainy [Atlas of

- phytoindicators of types of forest sites of the Forest-Steppe of Ukraine]. Bila Tserkva, 651.
5. Khryk, V. M. (2013). Osoblyvosti pryrodnoho ponovlennia sosny zvychnoi na yaruzhno-balkovykh zemliakh Pravoberezhnoho Prydniprovia [Features of natural regeneration of Scotch pine on the ravine-gully lands of the Right Bank Dnieper]. International Scientific and Practical Conference Forests, Parks, Technologies: Present and Future (Kyiv), 143–144.
 6. Khryk, V. M. (2011). Protveroziini vlastyvoli sosnovykh nasadzhen na yaruzhno-balkovykh systemakh tsentralnoi chastyny Prydniprovskoho Pravoberezhnoho Lisostepu [Anti-erosion properties of pine plantations on the ravine-gully systems of the central part of Right Bank Dnieper Forest-Steppe]. National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Extended abstract of Candidate's thesis. Kyiv, 22.
 7. Maurer, V. M. (2014). Zasady aktyvnoho zbilshennia pytomoi vahy pryrodnoho lisovidnovlennia u zahalnykh obsiahakh vidtvorennia lisiv [Principles of active increase of the share of natural reforestation in the total volume of reproduction of forests]. International Scientific and Practical Conference Forest and Landscape Economy of the 21st Century: Current Problems and Solutions (Kyiv), 81–82.

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ОВРАЖНО-БАЛОЧНЫХ ЗЕМЛЯХ ПРИДНЕПРОВЬЯ

В. Н. Малюга, В. М. Маурер, В. М. Хрык

***Аннотация.** Получены результаты появления, роста и состояния естественного возобновления сосны обыкновенной на бывших сенокосах низкого качества, которые размещены на эродированных землях овражно-балочных систем Приднепровья.*

***Ключевые слова:** естественное возобновление, сосна обыкновенная, ход роста, состояние насаждений.*

NATURAL PRESENTATION OF THE SPARKET PINE ON THE EXTERNAL BALKOVYE EARTH

V. Malyuga, V. Maurer, V. Hryk

***Abstract.** The results of the appearance, growth and state of natural regeneration of Scotch pine on the former low-quality hayfields, which are located on the eroded lands of the ravine-gully systems of the Dnieper.*

***Keywords:** natural renewal, Scotch pine, growth course, state of stands.*

УДК 630*232:631.1.017.1:582.623.2

УКОРІНЮВАНІСТЬ І ЗБЕРЕЖЕНІСТЬ ЖИВЦІВ ТОПОЛІ У ТЕСТОВИХ ПЛАНТАЦІЯХ В УМОВАХ ЧЕРНІГІВСЬКОГО ПОЛІССЯ

В. М. МАУРЕР, кандидат сільськогосподарських наук, професор,
С. М. ДУДАРЕЦЬ, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
І. С. ОДАРЧЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук
*Національний університет біоресурсів і природокористування
України*

С. М. АНІЩЕНКО, директор,
С. М. ЗАЯЦЬ, головний лісничий
*ДП «Городнянське лісове господарство» Чернігівського обласного
управління лісового і мисливського господарства*

E-mails: forest_crops@nubip.edu.ua; gorodnyalis@com.ua⁴

Анотація. Охарактеризовано особливості укорінення здерев'янілих живців і збереженості живцевих саджанців різних клонів тополі у тестових лісосировинних плантаціях в умовах Чернігівського Полісся. Здійснено попередню фахову оцінку науково-обґрунтованої придатності використання окремих культиварів тополі, з-поміж клонів вітчизняної та зарубіжної селекції, апробованих у тестових культурах, для створення плантацій в умовах вологого субору та вологої судіброви. Встановлено, що для закладання лісосировинних плантацій в умовах вологого субору краще використовувати живці тополі Торопогрицького, а в умовах вологої судіброви, окрім зазначеного культивару, – клони 'Blanc de Poitou', 'Serotina' і 'San Giorgio'.

Ключові слова: тополя, плантаційне лісовирощування, лісосировинні плантації, культивар, клон, здерев'янілі живці.

Стрімкий розвиток світової біоенергетики, значення якої для майбутнього людства зростає з кожним роком, реалії та виклики сьогодення і сучасні вимоги щодо раціонального використання природного ресурсного потенціалу зумовлюють необхідність пошуку та розробки принципово нових підходів до ведення господарської діяльності у лісах країни. Одним із них є використання інтенсивних технологій відновлення природних ресурсів. У цьому контексті виняткова роль належить трансформаційному (індустріальному, економіко-технологічному) підходу до відтворення та використання лісів, яким є плантаційне лісовирощування у сучасній інтерпретації. Воно спрямоване на підвищення продуктивності деревних ценозів, розширення та зміцнення лісосировинної бази за рахунок вирощування швидкорослих видів у насадженнях садового типу [9].

Вкрай важливо, що запровадження індустріального підходу дасть змогу інтенсифікувати процеси лісовирощування, зменшити ресурсний

тиск на інші категорії лісів, підвищити лісистість території країни та пересічну продуктивність насаджень, скоротити терміни вирощування деревини з можливістю подальшого її використання для енергетичних цілей та як сировини для забезпечення безперервної роботи меблевої та целюлозно-паперової промисловості [12].

До цього доречно додати, що 3,5 млн га сільськогосподарських земель в Україні не використовують або використовують неефективно [2]. З них понад 200 тис. га таких земель на Поліссі та у Лісостепу є придатними для вирощування тополевих біоенергетичних плантацій. Тому широке запровадження плантаційного лісовирощування сприятиме ще й раціональному використанню земельних ресурсів держави.

Значною у лісовому фонді, зокрема Чернігівського Полісся, є і частка перезволожених ділянок, вкритих малопродуктивними насадженнями, галявин і сіножатей, ефективність використання яких можна суттєво підвищити шляхом закладання на них плантацій швидкорослих деревних видів.

Під час створення лісосировинних плантацій на Поліссі пріоритет надають культиварам тополь, завдяки легкій здатності їх до гібридизації, легкості вегетативного розмноження та інтенсивному росту, починаючи з перших років вирощування. Згідно з концепцією Біоенергетичної асоціації України, до 2020 р. площа тополевих плантацій України має зрости до 20 тис. га, а у 2030 р. очікувано становитиме близько 100 тис. га і дасть змогу щорічно продукувати 0,54 млн тонн умовного палива [10].

Вищезазначене свідчить про неабияку **актуальність** і доцільність апробації різних культиварів тополі на тестових плантаціях на ділянках із різними лісорослинними умовами з метою оцінки їхньої продуктивності та придатності для прискореного лісовирощування у промислових масштабах.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Вивченням агробіологічних і технологічних аспектів створення та вирощування тополевих насаджень на теренах нашої держави свого часу займалися Д. Д. Лавриненко [6; 7; 8], Г. І. Редько [11], П. Л. Богданов [1], С. В. Шевченко [17], Ф. Л. Щепотьєва [18] та інші.

Результати сучасних досліджень особливостей прискореного вирощування деревини представників роду тополя (*Populus*) на плантаціях представлені у працях Я. Д. Фучила та його колег – М. І. Ониськіва, М. В. Сбитної і В. М. Літвіна [14; 15; 16] та у публікаціях Ю. М. Дебринюка [3].

Нині великого поширення плантаційне вирощування тополі набуло у країнах Європейського Союзу, Південної Америки, Азії, Канаді та США, де дослідженнями його особливостей займалися В. А. Boysen [20], С. V. Oosten [21] та інші.

При цьому, розвиток плантаційного лісовирощування у передових країнах не обмежується задоволенням сировинних і енергетичних потреб, а також спрямований на збереження природних лісів, що у сучасних умовах має велике значення.

Плантаційне лісовирощування загалом і тополі зокрема в Україні має також досить давню історію, однак належного визнання і промислового застосування воно дотепер не набуло. Спроби створення плантаційних насаджень швидкорослих деревних видів, у тому числі тополі, у малолісних і промислово розвинутих регіонах колишнього Радянського Союзу мали місце у минулому. Одну з них було проведено в Україні наприкінці 1950-х – на початку 1960-х рр. За п'ятирічний період було закладено загалом понад 385 тис. га плантаційних культур, із них близько 75 тис. га – тополевих [7; 13]. На жаль, очікуваних результатів отримати не вдалося, через що роботи зі створення плантаційних насаджень були розкритиковані та припинені.

Сучасний розвиток плантаційного лісовирощування тополі в Україні, як і трансформаційного підходу до відтворення лісів, певною мірою гальмується через помилки, допущені під час «тополевої кампанії» у 1960-х рр., і брак сучасних апробованих науково-методичних рекомендацій.

Оскільки головним показником, що визначає ефективність плантаційного лісовирощування, є продуктивність насаджень, вкрай важливим питанням є науково-обґрунтований добір високопродуктивних культиварів. При цьому до перспективних деревних рослин для плантаційного лісовирощування відносять культивари, які здатні продукувати за рік на одному гектарі більше ніж 15 м³ деревної маси. Без сумнівів, до таких належать представники роду Тополя (*Populus spp.*) і, передусім, їхні гібриди з гетерозисним ефектом. У цьому контексті дуже актуальним є добір і районування до певних лісорослинних умов найбільш продуктивних їхніх клонів, з урахуванням біологічних і екологічних особливостей і ценотичних властивостей культиварів.

Мета досліджень: здійснити попередню оцінку придатності апробованих культиварів тополі для плантаційного вирощування у певних лісорослинних умовах Чернігівського Полісся за особливостями укорінення живців і збереженістю живцевих саджанців їхніх клонів у тестових плантаціях.

Матеріали та методика досліджень. Об'єктами проведених досліджень слугували дві тестові плантації тополі, що були створені навесні 2017 р. у Тупичівському лісництві ДП «Городнянське лісове господарство» Чернігівського обласного управління лісового і мисливського господарства. Обидві плантації закладено на свіжих нерозкорчованих зрубках висаджуванням здерев'янілих живців у попередньо нарізані борозни. На першій ділянці, площею 2,0 га (квартал 50, виділ 10), в умовах вологого субору (B₂) із розміщенням садивних місць 4,0×1,0 м було висаджено живці 10 культиварів тополі, які були заготовлені на колекційній ділянці навчально-дослідного розсадника кафедри відтворення лісів і лісових меліорацій НУБіП України. В умовах свіжого субору апробовували форми і гібриди чорних тополь: 'Ijzer-5', 'Ghoy', 'Dorskamp', 'Robusta', 'Blanc du Poitou', 'Serotina', 'Tardif de Champagne', 'I-214', 'Vereecken' та 'Торопогрицького'.

На другій ділянці (квартал 2, виділ 2), в умовах вологої судіброви (С₃), за таким самим розміщенням садивних місць було висаджено живці 15 культиварів тополі, серед яких, окрім зазначених вище, були представлені ще клони 'Gelrica', 'Heidemij', 'Marilandica', 'I-45/51' і 'San Giorgio'. Загалом у процесі створення тестових плантацій висаджено понад 2 тис. живців.

Для дослідження програмних питань було використано загальноприйняті в лісівництві методики та загальнонаукові методи для аналізу, синтезу, порівняння і узагальнення отриманих наукових матеріалів.

Придатність окремих культиварів тополі для вирощування у тих чи тих лісорослинних умовах оцінювали за фітоіндикаційним методом [5], відповідно до якого особливості укорінення живців і збереженості висаджених рослин, їхній стан, ріст і продуктивність слугують критеріями доцільності використання найкращих з-поміж апробованих в експерименті клонів тополі, на ділянках із такими самими умовами, як досліджувані.

Особливості укорінення апробованих у тестових плантаціях живців досліджували за приживлюваністю висаджених живців, яку відповідно до «Інструкції з проектування, технічного приймання, обліку та оцінки якості лісокультурних об'єктів» [4] визначали наприкінці першого вегетаційного періоду (після 1 жовтня 2017 р.), а збереженість живцевих саджанців – станом на 15 жовтня 2018 р.

Результати досліджень. Порівняння приживлюваності висаджених живців свідчить, що загалом в умовах посушливої весни та засушливого літа 2017 р. краще укорінювалися живці апробованих в експерименті клонів в умовах вологої судіброви – 74,4 % (табл. 2), а гірше (34,7 %) – на ділянці вологого субору (табл. 1). При цьому необхідно зазначити, що на ділянці з умовами вологого субору, на відміну від судібровного трофотопу, значна кількість живців всохла влітку після розпускання листочків. Виявлена особливість, на нашу думку, зумовлена меншою водоутримувальною здатністю супіщаного ґрунту порівняно з легкосуглинковим.

1. Укорінюваність здерев'янілих живців культиварів тополі та їх збереженість у тестовій плантації в умовах вологого субору

Культивар (клон)	Кількість живців, шт.			Укоріне- ність, %	Збереже- ність, %
	висаджено	укорінилось	збереглось		
'Ijzer-5'	132	40	22	30,3	16,7
'Ghoy'	98	22	10	22,5	10,2
'Dorskamp'	112	34	22	30,4	19,7
'Robusta'	120	52	20	43,3	16,7
'Blanc de Poitou'	112	14	6	12,5	5,4
'Serotina'	44	14	10	31,8	13,6
'Tardif de Champagne'	124	24	10	19,4	16,1
'I-214'	78	34	14	43,6	18,0
'Vereecken'	86	32	18	37,2	21,0
Т. Торопогрицького	142	108	44	76,1	31,0
Середнє				34,7	16,8

Щодо особливостей укорінення апробованих в експерименті здерев'янілих живців на ділянці з суборовими умовами (табл. 1), необхідно зазначити, що на кінець першого вегетаційного періоду найвищою приживлюваністю (76,1 %) вирізнялися живці клонів тополі 'Торопогрицького', яка більше ніж удвічі перевищувала середню на площі (34,7 %). Гірше за інших укорінювалися живці культиварів 'Blanc de Poitou' (12,5 %), 'Tardif de Champagne' (19,4 %) і 'Ghoy' (22,5 %).

На кінець другого вегетаційного періоду (станом на 15 жовтня 2018 р.) абсолютно найвища збереженість (31 %), як і приживлюваність, була характерна для живцевих саджанців клону тополі 'Торопогрицького'. При цьому з укорінених живців цього клону збереглося менше ніж половина (близько 41 %). Найбільшою ж збереженість саджанців, з-поміж укорінених, попри низьку приживлюваність живців, була у культиварів 'Tardif de Champagne' (83,3 %) і 'Dorskamp' (64,8 %).

2. Укорінюваність здерев'янілих живців культиварів тополі та їх збереженість у тестовій плантації в умовах вологості судіброви

Культивар (клон)	Кількість живців, шт.			Укоріне- ність, %	Збереже- ність, %
	висаджено	укорінилось	збереглось		
'Ijzer-5'	128	88	56	68,8	43,8
'Ghoy'	130	90	58	69,2	44,6
'Dorskamp'	120	60	40	50,0	33,3
'Gelrica'	58	16	10	27,6	17,2
'Heidemiy'	38	24	18	63,2	47,4
'Marilandika'	54	46	34	85,2	63,0
'Robusta'	96	94	66	97,9	68,8
'Blanc de Poitou'	76	74	66	97,4	86,8
'Serotina'	100	94	80	94,0	80,0
'Tardif de Champagne'	32	24	6	75,0	18,8
'Vereecken'	58	50	38	86,2	65,5
'I-45/51'	96	68	44	70,8	45,8
'I-214'	86	36	26	41,9	30,2
Т. Торопогрицького	126	124	110	98,4	87,4
'San Giorgio'	62	56	48	90,3	77,4
Середнє				74,4	54,0

На ділянці з судібровними умовами (табл. 2) на кінець першого вегетаційного періоду найвищою приживлюваністю вирізнялися живці клонів тополі 'Торопогрицького' (98,4 %), 'Robusta' (97,9 %), 'Blanc de Poitou' (97,4 %), 'Serotina' (94,0 %) і 'San Giorgio' (90,3%), а найнижчою – у культиварів 'Gelrica' (27,6 %) та 'I-214' (41,9 %).

Збереженість живцевих саджанців апробованих культиварів на зрубі з судібровними умовами корелювала з укоріненістю їхніх живців. Найбільшою вона була у клонів тополі 'Торопогрицького' (87,4 %), 'Blanc de

Poitou' (86,8 %), 'Serotina' (80,0 %) і 'San Giorgio' (77,4 %), а найнижчою – у культиварів 'Gelrica' (17,2 %) та 'Tardif de Champagne' (18,8 %).

Певний інтерес становить порівняння успішності укорінення живців (рис. 1) та їх збереження (рис. 2) залежно від лісорослинних умов ділянки, відведеної для плантаційного лісовирощування.

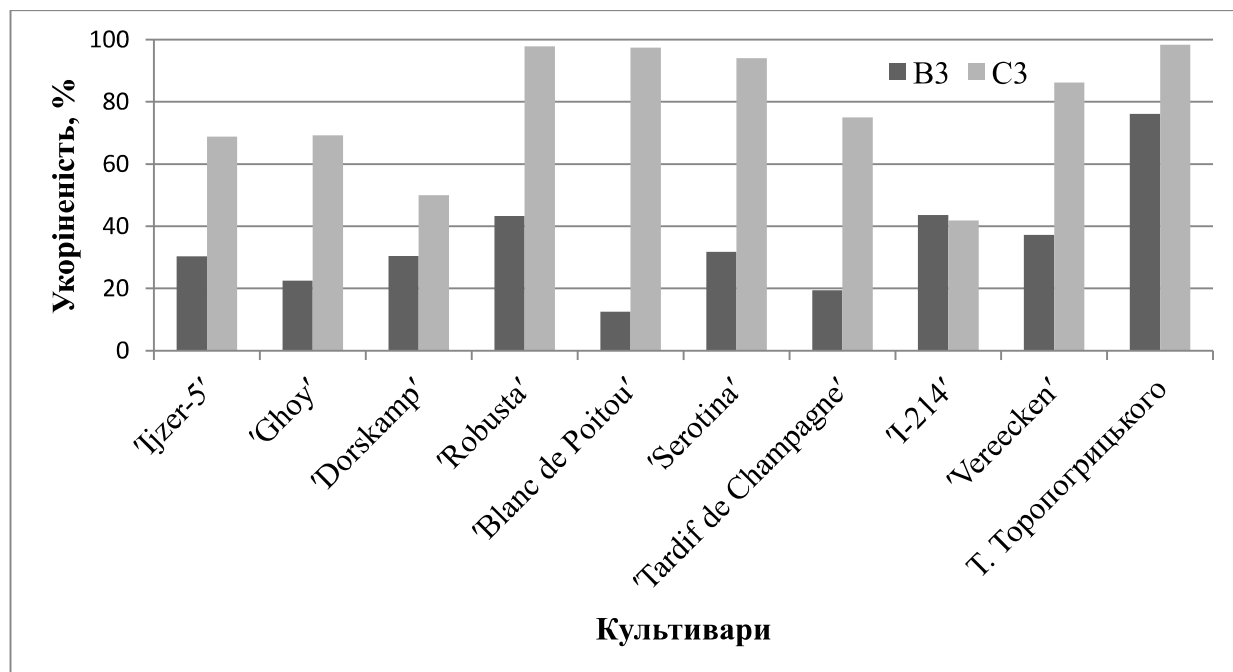


Рис. 1. Укоріненість здерев'янілих живців апробованих культиварів залежно від типу лісорослинних умов

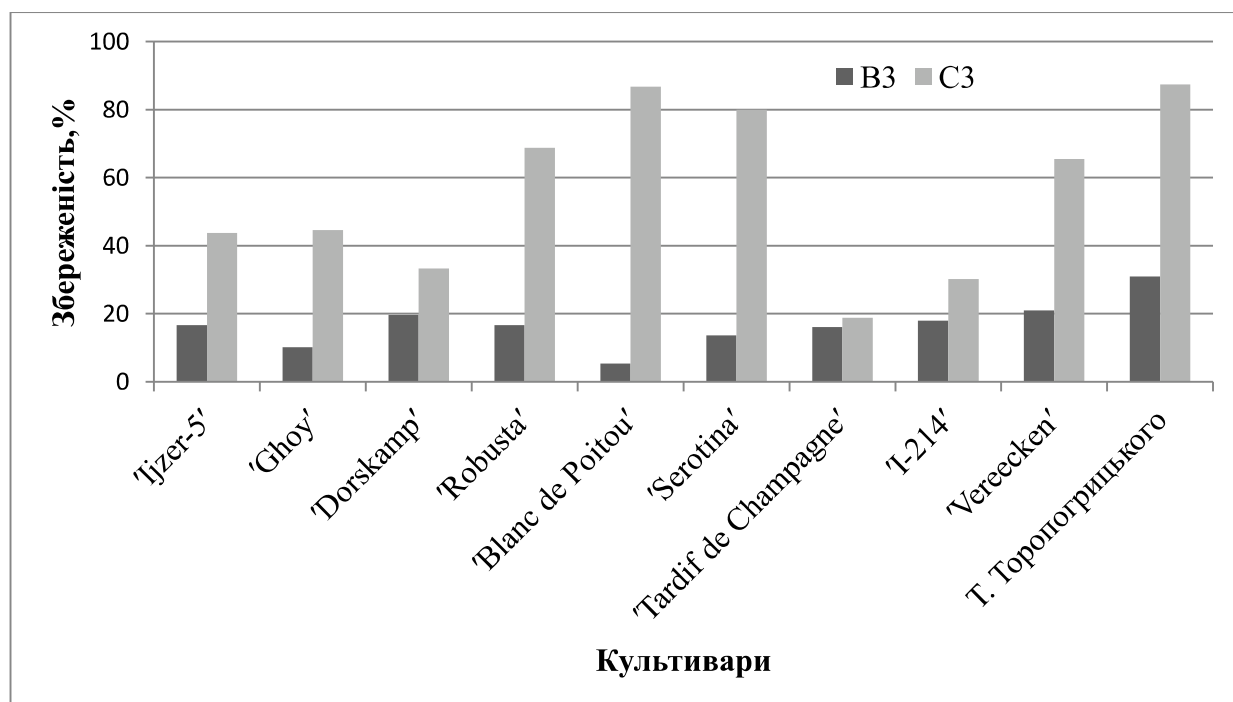


Рис. 2. Збереженість здерев'янілих живців апробованих культиварів залежно від типу лісорослинних умов

Проведене порівняння успішності вкорінення живців апробованих культиварів та їх збереженості залежно від трофотопу типу лісорослинних умов дає змогу виділити клони, які більш або менш чутливо реагують на родючість ґрунту ділянки. Особливо яскраво про це свідчить збереженість живцевих саджанців у тестових плантаціях.

До дуже чутливих до зміни трофності лісорослинних умов культиварів, за нашими даними, належать клони 'Blanc de Poitou', 'Serotina', 'Robusta' і 'Vereecken', а до тих, які реагують значно менше, – 'I-214', 'Dorskamp' та 'Ijzer-5'.

Логічним поясненням виявлених особливостей, які узгоджуються з даними, отриманими за результатами дослідження у Західному Поліссі та Опіллі [19], є специфічне відношення зазначених культиварів до родючості ґрунтів та їх вологоємності, що необхідно враховувати під час добору рослин для плантаційного лісовирощування тополі.

Особливе місце серед апробованих культиварів належить клону тополі 'Торопогрицького', який серед досліджуваних в експерименті рослин вирізнявся найвищою укорінюваністю живців і збереженістю саджанців як у суборових, так і судібровних умовах.

Зазначене дає змогу зробити попередній висновок щодо найбільшої адаптованості цього культивару до місцевих умов регіону досліджень і найбільшої придатності його для плантаційного лісовирощування в умовах Чернігівського Полісся.

Висновки

1. Дослідження підтверджують доцільність науково-обґрунтованого добору найбільш придатних для конкретних лісорослинних умов регіону високопродуктивних культиварів тополі для плантаційного лісовирощування.
2. Порівняння успішності вкорінення живців апробованих культиварів та їх збереженості залежно від типу лісорослинних умов дає змогу виділити клони, які більш або менш чутливо реагують на родючість ґрунту ділянки. Особливо чутливими культиварами до зміни трофності лісорослинних умов є клони 'Blanc de Poitou', 'Serotina', 'Robusta' і 'Vereecken', а такими, що реагують менше, – 'I-214', 'Dorskamp' та 'Ijzer-5'.
3. З урахуванням виявлених особливостей відношення апробованих культиварів до родючості ґрунтів та їх вологоємності встановлено, що для закладання лісосировинних плантацій в умовах вологого субору краще використовувати живці тополі 'Торопогрицького', а в умовах вологої судіброви, окрім зазначеного культивару, клони 'Blanc de Poitou', 'Serotina' і 'San Giorgio'.
4. Найвища укорінюваність живців і збереженість саджанців тополі 'Торопогрицького' як у суборових, так і судібровних умовах свідчать про найбільшу адаптованість цього культивару до умов регіону досліджень.

References

1. Bohdanov, P. (1965). Topolya i ikh kul'tura [Poplar and their culture]. Moskva, 100.

2. Heletukha, H., Zheliezna, T., & Kucheruk, P. (2014). Suchasnyy stan ta perspektyvy rozvytku bioenerhetyky v Ukrayini. Analitychna zapyska BAU № 9 [Current state and prospects of bioenergy development in Ukraine. Analytical note of BAU № 9]. Bioenergy Association of Ukraine, 32.
3. Debryniuk, Yu. (2013). Kontseptual'ni zasady plantatsiynoho lisovyroshchuvannya v Ukrayini [Conceptual basis of plantation forestry in Ukraine]. Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, 11, 25–33.
4. Instruksiya z proektuvannya, tekhnichnoho pryymannya, obliku ta otsinky yakosti lisokul'turnykh ob'yektiv [Instruction on design, technical acceptance, registration and evaluation of forest-cultural objects quality]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1046-10>.
5. Klymenko, M., Feshchenko, V., & Vozniuk, N. (2010). Osnovy ta metodolohiya naukovykh doslidzhen' [Fundamentals and methodology of scientific research]. Kyiv, 351.
6. Lavrynenko, D. (1964). Puti sozdaniya topolevykh nasazhdeniy na Ukraine [Ways to create poplar plantations in Ukraine]. Increasing forest productivity and safety. Moskva, 342–352.
7. Lavrynenko, D. (1962). Rezul'taty inventarizatsii topolevykh kul'tur, sozdannykh v 1955–1959 gg. na Ukraine [The results of the inventory of poplar crops, created in 1955–1959 in Ukraine]. Forest cultures and forestry. Kyiv, 40–51.
8. Lavrynenko, D., & Redko, H. (1962). Sozdaniye topolevykh nasazhdeniy [Creation of poplar plantations]. Moskva, 313.
9. Maurer, V. M., & Kaydik, O. Yu. (2016). Ekoadaptatsiyne vidtvorennya lisiv [Eco-adaptive reproduction of forests]. Kyiv, 220.
10. Odarchenko, I. S. (2017). Ahrotekhnolohichni zasady plantatsiynoho lisovyroshchuvannya kul'tyvariv topoli v umovakh Volyns'koho Polissya ta Opillya [Agro-technological principles of plantation forest growing of poplar cultivars in conditions of Volyn Polissya and Opilia]. Extended abstract of Candidate's thesis. Kyiv, 26.
11. Redko, H. I. (1970). Biologiya topoley i ikh razvedeniye na Ukraine [Biology of poplars and their breeding in Ukraine]. Extended abstract of Doctor's thesis Lviv, 52.
12. Maurer, V. M., Gordienko, M. I., & Brovko, F. M. (2009). Teoretychni ta tekhnolohichni osnovy vidtvorennya lisiv na zasadakh ekolohichno oriyentovanoho lisivnytstva [Theoretical and technological bases of forest reproduction on the basis of ecologically oriented forestry]. Kyiv, 63.
13. Turchak, F. M. (1999). Ekzoty i mistsevi shvydkorostuchi derevni porody dlya plantatsiynoho lisovyroshchuvannya na Polissi [Exotic and local fast growing wood species for plantation forestry in Polissya]. Scientific works of Polissya FSRS. Kyiv, 138-141.
14. Fuchilo, Ya. D., Oniskov, M. I., & Sbytina, M. V. (2006). Biolohichni ta tekhnolohichni osnovy plantatsiynoho lisovyroshchuvannya [Biological and technological basics of plantation forestry]. Kyiv, 394.

15. Fuchilo, Ya. D. (2012). Plantatsiyne lisovyroshchuvannya: teoriya, praktyka, perspektyvy [Plantation Forestry: Theory, Practice, Perspectives]. Kyiv, 463.
16. Fuchilo, Ya. D., Litvin, V. M., & Sbitna, M. B. (2012). Biologichni, ekolohichni ta tekhnologichni aspekty plantatsiynoho vyroshchuvannya topoli v umovakh Kyivivs'koho Polissya [Biological, ecological and technological aspects of plantation poplite cultivation in the conditions of Kyiv Polissya]. Kyiv, 214.
17. Shevchenko, S. V. (1958). Topolya ta yiyi kul'tura v zakhidnykh oblastyakh [Poplar and its culture in the western areas of USSR]. Lviv, 108.
18. Shchepoteva, F. L. (1959). Kul'tura topoley [Poplar culture]. Kharkov, 71.
19. Shilin, I. S. (2016). Osoblyvosti stanu ta rostu kul'tyvariv topoli u fazi pryshyvlennya na plantatsiyakh Volyns'koho Polissya ta Opillya [Peculiarities of the condition and growth of poplar cultivars in the phase of attachment on plantations of Volyn Polissya and Opilia]. Scientific Bulletin of UNFU, 26.1, 122–128.
20. Boysen, B., & Strobl, S. (1991). A grower's guide to Hybrid Poplar. Brockville, 148.
21. Oosten, C. V. (2006). Hybrid Poplar crop manual for the Prairie Provinces. Nanaimo, 234.

УКОРЕНЕНИЕ И СОХРАННОСТЬ ЧЕРЕНКОВ ТОПОЛЯ В ТЕСТОВЫХ ПЛАНТАЦИЯХ В УСЛОВИЯХ ЧЕРНИГОВСКОГО ПОЛЕСЬЯ

В. М. Маурер, С. Н. Дударец, И. С. Одарченко,
С. М. Анищенко, С. М. Заяц

Аннотация. Приведена характеристика особенностей укоренения одревесневших черенков и сохранности черенковых саженцев разных клонов тополя в тестовых лесосырьевых плантациях в условиях Черниговского Полесья. Произведена предварительная профессиональная оценка научно-обоснованной пригодности использования отдельных культиваров тополя, из числа клонов отечественной и зарубежной селекции, апробированных в тестовых культурах, для создания плантаций в условиях влажной субори и влажной судубравы. Установлено, что для закладки лесосырьевых плантаций в условиях влажной субори лучше использовать черенки тополя 'Торопогрицкого', а в условиях влажной судубравы, кроме вышеуказанного культивара, клоны 'Blanc de Poitou', 'Serotina' и 'San Giorgio'.

Ключевые слова: тополь, плантационное лесовыращивание, лесосырьевые плантации, культивар, клон, одревесневшие черенки.

ROOTING AND PRESERVATION OF THE POPLAR CUTTINGS IN TEST PLANTATIONS IN THE CONDITIONS OF CHERNIGIV POLISSIA

V. Maurer, S. Dudarets, I. Odarchenko, S. Anishchenko, S. Zaiats

Abstract. The peculiarities of rooting of wooded cuttings and preservation of planted cuttings of different poplars clones of plantations are characterized in

the conditions of Chernihiv Polissia. It has been carried out preliminary expert scientifically sound assessment of the suitability of using certain cultivars of poplar among clones of domestic and foreign breeding tested in test cultures for plantations establishment in conditions of wet fairly infertile pine site type and fairly infertile oak site type. It is determined that for establishing of forest plantations in the conditions of wet fairly infertile pine site type it is more efficient to use poplar cuttings of Toropohrytskii clone, and in the conditions of the wet and fairly infertile oak site type besides the mentioned cultivar, the clones 'Blanc de Poitou', 'Serotina' and 'San Giorgio' are better

Keywords: poplar, plantation forestry, forestry plantations, cultivar, clone, wooded cuttings.

УДК 630*2:631.53.03:582.475.4

ВПЛИВ РІЗНИХ УМОВ ПІДЖИВЛЕННЯ НА СИНТЕЗ ФЕНОЛЬНИХ СПОЛУК І ПІГМЕНТНИЙ КОМПЛЕКС ХВОЇ СІЯНЦІВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ

А. П. ПІНЧУК, кандидат сільськогосподарських наук, докторант кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій *⁵

Національний університет біоресурсів і природокористування України

А. Ф. ЛІХАНОВ, кандидат біологічних наук, доцент, старший науковий співробітник відділу дендрології та паркознавства

Інститут еволюційної екології НАН України

E-mail: a_pinchuk@nubip.edu.ua

Анотація. Вирощування якісного садивного матеріалу передбачає підбір оптимальних умов підживлення, що потребує розуміння біохімічних і фізіологічних процесів, які пов'язані з адаптацією сіянців. Надійним інтегральним показником стану життєздатності рослин є склад пластидних пігментів, активність оксидоредуктаз, синтез вторинних метаболітів, у тому числі фенольних сполук, пігментного комплексу.

Наведено результати досліджень впливу водорозчинних добрив «Гармонія», «Розсада-старт» і «Новоферт-Універсал» на вміст фенольних речовин у хвої сіянців сосни звичайної за різних умов їхнього підживлення. Показано особливості синтезу фенольних сполук, вмісту і співвідношення пластидних пігментів у хвої сіянців сосни звичайної під дією водорозчинних добрив.

Ключові слова: добрива, сіянці, сосна звичайна, феноли, флавоноїди.

* Науковий консультант – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник П. П. Яворовський.

Актуальність. На сучасному етапі розвитку людства змінилося його ставлення до лісів від ресурсного до екологічного. Цінність лісів не обмежується їхніми захисними, санітарно-гігієнічними, водоохоронними, оздоровчими функціями, водночас, ліс залишається відновлювальним джерелом деревини [6]. За таких умов на перший план виходить питання щодо необхідності забезпечення відтворення лісів якісним садивним матеріалом, стійким проти несприятливих чинників навколишнього середовища, чому сприятиме застосування добрив і біологічно активних речовин. Однак вирощування такого садивного матеріалу передбачає підбір оптимальних умов підживлення, що потребує розуміння біохімічних і фізіологічних процесів, які пов'язані з адаптацією сіянців. Надійним інтегральним показником стану життєздатності рослин є склад пластидних пігментів, активність оксидоредуктаз, синтез вторинних метаболітів, у тому числі фенольних сполук, пігментного комплексу [3], а їхній синтез є досить чутливою компонентою в системі фізіологічних адаптацій, оскільки останні суттєво впливають на морфогенез рослин [1; 9], виконують широкий спектр регуляторних і захисних функцій [2], впливають на якісний і кількісний склад, зокрема за умов застосування біостимуляторів [12], їхнє кількісне і якісне співвідношення є інформативними маркерами загального стану рослин.

Мета дослідження: виявлення вмісту фенольних сполук і пластидних пігментів у хвої сіянців сосни звичайної залежно від різних умов їхнього підживлення.

Матеріали та методи дослідження. Під час проведення досліджень ми вивчали ефективність дії водорозчинних добрив «Гармонія», «Розсада-Старт» і «Новоферт-Універсал» на формування продуктивності садивного матеріалу сіянців сосни звичайної, який вирощували на навчально-дослідному розсаднику кафедри лісовідновлення та лісорозведення НУБіП України упродовж 2013–2015 рр.

Програмою досліджень було передбачено вивчення ефективності застосування одноразових позакореневих підживлень водорозчинними добривами на початку відновлення вегетації рослин (початок травня) у період прокидання точки росту та дворазових – на початку відновлення вегетації рослин (початок травня) у період прокидання точки і наприкінці періоду вегетації рослин (на початку серпня), коли відбувалося визрівання річного приросту та підготовки деревних рослин до зими.

У дослідженнях як вихідний матеріал використовували насіння сосни звичайної 1 та 3 класу якості [5].

Вміст хлорофілів *a*, *b* і каротиноїдів у хвої визначали в метанольних екстрактах, які отримували у співвідношенні 1:10 (наважка рослинного матеріалу : метанол). Кількісний вміст хлорофілів (Cl_a і Cl_b) і каротиноїдів ($C_{(x+c)}$) у хвої визначали на сканувальному спектрофотометрі OptizenPop (Південна Корея) за формулою:

$$Cl_a \text{ (мг/мл)} = 16,72A_{665,2} - 9,16A_{652,4}$$

$$Cl_b \text{ (мг/мл)} = 34,09A_{652,4} - 15,28A_{665,2}$$

$$C_{(x+c)} \text{ (мг/мл)} = (1000A_{700} - 1,63C_a - 104,96C_b) / 221. [10]$$

Загальний вміст фенольних сполук визначали спектрофотометричним методом (СФ Optizen Pop, Південна Корея) за допомогою реактиву Фоліна–Чекольтеу (Folin & Ciocalteu's phenol reagent) [4].

Кількісний вміст флавоноїдів у хвої визначали спектрофотометрично за довжиною хвилі $\lambda = 419$ нм. До 300 мкл метанольного екстракту хвої послідовно додавали 200 мкл 0,1 М розчину хлориду алюмінію ($AlCl_3$) і 300 мкл 1 М ацетату натрію (CH_3COONa). Калібрувальний графік будували за кверцетином (Sigma, Germany). Повторність фітохімічних досліджень – чотирикратна. Біохімічне профілювання вегетативних органів рослин виконували методом ТШХ на пластинках сілікагель 60 (Sorbfil F₂₅₄) і ВЕТШХ (Merck). Розділення флавоноїдів і оксикоричних кислот проводили у двох системах розчинників: 1) хлороформ – оцтова кислота – метанол – вода (60:32:12:8); 2) етилацетат – оцтова кислота – мурашина кислота – вода (100:11:11:26). Для визначення хімічної природи речовин хроматограми обробляли хромогенними реагентами. Показники R_f індивідуальних сполук визначали фотоденситометрично за використання комп'ютерної програми Sorbfil TLC. Статистичну обробку даних виконували з використанням програми Statistica 7.0.

Результати дослідження та їх обговорення. Результати фітохімічних досліджень рослинного матеріалу показали, що за умов застосування різних варіантів позакореневого підживлення у хвої сіянців сосни звичайної спостерігається помітна різниця у кількісному складі фенольних речовин. Значна частина індивідуальних сполук представлена оксибензойними і оксикоричними кислотами, їх кон'югатами та флавоноїдами. За нашими даними, вміст фенольних сполук у тканинах хвої коливається у межах від 54 до 119 мг·г⁻¹ (табл. 1).

Виявлено, що співвідношення загального вмісту фенолів до групи флавоноїдів у хвої сіянців сосни звичайної за умов внесення різних за хімічним складом мікродобрив було майже у 20 разів більшим. На фоні суттєвої різниці загального пулу фенолів, кількісний вміст флавоноїдів у досліджених варіантах виявився достатньо стабільним, що може свідчити про функціональну збалансованість синтезу флавоноїдів та їх важливу регуляторну роль в забезпеченні процесу біохімічного балансу органів.

За умов підвищення або зниження концентрації одного з фенольних компонентів, що відбувається у клітинах за дії стресових чинників, рослинний організм активує ферментні системи, які є складовими метаболічних ланцюгів компенсаторних реакцій.

У сосни звичайної ключовими ферментами в біосинтезі флавоноїдів і стильбенів є халконсинтаза (CHS) і стильбенсинтаза (STS), які є тісно пов'язаними між собою. У дослідженнях Флігмана зі співавторами було показано, що у проростків сосни в умовах стресу відбувається тимчасове збільшення активності CHS із піком через 16 годин [9]. У проростках сосни звичайної цей фермент як субстрат використовує 4-кумароїл-СоА (до нарингенін-халкона), а також цинамоїл-СоА з отриманням похідного халкона пінокебріна. Активність стильбенсинтази типу STS 1 зростала з

запізненням у 6 годин і максимум її активності спостерігався через 30 годин після стресового впливу.

1. Загальний уміст фенольних сполук і флавоноїдів (мг·г⁻¹ сирової маси) у хвої сіянців сосни звичайної за різних умов їхнього підживлення

Умови підживлення сіянців*	Феноли (Ph)	Флавоноїди (F)	Відношення Ph / F
1	118,9 ± 4,8	6,1 ± 0,2	19,5 ± 0,8
2	90,3 ± 3,6	7,6 ± 0,3	11,9 ± 0,5
3	67,1 ± 2,0	7,6 ± 0,3	8,8 ± 0,4
4	59,6 ± 2,4	9,3 ± 0,4	6,4 ± 0,3
5	70,4 ± 2,8	9,0 ± 0,5	7,8 ± 0,3
6	72,6 ± 2,9	9,5 ± 0,4	7,6 ± 0,3
7	54,3 ± 2,2	9,1 ± 0,4	6,0 ± 0,2
8	62,6 ± 2,5	2,3 ± 0,1	27,2 ± 0,8
9	106,9 ± 5,3	9,9 ± 0,3	10,8 ± 0,4
10	76,0 ± 3,0	9,5 ± 0,4	8,0 ± 0,3
11	91,2 ± 4,6	9,8 ± 0,4	9,3 ± 0,4
12	75,7 ± 3,0	9,1 ± 0,4	8,3 ± 0,3
13	97,2 ± 3,9	10,0 ± 0,4	9,7 ± 0,4
14	73,7 ± 2,9	9,1 ± 0,4	8,1 ± 0,3
15	96,3 ± 3,9	10,0 ± 0,4	9,6 ± 0,4
16	101,5 ± 4,1	8,2 ± 0,3	12,4 ± 0,5

* Примітка: 1 – відкритий ґрунт; 2 – прикоп; 3 – контроль; 4 – «Новоферт-Універсал» (НФ) – 2-разове підживлення; 5 – «Гармонія» (Г) – 1-разове підживлення (3 кл.); 6 – «Розсада-Старт» (РС) – 2; 7 – Г – 1; 8 – Г – 2; 9 – Г – 2 (3 кл.); 10 – РС – 1; 11 – РС – 2 (3 кл.); 12 – НФ – 2 (3 кл.); 13 – контроль (3 кл.); 14 – НФ – 1 (3 кл.); 15 – РС – 1 (3 кл.); 16 – НФ – 1.

Отже, ферментна система, яка відповідає за синтез флавоноїдів, є доволі лабільною складовою захисних реакцій рослин в умовах стресу. Це пояснюється у тому числі біоцидністю окремих флавоноїдів, їхнім високим антиоксидантним потенціалом і здатністю захищати клітинні мембрани. З часом вміст і якісний склад флавоноїдів стабілізується, а антиоксидантну і цитопротекторну функцію виконує широкий спектр поліфенольних сполук, зокрема стильбеноїди, кон'югати оксикоричних і оксибензойних кислот [1; 2].

Застосування методів високоефективної тонкошарової хроматографії дало змогу виявити до дев'яти індивідуальних сполук із характерною для фенілпропаноїдів і стильбеноїдів флуоресценцією (рис. 1). Розподіл речовин на хроматографії перебував у діапазоні значень R_f від 0,12 до 0,98. У хвої сіянців сосни звичайної за вмістом були речовини з R_f~0,35, 0,45, 0,53 і 0,92, водночас, варіабельною за вмістом виявилася речовина з R_f ~0,73.

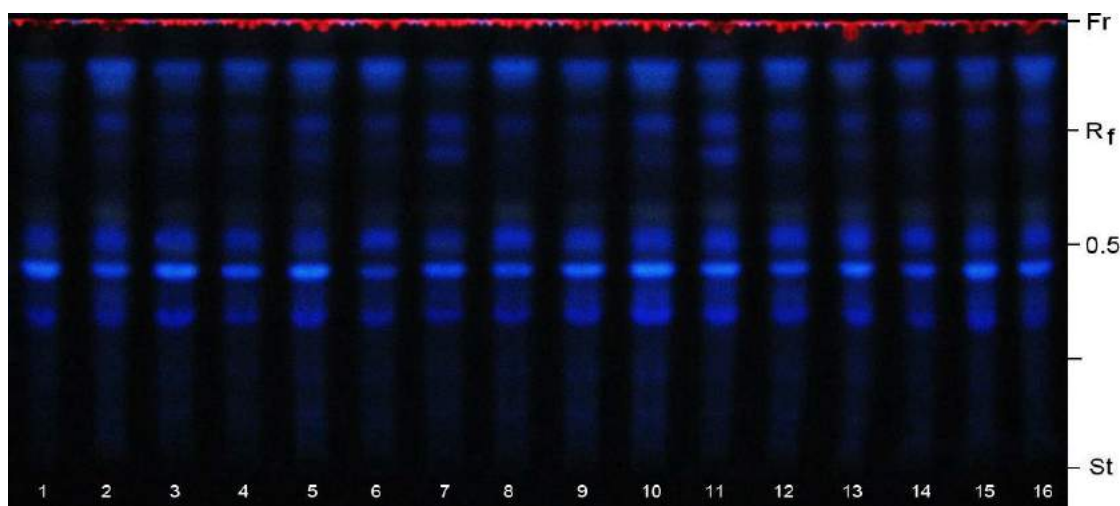
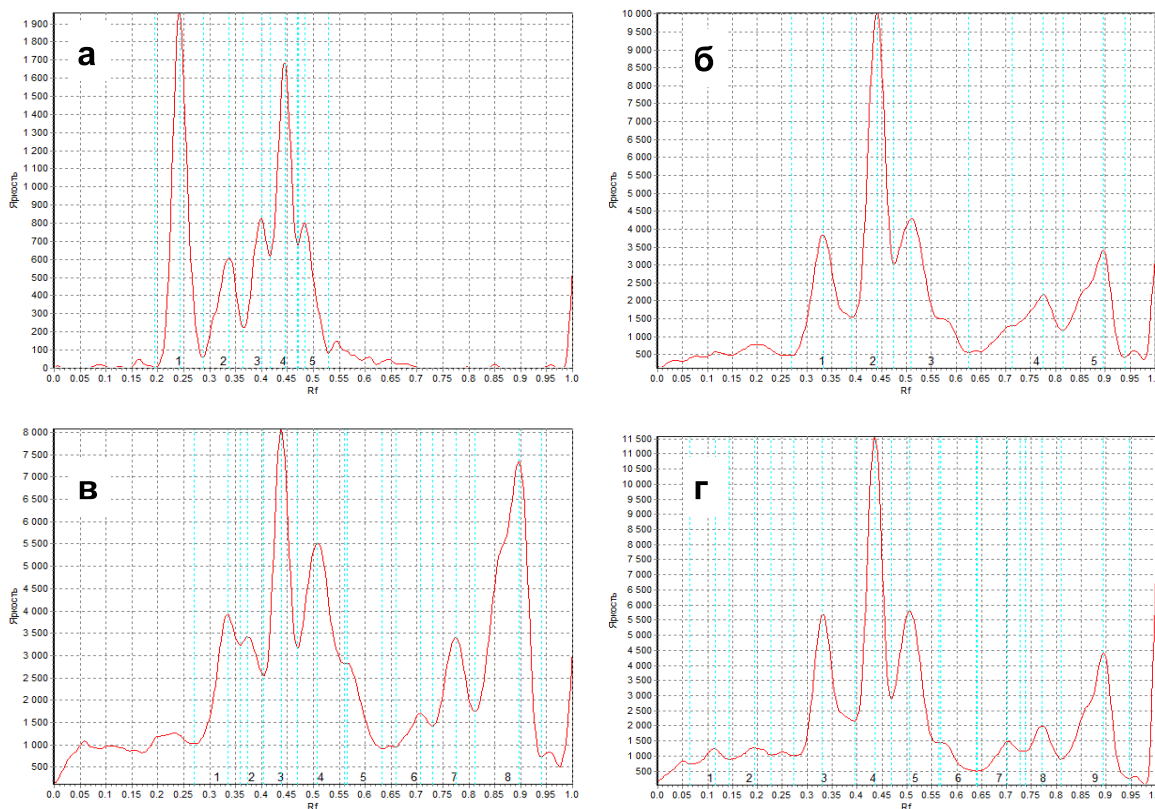


Рис. 1. Хроматограма оксикоричних кислот у хвої сіянців сосни звичайної за різних умов підживлення сіянців: 1 – відкритий ґрунт; 2 – прикоп; 3 – контроль; 4 – НФ – 2; 5 – Г – 1 (3 кл.); 6 – РС – 2; 7 – Г – 1; 8 – Г – 2; 9 – Г – 2 (3 кл.); 10 – РС – 1; 11 – РС – 2 (3 кл.); 12 – НФ – 2 (3 кл.); 13 – контроль (3 кл.); 14 – НФ – 1 (3 кл.); 15 – РС – 1 (3 кл.); 16 – НФ – 1

Враховуючи те, що розташування речовин на хроматограмі певною мірою пов'язано з їхньою полярністю, можна припустити, що речовини з R_f в інтервалі від 0,12 до 0,45 є кон'югатами косикоричних кислот (кавової, ферулової та ін.). За даними фотоденситометричного аналізу з'ясовано, що фенольні сполуки є чутливими до впливу на сіянці сосни звичайної деяких препаратів (рис. 2). Наприклад, вміст у хвої речовини з $R_f \sim 0,73$ збільшується за умов застосування препарату «Розсада-Старт».



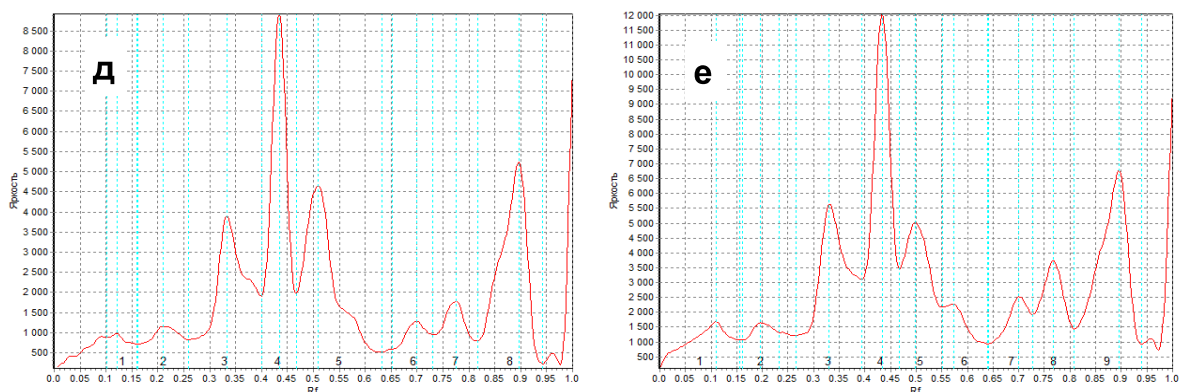


Рис. 2. Фотоденситограми хроматографічного розподілу вторинних метаболітів сіянців сосни звичайної: а – відкритий ґрунт; б – прикоп; в – контроль; г – НФ - 2; д – Г – 1 (3 кл.); е – РС – 2

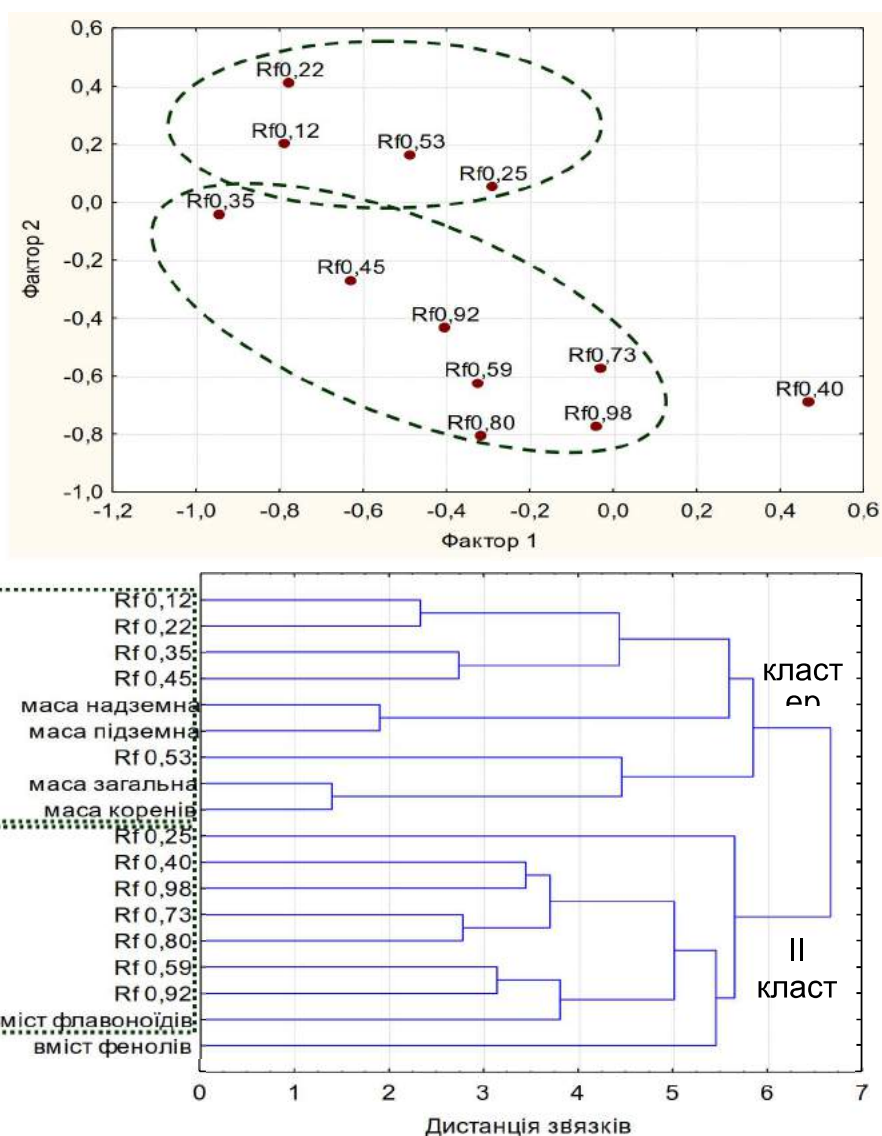


Рис. 3. Результати факторного (А) і кластерного (Б) аналізу взаємозв'язків між вторинними метаболітами і біоморфологічними показниками сіянців сосни звичайної

Імовірні зв'язки між кількісними біометричними показниками і наявністю певних фенольних сполук було перевірено методами кластерного і факторного аналізу (див. рис. 3). Встановлено, що між біомасою надземних і підземних органів та середньополярними речовинами існують тісні зв'язки. Порівнювальні кількісні ознаки об'єднано в окремий кластер, а до іншого кластеру було згруповано низькополярні речовини, показники загального вмісту флавоноїдів і фенолів. Речовина з $R_f \sim 0,53$ ідентифікована як хлорогенова кислота. Ця фенольна речовина увійшла у окремий підкластер, який об'єднує показники накопичення біомаси (загальна маса і маса коренів).

Взаємозв'язок між фенольними речовинами, які мають здатність до автофлуоресценції, проаналізовано за показниками її інтенсивності в УФ ($\lambda = 365$ нм) методом фотоденситометрії (табл. 2).

2. Кореляційна матриця взаємозалежності вмісту фенольних сполук у хвої сіянців сосни звичайної

	Показники R_f індивідуальних речовин на хроматограмі											
R_f	0,12	0,22	0,25	0,35	0,40	0,45	0,53	0,59	0,73	0,80	0,92	0,98
0,12	-											
0,22	81	-										
0,25	27	09	-									
0,35	59	57	36	-								
0,40	-39	-49	-19	- 63	-							
0,45	22	21	-14	59	- 39	-						
0,53	22	46	36	54	- 40	06	-					
0,59	20	0	-08	27	29	28	03	-				
0,53	12	0	20	25	09	61	07	03	-			
0,80	01	-11	25	15	26	39	07	46	72	-		
0,92	30	08	14	19	27	04	27	74	05	38	-	
0,98	-24	-26	-07	20	35	25	20	42	36	42	20	-

Найтісніший зв'язок виявлено між речовинами з $R_f \sim 0,12$ та $0,22$ ($r = 0,81$). Хлорогенова кислота ($R_f \sim 0,53$) достовірної кореляції з іншими фенольними сполуками не показала. Зворотний зв'язок виявлено між сполуками з $R_f \sim 0,35$ та $0,40$ ($r = - 0,63$)

Уміст пластидних пігментів, особливо важливого для фотосинтезу хлорофілу *a*, за різних умов підживлення сіянців суттєво вирізнявся (рис. 4). Найбільша концентрація пігменту була у хвої сіянців за умов їх двократного підживлення добривами «Розсада-Старт» і «Новоферт-Універсал» (табл. 3). Відносна висока концентрація допоміжних пігментів групи каротиноїдів містилась у хвої сіянців сосни звичайної, які вирощували у відкритому ґрунті, після прикопу, які були підживлені також водними розчинами препаратів «Розсада-Старт» і «Новоферт-Універсал».

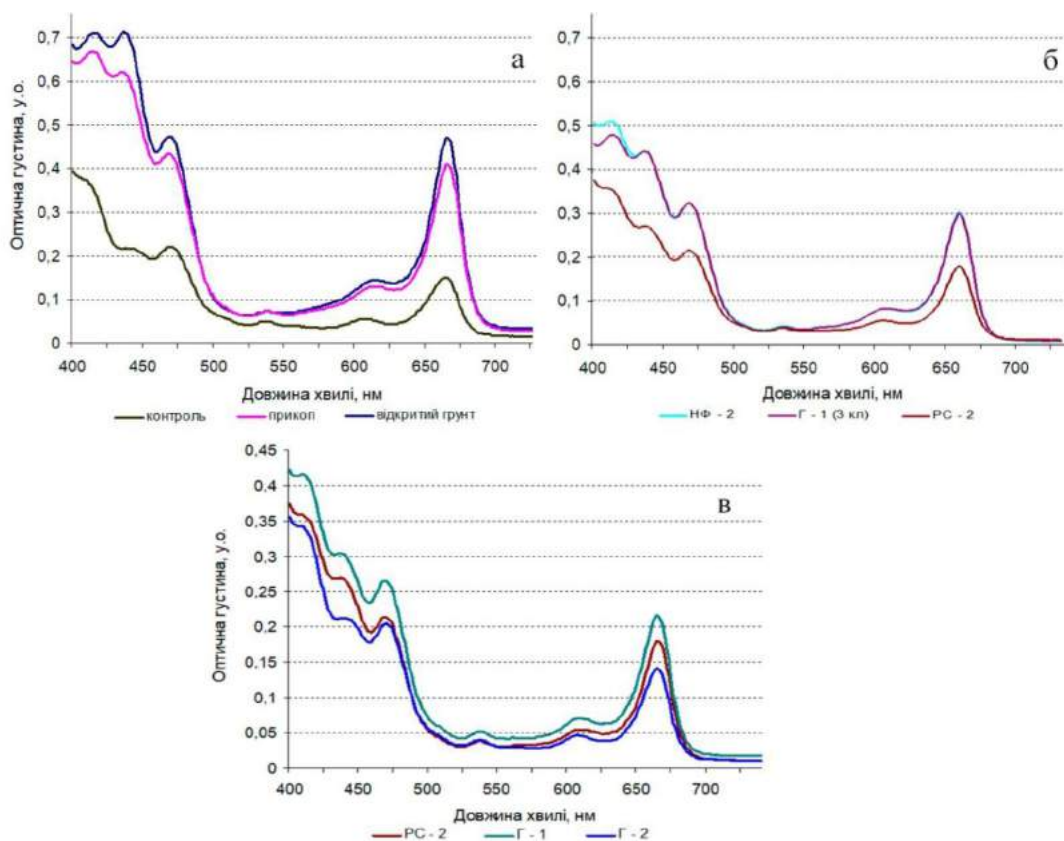


Рис. 4. Електронні спектри MeOH екстрактів хвої сіянців сосни звичайної за різних умов їхнього підживлення

У хвої сіянців сосни звичайної виявлено фенольну сполуку ($R_f \sim 0,73$), яка є досить чутливою до умов вирощування рослин сосни звичайної. Її синтез значно активізується за умов підживлення рослин водним розчином препарату «Розсада-Старт».

3. Вміст пластидних пігментів та їхнього співвідношення у хвої сіянців сосни звичайної за різних умов підживлення, ($\text{мг} \cdot \text{г}^{-1}$ сирової маси)

Пігменти	Умови вирощування сіянців															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Chl a	5,9	5,1	1,8	3,8	3,8	2,3	2,6	1,7	3,8	2,5	5,3	3,7	3,7	3,7	4,2	4,7
Chl b	1,8	1,7	1,1	1,1	1,1	0,7	1,2	0,7	1,4	1,0	1,4	1,0	1,1	1,0	1,1	1,3
C (x+c)	1,2	1,1	0,5	0,9	0,9	0,6	0,6	0,6	0,9	0,7	1,2	0,9	0,9	0,9	1,0	1,2
Chl a + Chl b	7,7	6,9	2,9	4,9	4,9	3,0	3,8	2,5	5,1	3,5	6,7	4,7	4,7	4,6	5,2	6,0
Chl a/b	3,3	2,9	1,5	3,6	3,5	3,3	2,3	2,3	2,8	2,5	3,7	3,6	3,5	3,7	4,0	3,7
(Chl a + Chl b)/C(x+c)	6,2	6,3	6,4	5,2	5,3	4,7	6,0	4,4	5,9	5,0	5,6	5,5	5,3	5,2	5,3	4,9

Оксикоричні й оксибензойні кислоти регулюють синтез і накопичення у рослин фенольних сполук, зокрема катехінів і флавоноїдів [3]. Фізіологічна адаптація проростків у стресових умовах тісно пов'язана з

синтезом фенольних сполук. Синтез похідних халкону і флавоноїдів у відповідь на стрес є доволі лабільним. Зокрема, під час акліматизації у відповідь на шкочиний вплив УФ випромінювання у рослин індукується флавоноїдний синтез [7], що важливо для захисту пластидних фотосистем і ядерного апарату. Зокрема, у сіянців сосни звичайної під впливом УФ випромінювання збільшується вміст діацильованих флавонол глюкозидів (3,6-ди-п-кумароїл-астрагалін та 3,6-ди-п-кумароїл ізокверцитрин) [11].

Враховуючи, що фенольні сполуки, у тому числі ті, які є високо- і середньополярними кон'югатами оксикоричних кислот (R_f 0,12-0,45), виявили тісний зв'язок із показниками біомаси сіянців рослин сосни звичайної, вважаємо за доцільне проведення спеціальних досліджень щодо здатності цих речовин прискорювати процеси морфогенезу та сприяти підвищенню за їхньою допомогою рівня життєздатності сіянців.

Висновки. За результатами проведених комплексних досліджень ми з'ясували:

1. Застосування водних розчинів добрив «Розсада-Старт» і «Новоферт-Універсал» сприяє підвищенню вмісту у хвої сіянців сосни звичайної фенольних сполук із потенційно високим антиоксидантним потенціалом, а також пластидних пігментів.
2. Це створює передумови для успішної адаптації, швидкого росту, збільшення біомаси та посилення рівня загальної життєздатності садивного матеріалу сосни звичайної.

References

1. Volynets, A. P. (2013). Fenolnye soedyneniya v jyznedeiatel'nosti rastenyu [Phenolic compounds in plant activity]. Mynsk, 283.
2. Zaprometov, M. N. (1993). Fenolnye soedyneniya. Rasprostraneniye, metabolizm i funkcyu v rastenyax [Phenolic compounds. Distribution, metabolism and function in plants]. Moskva, 272.
3. Lykhanov, A. F., Sereda, O. V., Kliachenko, & O. L., Melnychuk, M. D. (2018). Vplyv oksykorychnykh i oksybenzoynux kyslot na syntez plastydnykh pygmentov i fenolnykh spolyk v lystkax vynogradu (*Vitis vinifera*) *in vitro* [Influence of oxycoric and oxybenzoic acids on synthesis of plastid pigments and fenolic compounds in the leaves of common grape vine (*Vitis vinifera*) *in vitro*]. Plant Physiology and Genetics, 50, 4, 331–343.
4. Sybgatullina, G. V., Haertdynova, E. A., Gumerova, E. A., & et al. (2011). Metody opredelenia redoks-statusa kultyvryuemykh kletok rastenyu [Methods for determining the redox status of cultured plant cells]. Kazan, 61.
5. Pinchuk, A. P., & Gengalo, O. M. (2015). Efektyvnyst pozakorenevyykh pydyjvlen dlia pydvyschennya produktyvnosti nakopychennia masy ta elementyv myneralnogo jyvleniia syianciamu sosny [Efficiency of foliar feeding to increase the productivity of mass accumulation and mineral nutrition elements by pine seedlings]. Forestry and Landscape Gardening, 8. Availabe at: http://ejournal.studnubip.com/zhurnal-8/ukr/pinchuk_henhalo/.

6. Sudachkova, N. E. Celi i perspektivy fiziologo-biohimicheskikh issledovanij drevesnyh rastenij Sibiri [Goals and prospects of physiological and biochemical studies of woody plants of Siberia]. Available at: http://www.professors.ru/A_Sudachkova.html.
7. Beggs, C. J., Wellmann E., & Grisebach, H. (1986). Photocontrol of flavonoid biosynthesis. In: Kendrick R. E., Kronenberg G. H. M. (eds). Morphogenesis in plants. Martinus Nijhoff, Dordrecht, 467–499.
8. Fliegmann, J., Schroder, G., Schanz, S., Britsch, L., & Schroder, J. (1992). Molecular analysis of chalcone and dihydropinosylvin synthase from Scots pine (*Pinus sylvestris*) and differential regulation of these and related enzyme activities in stressed plants. *Plant Molecular Biology*, 18, 489–503.
9. Grana E., Costas-Gil A., Longueira S., Celeiro M., Teijeira M., Reigosa M. J., & Sanchez-Moreiras A. M. (2017). Auxin-like effects of the natural coumarin scopoletin on Arabidopsis cell structure and morphology. *Journal of Plant Physiology*, 218, 45–55.
10. Wrolstad, R. & et al. (eds.). (2005). *Handbook of Food Analytical Chemistry: Pigments, Colorants, Flavors, Texture, and Bioactive Food Components – Pigments and colorants*. F. 4, 175–176.
11. Pinchuk, A. P., Likhanov, A. F., Babenko, L. P., Kryvtsova, M. V., Demchenko, O. A., Sherbakov, O. B., Lazarenko, L. M., & Spivak, M. Ya. (2017). The influence of cerium dioxide nanoparticles on seed germination and secondary metabolism of pine seedlings (*Pinus sylvestris* L.). *Biotechnologia Acta*, 10, 5, 14.
12. Schnitzler, J.-P., Jungblut, T. P., Feicht, C., Kofferlein, M., Langebartels, C., Heller, W., & Sandermann, H. (1997). UV-B induction of flavonoid biosynthesis in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings. *Jr. Trees*, 11, 162–168.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЙ ПОДКОРМКИ НА СИНТЕЗ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ПИГМЕНТНЫЙ КОМПЛЕКС ХВОИ СЕЯНЦЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

А. П. Пинчук, А. Ф. Лиханов

Аннотация. *Выращивание качественного посадочного материала предполагает подбор оптимальных условий подпитки, что требует понимания биохимических и физиологических процессов, связанных с адаптацией сеянцев. Надежным интегральным показателем состояния жизнеспособности растений является состав пластидных пигментов, активность оксидоредуктаз, синтез вторичных метаболитов, в том числе фенольных соединений, пигментного комплекса.*

Приведены результаты исследований влияния водорастворимых удобрений «Гармония», «Рассада-старт» и «Новоферт-Универсал» на содержание фенольных веществ в хвое сеянцев сосны обыкновенной при различных условиях их подкормки. Показаны особенности синтеза фенольных соединений, содержания и соотношения пластидных пигментов в хвое сеянцев сосны обыкновенной под действием

водорастворимых удобрений.

Ключевые слова: удобрения, сеянцы, сосна обыкновенная, фенолы, флавоноиды.

INFLUENCE OF DIFFERENT EXTRANUTRITION CONDITIONS ON PHENOLIC COMPOUNDS SYNTHESIS AND PIGMENTAL COMPLEX OF SCOTS PINE SEEDLINGS NEEDLES

A. Pinchuk, A. Likhanov

Abstract. Cultivation of qualitative planting material involves optimal extra nutrition conditions, which requires understanding of biochemical and physiological processes associated with seedlings adaptation. A reliable integral indicator of plants viability is plastidial pigments composition, oxidoreductases activity, secondary metabolites synthesis, including phenolic compounds of pigmental complex.

Research results of water-soluble fertilizers “Harmoniya”, “Rozsada-start” and “Novofert-Universal” on phenolic substances content in pine seedlings needles in their extra nutrition different conditions are given. Peculiarities of phenolic compounds synthesis, content and ratio of plastidial pigments in Scots pine seedlings needles under water-soluble fertilizers influence are shown.

Keywords: fertilizers, seedlings, pine, phenols, flavonoids.

УДК 502.17:504.5:581

ВМІСТ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН У ҐРУНТАХ РЕКУЛЬТИВОВАНИХ ЛАНДШАФТІВ ЮРКІВСЬКОГО БУРОВУГІЛЬНОГО БАСЕЙНУ

I. А. ПРОЦЕНКО, аспірант*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: protiga4@gmail.com

Анотація. Агрохімічний аналіз ґрунту рекультивованих відвалів кар'єрів Юрківського буровугільного басейну показав, що після їхнього заліснення 40 років тому відбулися значні зміни органо-мінерального складу ґрунту. Встановлено, що лісові насадження сосни звичайної, сосни кримської, робінії звичайної, дуба звичайного, дуба червоного і чагарникових видів у комплексі із технічною рекультивацією девастованих земель підвищили вміст гумусу у верхньому шарі ґрунту до 10 %. Найбільший вміст азоту загального (до 232 мг·кг⁻¹) зафіксовано у сосново-березових насадженнях V класу віку. Встановлено, що лісові ґрунти мають слабо-кисле і нейтральне значення водних витяжок, яке становить 5,9–6,0. Інші ґрунти мають нейтральну обмінну кислотність,

*Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор В. Ю. Юхновський.

яка коливається у межах 6,20–6,95. Найменший вміст азоту (до 46 мг·кг⁻¹) виявлено у чистих соснових насадженнях з домішками листяних порід.

Ключові слова: лісова фітомеліорація, девастровані землі, поживні речовини, кислотність.

Вступ. Відкрите добування корисних копалин призводить до істотного погіршення екологічної ситуації як на видобувних підприємствах, так і на навколишніх територіях. Це проявляється у порушенні гідрологічного режиму, забрудненні ґрунтових вод, атмосфери тощо. Під час обвіювання вітром териконів і відвалів розкривних порід повітря забруднюється пилом і газами. Водяні потоки зносять пухкі породи у гідрографічну мережу, забруднюючи балки та річкові долини, замулюючи стави, ріки, озера. Все це призводить до усунення із природних місцезростань багатьох видів рослин і тварин. Техногенне руйнування ґрунтового покриву також зменшує площі орних земель [1; 6; 14].

Порушення природного ландшафту призводить до естетичної непривабливості території, відчуження земель, утворення нерівностей поверхні та додаткових доріг, порушення природної рівноваги у рослинному і тваринному світі, зниженню атрактивності [9]. Населення, що проживає у такому середовищі, потерпає від нестачі питної води, токсичного повітря, дефектів будівель, споруд, доріг, забруднення водоєм і ґрунтів отрутохімікатами та пилом [7; 13; 16].

Лісова рекультивація призначена для відновлення порушених земель шляхом створення лісонасаджень. Під час обробітку земельної ділянки під лісові культури верхній шар збагачують сидератами, мульчують, а при садінні вносять добрива. Лісова рекультивація спрямована на відновлення екосистеми та запобігання виникненню зсувів [4; 12]. В Україні ґрунтовними дослідженнями такого спрямування є роботи В. В. Поповича [15], В. П. Кучерявого [9; 10], М. Л. Копій [10] та ін.

Закономірно, що оптимізація відновних процесів у девастрованих ландшафтах можлива лише за умови детального дослідження впливу екологічних факторів і особливостей формування рослинного покриву. Взаємовплив лісу і ґрунту є основою для проведення лісової рекультивації та відновлення продуктивності девастрованих ландшафтів. Тому терикони та відвали Юрківського буровугільного кар'єру, які були рекультивовані починаючи із 1966 р., зазнали меліоративного впливу лісових насаджень, що проявляється, перш за все, у процесах ґрунтоутворення.

Особливості ґрунтоутворювальних процесів в умовах лісової рекультивації техногенно порушених ландшафтів на сьогодні є недостатньо вивченими. Наразі не проведено детальний аналіз впливу різних деревних порід, чагарників і трав'яної рослинності на процеси відтворення порушених територій.

Для досліджуваного регіону немає комплексних рекомендацій та архітектурно-планувальних пропозицій щодо формування рослинних угруповань для пришвидшення відтворення ґрунтів і перспектив подальшого освоєння порушених територій [3; 9].

Метою досліджень було виявити особливості формування рослинних угруповань на ділянках із різним ступенем ревіталізації, встановити специфіку впливу деревних рослин на відтворення ґрунтового покриву в результаті лісової фітомеліорації.

Матеріал і методи дослідження. Об'єктом дослідження є девастовані землі на териконах і відвалах розкривних порід у межах Юрківського буровугільного кар'єру. Враховуючи перспективність рослинності у швидкому відтворенні девастованих земель, унаслідок видобувної діяльності, увагу зосереджували на участі деревної рослинності у відновленні якості ґрунтів дослідних ділянок за різних стадій заростання.

Упродовж 2016–2017 рр. було здійснено відбір та аналіз проб ґрунту на відвалах буровугільного кар'єру, який було попередньо заліснено. В межах порушених гірничими розробками земель було закладено 31 дослідну ділянку на території лісового фонду ДП «Звенигородське лісове господарство».

Визначення фізико-хімічних властивостей ґрунтів здійснювали в атестованій лабораторії Черкаської філії «Держґрунтохорона» інституту охорони ґрунтів України. Польові дослідження ґрунтів проводили відповідно до прийнятих методик, інструкцій і методичних вказівок. Ґрунтові зразки відбирали через кожні 10 см на глибину до 40 см.

Агрохімічні аналізи ґрунту проводили згідно з загальновідомими методами [2; 5; 8; 17; 18]. Загальний гумус визначали за методом Тюріна у модифікації Сімакова (ДСТУ 4289:2004), доступні форми фосфору та калію – за методом Чірікова в модифікації (ДСТУ 4115–2002), загальний азот і легкогідролізовані сполуки азоту – модифікованим методом К'ельдаля (ДСТУ ISO 11261:2001). Показник гідролітичної кислотності встановлювали за Каппером (ДСТУ 5041:2008), рН водної та сольової суспензій – потенціометричним методом (ДСТУ ISO 10390–2001).

Математичне та статистичне опрацювання результатів виконували за допомогою програмних пакетів Microsoft Excel.

Результати дослідження. Важливими аспектами лісової рекультивації та відновлення девастованих ландшафтів є повернення землі у господарське використання, запобігання негативним наслідкам природно-територіальних комплексів, створення на місці порушених земель більш продуктивних і раціонально організованих елементів культурних ландшафтів, покращення умов навколишнього середовища [10].

Під час проведення досліджень виявлено рекультивовані й некультивовані терикони. Рекультивовані терикони штучно залісені ще у 1980-х рр. Лісова рекультивація кар'єру, спрямована на заліснення териконів і відвалів розкривних порід, розпочалася ще у 1966 р. Головним цільовим призначенням було створення лісових насаджень протиерозійного та ґрунтозахисного спрямування.

Інтенсивніше заліснення Юрківського кар'єру було проведено на початку кампанії – у 1969 р. У подальші роки спостерігався спад, а потім

підвищення обсягів заліснення земель. Через 20 років рекультиваційні роботи припинилися взагалі. Загалом, до 1986 р. було створено понад 400 га протиерозійних насаджень, які у 1989 р. перейшли в постійне користування ДП «Звенигородське лісове господарство». Залісненню передував процес гірничотехнічної рекультивації та переформування відвалів із насипанням ґрунтосумішей шаром 20–50 см. Виявлено також нерекультивовані згасаючі терикони. Це відвали, які не горять, і на них відбулися процеси природного заростання. Біологічним і гірничотехнічним етапам рекультивації ці відвали не підлягали. Загалом, роботи з лісової рекультивації Юрківського кар'єру виконано у повному обсязі і зменшено негативні екологічні наслідки, спричинені гірничими розробками. Про це свідчить поліпшення загального екологічного стану місцевості. За 40 років на місці колишнього кар'єру сформувалися молоді насадження, представлені деревними і чагарниковими видами рослин.

Технологічний процес проведення ревіталізаційних заходів із відновлення продуктивності порушених земель базувався на експертних висновках комплексного обстеження ґрунтового покриву порушених територій. Основним чинником, що впливає на вибір заходів із відновлення порушеної території, є фактичний стан фізико-механічних та фізико-хімічних властивостей ґрунтового покриву (таблиця).

Агрохімічний аналіз ґрунту Юрківського буровугільного басейну

Номер ТПП	Квартал / виділ	Вік, років	Склад насадження	N, мг·кг ⁻¹	P ₂ O ₅ , мг·кг ⁻¹	K ₂ O, мг·кг ⁻¹	Гумус, %	Значення рН витяжок	
								сольової	водної
1	82–7	36	8Скр2Бп	127	142	420	4,89	6,50	7,10
2	82–5	38	10Сз+Бп, Акб	46	34	185	1,72	4,65	5,15
3	82–6	39	6Сз4Бп+Скр, Ос	95	21	175	2,38	4,35	5,10
4	82–8,1	39	10Сз+Брс, Акб	120	267	339	4,61	6,25	6,50
5	82–8,2	39	10Сз+Брс, Акб	106	75	190	3,85	4,0	6,05
6	82–8,3	39	10Сз+Брс, Акб	137	83	354	6,57	5,90	6,10
7	83–10	39	7Акб2Ос1Сз+Брс	168	167	474	6,48	6,55	7,00
8	82–2,1	39	7Сз1Дчр2Клг+Яв	159	71	245	5,28	6,30	6,90
9	82–2,2	39	7Сз1Дчр2Клг+Яв	85	150	180	3,79	6,65	6,85
10	83–6	37	7Скр2Сз1Бп	82	67	188	2,95	4,75	5,85
11	86–2	-	Контроль	184	42	459	8,73	6,40	6,95
12	86–3,1	42	9Сз1Бп	212	100	324	9,92	6,20	6,55
13	86–3,2	42	9Сз1Бп	232	33	210	10,55	4,50	5,35
14	86–1	41	10Сз+Дз, Бп	131	63	309	6,35	6,75	7,45
15	86–4	41	6Дз3Гз1Клг+Дч	130	46	345	4,67	6,20	6,50
16	89–1,1	43	10Сз+Бп	79	50	128	3,54	7,00	7,80
17	89–1,2	43	10Сз+Бп	81	33	173	3,29	6,85	7,35
18	89-4	-	Контроль	102	75	113	4,20	6,95	7,60

Продовження таблиці

Номер ТПП	Квартал / виділ	Вік, років	Склад насадження	N, мг·кг ⁻¹	P ₂ O ₅ , мг·кг ⁻¹	K ₂ O, мг·кг ⁻¹	Гумус, %	Значення рН витяжок	
								сольової	водної
19	89–2	40	10Акб	78	100	138	3,26	6,00	6,75
20	89-9	47	9Сз1Бп	218	33	309	8,1	6,1	6,4
21	89-10	-	Контроль (біополяна у насадженні 10Сз+Бп)	28	17	60	5,9	3,35	4,1
22	90-13	49	10Бп	101	67	160	4,2	4	4,9
23	90-9	49	9Бп1Сз (куліса Бп)	159	47	193	6,4	5	5,45
24	89-7	33	8Кля1Ос1Сз	154	80	205	5,3	5,65	6,05
25	90-15	33	8Бп2Ос	84	40	155	5,2	3,9	4,25
26	90-7	47	9Сз1Бп	78	17	125	4,8	4,4	4,85
27	90-3	49	9Дч1Дз	117	20	93	3,2	4,05	4,8
28	91-9	48	7Сз2Бп1Яле+Ме	151	40	188	8,4	4,35	5,15
29	87-16	53	7Дз3Клг+Язл,Акб (непорушені ґрунти)	185	43	210	8,7	5,55	6,2
30	87-11	53	6Дз2Лпд1Клг1Яз (непорушені ґрунти)	224	50	429	8,5	6,2	6,85
31	87-17	53	10Акб (непорушені ґрунти)	249	40	180	8	6,15	6,75

Видобування вугілля на території Юрківського буровугільного басейну призвело до істотних змін біотичних і фізико-хімічних властивостей ґрунтів, зниження життєздатності та продуктивності рослин. Вміст поживних елементів у ґрунтах під лісовими насадженнями досліджували на 28 тимчасових пробних площах (ТПП), з яких 25 – у відвалах відкритого видобутку, 3 – на ділянках закритого видобутку із непорушеним ґрунтом і 3 – на контрольних ділянках, які не вкриті лісовою рослинністю, зокрема біополянах.

Встановлено, що найбільший вміст загального азоту (до 232 мг·кг⁻¹) у верхньому прошарку ґрунту на дослідних об'єктах Юрківського басейну характерний для зразків, відібраних під наметом куліси сосни (ТПП 13) та куліси берези (ТПП 12) сосново-березового насадження на рекультивованих землях та у сосново-березовому насадженні (ТПП 20). Для ділянок із непорушеним ґрунтом найвищий вміст азоту (249 мг·кг⁻¹) виявлено у білоакацієвому насадженні на ТПП 31, високі показники також зауважено для дубово-липово-кленово-ясеневого насадження на ТПП 30.

Найменший вміст азоту (до $46 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$) в цьому горизонті ґрунту виявлено на ТПП 2 – рекультивована ділянка під наметом чистого соснового насадження із незначною домішкою берези та акації. Ґрунтові зразки для чистого білоакацієвого насадження на схилах також вирізняються низьким вмістом на рівні із чистим сосновим насадженням на схилах. На контрольній ділянці на біополянні поміж чистого соснового насадження вміст азоту найнижчий і становить $28 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$. Загалом, малим вмістом гідролізного азоту характеризуються ґрунти на рельєфних підвищеннях, на яких створено чисті лісові культури з головною породою сосною звичайною.

Забезпеченість калієм у рухомих формах також різниться поміж дослідних зразків. Найбільше калію виявлено у змішаному насадженні зі складом 7Акб2Ос1Сз+Брс на ТПП 7 – $474 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$, у насадженні зі складом 8Скр2Бп на ТПП 1 – $420 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$, на ділянці із непорушеним ґрунтом під наметом дубово-липово-кленово-ясеневого насадження – $429 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$ і на контрольній ділянці (пустище) ТПП 11 – $459 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$.

Найменше калію зафіксовано у ґрунті на біополянні ($60 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$) та у насадженні зі складом 9Дч1Дз на ТПП 27 ($93 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$). Також низькі показники вмісту калію характерні для чистих і змішаних насадженнях сосни звичайної і акації білої, розташованих на схилах терас і вершинних частин схилів відвалів. Це ТПП 3, 10, 13, 16, 19. Вміст калію у цих насадженнях коливається в межах $125\text{--}188 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$ ваги ґрунту.

Забезпеченість у рухомих формах P_2O_5 також різноманітна. Найбільше фосфору – в 39-річному насадженні на терасованих схилах зі складом 10Сз+Брс+Акб на ТПП 4 – $267 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$, на ТПП 7 зі складом насадження 7Акб2Ос1Сз+Брс – $167 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$ і на ТПП 9 зі складом насадження 7Сз1Дчр2Клг+Яв (куліса сосни) – $150 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$. Найменший вміст фосфору виявлено в пробах ґрунту, відібраних у чистих соснових і сосново-березових насадженнях ($17\text{--}34 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$). Це ТПП 2, 3, 13, 17, 20, 26. Низький вміст фосфору також відмічено у насадженні із перевагою дуба червоного на ТПП 27. Тут вміст фосфору становить $67\text{--}82 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$.

Глибина гумусового шару ґрунту під наметом насаджень коливається від 1 до 30 см. Малопотужний гумусовий горизонт (1–5 см) притаманний ділянкам, де зростають чисті насадження сосни звичайної та мішані із домішкою берези віком 37–40 років. Винятком є пробна площа № 6 зі складом деревостану 10Сз+Брс+Акб, закладена у нижній частині схилу. На ТПП № 16 і 17, закладених у 42-річному насадженні складом 10Сз+Бп на схилі, вміст гумусу становив 3,54 і 3,29 % відповідно. У насадженнях на ТПП № 20 і 26 зі складом 9Сз1Бп у віці 47 років цей показник становив 8,1 і 4,8 % відповідно. Зазначимо, що товщина гумусового горизонту під наметом насаджень із перевагою сосни кримської складає 19–24 см. Під наметом насаджень із перевагою робінії звичайної за 38 років сформувався 6–7-сантиметровий гумусовий горизонт. У листяних насадженнях із перевагою берези повислої товщина гумусового горизонту складає 16–17 см, у тому ж віці березове насадження із домішкою сосни має товщину гумусового горизонту лише 8 см. Найбільша глибина гумусового шару спостерігається під наметом деревостану із перевагою клена

ясенелистого, у той час як саме насадження зростає за низьким IV класом бонітету.

За показником вмісту гумусу найбільші значення мають мішані сосново-березові насадження зі складом 9Сз1Бп, створені кулісами та 7Сз2Бп1Яле+Мде, що близькі за значеннями до показників для зразків ґрунту, відібраних під наметом дубових та акацієвих насаджень на непорушених ґрунтах. Також забезпеченість гумусом як дуже високу отримали для насаджень зі складом 7Акб2Ос1Сз+Брс, 9Бп1Сз, 10Сз+Дз+Бп та 8Бп2Ос. У сосновому насадженні із домішкою береста, що зростає на терасованому схилі, ґрунтові дослідження проводили у трьох точках схилу – у верхній, середній і нижній його частинах. Товщина гумусового шару і вміст гумусу найвищі значення мають у нижній частині схилу, де відбувається намівання родючого шару ґрунту, у середній та верхній частині схилу значення близькі.

Окремо досліджували насадження, створене кулісами, зі складом 7Сз1Дчр2Клг+Кля. Товщина гумусового шару у межах 9–10 см властива кулісі як сосни звичайної, так і дуба червоного, а запас гумусу під кулісою дуба червоного і сосни звичайної становить відповідно 5,28 і 3,79 %. Насадження сосни кримської мають кращий вплив на формування товщини гумусового шару, але забезпеченість гумусом оцінено як середню для деревостану із однією одиницею у складі берези повислої і високу із двома одиницями.

Отже, лісова рекультивація за півсторічний період принесла позитивні зміни для відновлення продуктивності порушених ґрунтів на териконах і відвалах Юрківського буровугільного кар'єру. Найефективніше на формування потужного гумусового горизонту впливають насадження із перевагою сосни кримської, а найвищий запас гумусу формується під наметом мішаних сосново-березових, акцієво-осиково-соснових, березово-соснових, а також соснових насаджень із участю у складі дуба червоного.

За значенням рН витяжок здійснено визначення сольової і водної кислотності порушених ґрунтів. Лабораторні аналізи ґрунтів засвідчили, що найменший показник рН (4-5,5 од.) мають проби ґрунтів на ТПП 2, 3, 5, 10, 13, 22, 25, 26, 27, 28. Ґрунти цих проб належать до кислих. Закономірності залежності кислотності ґрунтів від віку, складу насадження, повноти, типу лісу не виявлено. Кислий ґрунт характеризується переходом алюмінію і заліза в солі, а це загрожує тим, що фосфорна кислота не засвоюється рослинами. Висока кількість цих солей у ґрунті може призвести до того, що кальцій, калій, фосфор, магній і молібден майже не проникають у тканини рослини і сприяють зниженню росту. Фітотоксичність набирають й інші елементи, наприклад, мідь, бор і цинк. Рослини, які не пристосовані до зростання на кислому ґрунті, погано розвиваються, розгалуження кореня призупиняється, засвоєння води та інших поживних речовин значно погіршується [11]. Лісові ґрунти мають слабо кисле і нейтральне значення рН витяжок у межах 5,9–6,0 од. (ТПП 4, 19, 20 та ділянки на непорушених ґрунтах). Інші ґрунти мають нейтральну обмінну кислотність у межах 6,20–

6,95 од. Лужної реакції ґрунтів не виявлено. Лісові рослини найкраще розвиваються за рН від 5,5 до 7,5 од.

Висновки. Встановлено, що найбільший вміст азоту загального (до 232 мг·кг⁻¹) у верхньому шарі ґрунту на рекультивованих землях було виявлено у сосново-березових насадженнях V класу віку. Найменший вміст азоту (до 46 мг·кг⁻¹) – у чистих соснових насадженнях із домішками листяних порід.

Найбільше рухомого фосфору зауважено в насадженні зі складом 10Сз+Брс, Акб, 7Акб2Ос1Сз+Брс і 7Сз1Дчр2Клг+Яв, вміст якого у ґрунті становив 267, 167 і 150 мг·кг⁻¹. Найменший вміст фосфору виявлено у ґрунтових пробах, узятих у чистих соснових і акацієвих насадженнях на терасах балок.

Активно нагромаджували калій ґрунти з перевагою робінії звичайної і сосни кримської, де його вміст становив 474 і 420 мг·кг⁻¹ відповідно. Найменше калію виявлено у ґрунті чистих і змішаних насадженнях сосни звичайної і акації білої розташованих на схилах терас і вершинних частин балок. Вміст калію в цих пробах коливається в межах 128-188 мг·кг⁻¹.

Для запобігання виникненню небезпечних проявів деградаційних процесів необхідно раціонально використовувати природні ресурси, проводити рекультивацію, фітомеліорацію порушених земель. Водночас необхідно здійснювати системи заходів щодо захисту ґрунтів від ерозії, будівництво водозатримувальних валів, водоскидних споруд, терасування, залуження та заліснення, застосування ґрунтозахисні технології вирощування сільськогосподарських культур.

References

1. Bashutka, U. (2004). Antropohenno-pryrodni suktsesiyi roslynnosti devastovanykh landshaftiv Chervonohrads'koho hirnychopromyslovoho rehionu [Anthropogenic-natural successions of vegetation of the virgin landscapes of the Chervonograd mining industry]. Candidate's thesis. Lviv, 214.
2. Belchikova, N. (1975). Vyznachennya humusu gruntu za metodom I. V. Tyurina [Determination of soil humus by the method of I. Tyurin]. Agrochemical methods of soil research. Moskva, 56–62.
3. Brovko, F. (1999). Lisovi kul'tury na vidvalakh Stryzhivs'koho burovuhil'noho rodovyshcha [Forest crops on dumps of Strizhiv borough coal field]. Scientific Herald of the National Agrarian University, 17, 17–24.
4. Genyk, Ya. (2009). Fitomelioratsiya ta rekul'tyvatsiya yak skladnyky staloho rozvytku terytoriy [Phytomelioration and reclamation as components of sustainable development of the territories]. Scientific Bulletin of UNFU, 19 (12), 8–12.
5. Grunty. Vyznachennya rukhomykh spoluk fosforu i kaliyu za modyfikovanym metodom Chyrykova [Soils. Determination of mobile phosphorus and potassium compounds using the modified Chirikov method]. (2001). National Standard 4115-2002 [Effective from 01/01/2003]. Kyiv, 6.

6. Gusev, N., Tumanov, N., & Chekalina, V. (2000). Nauchno-tekhnicheskaya strategiya yekologicheskoy raboty v ugol'noy promyshlennosti [Scientific and technical strategy of ecological work in the coal industry]. Coal of Ukraine, 3.
7. Drizhenko, A. (1985). Vosstanovlenie zemel' pri gornyh razrabotkah [Restoration of land during mining]. Moskva, 4.
8. Zamyatina, V. (1975). Metody vyznachennya azotu v grunti [Methods of determination of nitrogen in soil]. Agro-chemical methods of soil research. Moskva, 94–9.
9. Kucheryavi, V. (2006). Rekul'tyvatsiya ta fitomelioratsiya [Recultivation and phytomelioration]. Lviv, 116.
10. Kucheryavi, V., & Kopii, M. (2015). Analiz fiziologichnykh zmin roslin v umovakh porushenykh zemel' Yavorivskoho sirchanoho kar'yeru [Analysis of physiological changes of plants in conditions of disturbed lands of the Yavorivsky sulfur quarry]. Scientific Bulletin of UNFU, 25 (10), 166.
11. Kolesnikova, V. (2007). Udoskonalennya tekhnolohiy pidhotovky skhyliv porodnykh vidvaliv do ozelenennya [Improvement of technologies for preparing slopes of waste heaps to landscaping]. Ecological problems, 1–2, 41–46.
12. Kuznetsov, V. (2006). Fiziologiya rasteniy [Plant physiology]. Moskva, 742.
13. Merkulov, V. (1981). Okhrana prirody na ugol'nykh shakhtakh [Conservation of nature in the coal mines]. Moskva, 183.
14. Mining and natural environmental. Prepared by UNCTAD and L. R. Binkler, UNED, 2002.
15. Popovich, V. (2014). Fitomelioratsiya zhasayuchykh terykoniv L'vivskoho-Volynskoho vuhil'noho baseynu [Phytomedication of the dying heaps of the Lviv-Volyn coal basin]. Lviv, 174.
16. Tereshchuk, O. (2007). Vplyv vidvaliv hirnychodobuvnoyi promyslovosti na navkolyshnye seredovyshe Novovolynskoho hirnychopromyslovoho rayonu. [The Influence of Mining Industry Dumps on the Environment of the Novovolynsky Mining Industrial Area]. Visnyk of Lviv University. Geographic series, 279–285.
17. Yakist' gruntu. Vyznachennya hidrolitychnoyi kyslotnosti: DSTU 5041:2008 [The quality of the soil. Determination of hydrolytic acidity: 5041: 2008]. (2008). [Effective from 01/01/2008]. Kyiv, 63.
18. Yakist' gruntu. Vyznachennya rN (ISO 10390:1994, IDT): DSTU ISO 10390:2001. [The quality of the soil. Determination of pH (ISO 10390: 1994, IDT): DSTU ISO 10390:2001]. (2003). [Effective from 2003-07-01]. Kyiv, 11.

**СОДЕРЖАНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ
РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ЛАНДШАФТОВ ЮРКОВСКОГО
БУРОУГОЛЬНОГО БАСЕЙНА**

И. А. Проценко

Аннотация. Агрохимический анализ почвы рекультивированных отвалов карьеров Юрковского буроугольного бассейна показал, что после их облесения 40 лет назад произошли значительные изменения органи-

минерального состава почвы. Установлено, что лесные насаждения сосны обыкновенной, сосны крымской, робинии обычной, дуба обыкновенного, дуба красного и кустарниковых видов в комплексе с технической рекультивацией деэродированных земель повысили содержание гумуса в верхнем слое почвы до 10 %. Наибольшее содержание азота общего (до 232 мг·кг⁻¹) зафиксировано в сосново-березовых насаждениях V класса возраста. Установлено, что лесные почвы имеют слабо-кислую и нейтральную среду водных вытяжек, что составляет 5,9–6,0. Другие почвы имеют нейтральную обменную кислотность, которая колеблется в пределах 6,20–6,95. Наименьшее содержание азота (до 46 мг·кг⁻¹) обнаружено в чистых сосновых насаждениях с примесью лиственных пород.

Ключевые слова: лесная фитомелиорация, деэродированные земли, питательные вещества, кислотность.

CONTENT OF NUTRIENTS IN THE SOIL OF RECLAMATION LANDSCAPES OF YURKIVKA BROWN COAL BASIN

I. Protsenko

Abstract. *The agrochemical analysis of the soil of reclaimed dumps in the quarries of the Yurkivka brown coal basin showed that after their afforestation 40 years ago there were significant changes in the organomineral composition of the soil. It has been established that the forest plantations of Scotch pine, Crimean pine, ordinary robin, common oak, red oak and shrub species in combination with technical re-cultivation of degraded lands increased the content of humus in the upper layer of soil up to 10%. The highest total nitrogen content (up to 232 mg·kg⁻¹) was recorded in pine-birch plantings of the V age class. It was established that the forest soils have a weakly acidic and neutral value of water extracts, which is 5.9-6.0. Other soils have a neutral exchange of acidity, which fluctuates within the range of 6.20-6.95. The smallest nitrogen content (up to 46 mg·kg⁻¹) was fixed in pure pine plantations with admixture of hardwood.*

Keywords: *forest phytomelioration, degraded land, nutrients, acidity.*

УДК 630*4:582.475:631.442.1

**САНІТАРНИЙ СТАН СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ НА ОСУШЕНИХ
ЗЕМЛЯХ ДП «САРНЕНСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО»**

Р. М. ПРОКОПЧУК *, В. Ю. ЮХНОВСЬКИЙ

**Національний університет біоресурсів і природокористування
України**

E-mail: yukhnov@ukr.net

Анотація. *Визначено основні показники санітарного стану насаджень сосни звичайної на меліоративних землях ДП «Сарненське лісове господарство». Встановлено, що у чистих соснових насадженнях більшість дерев, які всихають, а також сухостою свіжого та минулих років сконцентровано на пробних площах, які віддалені від осушувальних каналів, тобто з нижчим рівнем залягання ґрунтових вод. У мішаних сосново-березових деревостанах ця закономірність не простежується, оскільки значна кількість сухостійних дерев берези повислої розміщена на ділянках біля каналів. Виявлено закономірність погіршення санітарного стану сосняків від осушувачів до центральних ділянок між каналами. Особливо чітко ця тенденція простежується у сосново-березових насадженнях, де індекс санітарного стану зростає від 1,81 до 2,36 од. Аналогічний тренд збільшення індексу санітарного стану з віддаленням від осушувачів виявлено у чистих сосняках. Загалом санітарний стан соснових насаджень в умовах меліоративних систем оцінюють як задовільний. Для поліпшення стану деревостанів доцільно проводити санітарні вибіркові рубки з видаленням у першу чергу дерев, уражених ентомошкідниками і патогенами, а також таких, що всихають, і сухостійних дерев із пониженням повноти насадження до нормативних величин.*

Ключові слова: *сосна звичайна; осушувальні канали; категорії стану дерев; ураженість; сухостій; індекс санітарного стану; санітарні вибіркові рубки.*

Вступ. Останніми роками погіршився санітарний стан лісів у різних регіонах України, що пов'язане зі змінами клімату та антропогенним впливом (рекреацією, пожежами тощо). На 4-му з'їзді лісівників України озвучено, що загальна площа осередків всихання становить 395 тис. га, з яких соснові насадження на площі майже 200 тис. га [5]. Охоплюють вони переважно Полісся, але є також Лісостеп, зокрема у Львівській, Хмельницькій і Черкаській областях.

Оскільки сосна є головною лісоутворювальною породою на понад 35 % площі лісового фонду України, всихання соснових насаджень є небезпечним з погляду не тільки втрати деревини, а й ефективного виконання всіх екологічних функцій лісу. Тому розробка стратегії дій щодо

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук В. Ю. Юхновський.

© Р. М. Прокопчук, В. Ю. Юхновський, 2018

уповільнення процесу всихання та пом'якшення його негативних наслідків є не тільки важливим завданням лісової галузі, а й набуває загальнодержавного значення [5].

Кількість дерев, які щороку гинуть і відпадають у лісовій екосистемі, є одним із найважливіших показників санітарного стану насадження [4; 10; 12]. На стан соснових насаджень, їхню біологічну стійкість впливає багато антропогенних і природних чинників, дія яких може мати різний проміжок часу та супроводжуватись негативними наслідками, аж до повного всихання дерев, або, навпаки, дає змогу надалі відновити та посилити їхню стійкість [4; 9; 10]. Класифікуючи ці ознаки, дослідники, насамперед, крім природного відпаду, виділяють кліматичні екстремальні явища (вітровали, сніголами, зледеніння), вплив патогенів і ентомошкідників лісу, а також господарської діяльності людини – надмірної експлуатації деревної і недеревної продукції лісу, пожеж, рекреації, випасу худоби, які не регулюються тощо [2; 4; 6; 7; 9].

Метою дослідження стало визначення санітарного стану соснових насаджень різного породного складу в умовах осушувальних систем ДП «Сарненське лісове господарство». Планом дослідження також передбачалося встановити закономірності впливу несприятливих природних і антропогенних факторів, які зумовлюють погіршення стану деревостанів, і надати рекомендації з поліпшення санітарного стану соснових насаджень.

Об'єкти та методика досліджень. Об'єктом дослідження були чисті та мішані соснові насадження III–XI класів віку ДП «Сарненське лісове господарство». Переважним типом лісорослинних умов є вологий суббір, який займає четверту частину площі площу підприємства.

Санітарний стан соснових насаджень в умовах осушуваних територій досліджували на пробних площах, які закладали на п'яти трансектах між осушувальними каналами у червні–липні 2018 р. Всього було закладено 20 пробних площ по чотири на кожній трансекті. Пробні площі розміщували на відстані від осушувачів через 50 м кожна. На пробних площах проводили суцільний перелік дерев і визначали категорії стану цих дерев у насадженні [1; 3; 14]. Древа поділяли на шість категорій стану – здорові, ослаблені, сильно ослаблені, такі, що всихають, і сухостій (свіжий і минулих років). За їх співвідношенням розраховували індекс санітарного стану насаджень) / за формулою 1:

$$I = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + 4n_4 + 5n_5 + 6n_6}{n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6}, \quad (1)$$

де n_1, n_2, \dots, n_6 – кількість дерев відповідної категорії санітарного стану.

Індекс стану живих дерев визначали за формулою 2:

$$I = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + 4n_4}{n_1 + n_2 + n_3 + n_4}. \quad (2)$$

На пробних площах також фіксували всі прояви негативного впливу

на стан лісових фітоценозів інших біотичних і абіотичних чинників: ентомошкідники й патогени, лісові пожежі, ведення лісогосподарської діяльності тощо.

Результати дослідження та їх обговорення. Лісівничо-таксаційні показники соснових насаджень за даними пробних площ подано у табл. 1.

1. Лісівничо-таксаційні показники насаджень (за даними пробних площ)

Номер трансекти	Номер пробної площі	Склад насадження	Тип лісу	Вік, років	Кількість дерев, шт./га	Середні		Повнота	Бонітет	Запас, м ³ /га
						діаметр, см	висота, м			
1	1.1	10Сз	В ₃ ДС	108	472	30,9	25,5	0,85	II	347
	1.2	10Сз	В ₃ ДС	108	520	27,8	25,0	0,82	II	295
	1.3	10Сз	В ₃ ДС	108	457	27,5	25,0	0,48	II	255
	1.4	10Сз	В ₃ ДС	108	464	31,2	25,5	0,66	II	353
2	2.1	10Сз	В ₃ ДС	93	468	28,1	24,0	0,63	I	305
	2.2	10Сз	В ₃ ДС	93	468	27,1	24,5	0,56	I	274
	2.3	10Сз	В ₃ ДС	93	448	27,2	24,5	0,54	I	259
	2.4	10Сз	В ₃ ДС	93	395	28,4	24,0	0,53	I	261
3	3.1	8Сз2Бп	В ₃ ДС	29	2885	9,2	12,0	0,52	III	103
	3.2	8Сз2Бп	В ₃ ДС	29	3240	8,9	12,0	0,56	III	109
	3.3	8Сз2Бп	В ₃ ДС	29	3370	9,0	12,0	0,60	III	122
	3.4	8Сз2Бп	В ₃ ДС	29	3070	8,8	12,0	0,61	III	107
4	4.1	10Сз	В ₃ ДС	73	580	24,3	23,0	0,73	I ^a	262
	4.2	10Сз	В ₃ ДС	73	556	24,2	22,5	0,69	I	251
	4.3	10Сз	В ₃ ДС	73	552	25,0	23,0	0,76	I ^a	260
	4.4	10Сз	В ₃ ДС	73	590	24,9	22,5	0,78	I	287
5	5.1	9Сз1Бп	В ₂ ДС	57	835	19,0	19,5	0,71	I	210
	5.2	9Сз1Бп	В ₂ ДС	57	675	20,0	20,0	0,72	I	190
	5.3	9Сз1Бп	В ₂ ДС	57	665	20,2	19,5	0,74	I	190
	5.4	9Сз1Бп	В ₂ ДС	57	775	19,8	19,5	0,70	I	211

Загалом на трансектах 1, 2 і 4 зростають чисті сосняки, а на трансектах 3 і 5 – мішані соснові насадження, представлені складом 8Сз2Бп і 9Сз1Бп відповідно. Насадження характеризуються високою продуктивністю на трансектах 2, 4 і 5, де сягають I–I^a класів бонітету. У більш заболочених місцях, у яких проложені трансекти 1 і 3, сформовано соснові деревостани середньої продуктивності, бонітет яких становить II і III відповідно.

Проведення рубок догляду різної інтенсивності сформувало різну повноту досліджуваних насаджень. Вона коливається в межах 0,52–0,85. Неоднорідність повнот простежується і в межах кожної трансекти. Зазвичай насадження, які прилягають до осушувачів, мають більшу повноту, ніж насадження, які віддалені від каналів. Це чітко простежується в умовах вологого субору на трансектах 1, 3 і 4. Повнота соснових деревостанів у свіжих лісорослинних умовах майже однакова на всій протяжності між осушувальними каналами (трансекта 5).

Перелік дерев на пробних площах за категоріями стану наведено у табл. 2.

2. Категорії стану дерев на досліджуваних об'єктах

Номер трансект и	Номер пробної площі	Площа, га	Категорія стану дерев						Всього, шт.
			I	II	III	IV	V	VI	
1	1.1	0,75	254	38	28	8	6	20	354
	1.2	0,75	283	37	29	9	10	22	390
	1.3	0,75	242	52	22	6	8	13	343
	1.4	0,75	232	52	31	9	9	15	348
2	2.1	0,75	215	48	33	12	9	28	345
	2.2	0,75	222	51	22	10	25	21	351
	2.3	0,75	216	59	32	13	6	10	336
	2.4	0,75	198	37	18	9	9	25	296
3	3.1	0,20	304	73	148	43	4	5	577
	3.2	0,20	305	137	155	31	13	7	648
	3.3	0,20	191	139	287	30	19	8	674
	3.4	0,20	272	103	177	43	8	11	614
4	4.1	0,50	213	19	20	15	9	14	290
	4.2	0,50	176	27	26	18	11	20	278
	4.3	0,50	159	31	33	18	8	28	277
	4.4	0,50	196	14	58	11	4	12	295
5	5.1	0,40	221	16	33	21	14	19	324
	5.2	0,40	190	21	20	15	5	19	270
	5.3	0,40	182	20	20	15	6	23	266
	5.4	0,40	218	22	27	18	13	12	310

Дані табл. 2 свідчать, що у чистих соснових насадженнях більшість дерев, які всихають (категорія IV), а також сухостою свіжого та минулих років (категорії V і VI відповідно) сконцентровано на пробних площах, які віддалені від осушувальних каналів, тобто з нижчим рівнем залягання ґрунтових вод. У мішаних сосново-березових деревостанах (трансекти 3 і 5) ця закономірність не простежується, оскільки значна кількість сухостійних дерев берези повислої розміщена на ділянках каналів.

Процес поточного відпаду стовбурів у насадженнях відбувається безперервно із моменту змикання до повного руйнування структури насадження. Залежно від причин ослаблення та всихання дерев виділяють два основні типи поточного відпаду: природний і патологічний. До природного відпаду належать дерева IV–V класів росту і розвитку, ослаблені конкуренцією сусідніх дерев, пригнічені та менш розвинені, які гинуть через свої морфологічні особливості або пригнічення суміжними деревами. У випадку патологічного процесу всихають в основному дерева I–III класів росту та розвитку, ослаблені грибовими хворобами, шкідниками, дефоліацією, тобто відбувається всихання, яке не можна вважати процесом природного відпаду дерев у насадженні [8; 13]. Результати обчислення індексу санітарного стану подано в табл. 3.

3. Показники санітарного стану соснових насаджень

Номер пробної площі	Склад насадження	Вік, років	Ураження шкідниками та хворобами, шт.	Кількість сухоостою, вітровалу		Проведення рубок формування і оздоровлення лісів та рубок догляду	Індекс санітарного стану
				шт.	%		
1.1	10Сз	108	7	9,5	10,8	СРВ-2003 р	1,68
1.2	10Сз	108	3	10,5	6,8	СРВ-2003 р	1,70
1.3	10Сз	108	4	7,9	5,5	СРВ-2003 р.	1,62
1.4	10Сз	108	8	9,5	6,5	СРВ-2003 р	1,72
2.1	10Сз	93	5	14,0	8,6	СРВ-2001 р	1,94
2.2	10Сз	93	3	16,0	5,9	СРВ-2001 р	1,94
2.3	10Сз	93	4	7,1	3,4	СРВ-2001 р	1,70
2.4	10Сз	93	3	14,5	5,9	СРВ-2001 р	1,88
3.1	8Сз2Бп	29	-	9,0	8,9	-	1,93
3.2	8Сз2Бп	29	-	8,1	6,7	-	1,97
3.3	8Сз2Бп	29	-	8,5	7,4	-	2,36
3.4	8Сз2Бп	29	-	10,1	9,8	-	2,10
4.1	10Сз	73	2	13,1	6,6	-	1,72
4.2	10Сз	73	3	17,6	6,4	-	2,00
4.3	10Сз	73	2	19,5	6,8	-	2,17
4.4	10Сз	73	5	8,5	5,0	-	1,81
5.1	9Сз1Бп	57	3	16,1	6,2	-	1,81
5.2	9Сз1Бп	57	2	14,4	6,5	-	1,82
5.3	9Сз1Бп	57	5	16,5	5,4	-	1,92
5.4	9Сз1Бп	57	3	13,9	5,9	-	1,78

Дані табл. 3 свідчать, що найкращий санітарний стан притаманний сосновим деревостанам, у яких проведено санітарні вибіркові рубки у 2001 і 2003 рр. Це чисті соснові деревостани X і XI класів віку (насадження на трансектах 1 і 2). Індекс санітарного стану цих насаджень коливається у межах 1,62–1,94 од. У насадженнях виявлено від 3 до 8 дерев, уражених патогенами і ентомошкідниками, хоча частка сухостійних і вітровальних дерев становить 3,4–10,8 %.

Мішані сосново-березові насадження III класу віку характеризуються вищим індексом санітарного стану, який коливається в межах 1,93–2,36 од. Задовільний санітарний стан цих насаджень пояснюється найбільшою кількістю таких, що всихають, і сухостійних дерев берези повислої. Деяка краща ситуація у сосново-березових насадженнях VI класу віку на трансекті 5, де середньозважений індекс санітарного стану становить 1,86 од.

Тенденцію погіршення санітарного стану сосняків із віком і складом насадження виявлено дослідженнями С. В. Остапухи і П. В. Пирогової, які вивчали санітарний стан соснових насаджень на Нижньодніпровських пісках [11; 12]. Зокрема, С. В. Остапухою встановлено, що кількість сухостійних дерев у соснових насадженнях стиглого віку сягає 29 % [11].

Зазначимо, що ці насадження зростають у посушливих умовах на збіднених піщаних ґрунтах.

Ми виявили закономірність погіршення санітарного стану сосняків від осушувачів до центральних ділянок між каналами. Так, сосново-березові насадження дислоковані біля каналів мали індекс стану 1,93 і 1,81 на пробних площах 3.1 і 5.1 відповідно. Водночас насадження середніх місцезростань між каналами характеризуються вищими показниками індексу стану, який становить 2,36 і 1,82 відповідно на пробних площах 3.3 і 5.3. Аналогічну тенденцію погіршення санітарного стану насаджень із віддаленням від осушувальних каналів зауважено на трансектах 2 і 4.

Загалом санітарний стан соснових насаджень на меліорованих землях ДП «Сарненське лісове господарство» оцінюють як задовільний. Для поліпшення стану деревостанів доцільно проводити санітарні вибіркові рубки з видаленням у першу чергу дерев уражених ентомошкідниками і патогенами, а також таких, що усихають, і сухостійних дерев із пониженням повноти насаджень до нормативних величин.

Висновки. Встановлено, що у чистих соснових насадженнях більшість дерев, які всихають, а також сухостю свіжого та минулих років сконцентровано на пробних площах, які віддалені від осушувальних каналів, тобто з нижчим рівнем залягання ґрунтових вод. У мішаних сосново-березових деревостанах ця закономірність не простежується, оскільки значна кількість сухостійних дерев берези повислої розташована на ділянках біля каналів.

Виявлено закономірність погіршення санітарного стану сосняків від осушувачів до центральних ділянок між каналами. Особливо чітко ця тенденція простежується у сосново-березових насадженнях, де індекс санітарного стану зростає від 1,81 до 2,36 од. Аналогічний тренд зміни індексу санітарного стану з віддаленням від осушувачів зауважено також у чистих сосняках.

Для покращення санітарного стану і підвищення біологічної стійкості соснових насаджень доцільно своєчасно проводити рубки догляду та санітарні вибіркові рубки з метою формування і оздоровлення лісостанів, а також ліквідувати лісосічні залишки деревини згідно з Правилами пожежної безпеки в лісах України.

References

1. Anuchin, N. P. (1982). *Lesnaya taksatsiya* [Forest measurement]. Moskva, 547.
2. Braiko, V. B. (2012). Sanitarnyy stan rekreatsiyno-ozdorovchykh lisovykh nasadzhen' mista Chernihova [Sanitary state of the health-recreational forest plantations of the Chernihiv city]. *Scientific Bulletin of UNFU*, 22 (15), 114–121.
3. Vorobiev, D. V. (1967). *Metodika lesotipologicheskikh issledovaniy* [Methods of forest typology research]. Kiev, 388.
4. Vorontsov, A. I. (1978). *Patologiya lesa* [Forest pathology]. Moskva, 270.

5. Derzhavne ahentstvo lisovykh resursiv Ukrainy [State Forest Resources Agency of Ukraine]. Available at: <http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/index>.
6. Yezhov, O. N., Lebedev, A. V., & Ivanova, E. A. (1998). Patologiya derev'yev sosny v raznykh tipakh lesa [Pathology of pine trees in different types of forests]. Forest Journal, 1, 17–22.
7. Zezhkun, A. M. (2014). Sosnovi derevostany Skhidnoho Polissya: struktura, stan, produktyvnist' [Pine stands of Eastern Polissya: structure, state, productivity]. Forestry and Forest Melioration, 124, 3–12.
8. Instruksiya po ekspeditsionnomu lesopatologicheskomu obsledovaniyu lesov SSSR [Instructions for Expeditionary Forest Pathological Survey of the Forests of the USSR]. (1983). Moskva, 182.
9. Lavrov, V. V., & Miroshnik, N. V. (2009). Antropohennyy vplyv na sosnovi nasadzhennya Cherkas'koho boru [Anthropogenic impact on pine forest plantations of Cherkassy Bor]. Introduction and conservation of plant diversity, 22–24, 142–144.
10. Meshkova, V. L. (2011). Dynamika sanitarnoho stanu dubovykh nasadzen' u Livoberezhnomu Lisostepu pislya provedennya lisohospodars'kykh zakhodiv. [Dynamics of the sanitary state of oak plantations in the Left-Bank Forest-steppe after forest management activities]. Forest journal, 1, 28–32.
11. Ostapukha, S. V. (2010). Suchasnyy stan sosnovykh nasadzen' na Nyzhn'odniprovs'kykh piskakh [The current state of pine plantations on the Nizhnedneprovsky sands]. Scientific Bulletin of UNFU, 20 (13), 58–61.
12. Pirohova, P. V. (2016). Sanitarnyy stan sosnovykh nasadzen' zakhidnoyi chastyny Nyzhn'odniprovs'kykh piskiv [Sanitary state of pine plantations of the Western part of Nizhnedneprovsky sands]. Forestry and Forest Melioration, 129, 169–174. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/lisam_2016_129_23.
13. Pisarenko, A. I., Merzlenko, M. D. (1990). Sozdaniye iskusstvennykh lesov [Creating of artificial forests]. Moskva, 270.
14. Sanitarni pravyla v lisakh Ukrainy [Sanitary rules in forests of Ukraine]. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated July 27, 1995 No. 555. Kyiv, 16.

САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ОСУШЕННЫХ ЗЕМЛЯХ ГП «САРНЕНСКОЕ ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО»

Р. М. Прокопчук, В. Ю. Юхновский

***Аннотация.** Определены основные показатели санитарного состояния насаждений сосны обыкновенной на мелиоративных землях ГП «Сарненское лесное хозяйство». Установлено, что в чистых сосновых насаждениях большинство усыхающих деревьев, а также сухостоя свежего и прошлых лет сконцентрировано на пробных площадях, которые удалены от осушительных каналов, то есть с низким уровнем залегания грунтовых вод. В смешанных сосново-березовых древостоях эта закономерность не прослеживается, поскольку значительное количество сухостойных деревьев березы*

повислой находится на участках, расположенных у каналов. Выявленная закономерность ухудшения санитарного состояния сосняков от осушителей до центральных участков между каналами. Особенно четко эта тенденция прослеживается в сосново-березовых насаждениях, где индекс санитарного состояния возрастает от 1,81 до 2,36 ед. Аналогичный тренд увеличения индекса санитарного состояния с удалением от осушителей отмечается в чистых сосняках. В общем санитарное состояние сосновых насаждений в условиях мелиоративных систем оценивается как удовлетворительное. Для улучшения состояния древостоев целесообразно проводить санитарные выборочные рубки с удалением в первую очередь деревьев, пораженных энтомофитами и патогенами, а также усыхающих и сухостойных деревьев с понижением полноты насаждения до нормативных величин.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, осушительные каналы, категории состояния деревьев, пораженность, сухостой, индекс санитарного состояния, санитарные выборочные рубки.

SANITARY STATE OF PINE STANDS ON THE RECLAMATION LANDS OF STATE ENTERPRISE “SARNY FORESTRY”

R. Prokopchuk, V. Yukhnovskiy

Abstract. *The basic indices of the sanitary state of Scotch pine stands on the land reclamation lands of the State Enterprise “Sarny Forestry” were determined. The purpose of the study was to determine the sanitary state of pine plantations of various species and compositions in conditions of drainage systems of the State Enterprise “Sarny Forestry”. The research plan also intended to establish the patterns of the impact of adverse natural and man-made factors that predispose pine forest depression and provide recommendations for improving the sanitary state of pine plantations. The object of the research is the pure and mixed pine plantations of the III–XI age grades. The predominant type of forest vegetation is the moist pine site, which occupies a quarter of the area of the enterprise.*

The sanitary state of pine plantations in the conditions of drained territories was investigated on trial areas, which lay on five transects between drainage channels. In total, 20 test areas were laid in four on each transect. It has been established that in pure pine plantations, most of the declined trees, as well as deadwood of fresh and past years, are concentrated on test areas that are far from drainage channels, that is, with lower levels of water table. In the mixed pine-birch stands, this pattern cannot be traced, since a significant number of deadwood birch trees are located on plots located near canals.

The mixed pine-birch stands of the third grade of age are characterized by a higher index of sanitary state, which varies within 1.93–2.36 units. The satisfactory sanitary state of these plantations is explained by the largest number of drying and deadwood birch trees adjoining. The situation is somewhat better in pine-birch plantations of the 5th-grade age at transect 5, where the average weighted index of sanitary condition is 1.86 units.

The regularity of the deterioration of the sanitary state of pine stands from drainage channels to the central places between the channels is revealed. This tendency is especially clear in pine-birch plantings, where the sanitary index increases from 1.81 to 2.36 units. A similar trend in the increase of the sanitary index with removal from channels is observed in pure pine stands. In general, the sanitary state of pine plantations in conditions of meliorate systems is evaluated as satisfactory. In order to improve the state of the stands, it is expedient to carry out sanitary selective cuttings, with the removal, in the first place, of trees affected by endoscopes and pathogens, as well as declined and deadwood trees with lowering of planting density to standard values.

Keywords: Scotch pine; drainage channels; category of the state of trees; disease; deadwood; sanitary index; sanitary selective cuttings.

УДК 712.253:562.475(477-25)

ОЦІНКА СТАНУ ДЕРЕВ ЯЛИНИ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ У БОТАНІЧНОМУ САДУ НУБІП УКРАЇНИ

О. О. СЕРЕДЮК, кандидат сільськогосподарських наук,

Н. В. ПУЗРІНА, кандидат сільськогосподарських наук, доцент*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: serediyk-olexandr@ukr.net, npuzrina@nubip.edu.ua

Анотація. У статті наведено результати дослідження санітарного стану дерев ялини європейської Ботанічного саду НУБІП України та проаналізовано його динаміку за період 2006–2017 рр. Визначено чинники, які сприяли погіршенню санітарного стану та зниженню біологічної стійкості рослин цього виду. Встановлено, що з 2006 р. до 2016 р. відбувалось поступове погіршення стану ялини. Всихання дерев спричинено *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref., тому спостерігається утворення гнилі та її поширення у кореневій системі й нижній частині стовбура. Наведено дані різкого погіршення санітарного стану дерев ялини європейської упродовж вегетаційного періоду 2017 р., в результаті масового заселення їх стовбуровими шкідниками *Ips tyrographus* L. Вивчення поширення стовбурових шкідників на деревах ялини звичайної та динаміки їх розмноження і поширення є важливим, оскільки ослаблення насаджень шкідливими комахами і збудниками хвороб створюють сприятливі умови для їх масового розмноження, а заходи боротьби є досить складними і мало вивченими. Особливості поширення стовбурових шкідників ялини звичайної вказують на те, що осередки короїдів виникають у місцях зростання ослаблених насаджень.

Ключові слова: ялина європейська, санітарний стан, всихання, стовбурові шкідники, *Ips tyrographus* L.

Вступ. Упродовж останніх років в Україні спостерігається масове всихання ялини європейської *Picea abies* (L.) Karst. як за межами, так і в межах її природного ареалу. Інтенсивне всихання ялинових насаджень відбувається і в сусідніх державах, зокрема, у Польщі площа насаджень, що всихають, становить понад 200 тис. га [16], а у Росії – 300 тис. га [5]. Всихання ялини європейської спостерігається в насадженнях різного цільового призначення, причому у більшості випадків усихання – у чистих насадженнях, і значно рідше у мішаних.

Ялина має поверхневу кореневу систему, і тому залежить від зволоження поверхневого шару ґрунту, який легко висушується навіть за недовготривалих посух. Науковці дійшли висновків, що причинами всихання ялиників можуть бути: різкі перепади температур та вологості повітря [12]; ураження дерев збудниками хвороб і шкідниками [7; 14]; різкі перепади вологості верхнього шару ґрунту, де розташована основна частина кореневої системи [3]; довготривалі посухи та дефіцит вологи [1; 6]. Однак передумовою появи вищевказаних причин більшість авторів вважають зміни кліматичних умов [1; 3; 7; 15].

Зрозуміло, що всихання ялинових насаджень не може бути зумовлене однією причиною, тут діє комплекс чинників – як антропогенного, так і абіотичного характеру, серед яких може бути кілька найпоширеніших, зокрема, наявність дендрофільних комах, пошкодження якими призводять до низки послідовних і небажаних змін у лісових екосистемах. Необхідно зазначити, що останніми роками в Україні збільшилась чисельність популяції короїда-типографа *Ips typographus* L. Популяції *Ips typographus* L. не піддаються впливу закону Мальтуса, що працює в більшості популяцій доти, поки середовище почне виснажуватися, але має найпростішу модель експоненційного зростання чисельності популяції за умови сталого приросту, тобто належать до багаторічного типу динаміки популяції зі спалахами розмноження з логістичним типом розмноження. У стані спокою популяції короїда-типографа не завдають великої шкоди, проте за сприятливих умов спостерігається виникнення циклічного вибухоподібного зростання чисельності виду та кількості популяцій [4].

Мета дослідження. Проаналізувати стан дерев ялини європейської та поширення стовбурових шкідливих комах, зокрема короїда-типографа *Ips typographus* L., і осередків їх розмноження на території Ботанічного саду НУБіП України.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження стану дерев ялини європейської проводили у насадженнях Ботанічного саду НУБіП України у 2006–2017 рр. Під час обстеження насаджень в обліковій відомості не враховували стрижені дерева віком 20 років і менше, які зростають у формованих живоплотах. Для визначення віку досліджуваних екземплярів та аналізу динаміки зменшення кількості дерев ялини з насаджень за останні 13 років використовували дані інвентаризаційних обстежень насаджень Ботанічного саду за 2006 р. [8]. Особисті обстеження проводили у 2012 [13], 2016 і 2017 рр. Досліджено заселені стовбуровими шкідниками

дерева ялини європейської на території Ботанічного саду НУБіП України, проведено їх облік та відібрано модельні дерева [2; 9–11]. На стовбурі від основи до верхівки знімали стрічку кори шириною 10 см. За кількістю маточних ходів стовбурових шкідників (на 1 дм²) на безкорій стороні стовбура визначали райони та щільність їх поселення (таблиці 1, 2).

1. Шкала категорії стану дерев [9; 10]

Категорія дерев	Ознаки стану дерев
1 – без ознак ослаблення	Крона густа, хвоя зелена, приріст поточного року нормального розміру, віку, сезону і умов місцезростання; стовбур і кореневі лапи не мають зовнішніх ознак ослаблення
2 – ослаблені	Крона ажурна, хвоя зелена, світло-зелена або пошкоджена не більше ніж на 1/3; приріст зменшений не більше ніж на половину; всихання окремих гілок, пошкодження окремих корневих лап, місцеве пошкодження стовбура
3 – сильно ослаблені	Крона сильно ажурна; хвоя світло-зелена або сіра, матова, пошкоджена більш ніж на 1/3; приріст дуже слабкий; всихання до 2/3 крони; пошкодження корневих лап або стовбура, окільцюють їх до 2/3; місцеві поселення стовбурових шкідників; ознаки сильного грибного (вірусного, бактеріального) ураження стовбура або крони
4 – такі, що всихають	Крона сильно ажурна; хвоя сіра, жовтувата або жовто-зелена, обсипається; приріст дуже слабкий або без приросту; всихання більш ніж 2/3 гілок; пошкодження стовбурів і корневих лап; ознаки заселення стовбуровими шкідниками
5 – свіжий сухостій (поточного року)	Сіра, жовта або бура, частково обсипана хвоя, часткове опадання кори; ознаки заселення або вильоту стовбурових шкідників
6 – старий сухостій (минулих років)	Живої хвої немає; кора і дрібні гілочки обсипалися частково або повністю; вильотні отвори стовбурових шкідників; під корою грибниця дереворуйнівних грибів

2. Критерії для визначення чисельності молодого покоління [9; 10]

Вид	Чисельність молодого покоління в середньому на 1 дм ²		
	низька	середня	висока
Короїд-типограф <i>Ips typographus</i> L.	10,0 і менше	10,1–15,0	15,1 і більше

У камеральних умовах роботи зводились до обробки зібраних матеріалів та аналізу отриманих результатів.

Результати досліджень. Опрацювавши дані обстеження дерев ялини європейської, які зростають на території Ботанічного саду, встановили їхній середній діаметр – 25,7 см і середню висоту – 15,3 м. Проаналізувавши дані інвентаризаційних обстежень за попередні роки, встановили середній вік дерев – 55 років і зауважили збільшення кількості всохлих дерев за період 2006–2017 рр. (рис. 1).

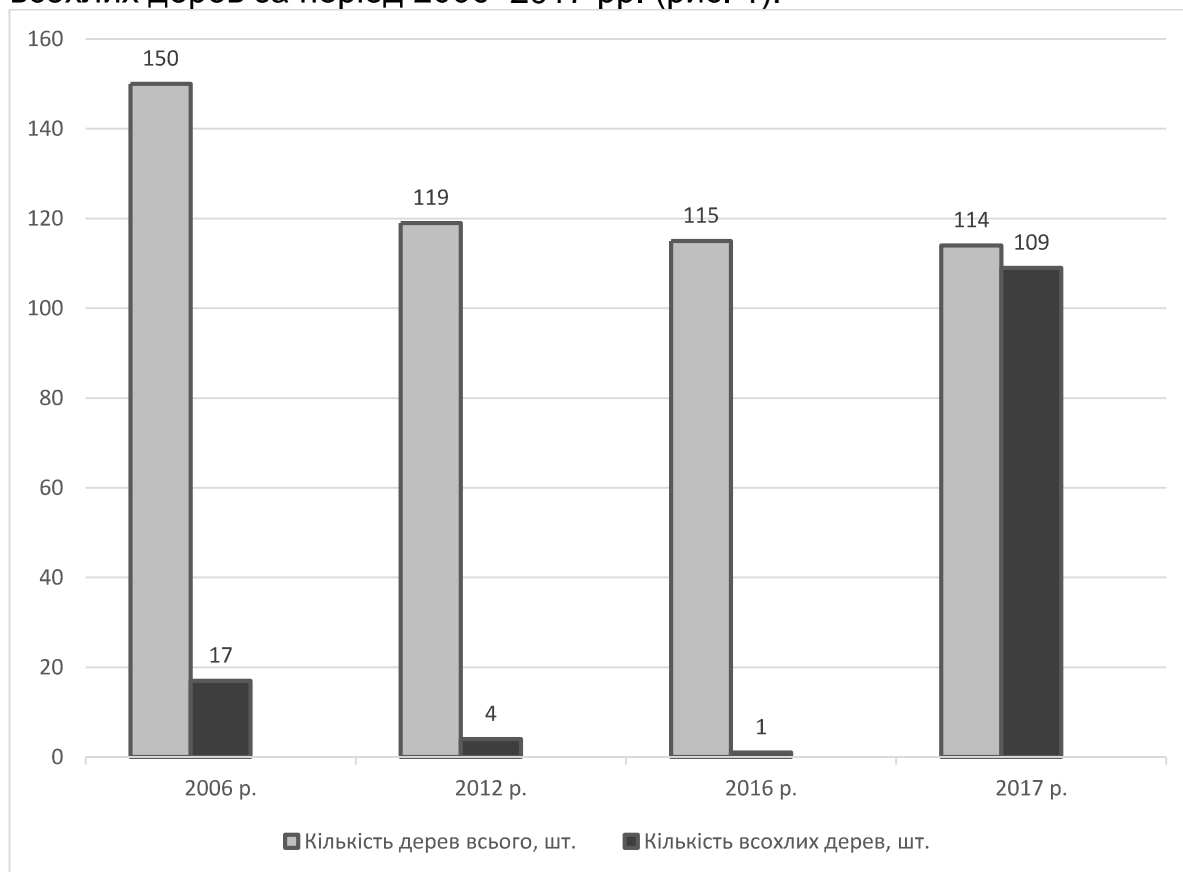


Рис. 1. Динаміка кількості дерев ялини європейської у Ботанічному саду НУБіП України (2006–2017 рр.), шт.

За даними інвентаризації 2006 р. в насадженнях Ботанічного саду зростало 150 дерев ялини європейської, з яких 17 дерев вже були всохлими і пропонувались для відведення у рубку. За період 2006–2012 рр., окрім всохлих дерев, згідно з чинними на той час нормативними актами з насадження було видалено 31 дерево. Враховуючи, що на час інвентаризації 2012 р. із 119 дерев, що зростали в насадженні, чотири ялини були всохлими, можна стверджувати, що за вказаний період всохло 16 дерев ялини європейської.

Обстежуючи у 2012 р. стовбури вітровальних 50-річних дерев ялини європейської, виявили поширення гнилі, спричиненої *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref., на 7 м від кореневої шийки по стовбуру (рис. 2 а, б). Під час дослідження встановили, що неспроможність дерев ялини європейської протидіяти сильним поривам вітру стала наслідком ослаблення кореневої системи через наявність у ній гнилі (рис. 2 в).

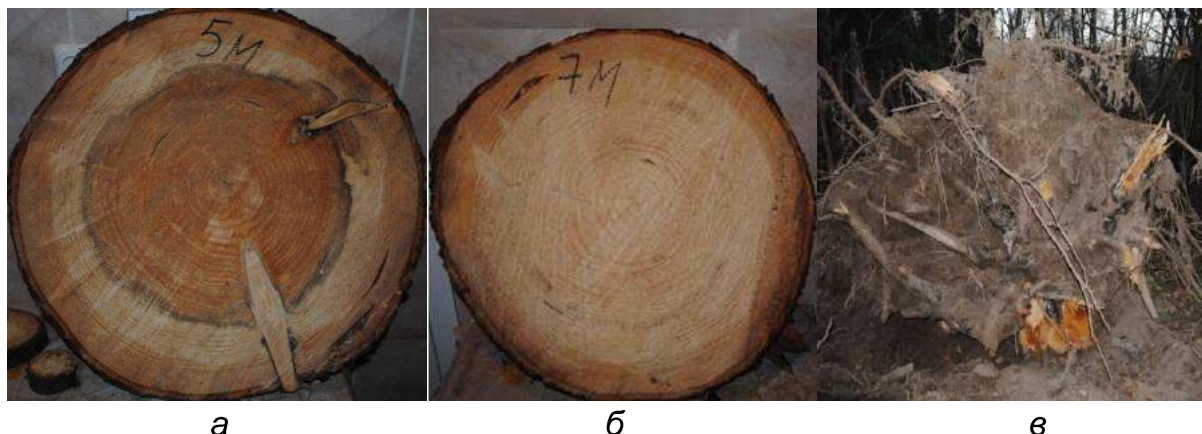


Рис. 2. Поширення гнилі у стовбурі 50-річного дерева ялини європейської: а – на висоті 5 м, б – на висоті 7 м, в – на корінні

Однією з причин усихання 30–36-річних рослин було щільне розміщення садивних місць при висадженні та пригнічення їх домінуючими деревами, які зростали поруч. Результати обстеження 2016 р. не засвідчили значного погіршення стану дерев ялини, порівняно з даними 2012 р., зокрема було зафіксоване одне всохле дерево, без наявних ознак пошкодження шкідниками.

Упродовж вегетаційного періоду 2017 р. систематично проводили візуальне спостереження за деревами ялини європейської. Починаючи з квітня 2017 р. було помічено різке погіршення санітарного стану цих рослин, зокрема побуріння хвої, її обсіпання, появу вильотних отворів стовбурових шкідників (*Ips typographus* L.) та відставання кори (рис. 3).



Рис. 3. Зовнішній вигляд пошкоджених дерев ялини європейської та вильотні отвори *Ips typographus* L.

Після завершення вегетаційного періоду 2017 р. було зафіксовано, що із 114 дерев ялини європейської, які ростуть на території Ботанічного саду НУБіП України, 109 дерев пошкоджені *Ips typographus* L., більшість дерев уже є всохлими й такими, що всихають. Розподіл за категоріями стану наведено на рис. 4.

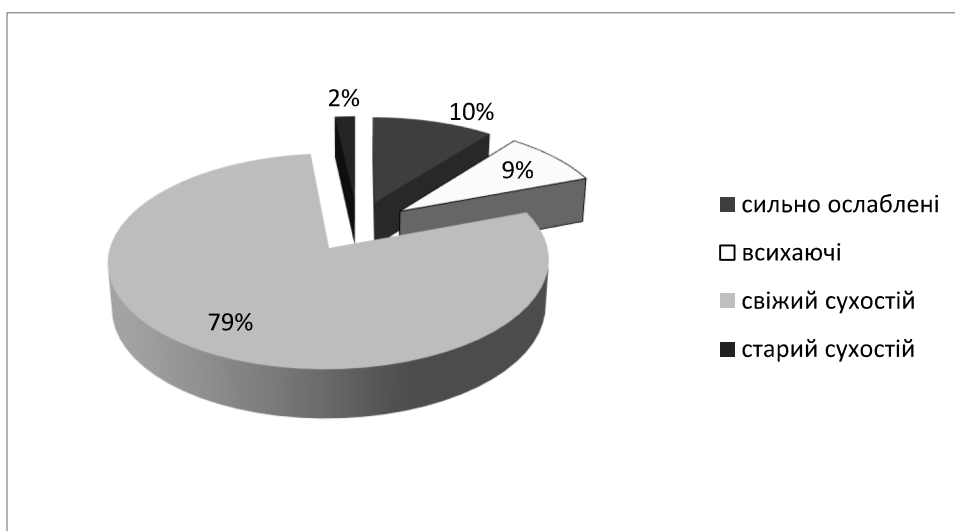


Рис. 4. Розподіл дерев ялини звичайної за категоріями стану, %

Слід зазначити, що ялина європейська у насадженнях Ботанічного саду висаджена куртинами, тому усі дерева виявились пошкодженими *Ips typographus* L. У задовільному стані на території Ботанічного саду залишились поодинокі дерева ялини, які ростуть на відстані більше ніж 300 м від куртинних посадок. У процесі обліків дерев 1-ї та 2-ї категорій не виявлено, незначну кількість становить старий і свіжий сухостій – 2 і 9 % відповідно. Як видно з рис. 4, 79 % обстежуваних дерев належать до 4-ї категорії, тобто є такими, що всихають. Під час проведення обліків *Ips typographus* L. зауважено, що кількість вильотних отворів у дерев із різними ступенями товщини є різною (рис. 5).

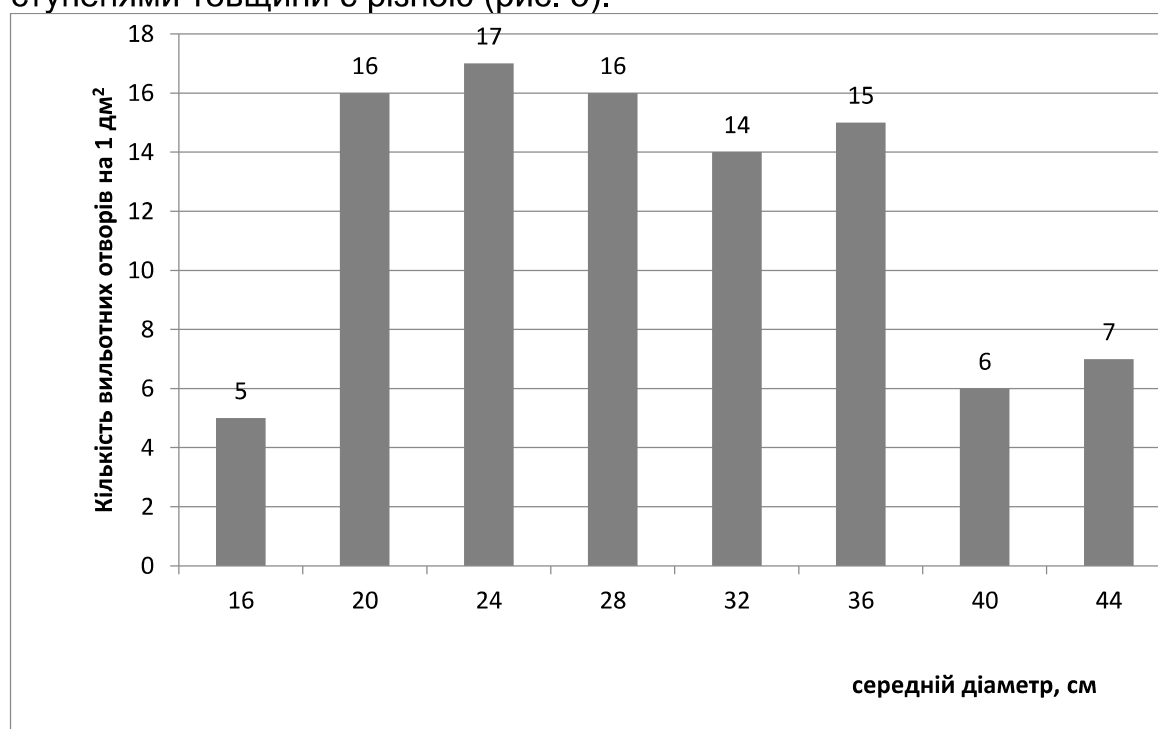


Рис. 5. Середня кількість вильотних отворів, шт·дм⁻²

Середня кількість вильотних отворів короїда-типографа *Ips typographus* L. на 1 дм² становить 13 шт., що свідчить про середню чисельність молодого покоління, проте зазначимо, що чисельність молодого покоління короїда-типографа *Ips typographus* L. є низькою на екземплярах ялини з середнім діаметром 16, 40 і 44 см. Обстежені екземпляри зі ступенями товщини 20, 24 і 28 см мають високу чисельність, що свідчить про нарощування чисельності та найсприятливіші для розмноження популяції умови на цих екземплярах.

У розвитку осередків масових розмножень стовбурових шкідників виділяють такі фази: фаза концентрації (наростання чисельності), коли формуються популяції з невисокою щільністю поселення; фаза максимуму (спалах) чисельності популяції та фаза розрідження (розсіювання) популяції, коли кормовий запас знижується до мінімуму, спостерігаються висока щільність поселення і негативний баланс чисельності стовбурових шкідників [11]. Отже, отримані дані дають змогу стверджувати, що популяція *Ips typographus* L. перебуває у фазі спалаху, в якій відбувається прогресуюче ослаблення деревостану і прискорене зростання чисельності домінуючих видів шкідливих комах.

Висновки і перспективи. Проаналізувавши загальний санітарний стан дерев ялини звичайної на території Ботанічного саду НУБіП України за період з 2006 по 2017 рр., ми зауважили тенденцію поступового відпаду дерев ялини європейської. У 2017 р. в результаті значного ослаблення дерев ялини європейської та спалаху масового розмноження стовбурових шкідників відбулась повна деградація ялинових формацій, причому основним результатом поширення стовбурових шкідників є інтенсивний куртинний характер всихання рослин.

Вищенаведене дає підстави зробити висновок про інтенсивне зниження біологічної стійкості рослин ялини європейської та масове розмноження і поширення стовбурових шкідників, яке і спричиняє їх всихання. Підтвердженням такого висновку є те, що переважна частина осередків всихання дерев ялини звичайної зосереджена в місцях значного антропогенного навантаження з найбільш сприятливими умовами для розвитку та розширення харчової бази популяції комах-ксилофагів.

References

1. Vorontsov, A. I. (1978). Patologiya lesa [Forest pathology]. Moskva, 271.
2. Hoichuk, A. F., Reshetnyk, L. L., & Maksymchuk, N. V. (2012). Metody lisopatolohichnykh obstezhen [Methods of forest-pathological surveys]. Zhytomyr, 128.
3. Gorshenin, N. M., & Shevchenko, S. V. (1954). O prichinah gibeli kul'tur eli v Prikarpat'e [On the causes of the damage of spruce crops in the Carpathian region]. Nauchn. zapiski LSHI, 4, 174–176.
4. Iershov, D. I., & Sytnykov, P. A. (2017). Metodolohiia ta novitni zasoby prohnuzuvannia mezomorfnoho rozvytku populatsii shkidnykiv iz zastosuvanniam novitnikh tekhnichnykh zasobiv z metoiu zmeshennia navantazhennia na pratsivnykiv [Methodology and the newest means of

- forecasting the mesomorphic development of pest populations with the use of the latest technical means to reduce the burden on workers]. *Informatsiini tekhnolohii: nauka, tekhnika, tekhnolohiia, osvita, zdorov'ia*, III, 329.
5. Zhigunov, A. V., Semakova, T. A., & Shabunin, D. A. Massovoe usyhanie lesov na Severo-Zapade Rossii [Mass drying of forests in the North-West of Russia]. Available at: http://www.krc.karelia.ru/doc_download.php?id=1197&table_name.
 6. Lavrinenko, D. D. (1965). *Vzaemodeystvie drevesnykh porod v razlichnykh tipakh lesa* [The interaction of tree species in different types of forest]. Moskva, 248.
 7. Lavrynovych, Ye. S. (1966). Do pytannia pro prychny vyhadannia derevnykh porid u dendroparku "Trostianets" [To a question of the reasons for the damage of trees in the arboretum "Trostianets"]. *Introduktsiia ta aklimatyzatsiia roslyn*. Kyiv, 220–225.
 8. *Materialy inventaryzatsii dendrolohichnoi kolektsii Botanichnoho sadu NAU* [Materials of the inventory of the dendrological collection of the Botanical Garden of the NAU]. (2006). Kyiv, 250.
 9. *Metodicheskie rekomendacii po nadzoru, uchetu i prognozu masovykh razmnozhenij stvolovykh vreditelej i sanitarnogo sostojanija lesov* [The methodical recommendations for the supervision, accounting and forecasting of mass breeding of stem pests and forest health]. (2006). Pushkino, 107.
 10. *Metodychni rekomendatsii shchodo obstezhennia oseredkiv stovburovykh shkidnykh lisu* [The methodical recommendations for the survey of stem pest in the forest]. (2010). Kharkiv, 26.
 11. Mozolevskaya, E. G., Kataev, O. A., & Sokolova, E. S. (1984). *Metody lesopatologicheskogo obsledovaniya ochagov stvolovykh vreditelej i boleznej lesa* [Methods of pathological examination of foci of stem pests and forest diseases]. Moskva, 152.
 12. Pukman, V. V., & Hrynyk, H. H. (2010). *Monitorynh yalynovykh derevostaniv: doslidzhennia zviazkiv mizh lisivnycho-taksatsiinymy i klimatychnymy chynnykamy ta yikh vplyv na sanitarnyi stan* [Monitoring of spruce stands: studying the relationship between forestry and taxonomic and climatic factors and their impact on sanitary conditions]. *Scientific Bulletin of UNFU*, 21.01, 51–63.
 13. Serediuk, O. O., & Fuchylo, Ya. D. (2018). *Yalna yevropeiska v nasadzhenniakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy* [*Picea abies* in plantations of the Right Bank Forest-steppe of Ukraine]. Kyiv, 136.
 14. Ivanov, V. P., Smirnov, S. I., Glazun, I. N., & et al. (2000). *Usyhanie elovykh lesov problema regionov* [Damaging spruce forests problem of the regions]. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa: mezhdunar. nauch.-tehn. konf. "Les 2000": inform. mater.* Brjansk, 98–100.
 15. Gianni, R., & Magnani, F. (1994). Effects of Climate change on the genetic diversity of forest trees. Significance and uncertainties. *Ann. bot.*, 175–183.

16. Leontovyc, R., & Kunca, A. (2006). The role of fungal pathogens in the premature decay of Norway spruce stands in Slovakia. Current problems of forest protection in spruce stands under conversion. Warsaw, 79–84.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ДЕРЕВЬЕВ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ НУБИП УКРАИНЫ

А. А. Середюк, Н. В. Пузрина

Аннотация. В статье приведены результаты исследования санитарного состояния деревьев ели европейской в Ботаническом саду НУБип Украины и проанализирована его динамика за период 2006–2017 гг. Определены факторы, которые способствовали ухудшению санитарного состояния и снижению биологической устойчивости растений данного вида. Установлено, что с 2006 г. до 2016 г. происходило постепенное ухудшение состояния ели. Усыхание деревьев вызвано *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref., поэтому наблюдается образование гнили и ее распространение в корневой системе и нижней части ствола. Приведены данные резкого ухудшения санитарного состояния деревьев ели европейской в течение вегетационного периода 2017 г. в результате массового заселения их стволовыми вредителями *Ips tyrographus* L. Изучение распространения стволовых вредителей на деревьях ели обыкновенной и динамики их размножения и распространения является важным, поскольку ослабление насаждений вредными насекомыми и возбудителями болезней создают благоприятные условия для их массового размножения, а меры борьбы являются достаточно сложными и мало изученными. Особенности распространения стволовых вредителей ели обыкновенной указывают на то, что очаги короедов возникают в местах произрастания ослабленных насаждений.

Ключевые слова: ель европейская, санитарное состояние, усыхание, стволовые вредители, *Ips tyrographus* L.

ESTIMATION OF THE CONDITION OF THE SPRUCE TREES IN THE BOTANICAL GARDEN OF THE NULES OF UKRAINE

O. Seredyuk, N. Puzrina

Abstract. The article presents the results of the investigation of the sanitary condition of the trees of the Botanic Garden of the NULES of Ukraine and analyzed its dynamics for the period 2006–2017. The factors that contributed to the deterioration of the sanitary state and the reduction of the biological resistance of plants of this species were determined. It was established that from 2006 to 2016 there was a gradual deterioration of the condition of spruce. The drying of trees is caused by *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. Therefore, the formation of rot and its spread in the root system and the lower part of the trunk are observed. Data are given on the sharp deterioration of the sanitary condition of the European fir trees during the growing season of 2017 as a result of th massive population of their stem pests

Ips typographus L. The study of the distribution of stem pests on the trees of the spruce common and the dynamics of their reproduction and distribution is important, since the weakening of the plantings by harmful insects and the pathogens of diseases create favorable conditions for their massive reproduction, and the measures of struggle are quite complex and little studied. The peculiarities of the distribution of stem pests of common eagle indicate the timing of the emergence of bark beetles to the sites of weakened plantations.

Keywords: spruce European, sanitary condition, damage, stem pests, *Ips typographus* L.

УДК 630*5:630*17(477.85)

СУЧАСНИЙ СТАН І ПРОДУКТИВНІСТЬ БУКОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ БУКОВИНСЬКОГО ПЕРЕДКАРПАТТЯ

В. В. СЛЮСАРЧУК *, аспірант кафедри лісового менеджменту
**Національний університет біоресурсів і природокористування
України**

E-mail: v.sliusarchuk@i.ua

Анотація. Сучасний стан і структура карпатських лісів, масштаби антропогенних змін, особливості використання деревних ресурсів, екологічний та економічний стан регіону свідчать про необхідність застосування нових методів у веденні лісового господарства. Однак без відповідного наукового супроводу реалізувати це майже неможливо, оскільки лісові біогеоценози мають складні біохімічні взаємозв'язки, вплив на які без відповідного наукового обґрунтування може спричинити незворотні деструктивні процеси у лісових екосистемах, Буковинського Передкарпаття зокрема. Лісові екосистеми повсякчас змінюються, тому потрібно постійно оновлювати інформацію про такі зміни. На основі повидільної бази даних ВО «Укрдержліспроект» станом на 1 січня 2011 р. було проведено аналіз сучасного стану, поширення й наведено детальну таксаційну характеристику букових деревостанів, які зростають на території Буковини. Було обчислено основні середні таксаційні показники для букових деревостанів і проведено детальний аналіз зростання цього деревного виду у розрізі походження, типів лісорослинних умов, вікової структури, класів бонітету, відносної повноти та дольової участі бука лісового у складі деревостану. Під час досліджень з'ясовано, що букові деревостани переважно зростають у багатих за родючістю та свіжих або вологих ґрунтових умовах (найпоширенішими є умови D₂, D₃ і C₃), проте їхня продуктивність є вищою у вологих умовах зростання. За походженням переважають насінневі природні деревостани. За віковою

*Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор Р.Д. Василюшин.

© В. В. Слюсарчук, 2017

структурою розподіл площ є нерівномірним, де частка середньовікових насаджень становить 47 %, пристиглих – 25 %, натомість молодняків – лише 11 % і стиглих насаджень – 16 %. Середній вік букових деревостанів становить 76 років, середній клас бонітету – I^a,9, середня повнота – 0,69, середній запас на 1 га – 228 м³.

Ключові слова: бук лісовий, модальні деревостани, запас деревостанів, походження насаджень, тип лісорослинних умов, клас бонітету, відносна повнота.

Актуальність. Сучасне лісове господарство України ґрунтується на використанні великої кількості нормативно-довідкової інформації щодо оцінки стану лісів, їхньої продуктивності та особливостей росту. Для цього розроблено низку нормативів, зокрема таблиці ходу росту для модальних деревостанів, сортиментних, товарних, стандартних та ін. [7; 9]. Вирощування високопродуктивних деревостанів потребує вдосконалення їхнього обліку та оцінки для проведення подальшого якісного планування і управління лісовим господарством на основі достовірних нормативів. Особливе місце серед цих нормативів посідають таблиці ходу росту для модальних деревостанів, оскільки вони описують не умовні деревостани (повні або найбільш продуктивні), а характеризують сучасний стан фактично наявних найпоширеніших насаджень.

Мета дослідження. Лісові біогеоценози мають складні біохімічні взаємозв'язки, вплив на які без відповідного наукового обґрунтування може спричинити незворотні деструктивні процеси у лісових екосистемах. Вони є динамічними, тому потрібно постійно оновлювати інформацію про такі зміни. Метою досліджень було проведення структурованого аналізу сучасного стану букових деревостанів Чернівецької області за основними таксаційними показниками в розрізі головних класифікаційних факторів.

Матеріали і методи дослідження. Для проведення аналізу сучасного стану букових деревостанів використано повидільну базу даних ВО «Укрдержліспроект» станом на 1 січня 2011 р. з відбором таксаційних виділів, де бук лісовий росте і як панівна, і як супутня порода. Загальний обсяг вибірки становить 55 464 виділи, загальною площею 232,8 тис. га. Дослідження проводили з використанням методів порівняльного аналізу та математичної статистики і класичних лісотаксаційних підходів.

Результати дослідження та їх обговорення. Вивчення широкого кола лісівничо-типологічних і лісогосподарських аспектів Буковинських Карпат, серед яких лісорослинні умови, поясність деревної рослинності у горах, типологічне різноманіття лісів, геоботанічно-лісівниче та лісогосподарське їх районування, лісогосподарські заходи на типологічній основі, цільове групування типів лісу, є актуальними питаннями порядку денного наукової спільноти. Поряд із тим, ще доволі мало досліджено проблему узгодження ресурсного та природоохоронного підходів під час організації природокористування. Нагальним є перегляд принципів оцінки ролі лісів Буковинських Карпат з урахуванням сучасного світогляду сталого розвитку та запровадження міжнародних норм у лісогосподарську практику,

насамперед Стратегії Карпатської конвенції [11]. Букові деревостани Буковинських Карпат та Передкарпаття у складі лісів України є унікальним елементом середньоевропейської флори. Вони мають важливе екологічне, соціальне та економічне значення. За екологічним та соціально-економічним значенням букові ліси Карпатського регіону віднесено до різних категорій захисності. Майже третина усіх букових деревостанів виконують переважно екологічні функції і майже повністю виведені з експлуатаційного фонду, при цьому для підтримання у них відповідного санітарного стану проводять тільки доглядові та санітарні рубання.

Бук лісовий є однією з основних типоутворювальних порід України [4]. У формації букових лісів описано 32 типи лісу, які за фітоценотичним принципом згруповано у 10 субформацій [8; 10]. Поширений переважно у свіжих, сирих і вологих гігротопах та в сугрудових і грудовихтрофотопах [4]. Зокрема, за даними Г. Г. Гриника, найбільші площі букових деревостанів Українських Карпат розташовані у типі лісорослинних умов D₃ – 48,14 % від загальної площі букових деревостанів, C₃ – 37,39 %, D₂ – 10,69 % та C₂ – 3,73 %. В умовах Українських Карпат площа букових типів лісу становить майже 545 тис. га [1].

Бук лісовий є одним із найцінніших деревних видів, що зростає на території України. Деревина вирізняється красивою текстурою, є міцною, важкою, твердою, в'язкою, добре обробляється на станках і полірується, тому має широке застосування в деревообробній промисловості та при виготовленні меблів.

Аналізуючи дані повидільної таксаційної характеристики лісів, можна зазначити, що з 232,8 тис. га лісових насаджень Буковини бук лісовий є другим за поширенням лісоутворювачем Буковинського Передкарпаття з часткою 26,0 %, ялина європейська охоплює площу 31,7 %, а насадження ялиці білої поширені на 15,1 % площі. Сумарна частка лісових насаджень основних лісоутворювачів Карпат – бука лісового, ялини європейської і ялиці білої – становить 72,8 %, або 169,5 тис. га серед усіх лісових масивів Чернівецької області.

Походження деревостану є важливим показником, який впливає на продуктивність насаджень. У табл. 1 наведено площі та середньозважені середні таксаційні показники букових деревостанів Буковини за походженням.

1. Площі та середні таксаційні показники букових деревостанів Буковинського Передкарпаття за походженням

Походження	Площа		Середні показники				
	га	%	A, років	H, м	D, см	M, м ³ /га	Бонітет
Вегетативне паросткове	165,4	0,3	70	23,7	28,7	183	1,4
Насінне природне	58164,9	96,0	79	23,8	30,2	233	1 ^a ,9
Насінне штучне	2282,7	3,8	33	12,7	14,3	112	1 ^a ,8
Разом	60613,0	100,0	76	23,1	29,2	228	1 ^a ,9

За даними табл. 1 можна побачити, що розподіл букових деревостанів за походженням є нерівномірним, причому прослідковується абсолютна перевага насінневих природних насаджень – 96,0 %, насінневих штучних – лише 3,8 %, і найменше деревостанів вегетативного паросткового походження – 0,3 %, що можна пояснити біоекологічними особливостями бука лісового як деревного виду з низькою порослевою активністю та слабкою здатністю давати надійну поросль, яка сформує насадження у перспективі. Проте, аналізуючи середні таксаційні показники, слід зазначити, що штучні насінневі насадження бука набагато молодші за інші, різниця становить близько 40 років, це відповідно позначилось і на інших показниках.

Важливим показником, який впливає на продуктивність деревостанів, є лісорослинні умови. У табл. 2 наведено розподіл площ і середніх таксаційних показників за типами лісорослинних умов.

2. Площі та середні таксаційні показники букових деревостанів Буковинського Передкарпаття за типами лісорослинних умов (ТЛУ)

ТЛУ	Площа		Середні показники				
	га	%	A, років	H, м	D, см	M, м ³ /га	Бонітет
Субори (B ₂)	63,5	0,1	116,9	23,1	27,6	300	II,6
Субори (B ₃)	33,6	0,1	113,3	21,8	31,2	285	II,1
Сугруди (C ₂)	2968,1	4,9	69,2	21,1	26,7	227	I,0
Сугруди (C ₃)	13780,4	22,7	82,3	23,5	30,9	217	I,1
Сугруди (C ₄)	24,8	0,0	80,6	24,1	30,4	211	I,4
Груди (D ₁)	12,3	0,0	38,0	18,7	21,3	141	I ^b ,0
Груди (D ₂)	19879,8	32,8	75,2	23,8	29,5	243	I ^a ,7
Груди (D ₃)	23844,2	39,3	73,1	22,5	27,9	222	I ^a ,9
Груди (D ₄)	6,3	0,0	88,8	26,0	33,1	152	I,1

Аналізуючи дані табл. 2, можна зазначити, що бук лісовий переважно зростає в умовах бучин (понад 72 %), менше зустрічається у субучинах (понад 27 %) і майже не зустрічається у суборах (0,2 %) – на площі менше ніж 100 га. Слід зауважити, що в умовах бучин і субучин бук зростає переважно на свіжих і вологих суглинистих буроземах, рідше зустрічається в сухих і сирих гігротопах.

За вимогливістю до родючості ґрунту більшість дослідників відносять бук лісовий до мегатрофів [5; 12], однак в Українських Карпатах бук поступається ясену звичайному, в'язу гірському та ялиці білій. Краще росте на ґрунтах і гірських породах, багатих на вапно. Проте може зустрічатися як на багатих кальцієм, так і на бідних кислих ґрунтах [6]. Лісорослинні властивості лісових ґрунтів під буковими насадженнями неоднакові. Дуже велике значення має глибина корененасиченого шару і вміст у ньому скелету. Найпродуктивнішими є глибокі слабоскелетні ґрунти, ріст бука на яких досягає I–I^a бонітетів. Вимогливість бука лісового до родючості ґрунту можна прослідкувати за наведеними у табл. 2 основними середніми таксаційними показниками. Із зниженням родючості ґрунтів дещо

зменшується середній висота та діаметр і, як наслідок, середній запас і клас бонітету.

У табл. 3 наведено розподіл площ і середні таксаційні показники деревостанів з участю бука лісового за віковими групами.

3. Площі та середні таксаційні показники букових деревостанів Буковинського Передкарпаття за групами віку

Групи віку	Площа		Середні показники				
	га	%	А, років	Н, м	D, см	М, м ³ ·га ⁻¹	Бонітет
Молодняки 1 класу	3967,6	6,5	12	3,7	4,7	15	I,1
Молодняки 2 класу	2841,1	4,7	33	13,1	14,1	83	I,2
Середньовікові	12574,8	20,7	65	22,5	26,0	211	Ia,7
Середньовікові, включені до розрахунку	15788,6	26,0	76	25,5	30,1	250	Ia,6
Пристиглі	15351,7	25,3	94	27,8	35,4	278	Ia,9
Стиглі	9451,5	15,6	115	29,1	40,5	266	I,2
Перестиглі	617,7	1,0	172	29,2	49,7	247	I,7

Дані таблиці засвідчують нерівномірний розподіл площ деревостанів з участю бука за віком. За віковою структурою розподіл площ такий: частка середньовікових насаджень становить 46,7 %, пристиглих – 25,3 %, натомість молодняків – лише 11,2 %, а стиглих насаджень – 15,6 %, середній вік букових деревостанів становить 76 років. Середні таксаційні показники відповідають їхнім віковим категоріям, у динаміці постійно зростають, найбільша продуктивність за запасом припадає на стиглі та перестиглі деревостани, натомість із віком зменшується показник класу бонітету, особливо показово у стиглих – 1,2 показник бонітету і перестійних групах віку – 1,7 відповідно, цей показник знижується.

Розподіл площ деревостанів за участю бука за класами бонітету наведено на рис. 1. За даними рис. 1 бачимо, що бук переважно зростає за I (57,0 % від площ лісових ділянок, вкритих лісовою рослинністю) та I^a (понад 25 %) класами бонітету. Рідше зустрічається у II (13,9 %), I^b (2,2 %) та III (1,0 %) класах, зовсім незначна частка високо- (I^d, I^c) (сумарно 0,1 %) і низькобонітетних деревостанів IV класу і нижче (сумарно 0,1 %). Проаналізувавши середній вік кожного класу бонітету, спостерігається така залежність: зі зменшенням продуктивності середній вік починає спадати від I^a,6 класу бонітету (76 рік) – до I,7 класу (172 роки).

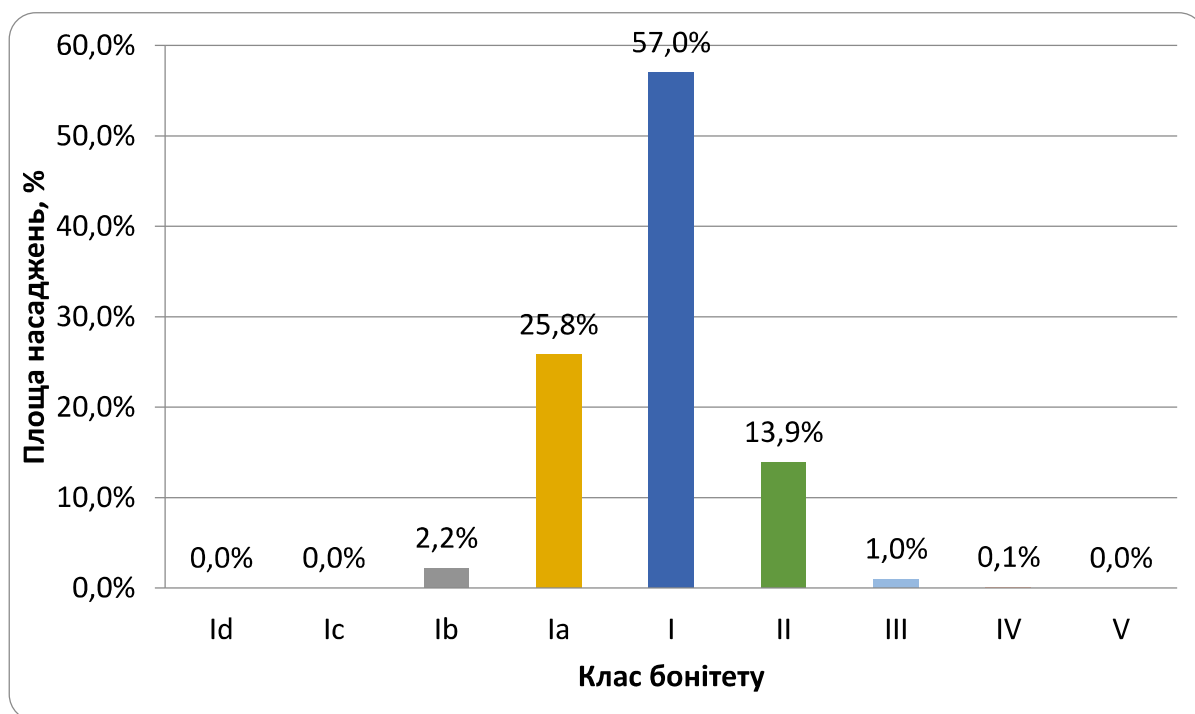


Рис. 1. Розподіл площ деревостанів за участю бука лісового за класами бонітету

Дані рис. 2 демонструють розподіл площ лісів за участі бука лісового за повнотами, із яких можна спостерігати переважання середньоповнотних насаджень із повнотою 0,7 та 0,8, які становлять 34,5 % та 25,2 % відповідно від загальної площі. Наявність значної кількості низькоповнотних (25,0 %) деревостанів бука свідчить про несвоєчасність і підвищену інтенсивність рубань під час проведення рубок формування та оздоровлення лісів, водночас частка високоповнотних деревостанів становить 15,2 %.

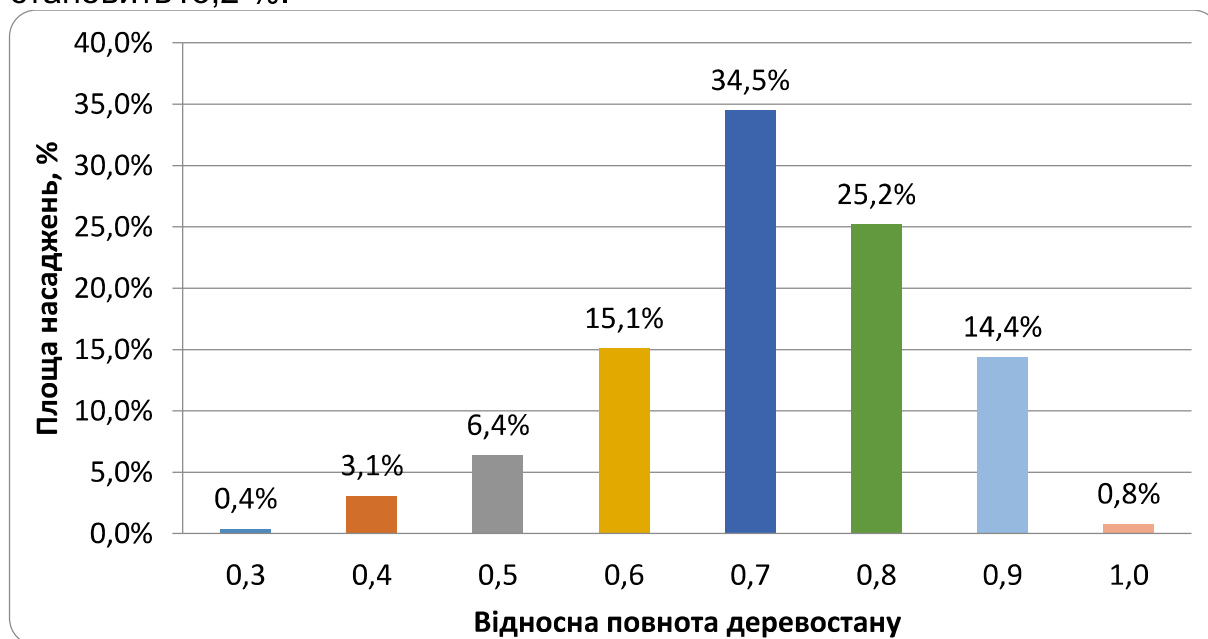


Рис. 2. Розподіл площ деревостанів за участю бука лісового за повнотами

За доцільне вважаємо показати розподіл площ букових деревостанів за долевою участю у складі деревостану (рис. 3).

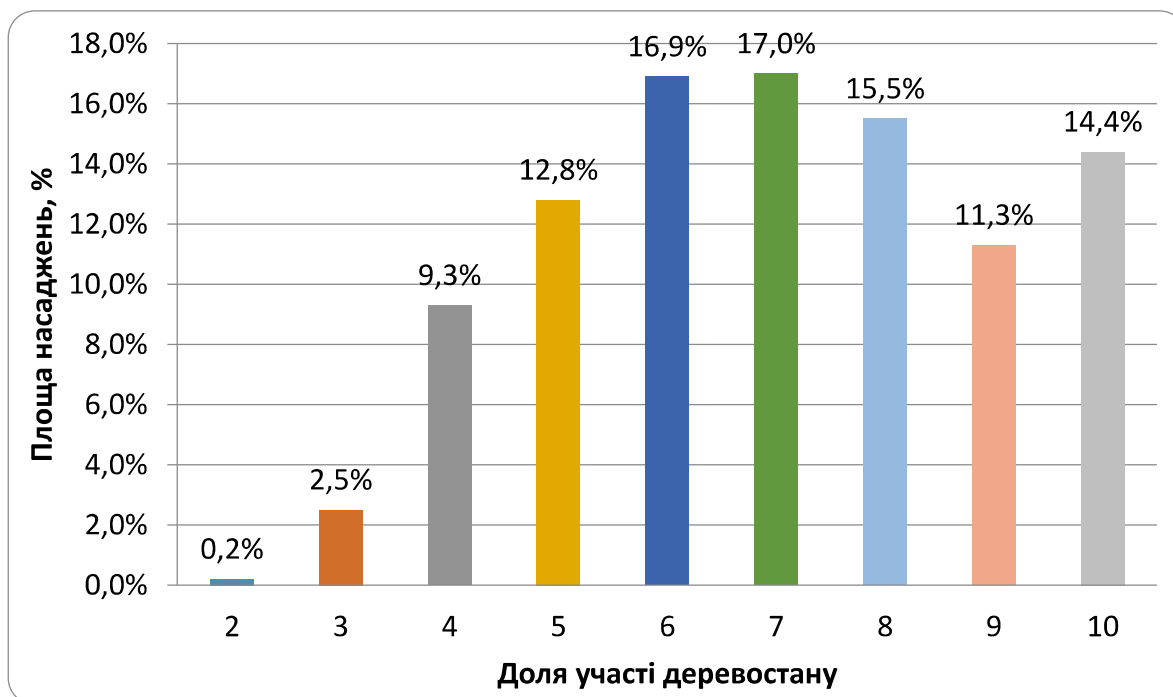


Рис. 3. Розподіл площ деревостанів за участю бука лісового за складом деревостану

За даними рис. 3 можна зазначити, що чисті букові деревостани зустрічаються на 14,4 % від загальної площі. Найбільша дольова участь бука лісового припадає на діапазон від 5 до 9 одиниць у складі деревостану – 73,5 % від площі, на 4 і менше одиниць у складі (12,0 % від всієї площі), причому зі зменшенням долі участі зменшується площа таких насаджень.

Висновки і перспективи. Бук лісовий займає значну частину у лісових масивах Буковини, а саме є панівним деревним видом на теренах Буковинського Передкарпаття, утворюючи чисті й часто мішані насадження з вагомою дольовою участю у складі насаджень. Ретельний аналіз продуктивності деревостанів з участю бука лісового у розрізі основних лісотаксаційних показників дає можливість вивчати сучасний стан букових насаджень Буковинського Передкарпаття, а досліджувану базу даних може бути використано в подальшому для математичного моделювання ходу росту модальних букових насаджень та вивчення їхніх лісівничо-таксаційних особливостей.

References

1. Brodovych, Iu., Hudyma, V., Brodovych, R., Katsuliak, Iu. (2007). Suchasnyi stan ta shliakhy optymizatsii protsesiv vidtvorennia bukovykh lisiv na pivdenному mehaskhyli Karpat [Current state and ways of optimization of beech forests reproduction on the southern mega slope of the Carpathians]. Herald of Vasil Stefanyk Precarpathian National University. Series Biology, 7–8, 218–221.

2. Vasylyshyn, R. D., Sliusarchuk, V. V., Vasylyshyn, O. M. (2015) Bioproduktyvnist tverdolystianykh nasadzhen Ukrainy Karpats [Bioproductivity of hardwood plantations of the Ukrainian Carpathians]. Scientific Bulletin of the National University of Bioresources and Natural Resources of Ukraine, 219, 18–25.
3. Vasylyshyn, R. D. (2014). Produktyvnist ta ekolooho-enerhetychnyi potentsial lisiv Ukrainy Karpats [Productivity, ecological and energy potential of forests in Ukrainian Carpathians]. Extended abstract of Doctor's thesis. Kyiv, 46.
4. Herushynsky, Z. Iu. (1996) Typolohiia lisiv Ukrainy Karpats [Typology of forests of the Ukrainian Carpathians]. Lviv, 208.
5. Hrynyk, H. H. (2012). Ekspozytsiino-orohrafichni modeli optymalno-produktyvnykh mistsepolozhen derevostaniv buka lisovoho v Ukrainy Karpatakh. Scientific Bulletin of UNFU, 22.08, 8–13.
6. Krynytskyi, H. T., Popadynets, I. M., Bondarenko, V. D., Kramarets, V. O. (2004). Bukovi lisy Zakhidnoho Podillya [Beech Forests of Western Podillya]. Ternopil, 168.
7. Lisotaksatsiinyi dovidnyk. (2013) [Forest tactical directory]. Kyiv, 496.
8. Myklush, S. I. (2005). Typy lisu rivnynnykh bukovykh nasadzhen Ukrainy [Types of forest plain beech plantations of Ukraine]. Scientific Bulletin of UNFU, 15.1, 9–14.
9. Stochynskyi, A. A., Shvydenko, A. Z., Lakyda, P. Y. (1992). Modely rosta y produktyvnost optymalnykh drevostoev [Growth models and productivity of optimal stands]. Kyiv, 144.
10. Ostapenko, B. F., Fedets, I. P., Pasternak, V. P. (1998). Typolohichna riznomanitnist lisiv Ukrainy. Zona shyrokolystianykh lisiv [Typological diversity of forests of Ukraine. The zone of deciduous forests]. Kharkiv, 127.
11. Furdychko, O. I., Solodkyi, V. D. (2011). Realizatsiia stratehii Karpatskoi konventsii v Bukovynskykh Karpatakh: naukovo-metodolohichni ta ekoloohobiolohichni aspekty [Realization of the Carpathian Convention strategy in the Bukovynian Carpathians: scientific and methodological and ecological and biological aspects]. Chernivtsi, 520.
12. Cherniavskyi, M. V. (1995). Buk (*Fagus sylvatica* L.) yak katalizator hruntovykh protsesiv u bukovo-ialytsevo-smerekovykh pralisakh Ukrainy Karpats. VI Sympozium IUFRO z problem buka [Beech (*Fagus sylvatica* L.) as a catalyst for soil processes in beech-fir-spruce forests of the Ukrainian Carpathians]. Lviv, 34–35.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ БУКОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ БУКОВИНСКОГО ПРЕДГОРЬЯ

В. В. Слюсарчук

Аннотация. Современное состояние и структура карпатских лесов, масштабы антропогенных изменений, особенности использования древесных ресурсов, экологическое и экономическое состояние региона свидетельствуют о необходимости использования новых методов ведения лесного хозяйства. Но без соответствующего

научного сопровождения реализовать это практически невозможно, поскольку лесные биогеоценозы характеризуются наличием сложных биохимических взаимосвязей, влияние на которые без соответствующего научного обоснования может вызвать необратимые деструктивные процессы в лесных экосистемах, Буковинского Предгорья в частности. Лесные экосистемы постоянно изменяются, поэтому необходимо своевременно обновлять информацию о таких изменениях. На основе повидельной базы данных ПО «Укрдослеспроект» по состоянию на 1 января 2011 г. были произведены анализ современного состояния и подробная таксационная характеристика буковых древостоев, произрастающих на территории Буковины. Были посчитаны основные средние таксационные показатели для буковых древостоев и произведен детальный анализ произрастания данной породы отдельно в разрезе происхождения, типов лесорастительных условий, возрастной структуры, классов бонитета, относительной полноты и частицы исследуемой породы в составе древостоя. Исследования показали, что буковые древостои предпочитают произрастать в богатых за плодородием и свежих или влажных почвенных условиях (наиболее распространенными являются условия D_2 , D_3 и C_3), хотя их продуктивность выше во влажных условиях произрастания. По происхождению преобладают семенные природные древостои. По возрастной структуре распределение площадей является неравномерным, где доля средневозрастных насаждений составляет 47 %, при этом молодняков – только 11 % и спелых насаждений – 16 %. Средний возраст буковых древостоев составляет 76 лет, средний класс бонитета – 1^a,9, средняя полнота – 0,69, средний запас на 1 га – 228 м³.

Ключевые слова: бук европейский, модальные древостои, запас древостоев, происхождение насаждений, тип лесорастительных условий, класс бонитета, относительная полнота.

CURRENT STATE AND PRODUCTIVITY OF BEECH STANDS IN BUKOVINSKY PRECKARPATHY

V. Sliusarchuk

Abstract. The current state and structure of the Carpathian forests, the scale of anthropogenic changes, the peculiarities of the use of wood resources, the ecological and economic conditions of the region indicate the need for new methods of forest management. However, without appropriate scientific support, it is practically impossible to implement, since forest biogeocoenoses are characterized by the presence of complex biochemical interactions, the impact on which, without proper scientific justification, can cause irreversible destructive processes in forest ecosystems, in particular, in Bukovinian Precarpathians. Forest ecosystems are constantly changing, therefore, there is a need for constant updating of information about such changes. Based on the stand-wise database of PA “Ukrderzhlisproekt” (as of 01.01.2011) we have analyzed distribution, current state and detailed mensurational characteristics

of beech stands that grow in Bukovina. We have calculated the main mean mensurational indices for beech stands and conducted a detailed analysis of growth of this tree species in terms of origin, type of site conditions, age structure, site index classes, relative stocking and share of the tree species in stand composition. The results show that beech stands grow mainly in rich in terms of soil fertility and fresh or wet of soil moisture conditions (most common conditions D2, D3 and C3) but their productivity is higher in wet conditions. In terms of stand origin, natural seed stands are dominant. Distribution by age structure is uneven, where the proportion of medieval plantings is 47%, inoculated ones - 25%, instead of youngsters - only 11% and ripe plantings - 16%. The average age of beech stands is 76 years. The mean site index class equals I^a, 9, mean relative stocking - 0,69, mean growing stock - 228 m³·ha⁻¹.

Keywords: forest beech, modal stands, stock stands, origin of stands, type of site conditions, site index class, relative stocking.

УДК 631.86: 630*237: 582.475

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ ЗА ВИРОЩУВАННЯ СОСНОВИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ СВІЖОГО БОРУ І СУБОРУ

В. Ю. ЮХНОВСЬКИЙ, Ю. С. УРЛЮК *

Національний університет біоресурсів і природокористування
України

М. П. ГОЛОВЕЦЬКИЙ, І. Л. СЕРЕДА

ДП «Вищедубечанське лісове господарство»

E-mail: yukhnov@ukr.net

Анотація. Проаналізовано вплив органічних добрив на ріст і розвиток сіянців сосни звичайної при створенні лісових культур на піщаних і супіщаних ґрунтах свіжого бору і субору. Встановлено, що ефективним є застосування коров'ячого перегною, курячого посліду і природного верхнього горизонту підстилки під час створення лісових культур на піщаних ґрунтах. Внесення добрив на супіщаних ґрунтах показало, що висота сіянців у дослідних варіантах у 1,4–1,7 разу перевищувала висоту контрольних посадок. На ріст сіянців найкраще вплинуло внесення біодобрива «Достаток», родючого шару підстилки і коров'ячого перегною. Висота сіянців на ділянках із цими добривами становила 11,34, 11,00 і 10,12 см відповідно. Найвищу збереженість сіянців зафіксовано в культурах із внесенням курячого посліду, таблеток «Jiffy Forestry» та коров'ячого перегною, які мали достатню зволоженість і проявляли себе як вологонакопичувачі. Збереженість

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук В. Ю. Юхновський.

© В. Ю. Юхновський, Ю. С. Урлюк,
М. П. Головецький, І. Л. Середа, 2018

лісових культур на ділянках із внесенням добрив в умовах свіжого субору коливається у межах 85–95 % і перевищує аналогічний показник контрольних ділянок у середньому на 5 %. Причинами значного відпаду сіянців стала затяжна посуха у післясадивний період, яка тривала упродовж 27 днів, опік крони сіянців, низька родючість піщаних земель і недостатня зволоженість ґрунту. Загалом, приживлюваність і збереженість лісових культур в умовах свіжого субору на супіщаних ґрунтах на 9–17 % перевищує аналогічний показник соснових культур, створених у борових умовах на піщаних ґрунтах (68,5–86,3 %). Всі природні органічні й біодобрива мають значущу перевагу порівняно з контрольними посадками, що свідчить про доцільність застосування добрив під час створення лісових культур.

Ключові слова: біодобриво, висота, діаметр крони, приживлюваність, збереженість.

Актуальність. На зрубках у борових і суборових умовах найпоширенішим способом створення соснових культур є саджання сіянців сосни на дно плужної борозни, тобто у збіднений ґрунт, що знижує приживлюваність лісових культур і розвиток сіянців.

Про ефективність внесення добрив під час створення лісових культур зазначено у працях М. І. Гордієнка [3], М. І. Гордієнка, М. М. Гузя, Ю. М. Дебринюка і В. М. Маурера [2], А. П. Пінчука [8] та ін. Внесення добрив збільшує вміст у ґрунті легкозасвоюваних форм азоту, фосфору і калію, сприяє підвищенню стійкості рослин до несприятливих умов навколишнього середовища та хвороб, поліпшує приживлюваність і ріст рослин [2; 3; 7]. Унаслідок цього заходу зімкнення культур настає раніше, що призводить до зменшення кількості агротехнічних доглядів і скорочує період переведення лісових культур у вкриті лісом ділянки. Зафіксовано, що лише одноразове застосування добрив у культурах сосни Полісся простежується до стадії жердняку [11]. Найефективнішими органічними добривами дослідники визнають пташиний послід, торф, сапропель, зелені добрива тощо [2; 8].

Останнім часом виявлено тенденцію застосування біодобрив і використання препаратів, отриманих із природних джерел, зокрема з рослинної сировини [1]. Вивчення механізмів самозахисту рослин привело до розробки природних екологічно безпечних біостимуляторів. Зокрема, вплив органічного добрива «Біо-гель» на ріст сіянців сосни чорної з відкритою кореневою системою досліджували Т. О. Бойко, С. В. Назаренко і П. М. Бойко [1]. Вони виявили позитивний вплив органічного добрива «Біо-гель» на приживлюваність і збереженість саджанців, посилення стійкості до збудників хвороб в екстремальних умовах Південного Степу.

Широкий асортимент біодобрив спонукає до пошуку найефективніших і водночас легкодоступних препаратів, які є потужним резервом підвищення родючості ґрунту на збіднених на поживні речовини піщаних і супіщаних ґрунтах, приживлюваності лісових культур і пришвидшення переведення лісових культур у вкриті лісом ділянки.

Мета дослідження: оцінити ефективність впливу органічних і

органо-мінеральних добрив на приживлюваність і розвиток культур сосни звичайної в умовах свіжого бору і субору, надати рекомендації виробництву щодо доцільності застосування добрив для створення соснових культур на ґрунтах легкого механічного складу.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проводили на лісокультурній площі ДП «Вищедубечанське лісове господарство», територія якого за лісогосподарським районуванням належить до Східнополіського округу лісової лісогосподарської області [9; 12].

Експериментальні лісові культури сосни звичайної було закладено в умовах свіжого бору (A₂) в Новосілівському лісництві в кварталі 794, виділи 11, 12. У Пірнівському лісництві в умовах свіжого субору (B₂) аналогічні культури створено в кварталі 562, виділ 17. Експериментальні посадки здійснено 17 квітня 2018 р.

Усього було досліджено дію шість видів добрив (рис. 1): підстилка (верхній гумусовий 1–3 см шар); коров'ячий перегній; біодобриво «Достаток»; курячий послід; таблетки «Jiffy Forestry»; абсорбент «Гідрогель LUXSORB». Культури створювали на ділянках завширшки 12 м, в яких було 7 рядів борозен із загальною довжиною 30 м і більше.

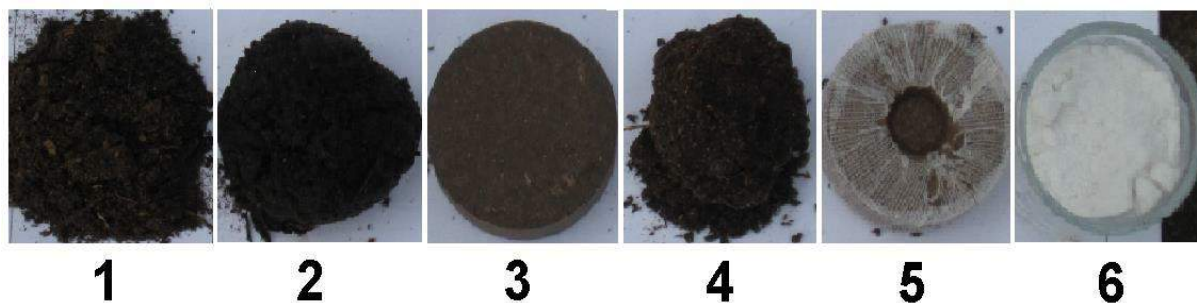


Рис. 1. Схема експерименту внесення добрив під час саджання лісових культур: 1 – підстилка (верхній гумусовий 1–3 см шар); 2 – коров'ячий перегній; 3 – біодобриво «Достаток»; 4 – курячий послід; 5 – таблетки «Jiffy Forestry»; 6 – абсорбент «Гідрогель LUXSORB»

Нижче наведено основні характеристики добрив, норми їх внесення.

У кожному типі лісорослинних умов відбирали зразки *підстилки* – верхнього органічного шару ґрунту (рис. 2), який вносили під сіянець у



Рис. 2. Відбір зразків підстилки

щілину прорізану мечем Колесова. Товщина гумусового шару в умовах свіжого бору становила 1–2 см, а у свіжій суборі – 1–3 см. Підстилку відбирали ґрунтовим буром, який сконструював В. М. Малюга [2]. Під кожний сіянець вносили мензуркою підстилку обсягом 20 г.

За основу дози внесення для порівняльної оцінки ефективності впливу органічних і органо-мінеральних добрив на

приживлюваність і розвиток культур сосни звичайної в умовах свіжого бору і субору було взято виробничу (фіксовану) вагу таблеток біодобрива «Достаток» і торф'яних таблеток «Jiffy Forestry», що становить 11 г сухої речовини кожна. Для встановлення необхідного еквіваленту ваги природних матеріалів (органічних добрив) – підстилки органічного шару ґрунту, коров'ячого перегною та курячого посліду – застосували ваговий метод із термічним висушуванням зразків перелічених субстратів для визначення їхньої вологості. Виявилось, що підстилка органічного шару ґрунту та курячий послід мають однакову природну вологість близько 46 %, і, відповідно, їхня норма внесення еквіваленту 11 г сухої речовини таблеток становить по 20 г дослідного матеріалу кожної, що дорівнює об'єму 40 г мензурки для визначення ваги води. Вологість коров'ячого перегною становила близько 63 %, відповідна доза внесення – 30 г.

Маючи на меті досягнення чистоти експерименту та відтворення початкової однакової якості дослідного матеріалу, що застосовується у вигляді сухої речовини таблеток біодобрива «Достаток» і торф'яних таблеток «Jiffy Forestry», також застосували ваговий метод у досягненні їхньої еквівалентної вологості. Ми встановили, що таблетки біодобрива «Достаток» за одну годину намочування набирають 64 % вологості, відповідно для досягнення середнього показника – 55 % вологості – достатньо їх тримати у воді не більше ніж 50 хвилин. Торф'яні таблетки «Jiffy Forestry» за три хвилини намочування набирають 84 % вологості, а достатній час перебування у воді становить дві хвилини.

Спосіб внесення абсорбенту «Гідрогель LUXSORB» і його норма застосовані згідно із супровідною інструкцією препарату для садивного матеріалу. Коріння рослин замочують у желеподібному розчині (10 г/л води) перед посадкою.

Коров'ячий перегній – це органічне добриво, утворене із 10 см гною і соломи і витримане упродовж двох років. Доза внесення – 30 г.

Таблетки «Достаток» – натуральне екологічно чисте добриво з вологоутримувальними властивостями на основі біогумусу [12]. Добриво містить агрономічно корисну мікрофлору природного походження. З промисловою метою таблетки випускають розміром 16 × 30 мм. Таблетки «Достаток» на 50 % складаються з органічних складових і на відміну від торф'яних таблеток «Jiffy Forestry» не мають сіточки, яка утримує торф. Перед внесенням їх замочували у воді упродовж 50 хв до часткового набухання і набирання ними вологості – 55 % без втрати механічної цілісності матеріалу (препарату), вносили під сіянець одну таблетку.

Курячий послід, який брали на фабриці «Гаврилівські курчата» (с. Вища Дубечня), являє собою суміш підстилки з тирси хвойних порід (сосни звичайної) та курячого посліду курей-несучок, яка природно формувалась на фермі протягом 420 днів, і після видалення закладали для перегнивання методом компостування у купах заввишки до одного метра упродовж чотирьох років. Норма внесення – 20 г.

Таблетки «Jiffy Forestry» спеціально розроблені для лісових господарств, створюють найкращі умови росту з самого початку вирощування

дерев. Виготовлені із високоякісного спресованого канадського торфу дрібної фракції, обгорнутого в оболонку-сітку. Таблетки для рослин мають подвійну функцію. Торф і перегній слугують поживними речовинами для розвитку сіянців. Мінеральні речовини забезпечують мікроелементи. Таблетки розміром 24 × 8 мм і вагою сухої речовини 11 г попередньо замочували у воді протягом двох хвилин, унаслідок чого вони набирали вологості близько 55 % і збільшувались удвічі, і вносили під кореневу систему сіянця.

«Гідрогель LUXSORB» – полімер акриламід у калію, класу ґрунтових меліорантів, який абсорбує воду. Добриво здатне поглинути близько 250 л ґрунтової води й під час посухи поступово віддавати її рослинам. Цю здатність препарат зберігає упродовж п'яти років. У складі продукту наявний безпечний і необхідний для рослин калій, який вони повністю засвоюють. Спосіб внесення та норми «Гідрогелю» рекомендовані як для садивного матеріалу. Коріння рослин замочують у желеподібному розчині (10 г на 1 л води) перед посадкою.

Результати приживлюваності, збереженості та ефективності дії різних добрив на розвиток сіянців проводили упродовж жовтня 2018 р. з вимірами біометричних показників сіянців: діаметра кореневої шийки, діаметра крони і висоти. Діаметр кореневої шийки сіянців вимірювали штангенциркулем, а висоту і діаметр крони – лінійкою. Облік збереженості лісових культур проводили згідно з інструкцією з проектування, технічного приймання, обліку та оцінки якості лісокультурних об'єктів [4].

Результати дослідження та їх обговорення. Для виявлення ефективності впливу добрив на приживлюваність і розвиток соснових культур на ґрунтах різного механічного складу проведено обчислення середніх значень і похибок середнього значення біометричних показників і приживлюваності. Результати статистичних обчислень біометричних показників сіянців, висаджених в умовах свіжого бору, наведено у табл. 1.

1. Біометричні показники розвитку і приживлюваність сіянців сосни в умовах свіжого бору (A₂) з використанням різних добрив

Но- мер варі- анта	Варіант досліджу	Середні показники			При- жив- люван- ність	Збере- жен- ність	Кіль- кість сидив- них місць
		висота, см	діаметр кореневої шийки, см	діаметр крони, см			
1	Підстилка (верхній гумусовий 1–2 см шар)	11,77±1,28	0,36±0,071	12,38±1,55	94,5	75,3	73
2	Коров'ячий перегній	11,86±1,38	0,44±0,054	17,13±2,22	90,4	86,3	73
3	Біодобриво «Достаток»	10,78±1,52	0,38±0,068	13,53±1,67	97,2	83,3	72
4	Курячий послід	11,80±1,26	0,43±0,047	16,47±1,83	87,3	80,3	71
5	Таблетки «Jiffy Forestry»	9,57±1,12	0,37±0,037	13,87±1,56	84,9	68,5	73
6	«Гідрогель LUXSORB»	7,99±1,00	0,33±0,042	12,29±1,67	85,7	85,0	70
7	Контроль	10,78±1,31	0,28±0,043	8,13±1,61	90,4	39,7	73

Дані табл. 1 показують, що найкращі результати росту сіянців дало внесення коров'ячого перегною, курячого посліду і природного верхнього горизонту підстилки. Висота сіянців на цих дослідних ділянках становила 11,86, 11,80 і 11,77 см відповідно. Це свідчить про переваги природних добрив порівняно з біопрепаратами. Розвиток сіянців характеризує показник діаметра крони. Його значення у порядку зменшення відзначено на дослідних ділянках із внесенням коров'ячого перегною, курячого посліду і біодобрива «Jiffy Forestry». Діаметр крони на цих ділянках зафіксовано у 17,13, 16,47 і 13,87 см відповідно. Вплив біодобрив «Jiffy Forestry» і «Достаток» на розвиток рослин пояснюється наявністю у їхньому складі мінеральних азотних, фосфорних і калійних елементів тощо.

Всі природні органічні й біодобрива мають значущу перевагу над контрольними посадками. Розрахунок критерію Стьюдента для незалежних вибірок кожного варіанта внесення добрив до контролю показав, що його значення коливається в межах 4,08–5,17, що є більшим, ніж критичне значення 2,00 при числі ступенів свободи 60 і рівні значущості 0,05. Отже, звідси випливає висновок про відмінності між біометричними показниками сіянців на ділянках із добривами і контрольними посадками, що свідчить про доцільність застосування добрив під час створення лісових культур.

Найкращу збереженість сіянців забезпечили коров'ячий перегній, препарат «Гідрогель LUXSORB» і біодобриво «Достаток». На цих ділянках відсоток збереженості сіянців становив 86,3, 85,0 і 83,3 % відповідно. Загалом причинами значного відпаду сіянців стала затяжна посуха у після садивний період, яка тривала упродовж 27 днів (17 квітня – 14 травня 2018 р.), опік крони сіянців та пошкодження дикими тваринами. Особливо чітко низьку збереженість лісових культур (39,7 %) зафіксовано на контролі, де окрім зазначених причин вагомим чинником є низька родючість піщаних земель в умовах свіжого бору і недостатня зволоженість ґрунту у весняний період.

Деяку іншу закономірність у рості та розвитку сіянців сосни виявлено в експерименті, закладеному в умовах свіжого субору (табл. 2).

Аналіз результатів статистичних обчислень біометричних показників сіянців показав, що на ріст сіянців в умовах свіжого субору найкраще вплинуло внесення таких добрив (у порядку зменшення висоти): біодобриво «Достаток», підстилка, коров'ячий перегній. Їхні відповідні величини сягали 11,34, 11,00 і 10,12 см. Діаметр крони висаджених сіянців відповідно становив 17,55, 18,73 і 18,22 см у дослідних ділянках. Однакову величину діаметра крони 17,55 см зафіксовано на ділянках із внесенням курячого посліду і біодобрива «Достаток».

Необхідно зазначити, що дія добрив на розвиток рослин за показником діаметра крони потребує уточнення, систематизації та додаткових статистичних обчислень біометричних показників сіянців і є предметом окремого дослідження. Загалом, показники росту та збереженості свідчать про достатній запас поживних речовин, які забезпечують розвиток рослин на початковому етапі створення лісових

культур, у ґрунтах свіжого субору.

2. Біометричні показники розвитку і приживлюваність сіянців сосни в умовах свіжого субору (В₂) з використанням різних добрив

Но- мер варі- анта	Варіант досліджу	Середні показники			При- жив- люван- ність	Збере- жен- ність	Кіль- кість садив- них місць
		висота, см	діаметр кореневої шийки, см	діаметр крони, см			
1	Підстилка (верхній гумусовий 1–3 см шар)	11,00±1,57	0,49±0,069	18,22±2,11	97,5	90,0	80
2	Коров'ячий перегній	10,12±1,57	0,51±0,062	18,73±1,89	92,9	91,4	70
3	Біодобриво «Достаток»	11,34±1,38	0,52±0,081	17,55±2,33	90,1	84,5	71
4	Курячий послід	9,87±1,37	0,47±0,053	17,55±1,89	95,9	94,6	74
5	Таблетки «Jiffy Forestry»	9,72±1,31	0,51±0,067	16,95±2,0	94,3	92,9	70
6	«Гідрогель LUXSORB»	6,57±0,91	0,37±0,061	15,57±2,0	92,9	91,0	70

Проте внесення добрив на супіщаних ґрунтах суттєво впливає на ріст сіянців сосни. Інтенсивність росту дослідних культур у всіх варіантах із внесенням добрив статистично перевищувала ріст контрольних сіянців, що підтверджено критерієм Стьюдента. Висота сіянців у дослідних варіантах у 1,4–1,7 разу перевищувала висоту сіянців на контролі.

Найвищу збереженість сіянців зафіксовано в культурах із внесенням курячого посліду, який мав достатню зволоженість і проявляв себе як вологонакопичувач. Високий відсоток збереженості виявлено також у культурах із внесенням таблеток «Jiffy Forestry» та коров'ячого перегною, значення яких становили 92,9 і 91,4 % відповідно. Збереженість лісових культур на ділянках із внесенням добрив в умовах свіжого субору коливається у межах 84–95 % і перевищує аналогічний показник контрольних ділянок, на яких збереженість культур становить 90 %.

Загалом, збереженість і приживлюваність лісових культур в умовах свіжого субору на супіщаних ґрунтах на 11–17 % перевищує аналогічний показник соснових культур, створених у борових умовах на піщаних ґрунтах.

Висновки та перспективи. Встановлено залежність ефективності росту від виду органічного добрива. Згідно з проведеними дослідженнями ефективним є застосування коров'ячого перегною, курячого посліду і природного верхнього горизонту підстилки під час створення лісових культур на піщаних ґрунтах свіжого бору.

Внесення добрив на піщаних і супіщаних ґрунтах суттєво впливає на ріст сіянців сосни. Найкращі результати росту сіянців в умовах свіжого бору дало внесення коров'ячого перегною, курячого посліду і природного верхнього горизонту підстилки. Висота сіянців на цих дослідних ділянках становила 11,86, 11,80 і 11,77 см відповідно. Це свідчить про переваги

природних добрив над біопрепаратами. В умовах свіжого субору висота сіянців у дослідних варіантах у 1,4–1,7 разу перевищувала висоту сіянців на контролі. На ріст сіянців найкраще вплинули внесення добрива «Достаток», підстилка, коров'ячий перегній і курячий послід. Їхні відповідні величини сягали 11,34, 11,00; 10,12 і 9,87 см.

Найвищу збереженість сіянців зафіксовано в культурах із внесенням курячого посліду, який мав достатню зволоженість і проявляв себе як вологонакопичувач. Високий відсоток збереженості виявлено також у культурах із внесенням таблеток «Jiffy Forestry» та коров'ячого перегною. Збереженість лісових культур на ділянках із внесенням добрив в умовах свіжого субору коливається у межах 85–95 % і перевищує аналогічний показник контрольних ділянок, на яких збереженість культур становить 90,0 %. Причинами значного відпаду сіянців стала зтяжна посуха у після садивний період, яка тривала упродовж 27 днів, опік крони сіянців, низька родючість піщаних земель, пошкодження дикими тваринами та недостатня зволоженість ґрунту.

Приживлюваність і збереженість лісових культур в умовах свіжого субору на супіщаних ґрунтах на 11–17 % перевищує аналогічний показник соснових культур, створених у борових умовах на піщаних ґрунтах.

Усі природні органічні й біодобрива мають значущу перевагу над контрольними посадками, що свідчить про доцільність застосування добрив під час створення лісових культур.

References

1. Boyko, T., Nazarenko, S., & Boyko, P. (2008). Vprovadzhennya zasad orhanichnoho zemlerobstva pry vyroshchuvanni lisovykh kul'tur v Pivdennomu Stepu Ukrayiny [Implementation of the principles of organic farming in the cultivation of forest crops in the Southern Steppe of Ukraine]. *Trajectory of science*, 10. doi: 10.22178 / pos.39-2.
2. Gordienko, M. I., Guz, M. M., Debriinyuk, Yu. M., & Maurer, V. M. (2005). *Lisovi kultury* [Forest plantations]. Lviv, 608.
3. Gordienko, M. I., Shlapak, V. P., & Goychuk A. F. et al. (2002). *Kul'tury sosny zvychnoyi v Ukrayini* [Scotch pine plantations in Ukraine]. Kyiv, 872.
4. Grom, M. M. (2005). Stymulyuvannya rostu lisovykh kul'tur yuvenil'noho viku vnesennyam mineral'nykh dobryv na Zakhodi Lisostepu [Stimulation of the growth of forest crops of juvenile age by the introduction of mineral fertilizers in the West of the Forest-Steppe]. *Scientific-technical proceedings of Ukrainian state forest technical university*, 15.1, 29–34.
5. Danilenko, O., Tarnopil'skyi, P., Gladun, G., Gupal, V., Volkov, P., Kosatiya, D., & Samoylov, P. (2016). Vykorystannya "Rokohuminu" dlya vyroshchuvannya sadyvnoho materialu duba zvychnoho [Use of "Rhokhumin" for growing common oak]. *Forestry and Forest Melioration*, 129, 93–99.
6. *Instruktsiya z proektuvannya, tekhnichnoho pryymannya, obliku ta otsinky yakosti lisokokul'turnykh ob'yektiv* [Instructions for the design, technical

- acceptance, registration and evaluation of the quality of forest-cultural objects]. Available at: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1046-10/print>.
7. Marchuk, I., Makarenko, V., Rostalnyi, V., Savchuk, A., & Filonov, E. (2010). Dobryva ta yikh vykorystannya [Fertilizers and their use]. Kyiv, 253.
 8. Marchuk, I., Hengalo, O., & Pinchuk, A. (2017). Dobryva ta yikh zastosuvannya v lisovomu i sadovo-parkovomu hospodarstvi [Fertilizers and their use in forestry and horticulture]. Kyiv, 558.
 9. Pasternak, P., Kiselevskiy, R., Fedets, I., & Medvedev, L. (1980). Forestry zoning of the Ukrainian SSR [Lesokhozyaystvennoe rayonyrovanye Ukraynskoj SSR]. Silviculture and agroforestry, 56, 3–16.
 10. Pat. 88990 Ukraine, IPC G01N / 04; A01 B1 / 04. Prystriy dlya vidboru prob hruntu [Device for taking off soil sampling]. Milyuga V., Yukhnovsky V., Dudarets S., Minder V., Protsenko I., Krylov Ya.; The applicant is the patent holder of NUBiP of Ukraine No. 11083; Application 10.10.2013; has published April 10, 2014, Bull. No. 7.
 11. Tkachuk, V., Gavrilenko, A., & Tarnopil'skyi, P. (2003). Tsil'ove vyroshchuvannya lisovykh kul'tur sosny zvychnoyi u Polissi [Targeted cultivation of common forest pine forest in Polissya]. Scientific works of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2, 58–61.
 12. Yukhnovskiy, V., Urliuk, Y., Holovetskyi, M., & Sereda, I. (2018). Impact of organic fertilizer "Dostatok" on the survival and growth of pine plantations. Scientific Bulletin of UNFU, 28 (3), 62–66. Available at: <https://doi.org/10.15421/40280313>.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СОСНОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ СВЕЖЕГО БОРА И СУБОРИ

В. Ю. Юхновский, Ю. С. Урлюк, М. П. Головецкий, И. Л. Серeda

***Аннотация.** Проанализировано влияние внесения органических удобрений на рост и развитие сеянцев сосны обыкновенной при создании лесных культур на песчаных и супесчаных почвах свежих бора и субори. Установлена эффективность применения коровьего перегноя, куриного помета и природного верхнего горизонта подстилки при создании лесных культур на песчаных почвах. Внесение удобрений на супесчаных почвах показало, что высота сеянцев в опытных вариантах в 1,4–1,7 раза превышала высоту контрольных посадок. На рост сеянцев лучше повлияло внесение биоудобрения «Достаток», плодородного слоя подстилки и коровьего перегноя. Высоты сеянцев на участках с этими удобрениями составляли 11,34, 11,00 и 10,12 см соответственно. Самая высокая сохранность сеянцев зафиксирована в культурах с внесением куриного помета, таблеток «Jiffy Forestry» и коровьего перегноя, которые имели достаточную увлажненность и проявляли себя как влагонакопители. Сохранность лесных культур на участках с внесением удобрений в условиях свежей субори колеблется в пределах 85–95 % и превышает аналогичный показатель контрольных участков в среднем на 5 %. Причинами значительного отпада сеянцев стали продолжительная засуха в послепосадочный период, которая длилась в*

течение 27 дней, ожог кроны сеянцев, низкое плодородие песчаных земель и отсутствие увлажненности почвы. В общем, приживаемость и сохранность лесных культур в условиях свежей сугори на супесчаных почвах на 9–17 % превышает аналогичный показатель сосновых культур, созданных в боровых условиях на песчаных почвах (68,5–86,3 %). Все природные органические и биодобрения имеют значительное преимущество перед контрольными посадками, что свидетельствует о целесообразности применения удобрений при создании лесных культур.

Ключевые слова: биодобрение, высота, диаметр кроны, приживаемость, сохранность.

EFFICIENCY OF FERTILIZERS APPLICATION IN CULTIVATION OF PINE PLANTATIONS IN THE FRESH PINE SITES

V. Yuhnovskiy, Yu. Urliuk, M. Holovetskyi, I. Sereda

Abstract. *The influence of organic fertilizers on the growth and development of Scotch pine seedlings during cultivation of forest plantations on sandy and sandy-loam soils of fresh poor and rich pine sites was analyzed.*

The purpose of the study is to assess the effectiveness of the influence of organic and organic-mineral fertilizers on the survival and development of Scotch pine plantations in the fresh poor and rich pine sites, to give recommendations on the production of fertilizers for the purpose of creating pine plantations on soils of light mechanical composition.

The research was carried out on the forest-cultivated area of the State Enterprise "Vyshche-Dubechna Forestry", whose territory is classified as the Eastern-Polissia district of the forest-based forestry area in the forest-economic division. Experimental forest plantations of Scotch pine were planted in fresh poor pine sites on sandy soils in Novosilkivsky forestry in the block of 794, units 11, 12. The similar plantations were planted in the block 562, unit 17 in the Pynovsky forestry, in the fresh rich pine sites on sandy-loam soils. Experimental plantations were made on April 17, 2018. In total, the effect of six types of fertilizers was investigated: the forest litter (upper humus 1–3 cm layer); cow humus; biofertilizer "Dostatok"; chicken manure; "Jiffy Forestry" tablets; "Hydrogel LUXSORB". Plantations were created on plots, the width of which were 12 m and included 7 rows of furrows with a total length of 30 m or more.

The effectiveness of the use of cow humus, chicken manure and natural upper horizon of litter during the creation of forest plantations on sandy soils has been established. The application of fertilizers on sandy-loam soils showed that the height of seedlings in the experimental variants exceeded in 1.4–1.7 times the height of the control plantings. The growth of seedlings was best influenced by the introduction of biofertilizer "Dostavok", fertile layer of litter and cow humus. Seedling heights at areas with these fertilizers were 11.34, 11.00 and 10.12 cm respectively. The highest preservation of seedlings was recorded in plantations with the application of chicken litter, "Jiffy Forestry" tablets and cow humus, which had sufficient moisture and showed themselves as wet storages. The preservation of forest plantations in areas with fertilizer application in a fresh

rich pine sites fluctuates within 85–95 % and exceeds a similar index of control sites by an average of 5 %. The causes of a significant destruction of seedlings became prolonged drought in the after-planting period, which lasted for 27 days, the burn of crowns of seedlings, low fertility of sandy soil and lack of moisture in the soil. In general, the survival and preservation of forest plantations in the conditions of fresh poor pine sites on sandy-loam soils is 9–17 % higher than the similar indicator of pine plantations created in poor sites on sandy soils (68.5–86.3 %).

All natural organic and biofertilizers have a significant advantage over the control plantings. The calculation of Student's criterion for independent samples of each variant of fertilizer application to control has shown that its value varies within 4,08–5,17, which is greater than the critical value of 2,00 with the number of degrees of freedom 60 and the significance level of 0,05. Consequently, it follows from the conclusion of the differences between the biometric indices of seedlings in areas with fertilizers and control plantings, which indicates the appropriateness of the use of fertilizers during the creation of pine plantations.

Keywords: *biological fertilizer, height, crown diameter, survival, preservation.*

УДК 711.4:712:904

ЕТАПИ МІСТОБУДІВЕЛЬНОГО РОЗВИТКУ МІСТА КИЇВ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ОБ'ЄКТИ ІСТОРИКО-АРХЕОЛОГІЧНОЇ НЕРУХОМОЇ СПАДЩИНИ

Н. Е. РУЖИЦЬКА, аспірант

І. О. СИДОРЕНКО, кандидат біологічних наук, доцент⁶

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: nadia_ruzh@meta.ua

Анотація. *Нині назріла потреба концептуального перегляду ставлення до перспективного розвитку міста і визначення його містобудівної політики на майбутнє. Сучасні тенденції в містобудуванні спрямовані на пріоритетне збереження цінних традиційних характеристик історичного середовища міста, мінімізацію негативного впливу архітектурно-містобудівної діяльності останніх років на історичний центр і розроблення нової пам'ятко-охоронної політики, спрямованої на збереження ролі культурної спадщини в структурі столиці. Об'єкти історичної спадщини періоду раннього та розвиненого середньовіччя (V–XXI ст.) були сформовані в часи, що характеризується змінами як у глобальному масштабі, так і в окремих містах України. Перетворення в місті Київ охоплюють політичну, економічну й соціальну сфери суспільного життя, які безперечно впливали на формування*

інфраструктури міста. У статті розглянуто процес містобудівельного розвитку Києва, зокрема його вплив на основні об'єкти історико-археологічної нерухомої спадщини історичної частини міста. Аналіз специфіки зміни їхньої території в умовах перетворень містобудівельної структури проведено з урахуванням різних етапів історичного розвитку. На основі цього аналізу зроблено висновки щодо актуальності збереження історичного середовища на сучасному рівні містобудівельного розвитку та окреслено перспективи щодо покращення історичних територій, що є одним з основних елементів загальної стратегії економічного розвитку міста.

Ключові слова: міське середовище, містобудування, культурна спадщина, історико-археологічна нерухома спадщина, історичний центр.

Актуальність. Історико-археологічна нерухома спадщина м. Києва налічує різноманітні об'єкти, які на сьогодні потребують додаткових досліджень і заходів щодо правильного і правомірного використання територій, у межах яких розташовані такі об'єкти. Нагальними є дослідження, що стосуються охоронного статусу об'єктів історико-археологічної нерухомої спадщини та можливості подальшого використання цих територій у сучасній містобудівельній структурі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз містобудівельного розвитку пов'язаний з історичною хронологією, це питання досліджували різні науковці починаючи з 20-х років ХХ століття. Активні дослідження здійснювали науковці у радянські часи, а саме (з 1960 по 1980 рр.) В. В. Хвойка, Б. Д. Греков, Б. А. Рибаків, Ю. С. Асеєв [2].

Дослідженнями стародавнього Києва займалися такі науковці, як М. М. Ієвлев, А. О. Козловський [5]. Археологічні дослідженнями історичного центру проводив Г. Ю. Івакін [6]. Містобудівельний розвиток та етапи формування міста Києва включно з сьогоденням вивчено в роботах В. В. Вечерського [8] та О. О. Зливкової [4], на основі чого В. В. Вечерський запропонував методологію історико-містобудівних пам'яткоохоронних досліджень. Дослідженнями у сфері охорони культурної спадщини історичних міст займаються науковці: О. А. Пламеницька, Ю. О. Григор'єва, Г. О. Комарова, О. А. Панченко, С. С. Корольонок [1].

Мета дослідження: аналіз впливу структурних змін території різних стадій містобудівельного розвитку міста Києва на етапах V–XXI ст. з метою подальшого забезпечення збереження цінних об'єктів історико-археологічної нерухомої спадщини.

Матеріали і методи дослідження – натурні обстеження, аналіз історичних і сучасних літературних даних, архівних і картографічних матеріалів, аналіз етапів забудови міста та структурних змін території.

Результати дослідження та їх обговорення. У переліку пам'яток культурної спадщини національного значення м. Києва, занесених до Державного реєстру нерухомих пам'яток України, зазначено 181 пам'ятку. Київ належить до унікальних історичних міст, розвиток яких визначається його історико-містобудівними параметрами і особливостями середовища.

Київ посідає особливе місце у списку історичних населених місць України за кількістю пам'яток і об'єктів культурної спадщини. Містобудівельний розвиток Києва зазнав чимало випробувань упродовж століть. Зокрема на цій території проходили численні війни, що спричинили руйнацію забудов раннього періоду, і внаслідок цього змінився історичний ландшафт міста.

Аналіз основних етапів історико-містобудівельного розвитку Києва було проведено на основі класифікації В. В. Вечерського та О. О. Зливкової [4] (таблиця).

Основні етапи містобудівельного розвитку м. Київ

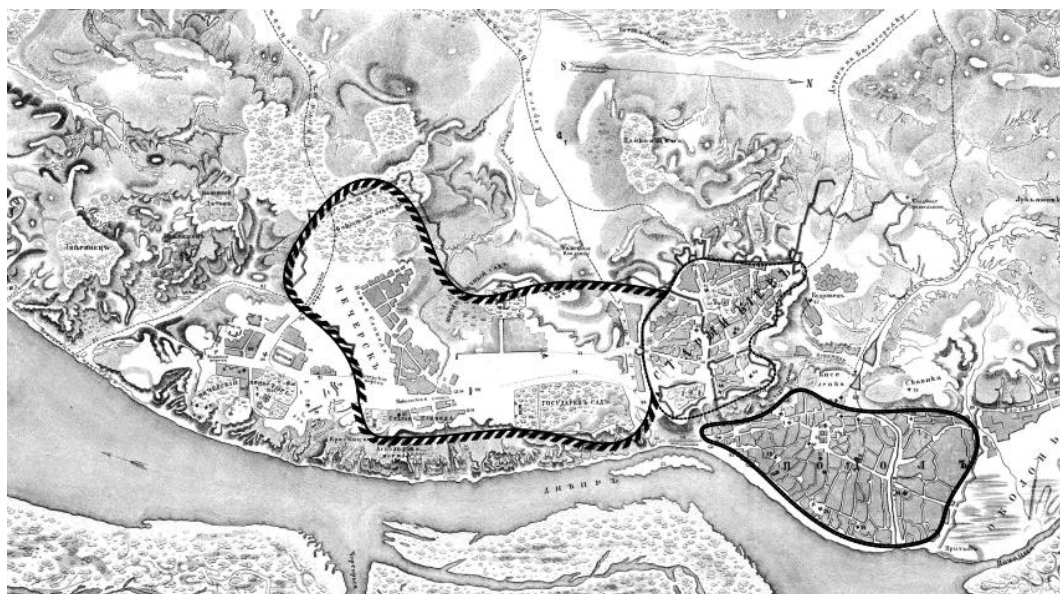
Етапи	Часові межі	Стадії	Створені структурні елементи та плани розвитку міста
Перший етап	Період від «Града Кия» (VI ст. н. е.) до навали Батия 1240 р.	Не виділено	Городище Кия, церква Успіння Пресвятої Богородиці, Софійський собор, Золоті ворота, Лядські ворота, церква Георгія Побідоносця та церква св. Ірини
Другий етап	Друга половина XIII ст. – середина XVII ст.	Не виділено	Сформувався середньовічний поділ міста на князівський Дитинець на <u>Старокиївській горі</u> та торговельно-ремісничий Посад на Подолі
Третій етап	Друга половина XVII ст. – кінець XVIII ст.	Не виділено	Здійснення перших проектно-планувальних робіт у 1785 та 1787 рр. на Подолі й Печерську
Четвертий етап	Початок XIX ст. – 1917 р.	Перша стадія – 1800–1861 рр.	Створено перший в історії міста узагальнений містобудівельний документ – Генеральний план В. Беретті 1837 р., який визначив загальні напрями розвитку Києва майже на вісім десятиріч, – до другого Генерального плану 1861 р., яким було розподілено міські вулиці на розряди та визначено адміністративні структури
		Друга стадія – 1861–1917 рр.	За цей часовий період було прийнято правила забудови (1851, 1873–1874, 1913–1914 рр.) які визначали вуличну мережу, архітектурні вимоги та стильові особливості (плани забудови окремих частин Києва 1803, 1806, 1809 рр., 1811 р. А. Меленського, план післяпожежної відбудови Подолу 1812 р. В. Гесте, проект будівництва Нової Печерської фортеці 1830 р.)

Продовження таблиці

Етапи	Часові межі	Стадії	Створені структурні елементи та плани розвитку міста
П'ятий етап	1917–1941рр.	Не виділено	Розроблено ситуаційний план Києва 1923–1931 рр., генеральний план міста та його реалізація у 1936–1938 рр., з урахуванням переведення 1934 р. столиці України з Харкова до Києва
Шостий етап	1943–1991 рр.	Перша стадія 1943–1953 рр.	Реалізація генерального плану міста 1949 р.
		Друга стадія – друга половина 1950-х–1967 рр.	Визначені містобудівельні процеси, зумовлені нагальними потребами розвитку будівництва й розвитку міських інфраструктур
		Третя стадія – 1967–1986 рр.	Розроблено генеральний план міста 1967 р.
		Четверта стадія – 1986–1991 рр.	Розроблення й реалізація генерального плану 1986 р., який скориговано, цей план був розрахований до 2005 р.
Сучасний етап	XXI ст.	Перша стадія –2002 р.	Розроблено генеральний план 2002 р., генеральним планом передбачено до 2020 р. збільшення житлового фонду міста у 1,5 разу, тобто до 70,7 млн кв. м загальної площі
		Друга стадія – від 2011 р.	Розробка нового генерального плану до 2025 р., який нині проходить останні етапи погодження перед затвердженням. Передбачено формування планувальної моделі розвитку міста Києва. Особливістю сучасного етапу є подальше планування і розвиток Києва виключно в єдності з його приміською територією

У межах виділених етапів (з VI до XXI ст.) зазначено створені структурні елементи міста, що відповідають певним часовим періодам. Упродовж історичного періоду розвитку міста було сформовано лінійну поліцентричну систему розселення уздовж високого правого берега р. Дніпра з системою укріплень, визначено місця постановки основних архітектурних доміант, усталилася розпланувальна мережа, а також основні шляхи, що пов'язували структурні частини міста між собою та з довкіллям. Функціонально-розпланувальна структура міста формувалась упродовж століть з урахуванням історичної спадкоємності. Місто

складалося з топографічно відокремлених історичних поселень (Верхнього міста, Подолу й Печерська) (рис. 1).

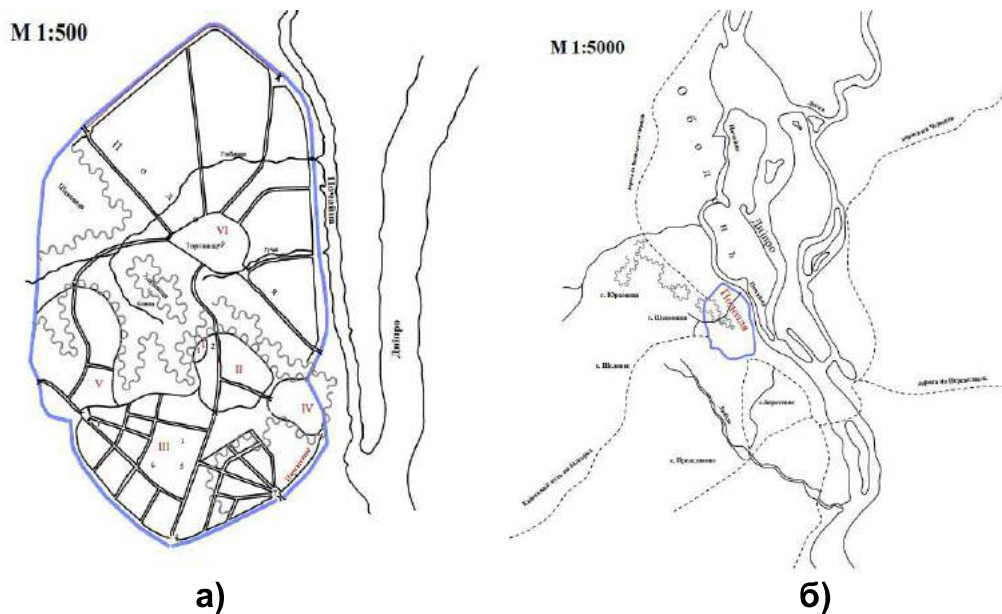


-  територія Печерська
-  територія Верхнього міста
-  територія Подолу

Рис. 1. План м. Києва X ст., за М. Закревським [1]

Початок формування містобудівельної структури міста Київ датують з V–VII ст. (рис. 2а), саме в цей часовий період ключовим елементом містобудівельної структури був «Град Кия». Упродовж другого етапу, а саме IX–XIII ст., починається формування історичного центру міста, було зведено головну містоутворювальну споруду цього періоду – Десятинну церкву. У XI ст. містобудівельна структура зазнає змін через спорудження земляних укріплень, які функціонально були розташовані в історичному центрі міста. Такими оборонними спорудами були Золоті, Жидівські, Лядські та Софійські ворота. Містоформуючим центром того періоду був Софійський собор, зведений у першій половині XI ст., композицію історичного середовища доповнювали Георгіївський та Ірининський храми. Отже, протягом перших етапів містобудівельного розвитку (X–XIII ст.) (рис. 2б) повністю сформувалася лінійна, поліцентрична дворівнева містобудівна структура ранньосередньовічного Києва, складові частини якої розміщувались як на високому правому березі Дніпра, так і на низькій прибережній частині [1].

На схематичних картах, розроблених на основі картографічних матеріалів таких авторів, як М. В. Закревський, С. В. Кульженко, А. Г. Максимов, Л. Є. Махновець [9] (рис. 2 і 3), видно, що впродовж років містобудівельного розвитку навколишня забудова поглинула історичний центр міста, витіснивши більшість архітектурних пам'яток попередніх століть. У результаті це призвело до зміни архітектурно-просторової композиції міського середовища історичної частини міста Києва.

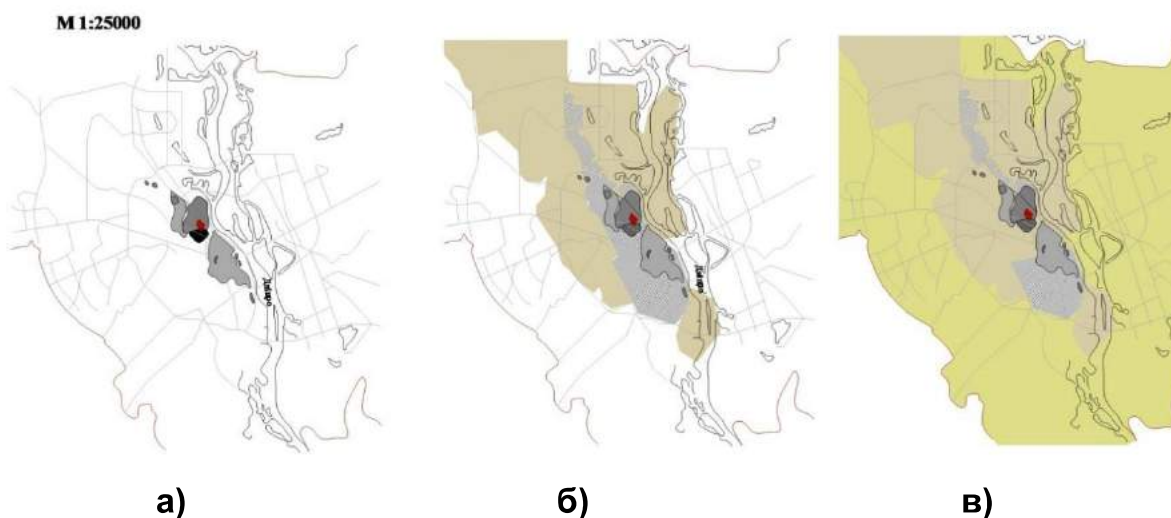


— межа історичної частини міста Києва, сформована на етапі V–IX ст.

Рис. 2. Плани розвитку містобудівної ситуації м. Києва: а) V–IX ст.; б) IX–XIII ст.

Під час усіх наступних етапів, починаючи з третього (XVII ст.), розробляли певні плани розвитку міста. Проаналізувавши ці плани, можемо дійти висновку про поступове поглинання та зміщення історичного центру Києва (рис. 3).

Упродовж цих етапів відбулись ключові для території зміни, які мали вплив і на історичну забудову. Центр міста трансформувався та змінював межі, а історичні об'єкти були включені в містобудівельне середовище, адже місто збільшувалось, потреби населення також зазнавали змін. Усе це зрештою змінило об'ємно-просторову композицію історичного центру, навколишня забудова витіснила археологічні об'єкти.



■ історична частина міста Києва, сформована на етапі V–IX ст.

Рис. 3. Плани розвитку містобудівної ситуації м. Києва: а) X–XVIII ст.; б) X–XIX ст.; в) X–XXI ст.

Від початку XI ст. спостерігається інтенсивний розвиток околиць міста (рис. 3а). Містобудівний розвиток Києва протягом третього етапу (XIV–XVII) ст. нерозривно пов'язаний із ландшафтними властивостями та особливостями території. Дві константи містобудівного розвитку – неповторний ландшафт на стику різних природно-ландшафтних зон і принцип постановки в ньому головних архітектурних доміант – на декілька століть визначили містобудівну своєрідність Києва (рис. 3б). Починаючи з четвертого періоду і до сучасності (XVIII–XXI ст.) (рис. 3в) можемо спостерігати, що долучені до історичного центру м. Києва периферійні райони, які відрізнялись за ландшафтно-топографічною і розпланувальною структурою, з часом об'єднувались у просторово-часовій та адміністративно-територіальній структурі міського утворення, зберігаючи принцип лінійно-дисперсного розміщення [1].

Аналізуючи схематичні карти територіального розвитку м. Києва, можна зробити висновок про активні зміни міських територій навколо його історичного центру. Впродовж семи етапів містобудівельного розвитку місто Київ (V–XXI ст.) сформувалось і продовжує свій розвиток з унікальною функціонально-просторовою структурою, з характерним ритмом, масштабом та системою доміант міського центру. Цей аналіз спонукає до необхідності врегулювання питань, пов'язаних із наступним розвитком міського простору, а саме регулювання у сфері формування збалансованого архітектурно-містобудівельного середовища, що своєю чергою має сприяти правильному балансу між забудованими і незабудованими історичними міськими просторами.

Висновки і перспективи

1. Історичний центр Києва і його буферна зона містять унікальні пам'ятки історико-археологічної нерухомої спадщини. До переліку пам'яток культурної спадщини національного значення м. Києва належить 181 об'єкт.

2. На сьогодні розглядають сім етапів містобудівельного розвитку Києва. Встановлено, що упродовж двох перших етапів повністю сформувалася лінійна, поліцентрична дворівнева містобудівна структура ранньосередньовічного Києва, протягом третього та четвертого етапу почався інтенсивний розвиток околиць Києва, впродовж наступних етапів структура міста продовжувала формуватися навколо давньоруського ядра, зберігаючи принцип лінійно-дисперсного розміщення.

3. Під час останніх трьох містобудівельних етапів спостерігалось активне поглинання історично сформованого середовища з поступовим витісненням історичних архітектурних і структурних елементів за рахунок поетапного нашарування історичних пластів та зміни висотності забудови, що призвело до порушення історичної атмосфери, планувальної та об'ємно-просторової структури міських просторів.

4. Попередній аналіз свідчить, що на теперішньому етапі ключовими є питання нормативного врегулювання на законодавчому рівні забудови в історичних частинах міста, спрямовані на збереження та інтегрування історичних об'єктів у структуру міського середовища.

Збереження вцілілих історичних об'єктів, забезпечення умов їх вдалого функціонування та взаємодії з сучасною містобудівельною ситуацією становить найважливішу мету подальшої роботи на цих територіях.

References

1. Plamenitska, O. A., Grigoreva, Y. O., Komarova, G. O., Panchenko, O. A., & Korolonok, S. S. (2015). Istoriko-arhitekturniy oporniy plan m. Kieva [Historical and Architectural Support Plan of Kyiv]. Kyiv, VIII, 266 p.
2. Aseev, Y. S. (1982). Arhitektura drevnego Kieva [The architecture of ancient Kiev]. Kiev, 156.
3. Kripyakevich, I. P. (2002). Istoriya ukrayinskoyi kulturi [History of Ukrainian culture]. Kyiv, 656.
4. Vecherskiy, V. V. (2011). Istoriko-mistobudivni doslidzhennya Kieva. [Historical and urban studies of Kiev]. Kiev, 454.
5. Kozlovskiy, A. O., Ievlev, M. M., & Krizhanovskiy, V. O. (2009). [Archaeological research in Kiev on the Desyatynny street]. Archeological research in Kiev 2008. Kyiv, 138–142.
6. Ivakin, G. Y. (2009). Doslidzhennya teritoriyi, prilegloyi do Desyatynnoyi tserkvi [Archeological studies of areas near the Church]. Archeological research in Kiev 2008. Kyiv, 91–93.
7. Zlykova, O. O. (2012). Osnovni etapy istoryko-mistobudivnoho rozvytku m. Kyieva [The main stages of historical and urban development of Kiev] Works of the scientific institute of memorial defense researches, 187–210.
8. Vecherskiy, V. V. (2003). Spadshchyna mistobuduvannia Ukrainy: Teoriia i praktyka istoryko-mistobudivnykh pam'iatkookhoronnykh doslidzen naselenykh mist [The legacy of urban planning in Ukraine: theory and practice of historic and urban planning]. Kyiv, 560.
9. Starovynni karty Kyieva [Ancient kiev maps]. Available at: http://map.kiev.ua/old_maps.html.

ЭТАПЫ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДА КИЕВА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОБЪЕКТЫ ИСТОРИКО-АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО НЕДВИЖИМОГО НАСЛЕДИЯ

Н. Э. Ружицкая, И. О. Сидоренко

Аннотация. В настоящее время назрела необходимость концептуального пересмотра отношения к перспективному развитию и определению его градостроительной политики на будущее. Современные тенденции в градостроительстве направлены на приоритетное сохранение ценных традиционных характеристик исторической среды города, минимизацию негативного влияния архитектурно-градостроительной деятельности последних лет на исторический центр и разработки новой политики, с целью сохранения роли культурного наследия в структуре столицы. Объекты исторического наследия периода раннего и развитого средневековья (V–XXI вв.) сформированы во времена, характеризующиеся изменениями

как в глобальном масштабе, так и в отдельных городах Украины. Преобразование в городе Киеве охватывают политическую, экономическую и социальную сферы общественной жизни, которые безусловно влияли на формирование инфраструктуры города. В статье изучено процесс градостроительного развития Киева, в частности его влияние на основные объекты историко-археологического наследия исторической части города. Анализ специфики изменения их территории в условиях преобразований градостроительной структуры проведен с учетом различных этапов исторического развития. На основе данного анализа сделаны выводы об актуальности сохранения исторической среды на современном уровне градостроительного развития и определены перспективы по улучшению исторических территорий, являющиеся одним из основных элементов общей стратегии экономического развития города.

Ключевые слова: городская среда, градостроительство, культурное наследие, историко-археологическое недвижимое наследие, исторический центр.

THE STEPS OF CITY DEVELOPMENT IN KIEV AND THEIR INFLUENCE ON THE OBJECTS OF THE HISTORICAL- ARCHAEOLOGICAL HERITAGE

N. Ruzhytska, I. Sidorenko

Abstract. *At present, there is an urgent need for a conceptual review of the attitude towards the perspective development of the city and the definition of its urban planning policy for the future. Modern tendencies in urban planning are aimed at the priority preservation of valuable traditional characteristics of the city's historical environment, minimization of the negative influence of architectural and urban activity of recent years on the historical center and the development of a new policy aimed at preserving the role of cultural heritage in the structure of the capital. The objects of the historical heritage of the early and developed middle ages (V-XXI centuries) were formed in times characterized by changes both globally and in some cities of Ukraine. Transformation in the city of Kiev covers the political, economic and social spheres of public life that undeniably influenced the formation of the city's infrastructure. The article deals with the process of urban development of Kyiv, and its influence on the main objects of historical and archaeological immovable heritage of the historical part of the city is considered. The analysis of the specifics of the change of their territory in the context of urban restructuring is carried out taking into account the various stages of historical development. On the basis of the conducted analysis, conclusions on the relevance of preservation of the historical environment, at the current level of urban development, are outlined, and prospects for the improvement of historical territories are identified, which is one of the main elements of the overall strategy of the city's economic development.*

Keywords: *urban environment, urban planning, cultural heritage, historical -archaeological immovable heritage, historical center.*

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

НАУКОВИЙ ВІСНИК НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

ВИПУСК 288

СЕРІЯ «ЛІСІВНИЦТВО ТА ДЕКОРАТИВНЕ САДІВНИЦТВО»

Свідоцтво про державну реєстрацію
Серія КВ №22397 – 12297ПР від 10.10.2016

Редактор О. Г. Пазюк

Відповідальний за випуск І. В. Іванюк

03041, Київ-41, вул. Героїв Оборони, 15

Здано до набору 10.12.2018 р. Підписано до друку 21.12.18
Формат 60×84/16 Папір офсетний.
Наклад 100 пр. Зам. №

Редакційно-видавничий відділ НУБіП України.
03041, Київ, пров. Сільськогосподарський, 4.
т. 527-80-49

Згідно з наказом Міністерства освіти і науки України («Про затвердження рішень Атестаційної колегії Міністерства щодо діяльності спеціалізованих вчених рад» від 28 квітня 2015 р.) **«Науковий вісник національного університету біоресурсів і природокористування України»**. Серія: **«Лісівництво і декоративне садівництво»** належить до Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть бути опубліковані результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук за такими галузями наук: біологічні (лісове господарство) та сільськогосподарські науки (наказ МОН № 528 від 12.05.2015 р.), технічні науки (наказ МОН № 747 від 13.07.2015 р.)