
РАЦІОНАЛЬНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ І ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК 630*561.24 : 630*187

РАДІАЛЬНИЙ ПРИРІСТ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ НА МОРЕННИХ ВІДКЛАДАХ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

О.В. Зборовська¹, В.П. Краснов², В.П. Ландін³, В.А. Захарчук³

¹ Поліський філіал Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького

² Житомирський державний технологічний університет

³ Інститут агроекології і природокористування НААН

Наведено матеріали дослідження радіального приросту сосни звичайної на дерново-слабо- та середньопідзолистих зв'язано-піщаних ґрунтах на піщаній морені у різних типах лісорослинних умов. Дослідження проведено у сухих, свіжих, вологих борах і свіжих суборах. Встановлено, що абсолютні значення величин річних кілець дерев зменшуються із збільшенням віку сосни. Виявлено, що найвужчі річні кільця є характерними для насаджень сухих борів, а найширші — для свіжих суборів. За значенням стандартного відхилення визначено, що єдину стійку систему на моренних відкладах у борах створюють пристигаючі насадження, а в суборах — середньовікові. Спостерігається подібність коефіцієнтів варіації, що свідчить про структурну стійкість насаджень у соснових деревостанах різних вікових груп у свіжих борах і суборах.

Ключові слова: радіальний приріст, соснові насадження, моренні відклади, дерново-підзолисті ґрунти, лісорослинні умови.

Насадження сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) у Житомирському Поліссі становлять 59% вкритих ліською рослинністю площ. Максимальний вік соснових насаджень, що зростають в умовах Житомирського Полісся, становить 190 років (на площі 10,1 га), а середній — близько 60 років. Майже половина насаджень регіону — середньовікові (169724,3 га), а найменшу частку становлять перестійні (1394,3) та стиглі насадження (41783,8 га). Площа молодих та пристигаючих соснових насаджень — майже однакова, а загальна їх кількість становить 163382,3 га. Значне поширення та інтенсивний ріст сосни звичайної у природних і штучних насажден-

нях Полісся дослідники пояснюють її біологічними властивостями: невибагливістю до ґрунтових умов, пластичністю кореневої системи, помірними вимогами до зволоження [1, 2].

У північно-східній частині Житомирського Полісся материнські породи ґрунтів представлено моренними відкладами [3]. За таких ґрунтових умов із збільшенням глибини залягання морени у складі деревного ярусу та підросту скорочується частка та зменшується продуктивність листяних порід (дуба звичайного, граба звичайного); формуються і створюються штучно чисті або з невеликою домішкою листяних порід соснові лісові культури. Існує думка, що економічно ефективнішим є вирощування лісових культур з перевагою у їх складі сосни звичайної [4–7].

© О.В. Зборовська, В.П. Краснов, В.П. Ландін,
В.А. Захарчук, 2018

Дослідження радіального приросту деяких дерев і деревостанів здійснюється дендрохронологічним методом, який набув широкого застосування у США, країнах Європи та Балтії, Росії, Білорусі. В Україні дендрохронологічні дослідження проводяться з 50-х років ХХ століття. Більш широко вони почали застосовуватися у 90-х роках минулого століття, коли було проведено дослідження в 31 лісовому масиві у всіх природних зонах. Було проаналізовано більш ніж 2000 модельних дерев 30 порід за максимальної тривалості рядів до 150 років [8], але у процесі досліджень розглядалося лише вузьке коло питань. Нині значна низка проблем у лісівництві, екології та природокористуванні може бути розв'язана саме за допомогою методів дендрохронології.

Метою роботи було дослідити особливості росту (радіального приросту) сосни звичайної у соснових деревостанах на моренних відкладах у різних лісорослинних умовах.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили в Іршанському лісництві ДП «Малинське ЛГ» (кв. 66 в. 16, кв. 50 в. 30, кв. 65 в. 14 — сухі бори; кв. 52 в. 16, кв. 50 в. 22, кв. 51 в. 37, кв. 92 в. 8, кв. 82 в. 6 — свіжі бори; кв. 74 в. 12, кв. 76 в. 8, кв. 62 в. 5 — вологі бори, кв. 50 в. 17, кв. 50 в. 2, кв. 50 в. 14, кв. 36 в. 16, кв. 82 в. 8 — свіжі субори) на ділянках соснових деревостанів. Ґрунти дослідіду — піщані, утворені на моренних відкладах у різних лісорослинних умовах Житомирського Полісся.

У процесі досліджень використовували загальноприйняті та апробовані методики: лісівництва, лісової таксації, ґрунтознавства та порівняльної екології. Для визначення ґрунтових умов на пробних площах описано будову та морфологічні ознаки ґрунтів: ґрунтові горизонти та прошарки з визначенням їх потужності та верхньої межі, забарвлення, структури, новоутворень і включень [9–11].

Для дендрохронологічного аналізу у біогрупах на кожній пробній площі відбирали по 15 зразків (кernів) деревини на

висоті стовбурів 1,3 м буравом Преслера в напрямку: північ — південь. Величини річних кілець вимірювали інструментом Corim Maxі з точністю 0,01 мм. Використовували метод перехресного датування, щоб встановити для кожного річного кільця дерева дату його формування [12–15]. У загальних деревно-кільцевих серіях для кожної пробної площі визначали середню абсолютну ширину кільця $R(t)$ та її стандартне відхилення $DR(t)$ [16].

Для статистичної обробки великої кількості експериментальних даних були використані стандартні пакети програм Excel та Statistica 6.0. Прості статистичні показники розраховували за загальноприйнятими формулами.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

На пробних площах ґрунти ідентифіковано як дернові слабо- та середньопідзолисті зв'язано-піщані на піщаній морені (рис. 1). Останні відрізняються більшою диференціацією профілю та наявністю суцільного елювіального горизонту.

Лісова підстилка потужністю 2–13 см складається із хвої та опадів сосни звичайної, залишків зелених мохів та трав'яної рослинності, густо пронизана корінням рослин. Досліджувані дерново-підзолисті піщані ґрунти характеризуються слабо-розвиненим гумусово-елювіальним горизонтом, який не перевищує 16–18 см, має темно-сіре забарвлення, пронизаний корінням трав'янистих рослин і сосни звичайної ($d-5$ мм). До складу цього шару ґрунту входить дрібнозерниста жорства $d-5$ мм, вміст гумусу не перевищує 1%. Під гумусово-елювіальним горизонтом міститься темно-бурий пісок з деякими слідами процесу вимивання, який поступово переходить у материнську породу.

За гранулометричним складом ці ґрунти — зв'язано-піщані, із вмістом фізичної глини у межах 5–10%. За агрохімічною характеристикою ґрунти відносяться до середньо-, слабокислих та близьких до нейтральних (рН = 4,5–6,5). Ступінь забезпеченості ґрунтів поживними елементами є доволі низьким: вміст Нітрогену

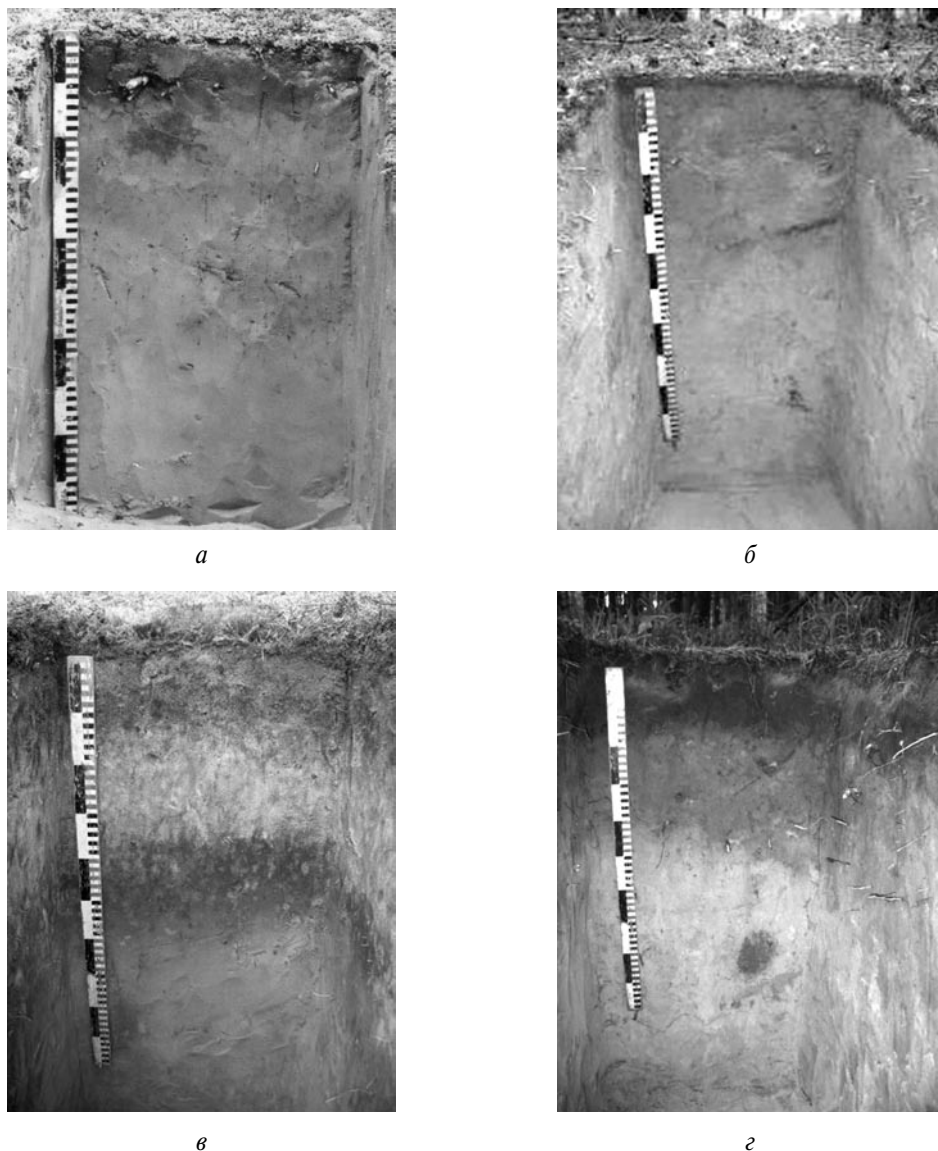


Рис. 1. Грунтові розрізи у різних типах лісорослинних умов: *а* — сухому, *б* — свіжому, *в* — вологому борах, *г* — свіжому суборі

варіює у межах $3\text{--}62\text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$; рухомих форм калію — $4\text{--}22$; рухомого фосфору — $3\text{--}101\text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$ ґрунту.

Умови росту культур сосни звичайної на піщаних масивах є доволі екстремальними. Загальновідомо, що в біотопах з піщаними ґрунтами енергія росту дерев (ріст у діаметрі та у висоту) збільшується за рядом:

$A_1 - A_2 - B_2$. Стан лісових насаджень як у просторовому, так і в часовому аспектах характеризує такий інтегральний показник, як радіальний приріст дерев у властивих для них умовах місцезростання.

Абсолютні значення величин річних кілець дерев зменшуються із збільшенням віку сосни (таб.). Це є спільним для куль-

**Характеристика середніх значень величин річних кілець (радіальний приріст)
у деревостанах сосни звичайної на піщаних ґрунтах, сформованих на моренних відкладах**

| Вік дерев, років | Кількість кернів, од. | Ширина річних кілець, мм | | Стандартне відхилення (σ), мм | Стандартна похибка, мм | Коефіцієнт варіації (V), % |
|---------------------|-----------------------|--------------------------|-------|--|------------------------|--------------------------------|
| | | середнє | макс. | | | |
| <i>Сухі бори</i> | | | | | | |
| 19 | 11 | 1,55 | 2,75 | 0,72 | 0,16 | 46,5 |
| 52 | 15 | 1,54 | 3,44 | 0,76 | 0,10 | 49,4 |
| 52 | 13 | 1,26 | 3,88 | 0,77 | 0,11 | 61,1 |
| <i>Свіжі бори</i> | | | | | | |
| 9 | 10 | 2,50 | 3,52 | 0,59 | 0,19 | 23,6 |
| 18 | 15 | 2,98 | 5,13 | 0,98 | 0,23 | 32,9 |
| 38 | 13 | 1,79 | 3,04 | 0,89 | 0,14 | 49,7 |
| 58 | 14 | 1,66 | 4,61 | 1,15 | 0,15 | 69,3 |
| 81 | 11 | 1,35 | 2,76 | 0,52 | 0,06 | 38,5 |
| <i>Вологі бори</i> | | | | | | |
| 30 | 14 | 2,09 | 4,34 | 0,90 | 0,16 | 43,1 |
| 51 | 14 | 1,95 | 4,12 | 0,73 | 0,10 | 37,4 |
| 62 | 15 | 1,93 | 4,24 | 0,82 | 0,10 | 42,5 |
| <i>Свіжі субори</i> | | | | | | |
| 9 | 12 | 3,05 | 3,82 | 0,71 | 0,22 | 23,3 |
| 18 | 14 | 3,07 | 4,43 | 1,06 | 0,24 | 34,5 |
| 38 | 16 | 2,81 | 5,40 | 1,42 | 0,23 | 50,5 |
| 58 | 15 | 1,47 | 2,51 | 0,38 | 0,05 | 25,9 |
| 81 | 11 | 1,08 | 2,14 | 0,41 | 0,05 | 38,0 |

тур, що ростуть в умовах сухого, свіжого та вологого борів, а також свіжого субору, хоча значення приросту все-таки залежать від лісорослинних умов.

Аналіз наведених даних демонструє зменшення середніх величин річних кілець у дерев, що ростуть на моренних відкладах у різних лісорослинних умовах. Мінімальна ширина річних кілець є характерною для насаджень сухих борів, а максимальна — для свіжих суборів, що забезпечено кращими умовами для росту деревостанів.

Слід наголосити, що у свіжих умовах місцезростання звуження діаметра річних кілець з віком є значно помітнішим і збіль-

шується порівняно з іншими едатопами (у %): 64,6 (свіжі субори), 46,0 (свіжі бори), 18,7 (сухі бори), 7,7 (вологі бори). Також у насадженнях найбільші радіальні прирости сосни звичайної зареєстровано з наближенням дерев до віку стиглості у кращих умовах зволоження ґрунту (вологі бори). Максимальні значення приросту річних кілець відзначено для середньовікових насаджень сухих борів та свіжих суборів і для молодих культур віком до 40 років у свіжих та вологих борах.

У Житомирському Поліссі свіжі умови місцезростання є оптимальними для розвитку соснових деревостанів. Тому виникає

потреба порівняння середньої ширини річних кілець у всіх вікових групах насаджень за цих умов та виявлення певних тенденцій щодо змін приростів дерев у діаметрі на моренних відкладах. Так, у дерев дев'ятирічних сосняків свіжих суборів річні кільця на 18% є ширшими, ніж у сосен свіжих борів. У період росту культур — з 10 до 60 років — у досліджуваних тропотопах закономірності приросту в діаметрі є однаковими, але середній діаметр кілець у деревостанах суборів — завжди більший, що можна пояснити вищим лісорослинним потенціалом останніх. У пристигаючих, стиглих та перестійних насадженнях радіальний приріст зменшується на 7–19% — у свіжих борах та на 47–27% — у свіжих суборах.

Значення стандартного відхилення (табл.) певною мірою свідчать про ступінь сформованості деревостану в єдину стійку систему. Таку залежність значною мірою обумовлено мікрорельєфом території, а також — надзвичайно важливим кліматичним чинником, який ми вважаємо умовно однаковим для всіх пробних площ досліді. Значення стандартних відхилень розмірів річних кілець дерев сосни звичайної, врахованих для різних лісорослинних умов, змінюються майже однаково (рис. 2).

Максимальна різниця в характері розвитку насаджень двох тропотопів (37–67%) спостерігається впродовж близько 40 років для культур 20–60-річного віку. Так, різномірність деревостанів і ступінь їх організації в суборах є вищими, ніж у борах. Тому єдину систему на моренних відкладах у суборах утворюють середньовікові насадження, а в борах — пристигаючі із затримкою в 20 років. Характер змін показників дає підстави припустити, що визначальним чинником формування систем для сосни звичайної є ґрунтові умови.

Співвідношення стандартного відхилення та середнього приросту (коефіцієнт варіації) демонструє частку аномальних

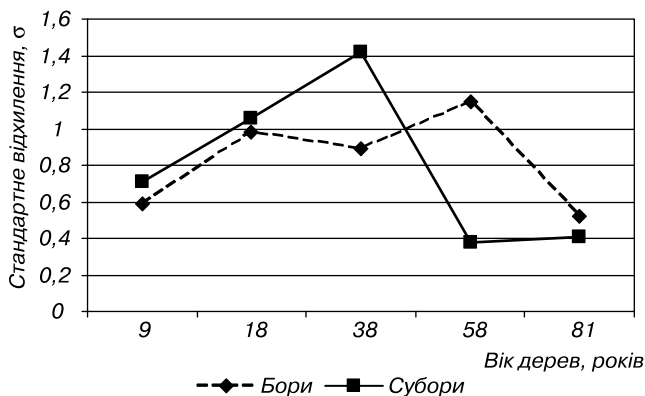


Рис. 2. Стандартні відхилення приростів річних кілець у деревостанах сосни звичайної (моренні відклади, свіжі умови місцезростання)

складових приросту, що зумовлено втраченою та відновленою цілісністю деревостану, і характеризує структурну стійкість насадження, тобто можливість протистояти випадковим змінам, які можуть порушити рівновагу в системі. Збільшення коефіцієнта варіації радіального приросту дерев свідчить про зменшення структурної (механічної, структурно-ценотичної) стійкості дерев. Порівняння коефіцієнтів, характерних для культур у свіжих борах та суборах, наведено на рис. 3.

Майже однакові коефіцієнти варіації спостерігаються серед насаджень до віку 40 років у свіжих суборах та борах. Близьким рівнем структурної стійкості характеризуються і стиглі та перестійні насадження, незалежно від умов їх розвитку.

Найбільшу різницю значень коефіцієнтів (61%) зафіксовано для пристигаючих деревостанів. У свіжих борах цей показник, за порівняння пристигаючих та середньовікових насаджень, на 28% збільшується (насадження потерпають від дії несприятливих чинників навколишнього природного середовища), а у свіжих суборах — на 49% зменшується (стійкість насаджень підвищується).

Лінії трендів, наведені на графіку, узгадують закономірності щодо стійкості насаджень на морені. Вони свідчать як про подібність змін у різних лісорослин-

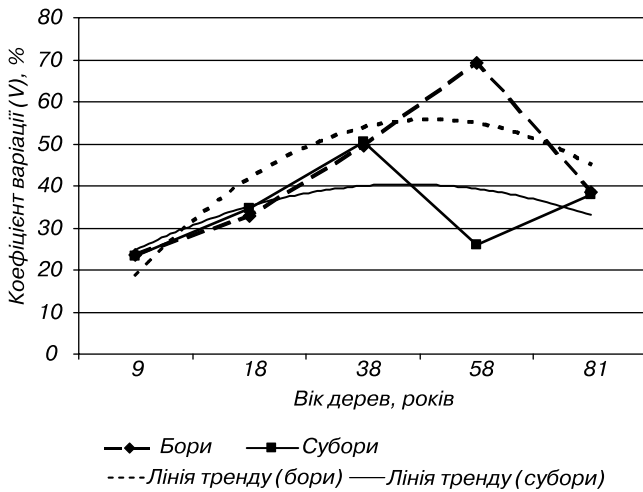


Рис. 3. Коефіцієнти варіації приростів річних кілець сосни звичайної (моренні відклади, свіжі умови місцезростання)

них умовах, так і про відмінності рівня уразливості деревостанів двох трофото-

пів — у суборах структурна стійкість насаджень завжди вища, ніж у борах.

ВИСНОВКИ

Щорічний радіальний приріст соснових деревостанів на піщаних ґрунтах на моренних відкладах варіює у межах 1,08–3,07 мм.

У свіжих борах на моренних відкладах у дерев віком близько 60-ти років стандартне відхилення та коефіцієнт варіації радіального приросту зменшуються. Це свідчить про утворення організованої системи, здатної до опору випадковим впливам.

У свіжих суборах на моренні єдина система формується в середньовікових деревостанах, а максимальну стійкість до несприятливих чинників середовища вона набуває після 60-річного віку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Культурни сосни звичайної в Україні / [М.І. Гордієнко, В.П. Шлапак, А.Ф. Гойчук та ін.]. — К.: Інститут аграрної економіки УААН, 2002. — 872 с.
2. Berg B. Decomposition of root litter and some factors regulating the process: long-term root litter decomposition in a Scots pine forest / B. Berg // Soil Biology and Biochemistry. — 1984. — Vol. 16 (6). — P. 609–617.
3. Вопросы повышения продуктивности лесов Житомирщины: тезисы докладов научно-производственной конференции (Житомир, 26–27 июня 1967 г.). — Житомир, 1967. — 54 с.
4. Машковский В.П. Продуктивность еловых культур по типам леса / В.П. Машковский, М.В. Балакир // Проблемы лесоведения и лесоводства: сборник научных трудов Института леса Национальной академии наук Беларуси. — 2010. — Вып. 70. — С. 357–365.
5. Дрюченко М.М. Ріст і продуктивність культур сосни в сухих борах Нижньодніпров'я / М.М. Дрюченко // Агроекологія: Наукові праці. — 1960. — Вып. XXII. — С. 3–11.
6. Забелло К.Л. Влияние глубины залегания морены на рост насаждений / К.Л. Забелло, И.А. Цыкунов // Лесоведение и лесное хозяйство. — 1975. — Вып. 10. — С. 20–29.
7. Копій Л.І. Структура деревостанів свіжого соснового бору Західного Полісся / Л.І. Копій, Ю.Й. Каганяк, М.М. Михайленко // Науковий вісник НЛТУ України. — 2009. — Вып. 19 (7). — С. 7–14.
8. Ловелиус Н.В. Лесные экосистемы Украины и тепловогообеспеченность / Н.В. Ловелиус, Ю.И. Грицан. — СПб., 1998. — 335 с.
9. Ведмідь М.М. Оцінка лісорослинного потенціалу земель: Методичний посібник / М.М. Ведмідь, С.П. Распоіна. — К.: ЕКО-інформ, 2010. — 84 с.
10. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України / М.І. Полупан, В.Б. Соловей, В.І. Кисіль, В.А. Величко. — К.: Колодіб, 2005. — 304 с.
11. Почвоведение / И.С. Кауричев, Н.П. Панов, Н.Н. Розов и др.; под ред. И.С. Кауричева. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Агропромиздат, 1989. — 719 с.
12. Fritts H.C. Tree rings and climate / H.C. Fritts. — L.: Acad. press., 1976. — 567 p.
13. Methods of Dendrochronology — Applications in the Environmental Sciences / [eds. Edward R. Cook and Leonardas A. Kairiukstis]. — Dordrecht: the Netherlands: Kluwer Academic Publishers and International Institute for Applied Systems Analysis, 1990. — 394 p.
14. Арефьев С.П. Оценка устойчивости леса в дендрохронологических рядах / С.П. Арефьев // Проблемы взаимодействия человека и природной среды. — Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2001. — С. 83–87.

15. Zielski A. Dendrochronologia / A. Zielski, M. Krąpiec. — Warszawa: Wydawnictwo naukowe PWN, 2004. — 328 s.
16. Тишин Д.В. Дендроекология (методы древесно-кольцевого анализа) / Д.В. Тишин. — Казань: Казанский университет, 2011. — 33 с.

REFERENCES

- Hordiyenko, M.I., Shlapak, V.P., & Hoychuk, A.F. et al. (2002). *Kultury sosny zvychaynoyi v Ukraini [Pinus silvestris plantations in Ukraine]*. Kyiv [in Ukrainian].
- Berg, B. (1984). Decomposition of root litter and some factors regulating the process: long-term root litter decomposition in a Scots pine forest. *Soil biology and Biochemistry*, 16, 6, 609–617 [in English].
- Voprosy povysheniya produktyvnosti lesov Zhytomyrshchyny [Issues of increasing productivity of forests of Zhytomyr region] '67: *Nauchno-proyvodstvennaia konferentsiia (26–27 iunია 1967 hoda) — Scientific and production conference*. Zhytomyr [in Russian].
- Mashkovskyy, V.P. (2010). Produktivnost elovukh kultur po tyvam lesa [The productivity of spruce by type of forest]. *Problemy lesovedeniya y lesovodstva — Problems of forest science and forestry*, 70, 357–365 [in Russian].
- Dryuchenko, M.M. (1960). Rist i produktyvnist kultur sosny v suchykh borakh Nyzhnodniprovia [Growth and productivity of crops in pine forests in dry grasslands Lower Dnipro]. *Ahrolisomelioratsiia — Agroforestry*, 12, 3–10 [in Ukrainian].
- Zabello, K. L., & Tsukunov, Y.A. (1975). Vlyyanye hlubyny zalehaniya morenu na rost nasazhdeniy [The influence of the depth of the moraine on the growth of plantations]. *Lesovedeniye y lesnoe khozyaystvo — Forestry and forestry*, 10, 20–29 [in Russian].
- Kopiy, L.I., Kahanyak, Yu.Y., & Mykhaylenko, M.M. (2009). Struktura derevostaniv svizhoho sosnovoho boru Zakhidnoho Polissya [The structure of the freshwater pine forest of the Western Polissya]. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrainy — Scientific Bulletin of NLTU of Ukraine*, 19, 7, 7–14 [in Ukrainian].
- Lovelyus, N.V., & Hrytsan, Yu.Y. (1998). *Lesnue ekosystemy Ukrainy u teplovlahoobespechenno [Forest ecosystems of Ukraine and heat and moisture supply]*. St. Petersburg [in Russian].
- Vedmid, M.M., & Raspopina, S.P. (2010). *Otsinka lisoroslymoho potentsialu zemel: Metodichnyy posibnyk [Assessment of forest land potential: Methodical manual]*. Kyiv: EKO-inform [in Ukrainian].
- Polupan, M.I., Solovey, V.B., Kysil, V.I., & Velychko, V.A. (2005). *Vyznachnyk ekolo-ho-henetychno statusu ta rodyuchosti gruntiv Ukrainy [Identifier of the ecological and genetic status and soil fertility of Ukraine]*. Kyiv: Kolobih [in Ukrainian].
- Kaurychev, Y.S., Panov, N.P., & Rozov, N.N. (1989). *Pochvovedeniye [Soil science]*. Moscva: Ahropromyzzdat [in Russian].
- Fritts, H.C. (1976). *Tree rings and climate*. London: Acad. press. [in English].
- Cook, E.R., & Kairiukstis, L.A. (Eds.). (1990). *Methods of Dendrochronology — Applications in the Environmental Sciences*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers and International Institute for Applied Systems Analysis [in English].
- Arefev, S.P. (2001). Otchenka ustoichivosti lesa v dendrokronologicheskikh riadakh [Estimation of forest sustainability in dendrochronological series]. *Problemy vzaimodeistviia cheloveka i prirodnoi sredy [Problems of interaction between man and the natural environment]*. Tumen: publish. IPOS SO PAS [in Russian].
- Zielski, A., & Krąpiec, M. (2004). *Dendrochronologia [Dendrochronology]*. Warszawa: Wydawnictwo naukowe PWN [in Polish].
- Tyshyn, D.V. (2011). *Dendroekolohiya (metodu drevnesno-koltsevoho analiza) [Dendroecology (methods of tree-ring analysis)]*. Kazan: Kazanskyy University [in Russian].