

ДЕНДРОІНДЕКАЦІЯ ВПЛИВУ ПОГОДНО-КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН, ЛІСОПАТОЛОГІЧНОГО, ПІРОГЕННОГО СТАНУ РАДІАЛЬНИМ ПРИРОСТОМ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ В УМОВАХ ПОЛІСЬКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА

Об'єкт досліджень: бореальні деревостани сосни звичайної в лісорослинних умовах А₂₋₃, В₂₋₃ Поліського природного заповідника, що зазнали погодно-кліматичного, лісопатологічного, пірогенного впливу 2016, 2018, 2020 років.

Мета досліджень – вивчення впливу погодно-кліматичних, лісопатологічних, пірогенних факторів на ранній і пізній приріст в структурі річного кільця сосни звичайної на постійних пробних площах в лісорослинних умовах Поліського природного заповідника, з подальшою їх хронологічною індексацією та перспективним прогнозом стійкості бореальних форм сосни звичайної до комплексного впливу несприятливих абіотичних, антропогенних та військових факторів.

Ключові слова: ліс, погода, клімат, пірогенез, лісопатологія, індексація, приріст, продуктивність, прогноз.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Світове співтовариство в контексті видимих погодно-кліматичних змін, що особливо зазначались протягом 2020-2024 років у вигляді масштабних посух, лісових пожеж, зневоднення та опустелювання цілих, ще нещодавно багатих, біологічним різноманіттям лісових природно-екологічних формацій, стало реально усвідомлювати важливість досліджень в напрямку діагностики та прогнозу їх прямого впливу на антропоцен та життя людини [1]. В зоні Центрального Полісся України, до якого входять Житомирське та Київське Полісся зокрема, за останні десять років відмічено природно-кліматичні та антропогенні масштабні трансформації у біосфері, що на пряму індексуються на рівні деревинно-кільцевих хронологій бореальних форм сосни звичайної, як

¹Левченко Валерій Борисович, канд. с.-г. наук, доцент. E-mail: waleriy07@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-3638-1015>;

²Фучило Ярослав Дмитрович, доктор с.-г. наук, професор. E-mail: fuchylo_yar@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-2669-5176>.

³Карпович Марина Сергіївна, канд. с.-г. наук. E-mail: marinakarpovich1990@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-4159-5499>.

основної лісоутворюючої породи, що нажалі через погодно-кліматичні зміни та патологічний вплив шкідників й хвороб є на межі повного зникнення [2]. Зміни температурного режиму, кількості опадів, лісопатологічний стан соснових лісів, значно вплинули на стан природних лісових екосистем Житомирщини та Київщини [3]. Всі вище наведені фактори, зумовлюють необхідність проведення фундаментальних практичних наукових досліджень, що спрямовані на вивчення механізму реакції соснових деревостанів на зміну кількості опадів, середньорічний хід температур повітря, впливу різних видів хвоєгризучих та лубоїдних шкідників, патологічної дії збудників хвороб на приріст річного кільця сосни звичайної [4]. Тому в контексті вище перелічених чинників, нами було запропоновано інноваційний метод проведення індекс-датування впливу погодно-кліматичних факторів, патологічного впливу шкідників й хвороб методом дендроіндикації на рівні індексів раннього та пізнього приросту річного кільця [5]. Саме такий спосіб датування є важливим і єдиним, що дає відповідь на питання, як відкликається приріст сосни звичайної на комплексний вплив недостачі вологи у кореневмісному шарі, високі середньодобові температури повітря під час вегетаційного періоду, патологічний вплив шкідників й хвороб лісу на її онтогенез в зоні Центрального Полісся України.

Матеріали і методи дослідження. Закладку пробних площ та визначення лісотаксаційних показників деревостанів проводили відповідно до загальноприйнятих у лісівництві методик [6]. У кожного дерева на висоті 1,3 м вимірювався діаметр у двох проєкціях (з точністю до 0,1 см) за допомогою лісової мірної вилки. Середній діаметр деревостану на пробних площах обчислювали як середнє квадратичне через суму площ перерізів. Висота дерев визначалася висотоміром Suunto PM-5/1250 з точністю до 0,1 м, кількість виміряних дерев становила 50% від загальної кількості дерев на пробній площі. Структуру насаджень за участі сосни звичайної за повнотою, бонітетом, віком, складом і продуктивністю визначали шляхом аналізу таксаційної бази «Лісовий фонд України» ВО «Укрдержліспроект» станом на 01.01.2022 р. стосовно лісогосподарських філій Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства, а також в умовах природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника. У камеральних умовах річні кільця сосни вимірювали із застосуванням оптично-вимірювального комплексу LINTAB-5 та зпроектованої оптичної установки на базі мікроскопа МБС 61 з точністю до 0,01 мм. Знаючи календарну дату формування периферійного кільця, зворотним перерахунком отримували дати формування центрального кільця більшості відібраних кернів. Керни були перехресно датовані з використанням програм TSAP-3.0 [7] та COFESHA [8]. Для усунення впливу віку дерев та інших сигналів не кліматичного характеру на динаміку радіального приросту сосни звичайної, була проведена стандартизація

індивідуальних серій приростів (детрендинг віку), що виконана у програмі ARSTAN (версія 2015 року) з від'ємною експонентною функцією [9]. Вплив погодних умов на радіальний приріст сосни звичайної оцінювали за даними метеостанції Житомир, Коростень, Овруч та автоматичної метеостанції Поліського природного заповідника за 2022-2024 рр. Окремо оцінювали зв'язки між індексами деревино-кільцевих хронологій і метеорологічними показниками (температурою повітря та кількістю опадів). За значенням температури повітря та кількістю опадів розраховано комплексний кліматичний показник ККП:

$$ККП=(V_3+2V_2+3V_1+4V_0)*(t_3+2t_2+3t_1+4t_0) \cdot t_0/100000$$

де: V – опади за гідрологічний рік; t – середня температура за гідрологічний рік (з жовтня попереднього року до вересня наступного); індекси за 0, 1, 2, 3 – роки (поточний, попередній та інші).

Результати дослідження та їх обговорення. В результаті проведеного дендроіндикаційного аналізу отриманих даних деревинно-кільцевих хронологій, що були нами відібрані в умовах 48, 49 кварталів Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення (ПНДВ), отримані тісні взаємозв'язки ширини річного кільця з середньодобовою температурою повітря травня-червня (рис. 1).

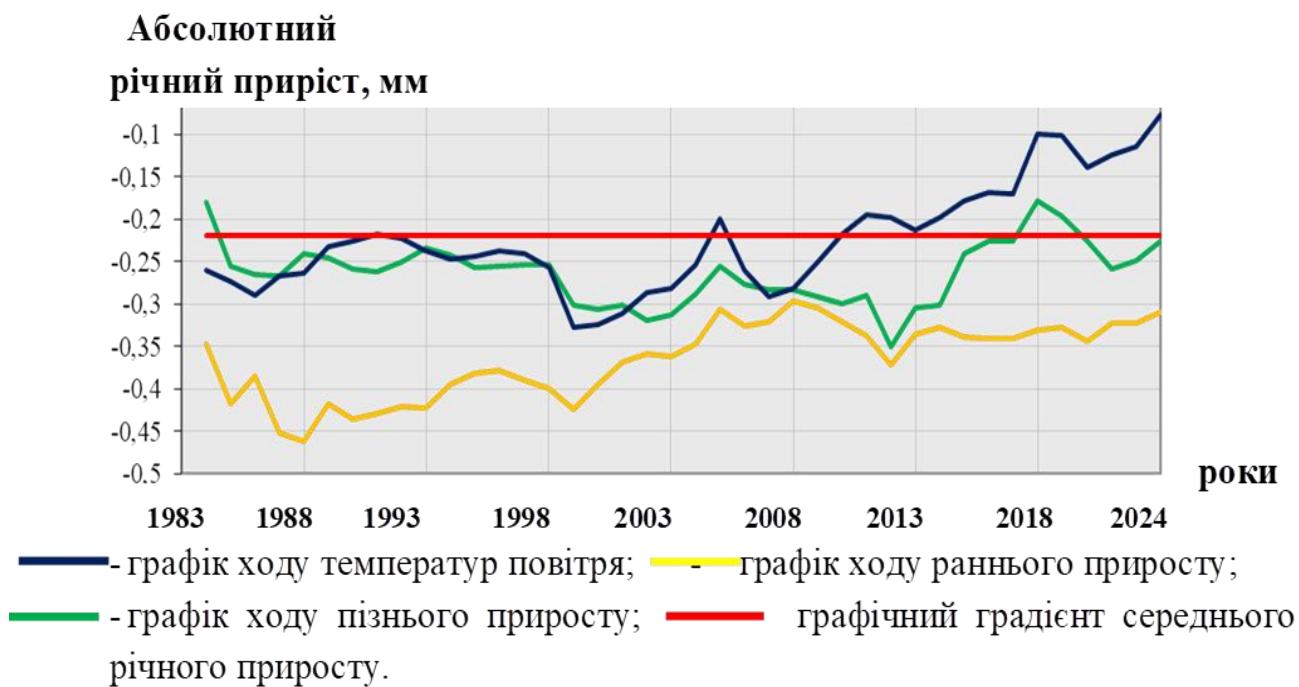


Рис. 1. Вплив середньодобової температури травня і червня на радіальний приріст сосни звичайної в умовах Перганського (ПНДВ) Поліського природного заповідника

Ці дані підтверджені значеннями коефіцієнта кореляції між показниками, що досліджувались. Отримані зв'язки між річним приростом сосни звичайної в

розрізі досліджуваних пробних площ та кліматичними змінними травня й червня є стабільними у часі і повністю репрезентативними.

Вплив кількості опадів травня – червня місяців є нестабільний. Кореляційний зв'язок річного приросту сосни звичайної з кількістю опадів за період вегетації в травні-червні місяцях спостерігається в умовах 48 кварталу Перганського (ПНДВ) Поліського природного заповідника (рис. 2).

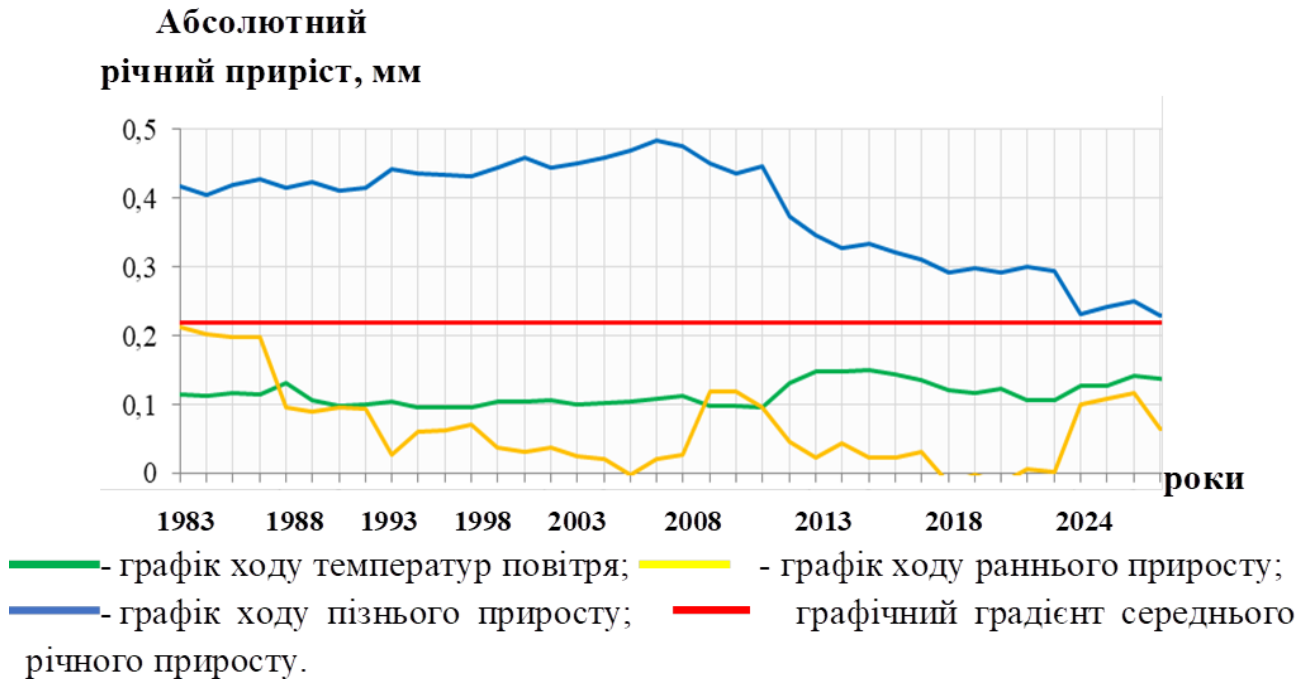


Рис. 2. Вплив кількості опадів на радіальний приріст сосни звичайної в умовах Перганського ПНДВ Поліського природного заповідника.

В результаті проведеного дендрохроноіндикаційного моніторингу нами було виявлено особливості комплексного впливу кліматичних факторів на ширину річного кільця в часі.

Дослідженнями встановлено, що систематичний вплив шкідників (вершинного, шести зубчатого короїдів, соснового лубоїду та златки) в типах лісорослинних умова А₂₋₃ В₂₋₃ Копищанського ПНДВ Поліського природного заповідника суттєво впливають на подальший радіальний приріст сосни звичайної (рис. 3).

Зокрема відмічено, що у деревостанах з навіть невеликим ступенем пошкодження вершинним короїдом, ранній приріст є стабільно низьким, що в подальшому знижує інтенсивність формування та закладання пізнього приросту.

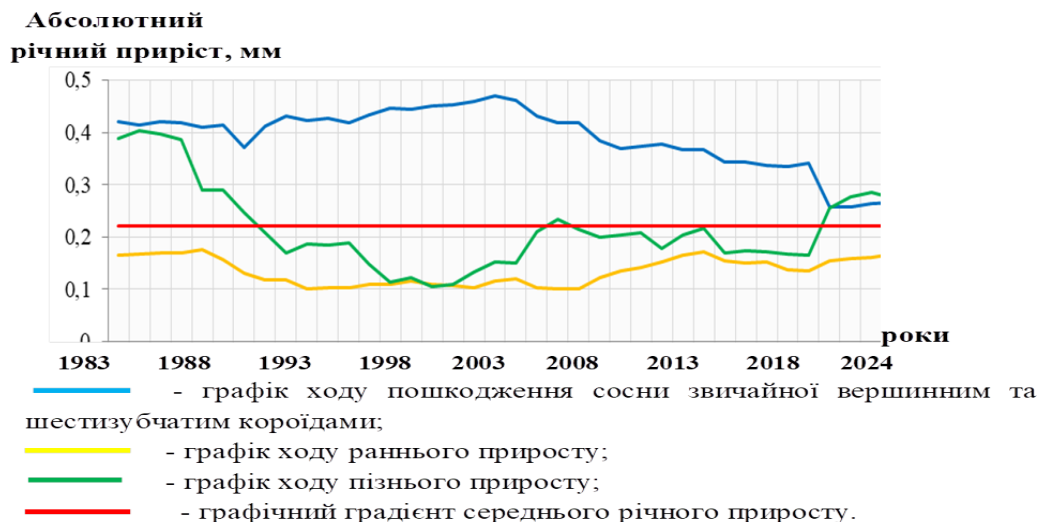


Рис. 3. Вплив пошкодження вершинним та шести зубчатим короїдами на радіальний приріст сосни звичайної в типах лісорослинних умов А₂₋₃ В₂₋₃ Копищанського ПНДВ Поліського природного заповідника

Досліджуючи індикацію раннім та пізнім приростами сосни звичайної патологічний вплив збудників кореневої й соснової губки на досліджувані деревостани (рис. 4), ми встановили пряму реакцію пізнього приросту на патологічну дію збудника кореневої губки.



Рис. 4. Вплив патологічного процесу збудників кореневої та соснової губки на радіальний приріст сосни звичайної в типах лісорослинних умов А₂₋₃ В₂₋₃ Копищанського ПНДВ Поліського природного заповідника

Це пов'язано перш за все з фактором ослаблення раннього приросту минулого року при хронічному впливі патологічного осередку збудників кореневої та соснової губки в комплексі звичайно з погодно-кліматичними факторами. Саме це призводить до систематичного ослаблення деревостанів сосни звичайної, зниження їх продуктивності, стійкості до несприятливих факторів навколишнього середовища і як результат – зменшення тривалості онтогенезу.

Висновки

1. Дослідженнями доведено стійку фіксацію впливу погодно-кліматичних умов в часовій динаміці раннім та пізнім приростами сосни звичайної, що підтверджено коефіцієнтом кореляції ($r=0,85\pm 0,2$).

2. Визначено, що пошкодження вершинним та шестиzubчатым короїдами бореальної форми сосни звичайної в лісорослинних умовах Поліського природного заповідника на 25% знижує не лише ранній приріст, а й градієнт стійкості (30% при коефіцієнті кореляції $r=0,75-0,84\pm 0,3$), до впливу патогенів кореневої та соснової губки.

3. Визначено, що саме пізній приріст сосни звичайної є фізіологічним індикатором патологічного впливу збудників кореневої, соснової губки, постпірогенезу на ділянках пройдених масштабними лісовими пожежами 2016, 2018, 2020 років зі сформованою пожежною підсушеною.

4. Підтверджено, що реакція формування пізнього приросту в структурі річного кільця бореальної форми сосни звичайної в умовах Поліського природного заповідника є визначальною (коефіцієнт кореляції $r=0,72\pm 0,3$), в контексті оцінки її стійкості до впливу патогенів кореневої, соснової губки, постпірогенезу після масштабних лісових пожеж 2016, 2018, 2020 років, а також погодно-кліматичних змін і військових дій.

5. Встановлено, що систематичний вплив комплексу несприятливих погодно-кліматичних умов, а також біологічна дія шкідників, збудників хвороб на ранній приріст річного кільця бореальної форми сосни звичайної, призводять до втрати не лише стійкості соснових деревостанів, а й зменшення тривалості онтогенезу й прискорення їх відмирання.

Список літератури (References)

1. Андреева О. Ю., Коваль І. М. Зміни радіального приросту *Pinus sylvestris* L. у Поліссі в осередках масового розмноження звичайного соснового пильщика *Diprion pini* L. Лісівництво і агролісомеліорація. 2008. Вип. 112. С. 249–254. [Andreeva O. Yu., Koval I. M. Changes in radial growth of *Pinus sylvestris* L. in Polesie in the foci of mass reproduction of the common pine sawfly *Diprion pini* L. Forestry and agroforestry. 2008. Issue 112. P. 249–254] (in Ukrainian).

2. Ворон В. П., Ткач О. М., Коваль І. М., Сидоренко С. Г. Зміни радіального приросту в пошкодженому пожежею сосновому деревостані в західному Поліссі. Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Вип. 27(9). С. 56–59. [Voron V. P., Tkach O. M., Koval I. M., Sydorenko S. G. Changes in radial growth in a fire-damaged pine stand in western Polesie. Scientific Bulletin of the National Technical University of Ukraine. 2017. Issue 27(9). P. 56–59.] (in Ukrainian).

3. Коваль І. М., Андрєєва О. Ю. Динаміка радіального приросту сосни звичайної в осередках рудого соснового пильщика в Поліссі. Лісівництво і агролісомеліорація. 2009. Вип. 116. С. 62–69. [Koval I. M., Andreeva O. Yu. Dynamics of radial growth of Scots pine in the foci of the red pine sawfly in Polesie. Forestry and agroforestry. 2009. Issue 116. P. 62–69.] (in Ukrainian).

4. Коваль І. М., Борисова В. Л. Реакція на зміни клімату радіального приросту ясеня звичайного в насадженнях Лівобережного Лісостепу. Науковий вісник НЛТУ України. 2019. Т. 29, № 2. С. 53–57. [Koval I. M., Borisova V. L. Response to climate change of radial growth of common ash in the stands of the Left Bank Forest-Steppe. Scientific Bulletin of the National Technical University of Ukraine. 2019. Vol. 29, No. 2. P. 53–57.] (in Ukrainian).

5. Levchenko V. B., Shulga I. V., Fuchylo Y. D., Karpovych M. S., Romanyuk A. A., Belska O. V. Forest pathological monitoring of pine stands in the conditions of the Pergans scientific and research nature protection department Polissky nature reserve. Innovative Solutions In Modern Science № 3(55), 2022. DOI 10.26886/2414-634X.3(55)2022.2 P. 18-62. (in Ukrainian).

6. Levchenko V. B., Shulga I. V., Fuchylo Y. D., Karpovych M. S., Romanyuk A. A., Hornovska S. V. Phytopathological monitoring of dangerous outbreaks disease of forest trees with use method of changing radial increments in the conditions of the Polisky nature reserve. DOI 10.26886/2520-7474.1(55)2023.1. Paradigm of knowledge № 1(55), 2023 P. 5-53. (in Ukrainian).

7. Matskovsky V. (2016). Climatic signal in tree-ring width chronologies of conifers in European Russia. International journal of climatology, 36(9), 3398–3406. <https://doi.org/10.1002/joc.4563>.

8. Shijatov S. G., Vaganov, E. A., Kirdjanov, A. V., Kruglov, V. B., Mazepa, V. S., Naurzbaev, M. M., & Hantemirov, R. M. (2000). Methods of dendrochronology. Part 1. The basics of dendrochronology. Collection and receipt of tree-ring information. Krasnoyarsk State University, Krasnoyarsk.

V. B. Levchenko¹, Ya. D. Fuchylo^{2,3}, M. S. Karpovych³

¹National University «Chernihiv Colehium» im. T. H. Shevchenko, Chernihiv Ukraine,

²Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine, Kyiv

³Malyn Applied College, v. Hamarnya, Zhytomyr Region, Ukraine

DENDROINDICATION OF THE INFLUENCE OF WEATHER AND CLIMATE CHANGES, FOREST PATHOLOGICAL, PYROGENIC STATES ON THE RADIAL GROWTH OF SCOTS PINE IN THE CONDITIONS OF THE POLYSKA NATURE RESERVE

Abstract. Object of research: boreal stands of Scots pine in forest vegetation conditions A₂₋₃, B₂₋₃ of the Polesie Nature Reserve, which were subjected to weather-climatic, forest pathological, pyrogenic influences in 2016, 2018, 2020.

The purpose of the research is to study the influence of weather-climatic, forest pathological, pyrogenic factors on early and late growth in the annual ring structure of Scots pine in permanent sample plots in forest vegetation conditions of the Polesie Nature Reserve, with their subsequent

chronological indication and a prospective forecast of the resistance of boreal forms of Scots pine to the complex influence of adverse abiotic, anthropogenic and military factors.

Key words: *forest, weather, climate, pyrogenesis, forest pathology, indication, growth, productivity, forecast.*