

I. AGRICULTURE AND FORESTRY

DOI 10.26886/2414-634X.4(68)2025.1

UDC:630*2:630*18*614.841.2*26:630*913

**DENDRO-BOTANICAL INDICATION OF THE FOREST PATHOLOGICAL
IMPACT OF PATHOGENS OF ROOT SPONGE, PINE SPONGE, POST-
PIROGENESIS FROM THE EFFECTS OF FOREST FIRES ON THE
RADIAL GROWTH OF SCOTS PINE IN THE CONDITIONS OF THE
POLISSKY NATURE RESERVE**

Valery Levchenko, Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0002-3638-1015>

e-mail: waleriy07@ukr.net

Igor Shulga, Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0003-1886-6868>

e-mail: shoolga64@ukr.net

Yaroslav Fuchylo, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

<https://orcid.org/0000-0002-2669-5176>

e-mail: fuchylo_yar@ukr.net

**Alla Romanyuk, teacher of the highest category, teacher-
methodologist**

<https://orcid.org/0000-0002-4497-5972>

e-mail: allaromaniuk1960@gmail.com

**Petro Trofymenko, Doctor of Agricultural Sciences, Associate
Professor**

<https://orcid.org/0000-0002-7692-5785>

e-mail: trofimenkopetr@ukr.net

Svitlana Hornovska, Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0001-8244-3523>

e-mail: gornovskayasvetlana@ukr.net

Marina Karpovych, Ph.D. of Agricultural Sciences

<https://orcid.org/0000-0002-4159-5499>

e-mail: marinakarpovich1990@gmail.com

Olga Belska, research fellow

<https://orcid.org/0000-0002-1745-344X>

e-mail: grupa-lis@ukr.net olucky@i.ua

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

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

Zhytomyr Agrotechnical Vocational College, Ukraine, Zhytomyr.

Bila Tserkva National Agrarian University, Ukraine, Bila Tserkva.

Malyn Vocational College, Ukraine, Malin.

Chernobyl Radiation and Ecological Biosphere Reserve, Ukraine, Chernobyl.

The issue of promising innovative methodological approaches in dendrology, phytopathology, entomology, botany, pyrology regarding the assessment of the harmful effects of pathogens of the root fungus of Scots pine, pine fungus, and a complex of pests in the context of the use of wood-ring chronologies in the conditions of the Selezivsky, Perhansky, and Kopyshchansky nature conservation research departments (PNDV) of the Polissya Nature Reserve is substantiated. During the period of the conducted research, innovative methodological approaches were tested to indicate the impact of pathogens and post-pyrolysis on the stability of

pine stands in the conditions of the nature reserve fund of Ukraine using the example of trial plots of the Polissya Nature Reserve. The effectiveness of the use of the method of wood-ring chronologies, dendro-botanical analysis in maturing and mature Scots pine stands of the Polesie Nature Reserve in determining the dynamics of early and late increments as the main monitoring factors of the physiological, morphological, botanical, dendrological, pyrological and current productive state was analyzed. The effectiveness of the use of the dendroindication methodology for the current assessment of the pathological state of the forests of the Polesie Nature Reserve was practically determined.

The subject of the work is the practical testing of the dendroindication methodology for determining the phytopathological impact of pathogens of Scots pine root fungus, pine fungus, the complex synergistic impact of forest pests, the post-pyrogenic impact after large-scale forest fires in 2020 on the physiological, morphological, and state of Scots pine in the conditions of the nature conservation research departments of the Polissya Nature Reserve, as well as the assessment of the possibility of practical use of the proposed methodology for determining the current forest sanitary state of Scots pine using the results of analyses of early and late growth in maturing and mature Scots pine stands of forest vegetation conditions A₁₋₂, B₁₋₂, determining the scientific and practical effectiveness of the methodology proposed by us regarding the possibility of its further scientific use in the conditions of the objects of the nature reserve fund of Ukraine. The results obtained in the conditions of the Polissya Nature Reserve using the proposed methodology for assessing the forest pathological impact of pathogens of Scots pine root fungus, pine fungus, the complex impact of forest pests and post-pyrogenic factors on the sanitary condition were compared using the analysis of current increments of wood-ring chronologies, which further allows us to determine the physiological and

immunological state of Scots pine in the conditions of the nature conservation research departments of the Polissya Nature Reserve. Testing our proposed methodology for assessing the forest pathological impact of pathogens of Scots pine root fungus, pine fungus, post-pyrogenic impact from forest fires, as well as forest pests on the sanitary condition of Scots pine using analysis of increments of wood-ring chronologies as a method of forest pathological indication, determination of the physiological, forest pathological, botanical, immunological, phytoresistant state of forests in the nature conservation research departments of the Polesie Nature Reserve.

The aim of the work is a comprehensive comparative assessment of the practical effectiveness of the methodology proposed by us for determining the forest pathological state of Scots pine in forest vegetation conditions A₁₋₂, B₁₋₂ with existing methods for determining the pathological state of forests, determining the possibility of its further implementation in the conditions of both the nature conservation research departments of the Polissya Nature Reserve, as well as the zone of production branches of the State Enterprise "Forests of Ukraine" in the conditions of the Central Polissya zone.

The main research methods for studying and assessing the practical effectiveness of the proposed methodology for determining the forest pathological impact of the root fungus of Scots pine, pine sponge, the complex impact of forest pests, post-pyrogenesis after forest fires on the sanitary condition of forests in the conditions of the nature conservation research departments of the Polissya Nature Reserve were:

- 1. Calculation and analytical for collecting and processing the results of the conducted research on the methodology for assessing the forest pathological impact of pathogens of the root fungus of Scots pine, pine sponge, the complex impact of forest pests, the pyrogenic impact of forest fires on the sanitary condition of Scots pine, as well as classical methods of*

forest pathological monitoring in forest vegetation conditions A₁₋₂, B₁₋₂ of the nature conservation research departments of the Polissya Nature Reserve.

2. Conducting dendro-botanical, phytopathological, pyrological monitoring of forest stands in conditions A₁₋₂, B₁₋₂ of the nature conservation research departments of the Polissya Nature Reserve, comparing the results obtained by us with the results of existing methodologies used by research institutions, industrial forest protection enterprises, objects of the nature reserve fund of Ukraine for monitoring forest stands, identifying signs of damage by pathogens of the root fungus of Scots pine, pine fungus, damage by pests, forest fires, conducting statistical analysis of the results obtained, comparing them with the results of existing methodologies for determining the phytopathological, entomological, post-pyrogenic state of forests of both Zhytomyr Polissya and the Central Polissya zone as a whole.

3. Assessment of the representativeness and objectivity of the obtained research results in relation to all objects of both the nature reserve fund and forestry branches and forest superintendents of the Central Polissya zone of Ukraine using the example of the nature conservation research departments of the Polissya Nature Reserve

4. Practical testing of the methodology proposed by us for determining the forest pathological impact of pathogens of the root fungus of Scots pine, pine fungus, forest pests, and forest fires on the sanitary condition in the forest-vegetation conditions of the Polissya Nature Reserve.

According to the results of the research, it was found that the dendroindication method for determining the forest pathological impact of pathogens of pine root fungus, pine fungus, forest pests, and forest fires on the sanitary condition of pine will in the future provide ample opportunities to determine the sanitary, phytopathological, entomological, morphological, and botanical condition of pine forest stands in the conditions of the nature

conservation research departments of the Polesie Nature Reserve. It was found that the use of botanical dendroindication of annual pine shoots to determine the forest pathological impact of pathogens of pine root fungus, pine fungus, a complex of forest pests, and the post-pyrogenic impact of forest fires on the productivity of pine stands will in the future provide a practical opportunity to form long-term forecasts of the occurrence of epiphytotia, the spread of forest pests, and possible forest fires due to drying and loss of the stand. It has been practically proven that the method we proposed for determining the forest pathological impact of pathogens of Scots pine root fungus, pine fungus, the synergistic impact of forest pests, and postpyrogenesis after large-scale forest fires on the sanitary condition of Scots pine provides a practical opportunity to carry out preventive measures in advance in the PNDV of the Polesie Nature Reserve.

The scope of application of the research results is as forestry branches of the Central Interregional Forestry and Hunting Administration, the Polissya Nature Reserve, and the objects of the Nature Reserve Fund of Ukraine in the Central Polissya zone of Ukraine.

The conclusions of the research are that due to changes in weather and climatic conditions of the Polissya Nature Reserve, such pathogenic pathogens as the root fungus of Scots pine, pine fungus, have become widespread. Their foci in the future become the causes of the reproduction of forest pests, and as a result - the decline of pine stands and the occurrence and spread of forest fires. The proposed methodology for dendroindicative determination of the forest pathological, morphological, botanical state of Scots pine by annual ring increments by selecting and analyzing wood cores in the conditions of nature conservation research departments of the Polissya Nature Reserve will in the future provide a practical opportunity to conduct timely forest pathological and morphological monitoring of forests, design and implement measures to prevent the

occurrence of epiphytoses of the pathogens of the root fungus of Scots pine, pine fungus, the spread of forest pests, and to reduce the risks of forest fires as much as possible. The specified method will further provide a practical opportunity to timely and effectively make a forecast of possible foci of occurrence of root fungus of Scots pine, pine fungus, pest reproduction, will make impossible the factor of occurrence of foci of forest fires due to natural, anthropogenic, military factors. Practical use of dendroindication method of determining the pathological influence of pathogens of root fungus of Scots pine, pine fungus, a complex of forest pests, pyrogenic influence in the post-fire period on the sanitary condition of Scots pine will allow to predict and determine possible foci of epiphytosis of pathogens of root and pine fungus, and as a consequence - forest fires. Application of the method of determining the increments of wood-ring indications in the context of the proposed method will further allow to assess both the physiological and resistant state of the surveyed trees by the physiological and botanical state of early and late increments of Scots pine wood. To predict further preventive actions to limit the spread of pathogens of the root fungus of Scots pine, pine fungus, the emergence and spread of stem pests, preventing drying, waste, accumulation of forest combustible materials, and as a result - forest fires. The developed methodology for conducting forest pathological monitoring surveys using the dendrochronological method allows for practical morphological and botanical research in the conditions of nature conservation research departments of the Polesie Nature Reserve.

Key words: *forest, common pine root sponge, pine sponge, forest fires, indication, wood-ring chronologies, botany, morphology, monitoring, forecast, forest protection.*

Кандидат сільськогосподарських наук, доцент Левченко В. Б., кандидат сільськогосподарських наук, доцент Шульга І. В., доктор

сільськогосподарських наук, професор Фучило Я. Д., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Романюк А. А., доктор сільськогосподарських наук, доцент Трофименко П. І., кандидат сільськогосподарських наук, доцент Горновська С. В., кандидат сільськогосподарських наук Карпович М. С., Бельська О. В., науковий співробітник; Дендро-ботанічна індикація лісопатологічного впливу збудників кореневої губки, соснової губки, постпірогенезу від дії лісових пожеж на радіальний приріст сосни звичайної в умовах Поліського природного заповідника / Національний університет «Чернігівський колегіум» ім. Т. Г. Шевченка, Україна. Чернігів; Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії наук України. Україна. Київ; Житомирський агротехнічний фаховий коледж. Україна. Житомир; Білоцерківський національний аграрний університет. Україна. Біла Церква; Малинський фаховий коледж. Україна. Малин; Чорнобильський радіаційно-екологічний біосферний заповідник. Україна. Чорнобиль.

Обґрунтовано питання перспективних інноваційних методологічних підходів в дендрології, фітопатології, ентомології, ботаніці, пірології щодо оцінки шкодочинного впливу збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, комплексу шкідників в контексті використання деревинно-кільцевих хронологій в умовах Селезівського, Перганського, Копищанського природоохоронних науково-дослідних відділень (ПНДВ) Поліського природного заповідника. За період проведених досліджень проведено апробацію інноваційних методологічних підходів щодо індикації впливу збудників хвороб та постпірогенезу на стійкість соснових деревостанів в умовах природно-заповідного фонду України на прикладі пробних площ Поліського природного заповідника. Проаналізовано ефективність застосування методу деревинно-кільцевих хронологій,

дендро-ботанічного аналізу в пристигаючих та стиглих деревостанах сосни звичайної Поліського природного заповідника щодо визначення динаміки ранніх та пізніх приростів як основних моніторингових факторів фізіологічного, морфологічного, ботанічного, дендрологічного, пірологічного та поточного продуктивного стану. Практично визначено ефективність застосування методології дендроіндикації для поточної оцінки патологічного стану лісів Поліського природного заповідника.

Предметом роботи є практична апробація дендроіндикаційної методології визначення фітопатологічного впливу збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, комплексного синергетичного впливу шкідників лісу, постпірогенний вплив після масштабних лісових пожеж 2020 року на фізіологічний, морфологічний, стан сосни звичайної в умовах природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника, а також оцінка можливості практичного використання запропонованої методології щодо визначення поточного лісосанітарного стану сосни звичайної з використанням результатів аналізів раннього і пізнього приростів в пристигаючих та стиглих деревостанах сосни звичайної лісорослинних умов A_{1-2} , B_{1-2} , визначення науково-практичної ефективності запропонованої нами методології щодо можливості її подальшого наукового використання в умовах об'єктів природно-заповідного фонду України. Здійснено порівняння отриманих в умовах ПНДВ Поліського природного заповідника результатів використання запропонованої методології оцінки лісопатологічного впливу збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, комплексного впливу шкідників лісу та постпірогенних факторів на санітарний стан з використанням аналізу поточних приростів деревинно-кільцевих хронологій, що в подальшому дає змогу

визначити фізіологічний та імунологічний стан сосни звичайної в умовах природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника. Апробація запропонованої нами методології оцінки лісопатологічного впливу збудників хвороб кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, постпірогенного впливу від лісових пожеж, а також шкідників лісу на санітарний стан сосни звичайної з використанням аналізу приростів деревинно-кільцевих хронологій як методу лісопатологічної індикації, визначення фізіологічного, лісопатологічного, ботанічного, імунологічного, фіторезистентного стану лісів в природоохоронних науково-дослідних відділеннях Поліського природного заповідника.

Метою роботи є комплексна порівняльна оцінка практичної ефективності запропонованої нами методології визначення лісопатологічного стану сосни звичайної в лісорослинних умовах А₁₋₂, В₁₋₂ з існуючими методами визначення патологічного стану лісів, визначення можливості її подальшого впровадження в умовах як природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника, а також зони виробничих філій ДП «Ліси України» в умовах зони Центрального Полісся.

Основними методами досліджень по вивченню та оцінці практичної ефективності запропонованої методології визначення лісопатологічного впливу кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, комплексного впливу шкідників лісу, постпірогенезу після лісових пожеж на санітарний стан лісів в умовах природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника були:

1. Розрахунково-аналітичний по збору і обробці результатів проведених досліджень щодо методології оцінки лісопатологічного впливу збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, комплексного впливу шкідників лісу, пірогенного впливу лісових пожеж

на санітарний стан сосни звичайної, а також класичних методів лісопатологічного моніторингу в лісорослинних умовах A_{1-2} , B_{1-2} природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника.

2. Проведення дендро-ботанічного, фітопатологічного, пірологічного моніторингу лісових деревостанів в умовах A_{1-2} , B_{1-2} природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника, порівняння отриманих нами результатів з результатами вже існуючих методологій, що використовуються науково-дослідними установами, виробничими лісозахисними підприємствами, об'єктами природно-заповідного фонду України для моніторингу лісових насаджень, виявлення ознак ураження збудниками кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, пошкодження шкідниками, лісовими пожежами, здійснення статистичного аналізу отриманих результатів, порівняння їх з результатами існуючих методологій визначення фітопатологічного, ентомологічного, постпірогенного стану лісів як Житомирського Полісся, так і зони Центрального Полісся в цілому.

3. Оцінка репрезентативності та об'єктивності отриманих результатів досліджень по відношенню до всіх об'єктів як природозаповідного фонду, так і лісогосподарських філій та надлісництв зони Центрального Полісся України на прикладі природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника

4. Практична апробація запропонованої нами методології визначення лісопатологічного впливу збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, шкідників лісу, лісових пожеж на санітарний стан в лісорослинних умовах Поліського природного заповідника.

За результатами досліджень було встановлено, що дендроіндикаційний метод визначення лісопатологічного впливу збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, шкідників лісу, лісових пожеж на санітарний стан сосни звичайної в подальшому дасть широкі можливості визначати санітарний, фітопатологічний, ентомологічний, морфологічний, ботанічний стан соснових лісових деревостанів в умовах природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника. Встановлено, що застосування ботанічної дендроіндикації річних простів сосни звичайної для визначення лісопатологічного впливу збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, комплексу шкідників лісу, постпірогенного впливу лісових пожеж на продуктивність деревостанів сосни звичайної в подальшому дасть практичну можливість формування довгострокових прогнозів виникнення епіфітотії, поширення шкідників лісу, можливих лісових пожеж через всихання та відпад деревостану. Практично доведено, що запропонована нами методика визначення лісопатологічного впливу збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, синергетичного впливу шкідників лісу, постпірогенезу після масштабних лісових пожеж на санітарний стан сосни звичайної дає практичну змогу заздалегідь проводити профілактичні заходи в ПНДВ Поліського природного заповідника.

Сферою застосування результатів досліджень є як лісогосподарські філії Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства, ПНДВ Поліського природного заповідника, об'єкти природо-заповідного фонду України зони Центрального Полісся України.

Висновки досліджень полягають в тому, що через зміну погодних й кліматичних умов ПНДВ Поліського природного

заповідника, такі патогенні збудники хвороб як коренева губка сосни звичайної, соснова губка, набули масового поширення. Їх осередки в подальшому стають причинами розмноження шкідників лісу, і як наслідок – відпад соснового деревостану та виникнення та поширення лісових пожеж. Запропонована методологія дендроіндикаційного визначення лісопатологічного, морфологічного, ботанічного стану сосни звичайної за приростами річного кільця шляхом відбору та аналізу кернів деревини в умовах природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника в подальшому дасть практичну можливість проводити вчасний лісопатологічний та морфологічний моніторинг лісів, проектувати та здійснювати заходи щодо унеможливлення виникнення епіфітотій збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, поширення шкідників лісу, максимально можливо знизити ризики виникнення лісових пожеж. Зазначена методика в подальшому дасть практичну змогу вчасно та ефективно скласти прогноз можливих осередків виникнення кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, розмноження шкідників, унеможливить фактор виникнення осередків лісових пожеж через природні, антропогенні, військові фактори. Практичне використання дендроіндикаційної методики визначення патологічного впливу збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, комплексу шкідників лісу, пірогенний вплив в пост пожежний період на санітарний стан сосни звичайної дасть змогу з прогнозувати та визначити можливі осередки епіфітотій збудників кореневої та соснової губки, а як наслідок – лісових пожеж. Застосування методу визначення приростів деревинно-кільцевих індикацій в контексті запропонованої нами методики дасть в подальшому змогу оцінити за фізіологічним та ботанічним станом раннього й пізнього приростів

деревини сосни звичайної як фізіологічний, так й резистентний стан обстежених дерев. Спрогнозувати подальші профілактичні дії щодо обмеження поширення впливу патогенів кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, виникнення та поширення стовбурових шкідників, унеможливлення всихання, відпаду, накопичення лісових горючих матеріалів, і як наслідок – лісових пожеж. Розроблена методика проведення лісопатологічних моніторингових обстежень з використанням дендрохронологічного методу дає змогу проводити практичні морфологічні та ботанічні дослідження в умовах природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника.

Ключові слова: *ліс, коренева губка сосни звичайної, соснова губка, лісові пожежі, індикація, деревинно-кільцеві хронології, ботаніка, морфологія, моніторинг, прогноз, лісозахист.*

Вступ. На сьогоднішній день світова наукова спільнота, а також вчені України стали реально усвідомлювати важливість проведення досліджень у напрямку моніторингу ризиків від природно-кліматичних та антропогенних трансформацій у біосфері Землі, що на пряму пов'язані з глобальними і регіональними змінами клімату. До всього вище сказаного, нажаль, додалися наслідки збройної агресії рф у 2022 рці, що подекуди вже непоправно змінили лісові та агроєкосистеми. Зміни температурного режиму і кількості опадів, що відбулися останнім часом в умовах зони Центрального Полісся до якої входить і Житомирщина зокрема, спричинили значний вплив на стан природних лісових, водних екосистем цього регіону. Зміни довкілля, особливо у постіндустріальний та військовий період, можуть призводити до серйозних екологічних та господарських наслідків. Це зумолює необхідність проведення фундаментальних наукових досліджень,

спрямованих на вивчення механізмів адаптацій і стійкості природних лісових екосистем до стійких змін умов навколишнього природного середовища. Особливий інтерес на сьогодні представляє вивчення реакцій лісових екосистем в умовах природоохоронних науково-дослідних установ на кліматичні, фітопатологічні, пірологічні зміни.

Дендрокліматичний аналіз, - метод аналізу часових рядів або серій календарно-податованих річних приростів сосни звичайної в умовах ПНДВ Поліського природного заповідника дозволяє отримати відповідь на великий спектр наукових питань, що пов'язані з динамікою росту, продуктивністю, стійкістю лісу до фітопатологічних, пірогенних впливів, реконструкцією і прогнозуванням природно-кліматичних змін в майбутньому. Що стосується конкретних кліматичних умов зони Центрального Полісся і зокрема Житомирської області, то у зоні контакту хвойних соснових та широколистяних лісів Північної частини Житомирської області, проблема зміни радіального приросту основних лісоутворюючих порід, - зокрема сосни звичайної, у зв'язку з природно-кліматичними чинниками залишається до цього часу невирішеною. На сьогоднішній день важливим питанням залишається визначення та практичне діагностування тенденцій змін погодно-кліматичних умов та пов'язаних з ними реакцій річних приростів сосни звичайної в лісових едатопах як на регіональному рівні, так і в цілому по Україні. А тому виходячи з вищенаведених фактів, постає гостре питання наявності експрес-методик для визначення впливу погодних умов на радіальний приріст, резистентність та пірогенну стійкість сосни звичайної в умовах Полісся України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання проблеми. На сьогоднішній день не існує об'єктивних методик які б давали реалістичні дані про визначення змін у складі лісових екосистем, біогеоценозів, природних комплексів їх

природної продуктивності [1, с.21-34]. Це перш за все пов'язано з відсутністю єдиної системи облікових показників [2, с.31-42]. Ступінь порушення природних лісових комплексів, біогеоценозів, окремих складових біосферних компонентів визначають шляхом порівняння їх за низкою ознак та характеристик з непорушеними екосистемами, що за динамікою піддаються обліку змін [3, с.26-34]. Тому питання встановлення ступеню та характеру впливу на ліс природних процесів, антропогенних факторів можуть бути вирішені дендрохронологічними методами [4, с.18-26]. Дендрохронологія базується на біологічній «пам'яті» дерев, що утворюють лісові екосистеми які у структурі, біохімічному складі та розмірах річних кілець приросту чітко фіксують усі зміни, що відбуваються як у середині екосистеми, так і у зовнішніх умовах, що визначають їх ріст і розвиток [5, с.22-36]. Дендрохронологія відноситься до комплексного наземного методу досліджень, здатного з достатньою достовірністю та хронологічною точністю відновити перебіг минулого розвитку головного компонента лісової екосистеми – деревостану виходячи з головної лісоутворюючої породи відповідно до лісорослинних умов [6, с.21-45]. На відміну від звичайних методів лісопатологічного моніторингу, які полягають у безпосередньому спостереженні за тим чи іншим несприятливим впливом певного фактора на лісову екосистему, дендрохронологія дозволяє відновити багато змін у лісових екосистемах протягом кількох десятиліть і навіть століть [7, с.45-57]. За даними досліджень ряду авторів [8, с.34-75 9, с.24-37, 10, с.45-67] найбільш складним для досліджень є саме деревостан, оскільки він під впливом антропогенних навантажень змінюється. Це відбувається як правило внаслідок зміни погоднокліматичних, лісорослинних компонентів екосистеми [11, с.34-42, 12, с.46-54, 13, с.42-51]. Дигресивні зміни в деревному ярусі носять досить тривалий характер і тому на перший погляд створюється хибне

уявлення про досить суттєву стійкість дерев до різноманітних впливів [14, с.56-84]. Характерні зовнішні ознаки порушення життєдіяльності соснових деревостанів в умовах лісокористувань філій Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства, а також в умовах природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника обґрунтовано статистично-достовірними змінами таксаційних показників, що з'являються лише за руйнівного впливу антропогенних факторів, коли найчастіше зміни в екосистемі вже незворотні [15, с.65-72]. Вивченню кліматичної динаміки лісової рослинності приділяється велика увага у зв'язку з необхідністю оцінки змін у складі та структурі соснових, сосново-березових, сосново-дубових, сосново-вільхових деревостанів, що можуть відбутись у найближчих 2025-2029 роках під впливом сучасного потепління клімату [16, с.34-75]. При цьому в основному вивчаються лісові, лісоболотні та лісоаграрні угруповання які сформувались і ростуть в екстремальних кліматичних та ґрунтових умовах [17, с.65-81]. В цих лісових угруповань кліматичні зміни у продуктивності і органогенезі виражені найбільш чітко [18, с.43-56]. Велика увага приділяється вивченню динаміки лісових пожеж у зв'язку із зміною умов зволоження клімату та їх впливу на будову і продуктивність лісів [19, с.27-56]. З цього приводу нами була висунута гіпотеза про те, що потепління і посилення сухості клімату, що спостерігається в даний час в умовах Житомирського Полісся, призводить до обсихання території, до ксерофітизації лісів і до додаткового зволоження і охолодження ґрунтів які раніше перебували у сільськогосподарському використанні, а на сьогоднішній час є перелоговими. Це призводить до зрідження лісів на горбистих та схилових елементах рельєфу, що дуже характерно в умовах Овруцько-Словечанського кряжу, а також заліснення самосівом сосни звичайної бувших у сільськогосподарському користуванні земель. В екотоні ліс-

поле підвищення середньої річної температури на 2-4° та зниження кількості опадів з 400-450 мм до 300-320 мм призведе до витіснення лісових рослинних угруповань лісо-степовими, а також до посилення деструктивної ролі лісових пожеж [20, с.67-112]. На сучасному етапі вивчення дендрохронологічних реакцій лісових екосистем, що ростуть в лісорослинних умовах А₁₋₂, В₁₋₂, С₂₋₃, С₄₋₅ зони Житомирського Полісся під впливом змін клімату проводиться у відповідності з програмою Міжнародного моніторингу за пожежним станом лісових природних екосистем FIREMON (США) [21, с.78-122]. Перебуваючи в екстремальних кліматичних умовах, ці екосистеми є дуже чутливими навіть до незначних змін умов середовища. Реакція деревостану на зміни клімату можуть дуже відрізнятися залежно від багатьох факторів, у тому числі від температури повітря та ґрунту, кількості опадів, що випадають [22, с. 45-67]. Це відображається на структурі і функціонуванні як лісової екосистеми і фіксується у вигляді річного дендрохронологічного приросту, а також ландшафтів в цілому, їх окремих компонентів [4, с.45-112]. У зв'язку з цим результати вивчення особливостей зростання та відновлення деревостанів на схилах різної експозиції можна використовувати для більш точного прогнозування можливої зміни лісорослинних умов в борових, суборових та сугрудових типах лісів [5, с.106-134]. В свою чергу такі екстремальні погодні умови як посухи, коротке або холодне літо можуть досить суттєво впливати на фізіологічні процеси лісових деревостанів, на хід їх відновлення, зростання, продуктивність і поширення дерев на певному екологічному ареалі, як наслідок, на функціонування лісової екосистем [6, с.116-134]. Моніторинг слідів таких несприятливих погодно-кліматичних впливів в минулому – досить складне завдання через короткочасність таких явищ, недостачу кліматичних даних та невелику кількість літописів погоди. Тому літні температури можуть

бути з великою ймовірністю точності реконструйовані на основі деревинно-кільцевих хронологій.

Формулювання мети статті та завдань досліджень.

Предметом наших досліджень були лісові деревостани сосни звичайної в умовах природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника, а також осередки поширення збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, шкідники лісу, пірогенного впливу лісових пожеж 2020 року в лісорослинних умовах А₁₋₂, В₁₋₂, а також дендроіндикаційні підходи лісопатологічного моніторингу ураження сосни звичайної збудниками хвороб та в постпірогенний період. Проведено практичну апробацію дендроіндикаційної методики по визначенню лісопатологічного та пірогенного стану лісів в осередках активної патологічної діяльності збудників хвороб, впливу лісових пожеж в постпірогенний період, ефективності визначення стану ураження стовбурів сосни звичайної плодовими тілами кореневої губки, соснової губки, пожежною підсушеною на межі раніше діючої лісової пожежі та не пошкодженого пожежею деревостану, а також репрезентативності дендроіндикацій приростів сосни звичайної в контексті ботанічного, морфологічного моніторингу як в умовах ПНДВ Поліського природного заповідника, так й всієї зони Центрального Полісся України. Завданням проведення досліджень було здійснити аналіз та апробацію ефективності методології дендроіндикаційного моніторингу лісопатологічного та пірогенного стану сосни звичайної в лісових едатопах Поліського природного заповідника. Під час проведення досліджень нами було обстежено осередки епіфітотій кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, комплексу хвороб стовбурів та крони дерев, площі постпірогенезу після масштабних лісових пожеж 2020 року, а також відібрано керновий матеріал при допомозі бура Пресслера у кількості

1266 штук на 15 постійно закладених пробних площах в лісорослинних умовах А₁₋₂, В₁₋₂ Селезівського, Копищанського, Перганського ПНДВ Поліського природного заповідника у віці 55-80 років. Пробні площі було закладено за загальноприйнятою методикою, на них здійснювали суцільний перелік дерев і фіксували їх лісопатологічний, постпірологічний стан за шкалою згідно з нормативним документом «Санітарні правила в лісах України». Досліджено характер ураження кореневою губкою сосни звичайної, сосною губкою, комплексом хвороб стовбурів та крони дерев. В осередках ураження, відпад соснового деревостану становив від 45 до 56%, нами було виявлене масове всихання сосни звичайної, берези повислої, осики, вільхи чорної (клейкої) від комплексної патологічної дії збудників вищезгаданих хвороб, шкідників та постпірогенних факторів, зокрема зформованої пожежної підсушини після масштабних лісових пожеж 2020 року. Проведення обліків в умовах пробних площ здійснювали по прокладених маршрутах. Для проведення обліків використовували методику обстеження пробних площ лісових масивів. В процесі проведення лісопатологічного моніторингу, особливу увагу звертали на виявлення основного та прихованого ураження і пошкодження деревостанів патогенами, шкідниками, наявність на стовбурах пожежної підсушини або висоти нагару кори. Всі результати лісопатологічного та пірологічного моніторингу ПНДВ Поліського природного заповідника, і апробація дендроіндикаційної методології оцінки лісопатологічного впливу кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, комплексу шкідників, постпірогенний стан лісу після масштабних лісових пожеж 2020 року записувались нами в реєстраційний журнал польових досліджень.

Виклад основного матеріалу статті. Величина отриманих узагальнених середніх дендрохронологій сосни звичайної в умовах

Перганського, Копищанського та Селезівського ПНДВ Поліського природного заповідника (рис. 1), що ростуть в лісорослинних умовах A_{1-2} , B_{1-2} Житомирського Полісся в середньому становить 72 роки (1950-2023 рр.). Встановлено, що в умовах Селезівського ПНДВ, а також Перганського ПНДВ є соснові деревостани віком як 87 років (1935 -2023 рр.), так й 92 роки (1930-2023 рр.). У хронологій добре виражені вікові криві. В середньому період інтенсивного приросту соснових деревостанів відмічався у віці 25-35 років (з 1935-1940, з 1940-1960 рр., 1975-1980 рр), після чого відзначається зниження впливу фактора віку на величину ширини річного кільця.

Результатами аналізу деревинно-кільцевих хронологій в лісорослинних умовах A_{1-2} Селезівського та Перганського ПНДВ встановлена позитивна кореляційна залежність між радіальним приростом соснового деревостану та продуктивністю закладання річного радіального кільця. Було визначено, що деревостани сосни звичайної в умовах Копищанського ПНДВ мали кращий приріст, і характеризувались високою продуктивністю в порівнянні з результатами аналізів приростів за деревинно-кільцевими хронологія які ми відібрали з інших пробних площ. Крім того слід відмітити, що зазначені деревостани в меншій мірі були уражені збудниками кореневої та соснової губки.

Для виявлення впливу погодно-кліматичного сигналу на річні кільця сосни звичайної в умовах пробних площ нами було проведено процедуру стандартизації та подвійного детрендингу деревинно-кільцевих хронологій. З використанням функції від'ємної експоненти [22, с.76-84], нами було видалено вікову криву в індивідуальних деревинно-кільцевих хронологічних серіях по ширині річного кільця в деревостанів сосни звичайної віком 65-80 років, що ростуть в лісорослинних умовах B_{1-2} . Можливі ефекти відхилення середнього квадратичного значення

від середнього багаторічного значення погодно-кліматичних показників були видалені з використанням функції кубічного сплайну з кроком в 25% від довжини деревинно-кільцевої хронології, що дозволяє зберегти визначення можливих низькочастотних коливань в річному прирості.

Приріст, мм

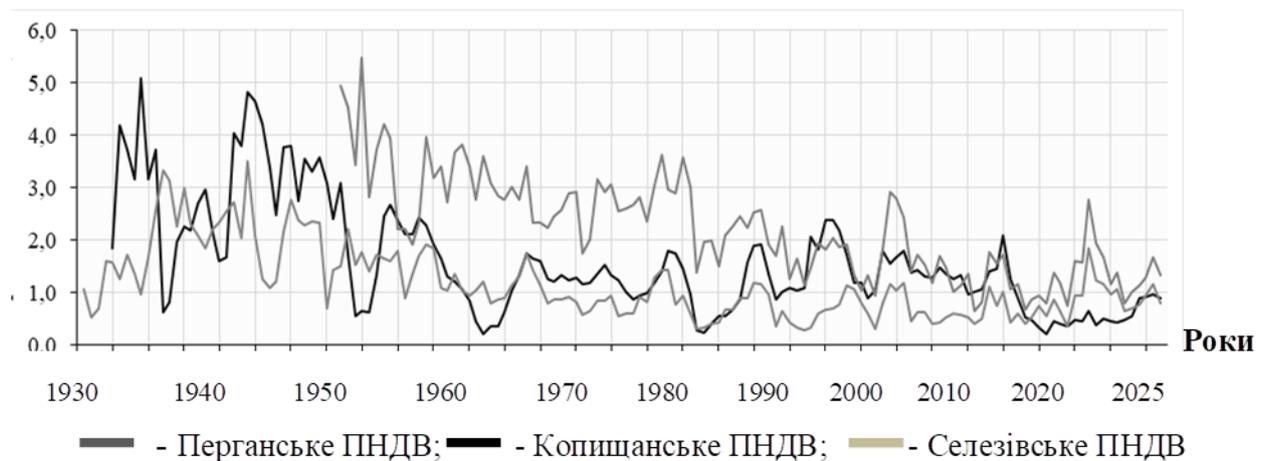


Рис. 1. Динаміка дендроіндикаційних приростів сосни звичайної в лісорослинних умовах А₁₋₂ ПНДВ Поліського природного заповідника (середнє за пробними площами 2022-2025 рр.)

Після проведення стандартизації та індексування, нами були отримані індексовані узагальнені дендроіндикаційні хронології, що мають чіткий погодно-кліматичний вплив на радіальний приріст та продуктивність деревостанів сосни звичайної в умовах досліджуваних пробних площ Поліського природного заповідника. Ці параметри є функціонально синхронізовані і мають репрезентативність по відношенню до всіх інших пробних площ, що закладені, а також досліджуються нами в умовах зони Житомирського Полісся. Зазначемо, що отримані дані мають високу синхронну автокореляційну складову за значенням дендроіндикаційного приросту, та визначення стійкості досліджуваних

соснових деревостанів до патологічного впливу кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, комплексу шкідників, а також впливу лісових пожеж в постпірогенний період (рис. 2, 3, 4).

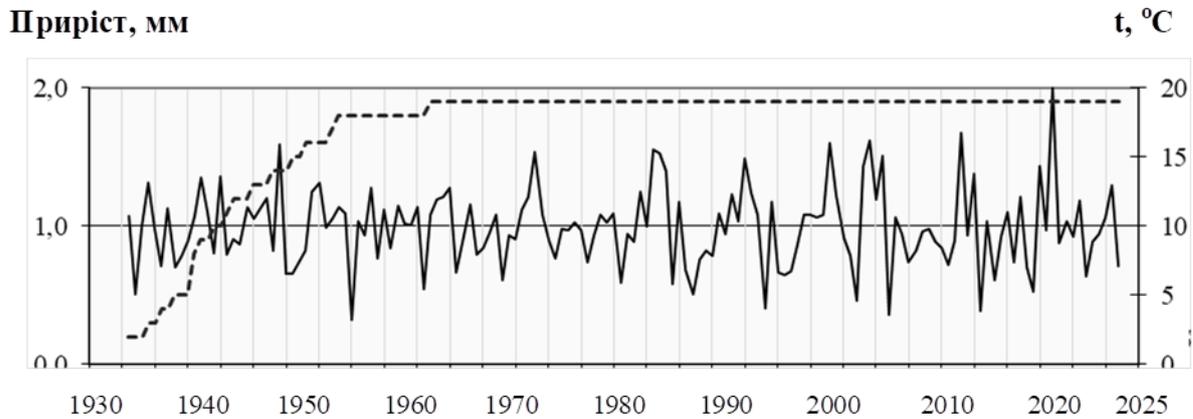


Рис. 2. Індексована дендроіндикація впливу температурних змін на хід радіального приросту сосни звичайної в умовах Перганського ПНДВ Поліського природного заповідника.

Мінливість індексів дендроіндикації в розрізі пробних площ 1,3, 5 становить від 0,2 до 2,0 мм. Отримані індекси приросту були використані для оцінки впливу погодно-кліматичних умов на річні кільця, а також стійкість до збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, комплексного впливу шкідників, постпірогенезу від дії лісових пожеж 2020 року і як висновок, - оцінку продуктивності соснових деревостанів в умовах Поліського природного заповідника.

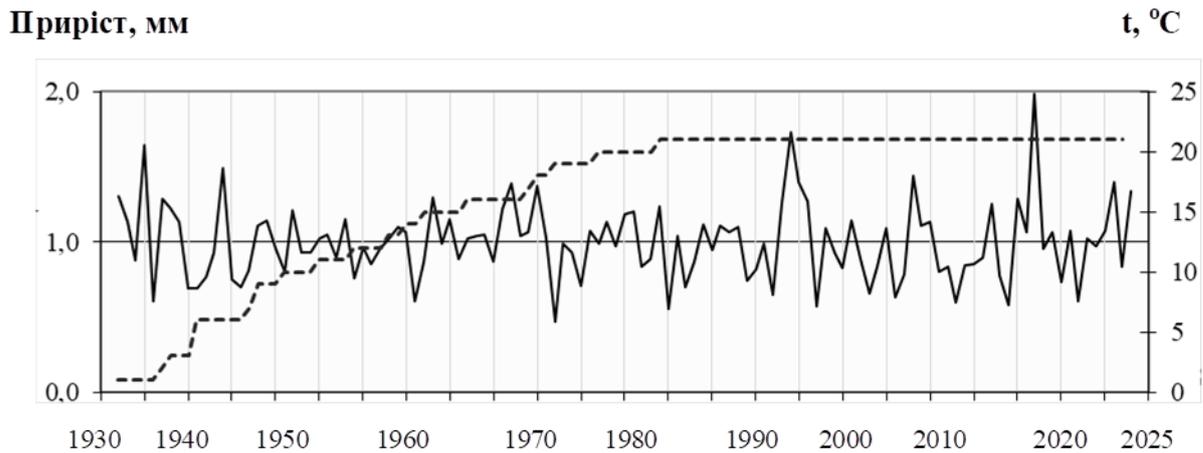


Рис. 3. Індексована дендроіндикація впливу температурних змін на хід радіального приросту сосни звичайної в умовах Копищанського ПНДВ Поліського природного заповідника.

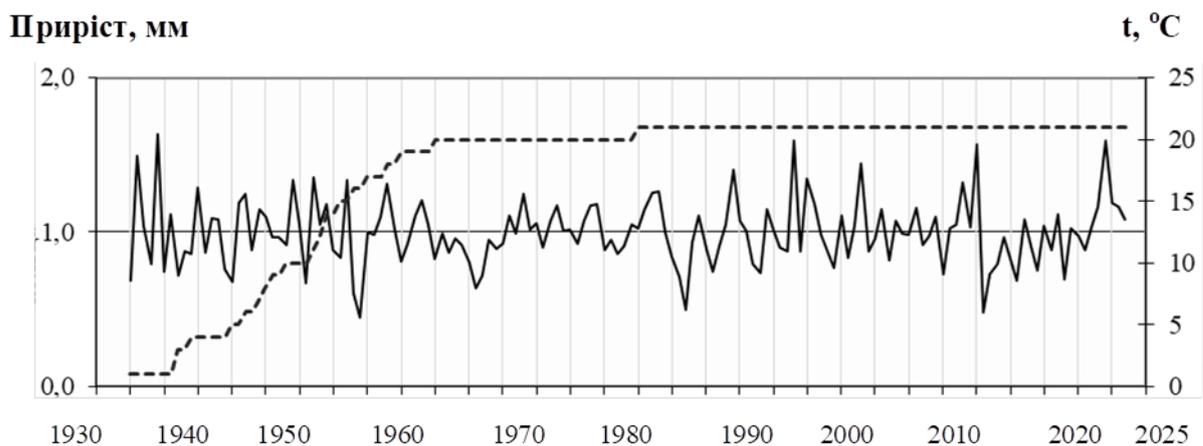


Рис. 4. Індексована дендроіндикація впливу температурних змін на хід радіального приросту сосни звичайної в умовах Селезівського ПНДВ Поліського природного заповідника.

В результаті проведеної дендроіндексації на всіх досліджуваних пробних площах Поліського природного заповідника виділяються максимуми та мінімуми значень індексів радіального приросту сосни звичайної у певні роки, що характеризуються впливом екстремальних погодних факторів, температури, опадів, а також патологічним впливом збудника кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, пошкодженням деревостану комплексом стовбурових шкідників, дія

постпірогенних факторів після лісових пожеж, в тому числі й пожеж 2020 року. Так, можна виділити періоди 1930-1933, 1935-1937, 1939-1940, 1953-1954, 1974-1976, 1995-1996, 1998-2002, 2004-2009, 2011-2014, 2016-2021. Дані періоди характеризуються найменшими значеннями індексів приросту річних кілець, що є одним із доказів прояву у ці періоди екстремальних погодно-кліматичних факторів: посух, високих температур у вегетаційний період. Саме в ці періоди була визначена висока пірогенна активність, що в подальшому і стало причиною масових лісових пожеж 14-20 квітня 2020 року. Таким чином, у побудованих графіках за результатами дендроіндикаційного моніторингу приростів сосни звичайної, нами виявлено закономірну річну циклічність, що астрономічно приурочена до варіації сонячної активності в 11-річний сонячний цикл.

Результатами проведеного дендроіндикаційного моніторингу впливу погодно-кліматичних факторів на продуктивність соснових деревостанів в умовах Перганського, Копищанського, Селезівського ПНДВ Поліського природного заповідника встановлена пряма індикаційна залежність між факторами впливу на радіальний приріст високих температур повітря, недостатньої кількості опадів, а також низької вологості. Крім того підтверджено тенденція до відпаду та накопичення лісових горючих матеріалів, що з часом призводило до виникнення осередків лісових пожеж, про що свідчить наявність на стовбурах дерев старого нагару висотою до 40 см з частковим обвугленням або без обвуглення кори.

В результаті проведеного дендроіндикаційного аналізу даних деревинно-кільцевих хронологій, що були нами відібрані в умовах 48, 49 кварталів Перганського, Копищанського, Селезівського природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника, нами отримані тісні кореляційні взаємозв'язки між

шириною річного кільця та середньодобовою температурою повітря у травні та липні під час формування раннього та пізнього приростів. Ці дані підтверджені значеннями коефіцієнта кореляції (рис. 5, 6). Отримані кореляційні зв'язки між шириною річного приросту сосни звичайної в розрізі досліджуваних пробних площ та впливом погодних змін травня, червня та липня є стабільними у часі і повністю репрезентативними для всієї території Поліського природного заповідника. Ми встановили, що вплив кількості опадів травня, червня та липня є нестабільний та не суттєвий за винятком окремих випадків, що пов'язано з лісорослинними умовами. Незважаючи на отримані загальні закономірності взаємозв'язку кліматичних факторів (температури та опадів) з дендроіндикаційними значеннями приростів сосни звичайної в умовах Перганського ПНДВ, спостерігаються окремі відмінності у конкретних випадках. Так, в умовах 48 кварталу Перганського ПНДВ відзначається тісний взаємозв'язок річного приросту з температурою травня та червня, у той час, як на пробних площах в умовах 49 кварталу Копищанського ПНДВ, взаємозв'язок річного приросту сосни встановлено з температурами травня, червня та липня. У разі пробних площ Селезівського ПНДВ, спостерігається найбільший кореляційний зв'язок річного приросту сосни звичайної з температурою травня і липня.

Кореляційний зв'язок річного приросту сосни звичайної з кількістю опадів за період вегетації в червні, спостерігається в умовах 48 кварталу Перганського ПНДВ. В умовах Селезівського ПНДВ цього зв'язку не виявлено. В результаті проведеного дендроіндикаційного моніторингу нами було виявлено особливості впливу погодних факторів, що суттєво впливають на ширину річного кільця в часі. Так, за останні 15 років в лісорослинних умовах A_{1-2} , B_{1-2} 48 кварталу 19 виділу Перганського ПНДВ спостерігається кореляційне збільшення

впливу температури травня та червня, і зниження впливу температур липня на ширину річного кільця. В аналогічних лісорослинних умовах Копищанського ПНДВ, тісний взаємозв'язок температур травня, червня та липня з річним приростом по діаметру зберігається на всіх об'єктах, за винятком Селезівського ПНДВ, де відзначається зниження за останні 15 років впливу температури липня та нестабільний вплив температури травня. Незважаючи на виявлений тісний кореляційний зв'язок кількості опадів червня з річним приростом сосни звичайної в лісорослинних умовах A_{1-2} , B_{1-2} за останні 10 років відзначається різке зниження цього взаємозв'язку.

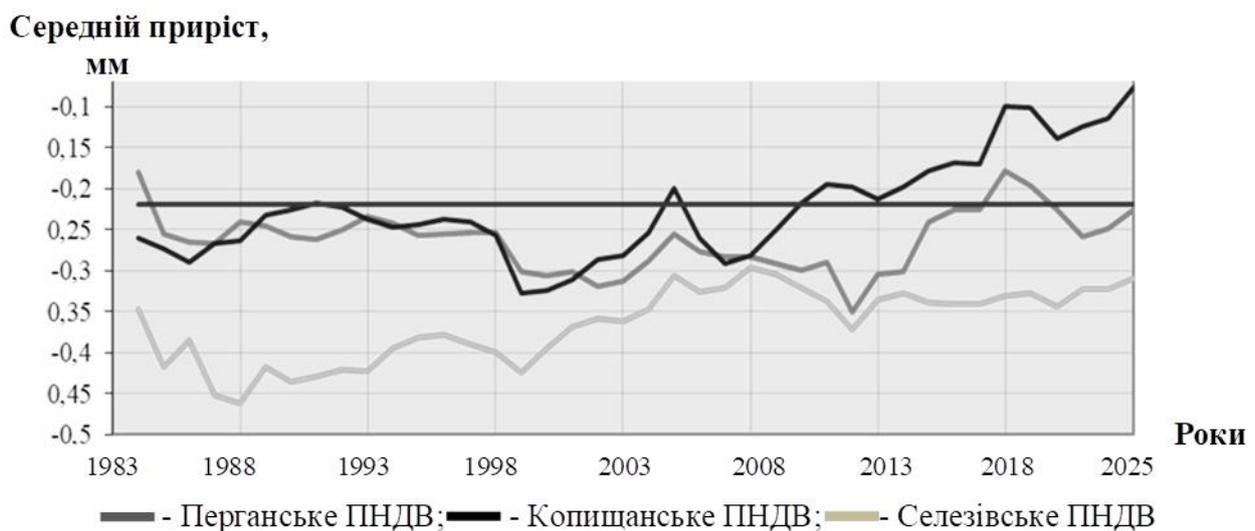


Рис. 5. Вплив середньодобової температури травня, червня на радіальний приріст сосни звичайної Поліського природного заповідника

Таким чином, основним кліматичним фактором, що істотно впливає на формування ширину річного кільця сосни звичайної в лісорослинних умовах A_{1-2} , B_{1-2} , Поліського природного заповідника є температура травня і червня. При цьому, в умовах Перганського, Копищанського ПНДВ, опади протягом всього вегетаційного періоду

істотно впливають на величину радіального приросту, а в умовах Селезівського ПНДВ, - опади червня.

Середній приріст,

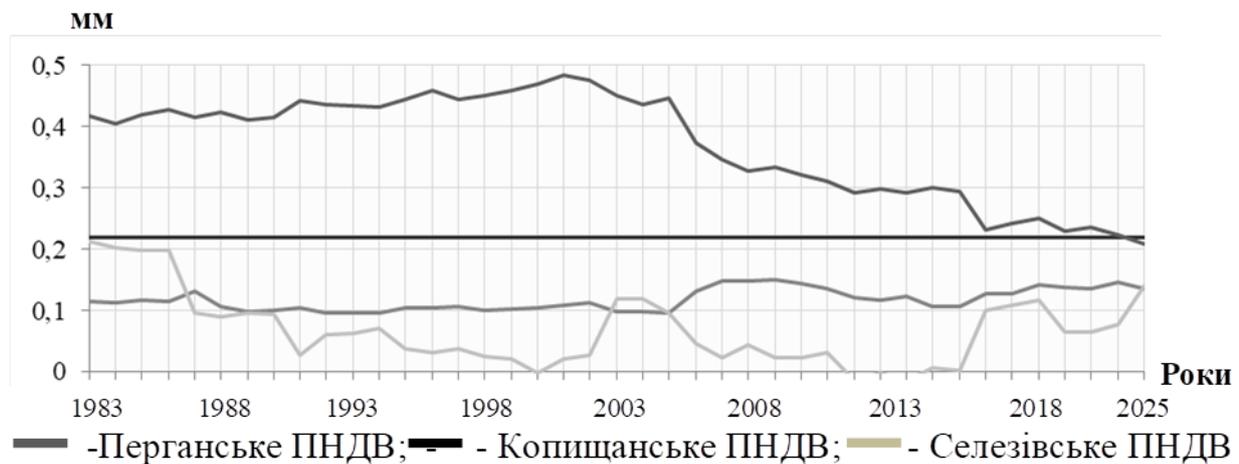


Рис. 6. Вплив кількості опадів на радіальний приріст сосни звичайної в умовах Поліського природного заповідника

Отже, дослідженнями доведено прямий кореляційний зв'язок між формуванням радіального приросту соснових деревостанів в лісорослинних умовах Перганського, Копищанського, Селезівського ПНДВ Поліського природного заповідника. Зокрема ми встановили, що в умовах 48 кварталу Перганського ПНДВ на закладання річного приросту суттєвий вплив мають температурні градієнти травня та червня місяців. Визначено, що в умовах 49 кварталу Копищанського ПНДВ найбільш значущу роль у формуванні та закладанні приростів сосни звичайної відіграють температура та кількість опадів в травні та червні місяці. Встановлено, що в умовах Селезівського ПНДВ на формування річного приросту впливає температурний градієнт травня-червня місяців.

Для побудови узагальненої дендроіндикаційної залежності впливу лісових пожеж на радіальний приріст деревостану сосни звичайної в лісорослинних умовах, що були прилеглими до осередків пірогенного

впливу, в тому числі й в 2020 році, в умовах 48 кварталу 13 виділу Перганського ПНДВ Поліського природного заповідника, нами було проаналізовано 40 індивідуальних хронологічних серій річних приростів. Середня довжина серії становила 90 років. Середня ширина річного кільця становила 0,82 мм, максимальна 2,76 мм. Середня кореляція між серіями досить висока ($r=0,76-0,85$). В результаті проведених досліджень нами було встановлено, що вплив пірогенного фактора в результаті дії тривалої лісової пожежі на радіальний приріст сосни звичайної (рис. 7) оцінювався за порівняльним аналізом даних двох узагальнених деревно-кільцевих хронологій: 1 – хронологія - отримана на основі зібраних зразків деревини (кернів) з боку стовбура сосни звичайної, що зазнала максимального впливу вогню, але без формування підгару на поверхні, - так званої пожежної підсушини, а з іншого боку - стовбура дерева без ознак сформованої пожежної підсушини.

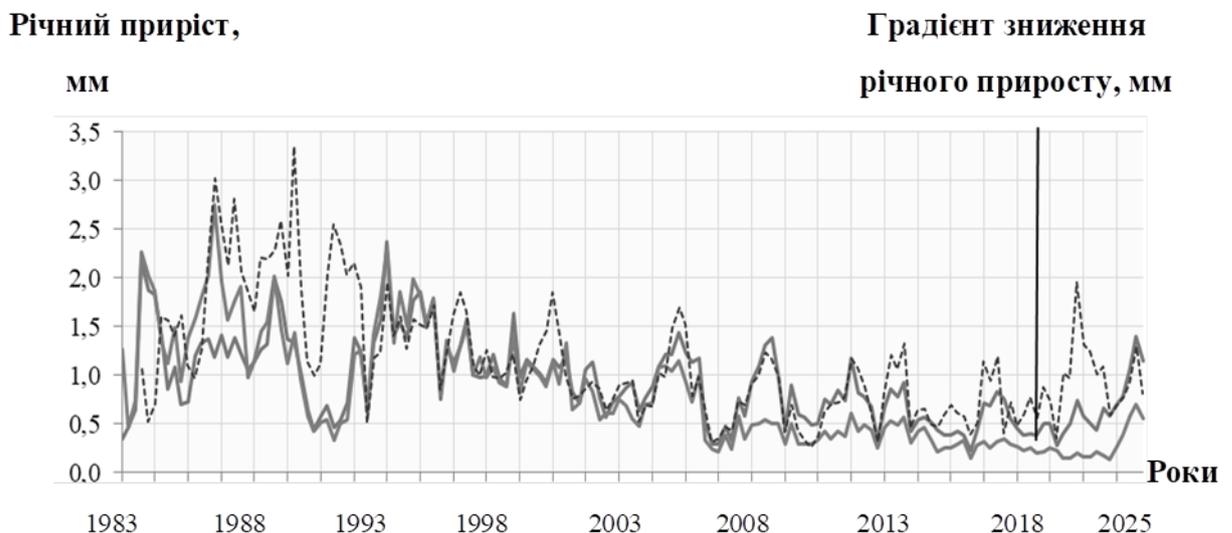


Рис. 7. Дендроіндикація приросту з впливом пожежної підсушини в умовах 48 кварталу 19 виділу Перганського ПНДВ Поліського природного заповідника

Проведений аналіз порівняння двох радіусів сосни звичайної, одного з боку пожежної підсушини, а іншого - з боку без пожежної підсушини

показав, що існують суттєві відмінності в динаміці формування радіального приросту. Сторона з пожежною підсушиною відрізняється більш повільним, а інколи й відсутнім річним приростом, порівняно зі стороною без ознак прямого впливу вогню (рис. 8).

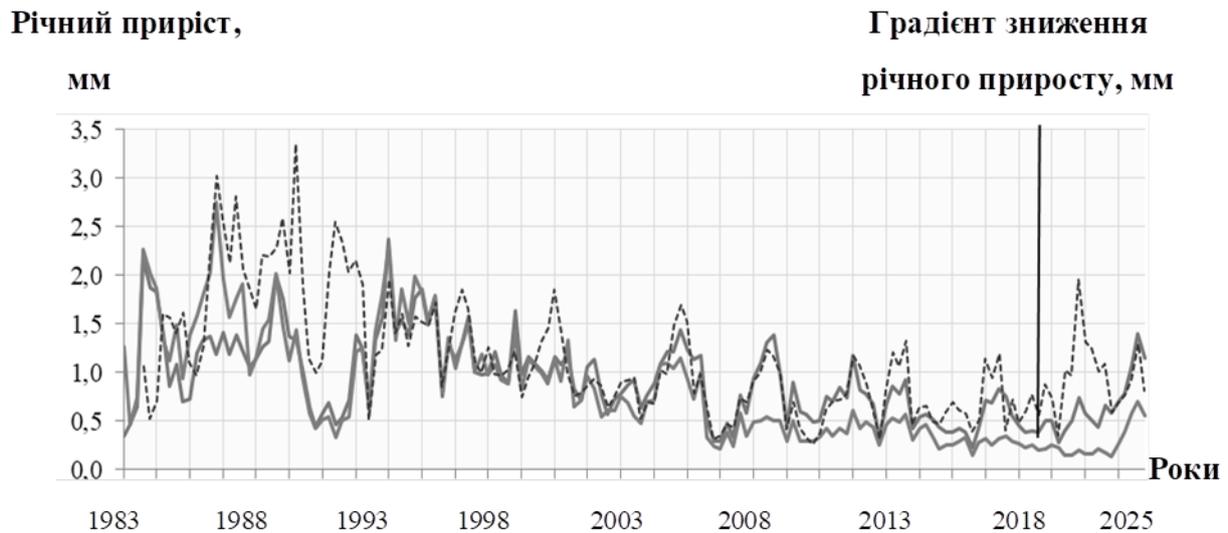


Рис. 8. Дендроіндикація приросту без впливу пожежної підсушени в умовах 48 кварталу 19 виділу Перганського ПНДВ Поліського природного заповідника

При проведенні дендроіндикаційного аналізу ми встановили, що на ділянках пройдених масштабними лісовими пожежами відзначаються періоди 2003 - 2008 рр., коли в порівнюваних хронологічних індексах приростів є суттєві відмінності у значеннях ширини річного кільця. Як бачимо на діаграмі (рис. 7), до 2003 року річні прирости, що визначались нами за рівнем пірогенного впливу вогню на стовбури сосни звичайної ідентичні, тобто радіальний приріст дерев у цей віковий період проходив поступово з усіх боків. Після 2008 року, і в період до 2013 року спостерігається збільшення відмінностей у значеннях аналізованого показника, який посилюється з кожним наступним десятиліттям. Порівняння коефіцієнтів кореляції між двома

радіусами одного й того ж дерева показало, що період із 1983 по 2008 р.р. коефіцієнт кореляції між радіусами дуже високий ($r=0,96$), а період із 2008 по 2013 ($r=0,88$). Найбільш сильні зміни відбулися після 2013 р., коли коефіцієнт кореляції між двома радіусами становив $r=0,84$, а в короткий період, що відповідає післяпожежному відновленню, між 2010-2018 ($r=0,34$). Таким чином, після лісової пожежі в межах одного дерева відбуваються суттєві морфологічні, фізіологічні та ботанічні зміни у динаміці річного радіального приросту в двох протилежних напрямках.

Результати однофакторного дисперсійного аналізу ANOVA показують, що на початку зростання статистично значимих відмінностей між шириною річного кільця сосни звичайної у дерев з непорушеним пожежею приростом, і річним приростом дерев, що зазнали впливу лісової пожежі протягом 1983 та 2008 років не виявлено. Після 2008 р. відмінності стають суттєвими у стовбурах сосни звичайної з явно вираженою сформованою пожежною підсушиною, і не суттєвими на безпожежній стороні стовбура ($p>0,05$). Після пожежі 2020 р. відмінності в ширині річного кільця виявлено вже по обидва радіуси ($p>0,0001$).

У період без будь-яких змін (1983-2008 рр.) кореляція між дендроіндикаціями по неушкодженим деревам і безпожежною та пожежною сторонами стовбура склала $r=0,78$ та $r=0,81$ відповідно. Порівняння динаміки річного приросту дерев, що зазнали впливу пожежі, з динамікою річного приросту дерев без ознак пожежі показало, що сторона стовбура дерева яка зазнала максимального впливу вогню, має відємну кореляцію з хронологією дерев які не були пошкоджені вогнем, і кореляційний коефіцієнт у цьому випадку становить $r= -0,09$, тоді як сторона стовбура без пожежної підсушини, що не зазнала прямого впливу полум'я має помірний кореляційний зв'язок у межах

$r=0,30$ (рис. 8). Таким чином, дерева після термічного впливу лісової пожежі змінюють динаміку свого приросту.

Висновки та перспективи подальших досліджень у цьому напрямку.

1. Дендроіндикація сосни звичайної в умовах ПНДВ Поліського природного заповідника виявила особливості формування радіальних приростів в лісорослинних умовах A_{1-2} , B_{1-2} .
2. Встановлено, що в середньому період інтенсивного формування приросту соснових деревостанів під впливом змін погодних умов в зоні Центрального Полісся України, і Житомирського Полісся зокрема становить 25-35 років, після чого відзначається різке зниження впливу фактора віку на величину ширини річного кільця.
3. Визначено, що на ширину річного кільця в лісорослинних умовах A_{1-2} , B_{1-2} в умовах ПНДВ Поліського природного заповідника найбільш впливає погодний сигнал температури повітря, і значно менше кількість опадів.
4. Ми встановили, що перша половина вегетаційного сезону (березень-травень) повністю впливає на продуктивність закладання та ширину річного кільця сосни звичайної.
5. Визначено, що спекотні дні травня та червня місяців негативно впливають на радіальний приріст сосни звичайної в лісорослинних умовах A_{1-2} , B_{1-2} в умовах ПНДВ Поліського природного заповідника, а опади в цей період навпаки, - сприяють формуванню та продуктивному закладанню річних кілець. Тому основний вплив на формування ширини річного кільця здійснює саме температура повітря у квітні-травні.
6. Доведено, що у побудованих за дендроіндикаційним приростом сосни звичайної рядах, виявляється часова циклічність, що пов'язана з варіацією сонячної активності, і входить у 11-річний сонячний цикл.

7. Встановлено, що дендроіндикаційний та дендрокліматичний аналіз приростів сосни звичайної із сформованими в результаті пожежо-термічного впливу 2020 року підсушинами в умовах Перганського ПНДВ, показав суттєві відмінності річних приростів.
8. Встановлено, що сторона стовбура із сформованою пожежною підсушиною характеризується суттєвим зменшенням річного приросту, морфологічними та фізіологічними змінами, зменшенням синхронності приросту по діаметру всього стовбура.
9. Визначено відмінності в погодно-кліматичному сигналі в межах стовбурів, що пошкоджені вогнем або з пожежною підсушеною.
10. Встановлено, що пошкоджена вогнем сторона стовбура має більш активне зростання на початку вегетації (у травні), і вона більш чутлива до кліматичних факторів, зокрема температури та опадів у цей період. Це пов'язане з перерозподілом метаболітів всередині стовбура.
11. Визначено, що не ушкоджена сторона стовбура має погодно-кліматичний сигнал, подібний до загального кліматичного сигналу регіону досліджень.
12. Встановлено, що негативний вплив лісової пожежі на радіальний приріст сосни звичайної, діє у комплексі з екстремальними погодно-кліматичними факторами, а саме: високими температурами повітря у вегетаційний період, посухами, тривалим бездощовим періодом.

Література:

1. Апарин Б. Ф. (2017). Верификация «Классификации и диагностики почв Украины» по коллекции почвенных монолитов Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева. Киев, Наукова думка, 531.

2. Артюховский А. К. (2019). О выращивании сосны на старопахотых землях. Киев, Наукова думка, 176.
3. Евдокимов В. Н. (2020). Особенности радиального прироста ели и влияние на него корневой губки. Киев, Наукова думка, 256.
4. Коротков М. И. (2020). Классификации и диагностики почв Украины. Харьков, Знания, 341.
5. Коротков И. А. (2018). Лесорастительное районирование Украины. Харьков, Лыбидь, 437.
6. Лебедев А. В. (2019). Патология деревьев в разных типах леса. Харьков, Кальвария, 190.
7. Лебедев А. В. (2019). Патология деревьев сосны обыкновенной в древостоях разного возраста. Полтава, Знания, 169.
8. Levchenko V. B., Shulga I. V., Nemerytska L. V., Zhuravska I. A., Romanyuk A. A. (2021). Organization and monitoring of forest pests with the use of pheromones in the conditions of the state enterprise «ZARICHANSKE FORESTRY», S. 34-87. <https://doi.org/10.26886/2414-634>.
9. Levchenko V. B., Shulga I. V., Ivanyk I. D., Budnik I. P., Korkulenko A. M., Ganzhalyuk T. S. (2021). Restoration of forests in the territories passed by large-forest forest fire in conditions of the state enterprise «Ovrutske Forestry». S. 45-84. <https://doi.org/10.26886/2414-634>.
10. Levchenko V. B., Shulga I. V., Ivanyk I. D., Romanyuk A. A., Rusetskaya N. M. (2022). Innovative forest and biological methods of entomological monitoring of trumpet pest in the conditions of the Pergan nature conservation research department of Poliska nature reserve. S. 76-94. <https://doi.org/10.26886/2520-7474>.
11. Манаенков А. С. (2019). Проблемы защиты сосняков Севера Украины. Умань, Лесохозяйственная информация, 140.

12. Павлов И. Н. (2020). Закономерности образования очагов *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. s. str. в географических культурах сосны обыкновенной в северных районах Украины. Винница, Лесная промышленность, 136.
13. Романовский М. Г. Продуктивность, устойчивость и биоразнообразие равнинных лесов Украины. Киев, МГУЛ, 197.
14. Cherubini P. (2022). Treelife history prior to death: Two fungal root pathogens affect tree-ring growth differently. *Hannofer, Ecol*, 850.
15. Erbilgin N. (2020). Spatial analysis of forest gaps resulting from bark beetle colonization of red pines experiencing belowground herbivory and infection. *Ren, Forest*, 153.
16. Heinsdorf D. (2021). *Heterobasidion annosum*. Schaden in Kiefernstangenholzern auf Kippsubstraten durch den Pilz *Heterobasidion annosum*. Bremen, *AFZ/Wald*, 699.
17. Heydeck P. (2000). Bedeutung des Wurzelschwammes im nordost-deutschen Tiefland, *AFZ/Wald*, 744.
18. Kozlowski T. (2021). Growth Control in Woody Plants. Bonn, Academic Press, 644.
19. Linderholm H.W. Climatic influence on scots pine growth on dry and wet soils in the central Scandinavian mountains, interpreted from tree-ring widths. *Silva, Fenn*, 424.
20. Nobles M. K. (2021). Identification of cultures of wood – in habiting Hymenomycetes. Frankfurt, Rill, 139.
21. Schonhar S. (2021). Bekämpfung der Rotfaule bei Fichte. Dortmund, *AFZ/Wald*, 100.
22. Трофименко П. І., Трофименко Н. В., Левченко В. Б. Моделювання технологічних процесів і систем в агрономії. Навчальний посібник для здобувачів освіти спеціальності Н1 «Агрономія» освітньо-професійного ступеня «Бакалавр», другого рівня вищої освіти «Магістр». За ред.

доктора с.-г. наук, доцента П. І. Трофименка: - Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2025 р. – 192 с., іл.

References:

1. Апарын В. Ф. (2017). Veryfykatsyia «Klasyfykatsyy y dyahnostyky pochv Ukraini» po kolleksyy pochvennikh monolytov Tsentralnoho muzeia pochvovedenyia ym. V.V. Dokuchaeva. Kyev, Naukova dumka, 531. [in Ukrainian].
2. Artiukhovskiy A. K. (2019). O virashchivannyi sosni na staropakhotykh zemliakh. Kyev, Naukova dumka, 176. [in Ukrainian].
3. Evdokymov V. N. (2020). Osobennosti radyalnoho pryrosta ely y vlyianyie na neho kornevoi hubky. Kyev, Naukova dumka, 256. [in Ukrainian].
4. Korotkov M. Y. (2020). Klasyfykatsyy y dyahnostyky pochv Ukraini. Kharkov, Znanyia, 341. [in Ukrainian].
5. Korotkov Y. A. (2018). Lesorastytelnoe raionyrovanye Ukraini. Khrkov, Libyd, 437. [in Ukrainian].
6. Lebedev A. V. (2019). Patolohyia derevev v raznykh tyпах lesa. Kharkov, Kalvaryia, 190. [in Ukrainian].
7. Lebedev A. V. (2019). Patolohyia derevev sosni obiknovennoi v drevostoiakh raznoho vozrasta. Poltava, Znannia, 169. [in Ukrainian].
8. Levchenko V. B., Shulga I. V., Nemerytska L. V., Zhuravska I. A., Romanyuk A. A. (2021). Organization and monitoring of forest pests with the use of pheromones in the conditions of the state enterprise «ZARICHANSKE FORESTRY», S. 34-87. <https://doi.org/10.26886/2414-634>. [in English].
9. Levchenko V. B., Shulga I. V., Ivanyk I. D., Budnik I. P., Korkulenko A. M., Ganzhalyuk T. S. (2021). Restoration of forests in the territories passed

by large-forest forest fire in conditions of the state enterprise «Ovrutske Forestry». S. 45-84. <https://doi.org/10.26886/2414-634>. [in English].

10. Levchenko V. B., Shulga I. V., Ivanyk I. D., Romanyuk A. A., Rusetskaya N. M. (2022). Innovative forest and biological methods of entomological monitoring of trumpet pest in the conditions of the Pergan nature conservation research department of Poliska nature reserve. S. 76-94. <https://doi.org/10.26886/2520-7474>. [in English].

11. Manaenkov A. S. (2019). Problemi zashchyti sosniakov Severa Ukraini. Uman, Lesokhoziaistvennaia ynformatsyia, 140. [in Ukrainian].

12. Pavlov Y. N. (2020). Zakonomernosty obrazovanyia ochahov Heterobasidion annosum (Fr.) Bref. s. str. v heohrafycheskykh kulturakh sosni obiknovennoi v severnikh raionakh Ukraini. Vynnytsa, Lesnaia promishlennost, 136. [in Ukrainian].

13. Romanovskyi M. H. Produktyvnost, ustoichyvost y byoraznoobrazye ravnyynnikh lesov Ukraini. Kyev, MHUL, 197. [in English].

14. Cherubini P. (2022). Treelife history prior to death: Two fungal root pathogens affect tree-ring growth differently. Hannofer, Ecol, 850. [in English].

15. Erbilgin N. (2020). Spatial analysis of forest gaps resulting from bark beetle colonization of red pines experienc-ing belowground herbivory and infection. Ren, Forest, 153. [in English].

16. Heinsdorf D. (2021). Heterobasidion annosum. Schaden in Kiefernstangenholzern auf Kippsubstraten durch den Pilz Heterobasidion annosum. Bremen, AFZ/Wald, 699. [in English].

17. Heydeck P. (2000). Bedeutung des Wurzelschwammes im nordost-deutschen Tiefland, AFZ/Wald, 744. [in English].

18. Kozlowski T. (2021). Growth Controle in Woody Plants. Bonn, Academic Press, 644. [in English].

19. Linderholm H.W. Climatic influence on scots pine growth on dry and wet soils in the central Scandinavian mountains, interpreted from tree-ring widths. *Silva, Fenn*, 424. [in English].
20. Nobles M. K. (2021). Identification of cultures of wood – in habiting Hymenomycetes. *Frankfurt, Rill*, 139. [in English].
21. Schonhar S. (2021). Bekämpfung der Rotfaule bei Fichte. *Dortmund, AFZ/Wald*, 100. [in English].
22. Trofymenko P. I., Trofymenko N. V., Levchenko V. B. Modeliuvannia tekhnolohichnykh protsesiv i system v ahronomii. Navchalnyi posibnyk dlia zdobuvachiv osvity spetsialnosti N1 «Ahronomiia» osvitno-profesiinoho stupenia «Bakalavr», drugoho rivnia vyshchoi osvity «Mahistr». Za red. doktora s.-h. nauk, dotsenta P. I. Trofymenka: - Zhytomyr: Vyd-vo ZhDU im. I. Franka, 2025 r. – 192 s., il. [in Ukrainian].

Citation: Valery Levchenko, Igor Shulga, Yaroslav Fuchylo, Alla Romanyuk, Petro Trofymenko, Svitlana Hornovska, Marina Karpovych, Olga Belska (2025). DENDRO-BOTANICAL INDICATION OF THE FOREST PATHOLOGICAL IMPACT OF PATHOGENS OF ROOT SPONGE, PINE SPONGE, POST-PIROGENESIS FROM THE EFFECTS OF FOREST FIRES ON THE RADIAL GROWTH OF SCOTS PINE IN THE CONDITIONS OF THE POLISSKY NATURE RESERVE. *New York. TK Meganom LLC. Innovative Solutions in Modern Science. 4(68). doi: 10.26886/2414-634X.4(68)2025.1*

Copyright: Valery Levchenko, Igor Shulga, Yaroslav Fuchylo, Alla Romanyuk, Petro Trofymenko, Svitlana Hornovska, Marina Karpovych, Olga Belska ©. 2025. This is an openaccess article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.