

УДК 630\*43:630.561.24

І. М. КОВАЛЬ<sup>1</sup>, канд. с.-г. наук, с. н. с., С. Г. СИДОРЕНКО<sup>1</sup>, канд. с.-г. наук,  
М. О. НЕВМИВАКА<sup>2</sup>

### ПІСЛЯПРОГЕННИЙ РОЗВИТОК МОЛОДОГО СОСНОВОГО НАСАДЖЕННЯ В ЛІСОСТЕПУ

<sup>1</sup> Український науково-дослідний інститут лісівництва та агролісомеліорації імені Г.М.Висоцького

Пушкінська, 86, 61024, м. Харків, Україна

e-mail: Koval\_Iryna@ukr.net <http://orcid.org/0000-0001-6328-1418>

<sup>2</sup> Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

майдан Свободи, 6, 61022, Харків, Україна

**Мета.** Вивчення відгуку радіального приросту сосни в молодняках до впливу пожеж. **Методи.** Використано порівняльно-екологічні методи, таксаційні, стандартні дендрохронологічні методи, статистичний, кореляційний та регресійний аналізи. **Результати.** Дослідження проведено в чистому молодому сосновому насадженні, яке було пошкоджене низовою пожежею 2011 році. Пожежа сталася на фоні сприятливих погодних умов (вегетаційний сезон був теплим і вологим), що призвело до пом'якшення впливу пожежі на насадження. Виявлено, що радіальний приріст у пошкоджених дерев в рік пожежі (2011) поступався контролю на 20 %. В наступні 2012-2017 рр. спостерігалось перевищення радіального приросту пошкоджених дерев в порівнянні з контролем внаслідок збільшення площі живлення дерев, які залишилися живими. Радіальний приріст дерев, які вижили, досяг передпожежного рівня. Найшвидше зреагувала на пошкодження пожежею пізня деревина. **Висновки.** Пожежа призвела до загибелі ослаблених та відсталих у рості дерев, значно пришвидшивши процес природного зрідження насадження. Відновлення радіального приросту дерев, які залишилися живими відбулося в 2014 році.

**Ключові слова:** радіальний приріст, сосна звичайна, пожежі, кліматичні чинники

Koval I. M.<sup>1</sup>, Sidorenko S. D.<sup>1</sup>, Nevmyvaka M. O.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ukrainian Institute of Forestry and Agroforestry

<sup>2</sup>V. N. Karazin Kharkiv National University

### POSTPYROGENIC DEVELOPMENT OF YOUNG PINE STAND IN FOREST-STEPPE

**Purpose** of the work is to study the response of the radial growth of pine in the young to the effects of fires. **Methods.** Comparative ecological methods, taxation, standard dendrochronological methods, statistical, correlation and regression analyzes were used. **Results.** The study was conducted in a clean, young pine stand, which was damaged by wildfire in 2011. The wildfire occurred in favorable weather conditions (the vegetation season was warm and humid), which led to mitigating the effects of fire on the plantings. It was revealed that the radial increment of damaged trees in the year of wildfire (2011) was less than the tree rings at the control by 20%. During 2012-2017 increase of the radial growth of damaged trees was revealed because about 30% of trees were drying and living trees got extra light and reveal. Radial growth of survived trees reached the level as before the wildfire. Late wood responded faster to fire damage. **Conclusions.** The wildfire led to the death of weakened trees, significantly speeding up the process of natural thinning of the stand. The recovery of the radial growth of surviving trees occurred in 2014. Restoration of the radial growth of trees, survivors, occurred in 2014. It is advisable to use the proportion of late wood to assess the state of plantations after a wildfire.

**Keyword:** radial growth, pine, wildfires, climatic factors

Коваль І. М.<sup>1</sup>, Сидоренко С. Г.<sup>1</sup>, Невмывака М. О.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Український інститут лісового господарства та агролісомеліорації

<sup>2</sup>V. N. Karazin Kharkiv National University

### ПОСЛЕПЫРОГЕННОЕ РАЗВИТИЕ МОЛОДОГО СОСНОВОГО НАСАЖДЕНИЯ В ЛЕСО-СТЕПИ

**Цель.** Изучение отклика радиального прироста сосны в молодняках к воздействию пожаров. **Методы.** Используются сравнительно-экологические методы, таксационные, стандартные дендрохронологические методы, статистический, корреляционный и регрессионный анализы. **Результаты.** Исследование проведено в чистом молодом сосновом насаждении, которое было повреждено низовым пожаром 2011 году. Пожар произошел на фоне благоприятных погодных условий (вегетационный сезон был теплым и влажным), что привело к смягчению воздействия пожара на насаждения. Вывявлено, что радиальный прирост поврежденных деревьев в год пожара (2011) был меньше соответствующих величин на контроле на 20%. В после-

© Коваль І. М., Сидоренко С. Г., Невмывака М. О., 2018

DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2018-30-10>

дуючіе 2012-2017 гг. наблюдалось превышение радиального прироста поврежденных деревьев по сравнению с контролем вследствие увеличения площади питания деревьев, которые остались живы. Радиальный прирост деревьев, выживших достиг уровня до пожара. Быстрее отреагировала на повреждение пожаром поздняя древесина. **Выводы.** Пожар привел к гибели ослабленных и отставших в росте деревьев, значительно ускорив процесс естественного изреживания насаждения. Восстановление радиального прироста деревьев, оставшихся в живых, произошло в 2014 году.

**Ключевые слова:** радиальный прирост, сосна обыкновенная, пожары, климатические факторы

### **Вступ**

Площа лісового фонду в Україні складає приблизно 10,8 млн. га. Найбільш пожежонебезпечними є хвойні молодняки та середньовікові насадження на Поліссі, Півдні та Сході України. Найбільше потерпають від пожеж соснові ліси які мають підвищену схильність до загорання із-за наявності смолистих речовин та низького вологовмісту. В Україні, найбільш вразливими до лісових пожеж є південні області України, де зосереджена основна маса штучно посаджених лісів [12].

Посухи та антропогенний вплив є головними причинами виникнення лісових пожеж в Лісостепу. Наслідкам впливу пожеж на лісові екосистеми приділено багато уваги, однак питання щодо післяпожежного розвитку насаджень залишається недостатньо вивченим, тому дослідження впливу пожеж на стан та приріст дерев і пожежної стійкості деревостанів потребують подальшого вивчення [2, 3, 4].

Очікується, що до кінця XXI століття на території Східної Європи ризик пожежної

небезпеки збільшиться, особливо в південних регіонах, зросте і ризик виникнення лісових і торф'яних пожеж, що зумовлено не лише підвищенням температури повітря, зростанням посушливості, а й збільшенням тривалості теплого періоду [12].

Реакція деревостанів на вплив пожеж визначається не тільки характером та інтенсивністю пожеж, але й особливостями ґрунтів, віком і еколого-біологічними характеристиками лісотвірних порід. Зменшенню кількості лісових пожеж сприяє достатня вологість протягом року і особливо вегетаційного періоду [11].

Річний радіальний приріст дерев є інтегральним показником стану та продуктивності лісів, що віддзеркалює зміни в довкіллі та вплив цих змін на стан дерев [1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14].

**Метою** роботи є вивчення післяпожежного стану соснового молодняка дендрохронологічними методами.

### **Об'єкти та методи дослідження**

Постійні пробні площі (пошкоджена пожежею та контроль) закладено в молодому сосновому насадженні. Дослідження проведено на двох постійних пробних площах (ППП), закладених в чистому молодому сосновому насадженні, яке було пошкоджене низовою пожежею в другій декаді травня 2011 року в Васищівському лісництві ДП «Жовтневе лісове господарство» (рис. 1). Ці PPP закладено в непошкодженій пожежею частині деревостану (контроль) та пошкодженій частині насадження Васищівського лісництва. Ґрунти супіщані дерново-опідзолені

Таксаційні показники насаджень на пошкодженій PPP та контролі характеризуються подібними чинниками щодо середнього діаметру насаджень, середньої висоти, повноти та запасу. Висота нагару в пошкодженому насадженні становила 1,05 м, а дехромація – 61,2%.

Використано порівняльно-екологічні методи, таксаційні (визначення Класу Крафта та категорій санітарного стану), стандартні дендрохронологічні методики, статистичний, кореляційний та регресійний аналізи [1, 15].

Керни було відібрано буравом Преслера на висоті 1,3 м з 20 дерев у кожній PPP. Спочатку керни було висушено на повітрі, а потім величина річних кілець вимірювалась з точністю 0,01 мм за допомогою приладу для вимірювання деревних кілець «HENSON» та біокулярного мікроскопа МБС – 9. Перед вимірюванням кернів для більшої чіткості границь річних кілець знімали тонкий (1 - 2 мм) верхній шар деревини лезом поперек волокон та при необхідності обробляли їх крейдою.

Під час перехресного датування деревних кілець методом «скелетних графіків» (графічним методом) визначалися точні дати формування кожного кільця та на підс-

таві цього отримали деревно - кільцеві хронології. За допомогою перехресного датування виявили місцезнаходження фальшивих кілець та таких, що випали.

Для кожної постійної ППП побудовано деревно – кільцеві хронології шляхом осереднення радіального приросту дерев на всіх ППП. Проведено порівняння радіального приросту на пошкоджених ППП з контролем і шарів деревини на всіх ППП до пожежі та після неї.

Проведено індексацію деревно-кільцевих хронологій методом 3-річних ко-

### **Результати та обговорення**

Пожежа сталася в травні 2011 року на фоні сприятливих погодних умов (вегетаційний сезон був теплим і вологим), що призвело до пом'якшення впливу пожежі на молоде насадження, однак, найбільша кількість ослаблених дерев всохла в перший рік після пожежі (24%, на протягом 2-го року, а 3-го – 0,6%). Зазвичай Найбільш інтенсивне всихання відбувається в перший рік після пожежі У молодняках одночасно Тривають процеси всихання та відновлення дерев, причому на другий рік процеси погіршення стану уповільнюються, а на третій переважають процеси відновлення.

Через два місяці після пожежі стан деревостанів оцінювався як усихаючий. Такому пошкодженню сприяла низька висота розміщення крони дерев (0,4 - 0,6 м), тоді як середня висота нагару становила 1,05 м. В таких умовах низова пожежа часто переходить у верхову, однак цього не сталося, оскільки стовбури, бруньки і хвоя на момент пожежі мали високу вологість.

Пожежа, пошкодила сосновий молодняк під час проходження ним фази «періоду активного росту». На ріст дерева впливають як внутрішні, так і зовнішні фактори, що викликають різні реакції дерева у різні періоди онтогенезу.

Кліматичні чинники за травень – червень поточного вегетаційного сезону 2011 року пожежі позитивно вплинули на радіальний приріст. Саме в цей період формувалися постембріональна стадія асиміляційного апарату й річного кільця у дерев сосни. Опадів за травень – червень випало на 87% більше, ніж в середньому за період 2007–2017 рр. (рис. 1, 2).

З аналізу динаміки радіального приросту сосни в пошкодженому пожежею насадженні (рис.2) виявлено, що радіальний приріст у пошкоджених дерев в рік пожежі (2011) поступався контролю на 20%. Впро-

взних з метою вилучення вікового (біологічного) тренду та подальшого проведення кореляційного та регресійного аналізів:

Було використано статистичні, кореляційні та регресійні методи для виявлення зв'язків між радіальним приростом з одного боку та висотою нагару на стовбурах і кліматичними чинниками – з іншого Methods, 1990, Битвинскас, 1974.

З метою виявлення зв'язків між радіальним приростом та кліматичними чинниками використано дані Харківської метеостанції.

довж 2012-2017 рр. спостерігалось перевищення радіального приросту пошкоджених дерев в порівнянні з контролем внаслідок збільшення площі живлення дерев, які залишилися. Тренд збільшення динаміки приросту після пожежі спостерігався протягом 2012-2014 рр. Впродовж 2016-2017 рр. радіальний приріст дерев, які вижили, досяг перед пожежного рівня (рис. 2).

За результатами аналізу різниці між середніми різних видів деревини встановлено значущу різницю між шарами річної деревини на контролі та пошкодженій ППП на четвертий рік після пожежі, для пізньої деревини – на другий рік, та для ранньої – теж на четвертий рік. Тобто найшвидше зреагувала на пошкодження пожежею пізня деревина, яка формується під впливом погодних умов вегетаційного періоду поточного року, і пізніше рання, бо вона є більш і пластичною і формується під впливом погодних умов попередніх років, зими вегетаційного періоду поточного року. Для всіх інших років різниця між середніми величинами радіального приросту на пошкодженій ППП та контролі виявилися незначущими (табл. 1).

Проведено аналіз оцінки достовірності між середніми значеннями пізньої, ранньої та річної деревини для пошкодженої ділянки та контролю. Встановлено значущу різницю між шарами річної деревини на контролі та пошкодженій ППП на четвертий рік після пожежі, для пізньої деревини – на другий рік, та для ранньої – теж на четвертий рік. Тобто найшвидше зреагувала на пошкодження пожежею пізня деревина, яка формується під впливом погодних умов вегетаційного періоду поточного року, і пізніше рання, бо вона є більш і пластичною і формується під впливом погодних умов попередніх років, зими вегетаційного періоду поточного року (табл. 1).

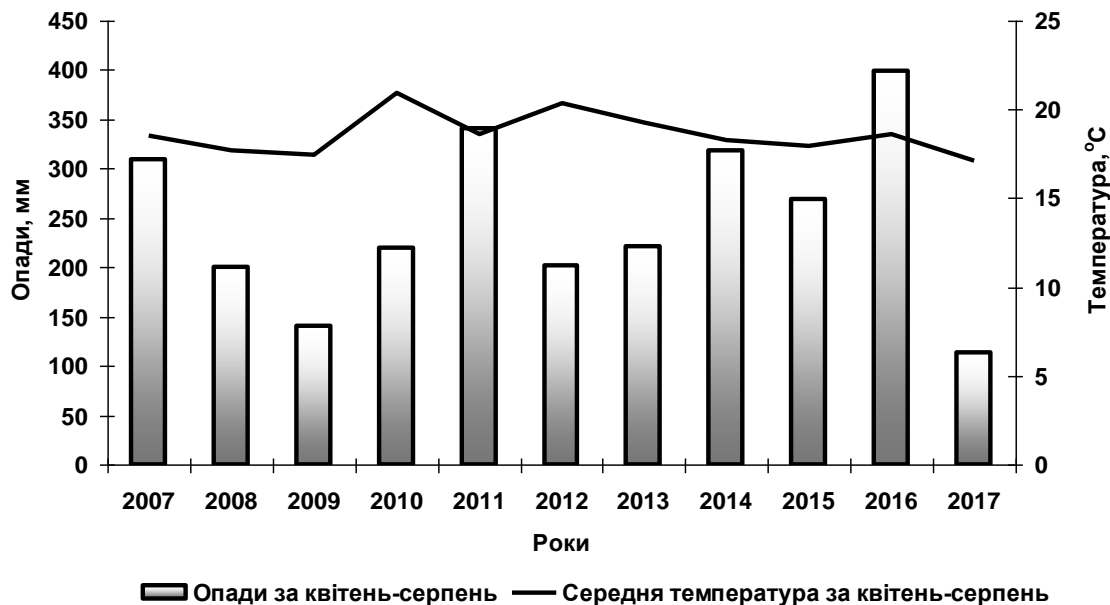


Рис. 1 – Динаміка опадів та температур за даними Харківської метеостанції

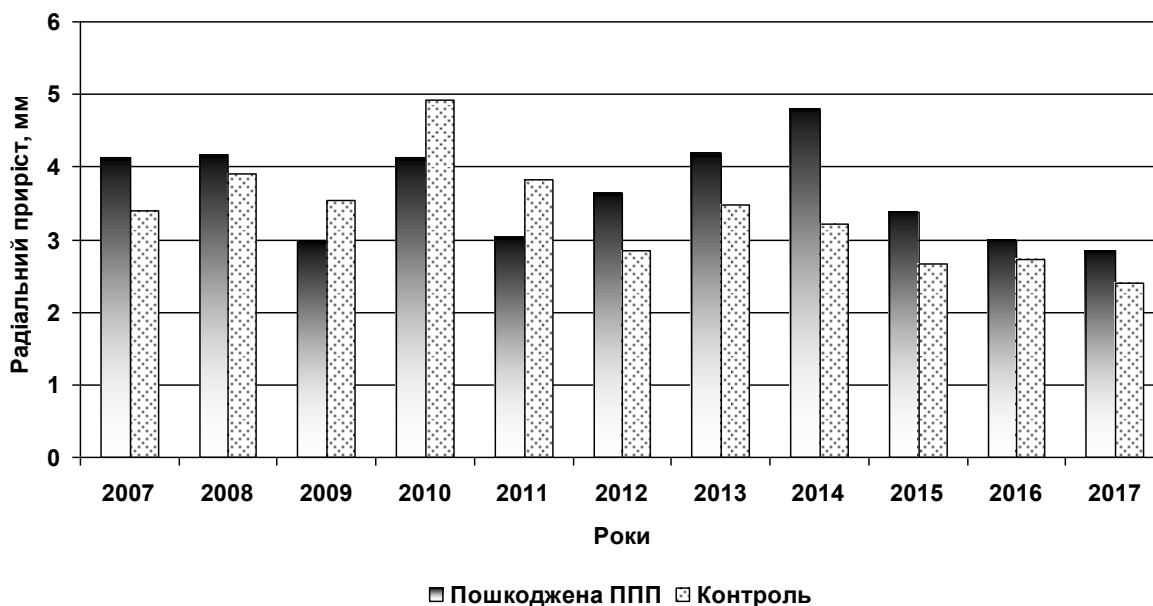


Рис. 2 – Динаміка радіального приросту сосни на пошкодженій пожежею постійній пробній площі та на контролі

В зв'язку з тим, що пізня деревина виявилася найбільш чутливою по пошкодженню ми використали частку пізньої деревини, яка є індикатором стану дерева. Вона свідчить, що впродовж 2011-2013 рр. пошкоджене насадження було в депресії, а в наступні 2014-2017 рр. спостерігалася незначна різниця між відсотками пізньої деревини на контролі та пошкодженій ділянці, що підтверджує відновлення радіального приросту дерев, які залишилися після пожежі. В 2016 приріст дерев зрівнявся на контрольній та

пошкодженій ділянці. В 2017 році радіальний приріст дерев, які залишилися, дещо погіршився порівняно з контролем (рис. 3).

Як зазначено вище пожежа сталася на фоні сприятливих погодних умов (вегетаційний сезон був теплим і вологим), що призвело до пом'якшення впливу пожежі на насадження. Опадів за квітень – серпень випало на 37% (92 мм) більше в порівнянні з середніми відповідними величинами за 2007 - 2017 рр. (нормою), а температури майже не відхилялися від норми і склали за вегета-

Таблиця 1

Різниця між середніми значеннями величин річних кілець сосни на контролі та пошкодженій пожежею пробній площі

Річна деревина	Четвертий рік після пожежі, 2014
Пошкоджена ППП	4,79±0,39
Контроль	3,21±0,30
t <sub>факт.</sub>	-3,23
t <sub>теор.</sub>	2,07
Пізня деревина	Другий рік після пожежі, 2012
Пошкоджена ППП	1,07±0,13
Контроль	0,63±0,08
t <sub>факт.</sub>	-2,92
t <sub>теор.</sub>	2,07
Рання деревина	Четвертий рік після пожежі, 2014
Пошкоджена ППП	3,84±0,37
Контроль	2,46±0,23
t <sub>факт.</sub>	3,17
t <sub>теор.</sub>	2,07

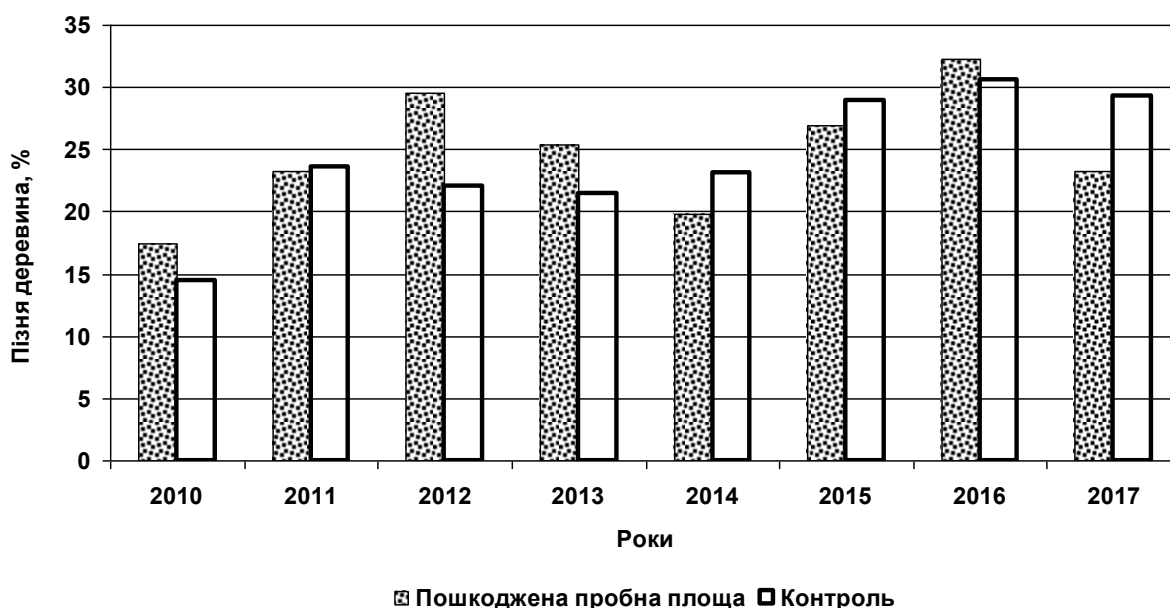


Рис. 3 – Відсоток пізньої деревини сосни на пошкодженій пожежею ППП та на контролі

ційний період 18,1°C Середні температури в рік пожежі впродовж квітня-травня були на 4% нижче норми, а опадів випало навпаки – на 4% більше від норми в цей період (рис.1).

Депресії радіального приросту виявлено на контролі в 2009, 2012 (для контрольного деревостану) та 2015 рр., що можна пояснити мінімальною кількістю опадів за рік та вегетаційний період та для 2012 року високими температурами за рік та вегета-

ційний періоди (рис. 5-6). Для пошкоджених дерев насадження мінімальний радіальний приріст спостерігається також в 2009 та 2015 рр. та в рік пожежі, в 2011 році.

Проведено кореляційний аналіз між індексами радіального приросту з одного боку та санітарним станом, класами Крафта, висотами дерев, усиханням, діаметрами дерев, висотою нагару та дефоліацією – з іншого. Виявлено залежність між індексами

радіального приросту сосни на пошкодженій ППП за 2011 рік та категоріями санітарного стану за 2012 рік, яка апроксимована кривою 2-го порядку:  $y = -0.3467x^2 + 1.5757x - 0.6097$  ( $\eta = 0,83$ ;  $t_{\text{факт.}} = 24,4$ ;  $t_{\text{теор.}} = 4,78$  на рівні 0,001 значущості). Це свідчить про те,

що спочатку пошкодження та втрата хвої внаслідок пошкодження пожежею негативно впливає на фотосинтез. Наступного року цей процес викликає втрати приросту за діаметром.

### Висновки

Пожежа призвела до загибелі ослаблених та відсталих у рості дерев, значно пришвидшивши процес природного зрідження насадження. За рахунок цих процесів конкуренція за світло та ресурси живлення певною мірою послабилася.

Відновлення радіального приросту дерев, які залишилися живими відбулося в 2014 році

Пізня деревина виявилася найбільш чутливою до впливу пожежі.

Частку пізньої деревини доцільно використовувати для оцінки стану насаджень після пожежі та встановлення тривалості періоду ослаблення та вразливості пошкоджених дерев та насаджень в цілому.

Результати досліджень можуть сприяти більш ефективному плануванню лісогосподарських заходів та дозволять коригувати тривалість моніторингу за пошкодженнями низовими пожежами молодими сосновими деревостанами.

### Література

1. Битвинскас Т.Т. Дендроклиматические исследования. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 172 с.
2. Ворон В. П., Коваль І. М., Ткач О. М., Сидоренко С. Г. Зміни радіального приросту в пошкодженому пожежею сосновому деревостані в Поліссі. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2017 (27/9), 56-59.
3. Ворон В.П., Коваль І.М. Вплив низових пожеж та динаміку радіального приросту сосни в лісостеповій зоні України. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2011 (21.7), 45-50.
4. Зібцев С.В., Борсук О.А. Охорона лісів від пожеж у світі та перспективи розвитку. *Лісове і садово-паркове господарство*, 2012, №1, 49-63.
5. Коваль І. М., Браунинг А., Воронін В. О., Невмивака М. А., Токарева Н. А. Особливості формування шарів ранньої, пізньої та річної деревини дуба звичайного в насадженні Лівобережного Лісостепу України. *Збірник наукових статей XIV Всеукраїнських наукових Талійських читань*, 2018, 61-64.
6. Коваль І.М. Радіальний приріст як індикатор стійкості лісових екосистем на прикладі соснових лісів зеленої зони м. Харкова. *Науковий вісник НУБіП України: Зб. наук. Праць*, 2010 (147), 223 - 232.
7. Koval I.M. Changes of Pine radial growth increment under air pollution influence in the Steppe zone of Ukraine. Conference «EURODENDRO-2001». Ljubljana, Slovenia, 6-10 June 2001, 24-25.
8. Коваль І.М., Бологов О.В., Нусбаум С. А., Юзвинський Г.А. Радіальний приріст дуба звичайного та ясеня звичайного як індикатор стану лісових екосистем в умовах Новоград-Волинського фізико-географічного району. *Лісівництво і агролісомеліорація*, 2015 (126), 202-211.
9. Коваль І.М., Костяшкін Д.С. Вплив клімату та рекреації на формування шарів річної деревини ранньої та пізньої форм *Quercus Robur L.* У зеленій зоні м. Харкова. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2015 (25.6.), 52-58.
10. Коваль І.М., Токарева Н.А., Невмивака М. О., Воронин В. О. Динаміка радіального приросту дерев, пошкоджених пожежею, в соснових лісах Лісостепової зони Харківщини. *Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна. Серія «Екологія»*, 2016 (15), 81-88.
11. Николаев А.Н. Дендрохронологические исследования послепожарной реакции древесных пород в Центральной Якутии. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*, 2010. Т. 12, 1(3)), 888-891 с.
12. Ходаков В.Е., Жарикова М.В., Гринь Д.С. Лесные пожары: методы исследования. Херсон, 2011. 470 с.
13. Koval I. M., Bräuning A., Melnik E. E., Voronin V. O. . Dendroclimatological research of scots pine in stand of the left-bank forests-steppe of Ukraine. *Людина і довкілля. Проблеми неоекології*, 2017, № 3-4 (28), 66-73.
14. Koval Iryna The radial growth of European ash in Forest-Steppe Zone of West Ukraine. Book of Abstracts EuroDendro 6-10 September. Tartu, Estonia, 2017, 90.
15. Methods of Dendrochronology – Applications in the Environmental Sciences (1990) Edward R. Cook and Leonardas A. Kairiukstis (editors). – Dordrecht, the Netherlands : Kluwer Academic Publishers and International Institute for Applied Systems Analysis – 394 p.

References

1. Bitvinskas, T.T. (1974). Dendroklimaticheskie issledovaniya [Dendroclimatic studies]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 172 [in Russian].
2. Voron, V. P., Koval, I. M., Tkach, O. M., Sydorenko, S. G. (2017). Zminy` radial`nogo pry`rostu v poshkodzhenomu pozhezheyu sosnovomu derevostani v Polissi [Changes of radial growth in pine stand damaged by fires in West Polissy]. *Scientific Bulletin of UNFU*, (27/9), 56-59 [in Ukrainian].
3. Voron, V.P., Koval, I.M. (2011). Vplyv ny`zovy`x pozhezh ga dy`namiku radial`nogo pry`rostu sosny` v lisostepovij zoni Ukrayiny` [Influence of ground fire on dynamic of pine radial growth in forest steppe zone of Ukraine]. *Scientific Bulletin of UNFU*, (21.7), 45-50 [in Ukrainian].
4. Zibcev, S.V., Borsuk, O.A. (2012). Oxorona lisiv vid pozhezh u sviti ta perspektyvy` rozvy`tku. Lisove i sadovo-parkove gospodarstvo, [Protection of forests from fires in the world and Ukraine – challenges in XXI century]. *Scientific Bulletin of NUBiP*, (1), 49-63 [in Ukrainian].
5. Koval, I. M., Braunyng, A., Voronin, V. O., Nevmy`vaka, M. A., Tokareva, N. A. (2018). Osobly`vosti formuvannya shariv rann`oyi, pizn`oyi ta richnoyi derevy`ny` duba zvy`chajnogo v nasadzhenni Livoberezhnogo Lisostepu Ukrayiny` [Features of the formation of early, late wood and tree ring width in the stand of the Left Bank Forest-steppe of Ukraine]. *Bulletin of of scientific articles of the XIV -Ukrainian scientific Talyev readings*, 61-64 [in Ukrainian].
6. Koval, I.M. (2010). Radial`ny`j pry`rist yak indy`kator stijkosti lisovy`x ekosy`stem na pry`kladi sosnovy`x lisiv zelenoyi zony` m. Xarkova [Radial growth as an indicator of the stability of forest ecosystems on the example of pine forests of the green zone of the Kharkiv city]. *Scientific Bulletin of NUBiP*, (147), 223 – 232 [in Ukrainian].
7. Koval, I.M.(2001) Changes of Pine radial growth increment under air pollution influence in the Steppe zone of Ukraine. *Conference «EURODENDRO-2001»*. Ljubljana, Slovenia, 24-25 [in English].
8. Koval, I.M., Bologov, O.V., Nusbaum, S. A., Yuzvy`ns`ky`j, G.A. (2015). Radial`ny`j pry`rist duba zvy`chajnogo ta yasena zvy`chajnogo yak indy`kator stanu lisovy`x ekosy`stem v umovax Novograd-Voly`ns`kogo fizy`ko-geografichnogo rajonu. [Radial increment of oak and ash trees as indicator of forest ecosystems conditions in Novograd-volysky phisio-graphic region]. *Scientific Bulletin of Forestry and Forest Melioration*, (126), 202-211 [in Ukrainian].
9. Koval, I.M., Kostyashkin, D.S. (2015) Vplyv klimatu ta rekreaciyi na formuvannya shariv richnoyi derevy`ny` rann`oyi ta pizn`oyi form *Quercus Robur* L. U zelenij zoni m. Xarkova. [The influence of climate and ecreation on formation of layers of annual wood of Early and late for *Quercus Robur* L. in Kharkiv Greenbelt]. *Scientific Bulletin of NUBiP*, (25.6), 52-58 [in Ukrainian].
10. Koval, I.M., Tokareva, N.A., Nevmy`vaka, M. O., Vorony`n, V. O. (2016). Dy`namy`ka radial`nogo pry`rostu derev, poshkodzheny`x pozhezheyu, v sosnovy`x lisax Lisostepovoyi zony` Xarkivshhy`ny`. [Dynamic of radial growth trees damaged by fire in pine stands steppe zone of Kharkiv region]. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv national university series «Ecology»*, (15), 81-88 [In Ukrainian]. [in Ukrainian].
11. Nikolaev, A.N. (2010). Dendrochronologicheskie issledovaniya poslepozharnoj reakcii drevesnyh porod v Central'noj YAkutii. [Dendrochronological studies of the post-fire reaction of tree species in Central Yakutia]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*. 12, (1(3)), 888-891 [in Russian].
12. Khodakov, V.E., Zharikova, M.V., Grin, D.S. (2011) Forest fires: research methods. Kherson, 470 [in Russian].
13. Koval, I. M., Bräuning, A., Melnik, E. E., Voronin V. O. (2017). Dendroclimatological research of scots pine in stand of the left-bank forests-steppe of Ukraine. *Man and environment. Issues of neoecology*, (3-4/28), 66-73 [in English].
14. Koval, Iryna (2017). The radial growth of European ash in Forest-Steppe Zone of West Ukraine. *Book of Abstracts EuroDendro 6-10 September*. Tartu, Estonia, 90 [in English].
15. Methods of Dendrochronology. Applications in the Environmental Sciences (1990) Edward R. Cook and Leonardas A. Kairiukstis (eds). – Dordrecht, the Netherlands : Kluwer Academic Publishers and International Institute for Applied Systems Analysis, 394 [in English].

Надійшла до редколегії 01.11.2018