



**В. П. Ворон, І. М. Коваль, О. М. Ткач, С. Г. Сидоренко**

*Український НДІ лісового господарства і агро меліорації ім. Г. М. Висоцького, м. Харків, Україна*

## ЗМІНИ РАДІАЛЬНОГО ПРИРОСТУ В ПОШКОДЖЕНОМУ ПОЖЕЖЕЮ СОСНОВОМУ ДЕРЕВОСТАНІ В ЗАХІДНОМУ ПОЛІССІ

Дендрохронологічними методами оцінено наслідки низової пожежі 2012 р. у 50-річному чистому сосновому насадженні в Поліссі. Виявлено, що після пошкодження пожежею деревостану поряд з погіршенням стану дерев спостерігалася депресія радіального приросту сосни, яка посилювалася посухами. На основі середнього квадратичного відхилення від багаторічного ходу температури та опадів (за період з 1945 по 2015 рр.) розраховано критерії, за якими визначають аномальність погодних умов. Встановлено особливості формування шарів деревини у пошкодженому пожежею сосняку, зокрема залежно від категорій санітарного стану та класів Крафта. Зменшення радіального приросту посилювалося із погіршенням стану дерев. Порівняно з допожежним періодом відбулося зменшення шарів річної деревини: в ослаблених – на 44, дуже ослаблених – на 49 та у відмираючих – на 75 %. Приріст до 2016 р. не відновився до передпожежного рівня і зберіг чітку ієрархічну тенденцію: найбільший радіальний приріст – у панівних дерев і відповідно менший – у співпанівних дерев. У пошкодженому насадженні після пожежі спостерігалася зменшення величин шарів пізньої та ранньої деревини на 68 та 47 %. Водночас на контролі відповідні величини становили 8 та 11 %. Побудовано регресійні моделі залежності індексів радіального приросту сосни від висоти нагару на стовбурах.

**Ключові слова:** соснові насадження; низові пожежі; посухи; шари ранньої, пізньої та річної деревини; висота нагару; класи Крафта; категорія санітарного стану.

**Вступ.** Ліси щорічно потерпають від одного з найнебезпечніших чинників – пожеж, що призводять до істотних екологічних та економічних втрат (Voron et al., 2011, 2016; Zibtsev & Borsuk et al., 2012; Usenya et al., 2011). За період з 2003 р. по 2015 р. в Україні сталося 44,6 тис. лісових пожеж, при цьому площа пошкодження лісів становила 69,9 тис. га, а загальна вартість заподіяних збитків – 455 млн грн. (Natsionalni dopovidi, 2004). Проблема пожеж у лісах Полісся пов'язана із аномальним підвищенням температури повітря в окремі роки із значною кількістю спекотних і посушливих днів. Тенденції виникнення пожеж, негативні наслідки їх впливу на стан сосняків і радіальний приріст дерев висвітлено у низці публікацій (Voron & Koval, 2011, Voron et al., 2012; Zibtsev & Borsuk et al., 2012; Usenya et al., 2011.). Водночас недостатньо вивченим є постпірогенне формування радіального приросту як інтегрального показника стану та продуктивності насаджень.

**Мета дослідження** – вивчити особливості формування радіального приросту сосняків, пошкоджених низовими пожежами в Поліссі.

**Об'єкти та методика дослідження.** Оцінювання наслідків пожежі, що сталася від іскри тепловозу в березні 2012 р. в 53-річному чистому сосняку (кв. 19 вид.

7) Немовицького лісництва ДП "Сарненське ЛГ", проведено в непошкодженій і пошкодженій частинах насадження. Віддаль між двома постійними пробними площами (ППП) становила 30 м. Тип лісу ділянки – В2ДС. ППП закладено за загальноприйнятими методикам (Vogobev, 1967; HOST 16128-70, 1971) з урахуванням пошкодження дерев пожежею.

Радіальний приріст вивчали за прийнятими в дендрохронології методиками (Lovelius, 1998). Керни відібрано на висоті 1,3 м з 20-25 дерев на кожній ППП. Товщину шарів деревини виміряли приладом HENSON з точністю до 0,01 мм. Через можливість випадання річних кілець проведено їх перехресне датування. Радіальний приріст пошкодженого сосняку порівнювали як з контролем, так і з періодом до (2007-2011 рр.) та після пожежі (2012-2016 рр.). Проведено статистичний, кореляційний та регресійний аналізи (Dospikhov, 1985).

Для дослідження впливу кліматичних чинників на радіальний приріст сосни використано дані Рівненської метеостанції. У Західному Поліссі середня щомісячна сума опадів за 1945-2016 рр. становить 573 мм на рік. В окремі роки їх кількість змінюється від 322 до 812 мм. Відмічено як дефіцит (сухі роки), так і надлишок опадів (мокрі). Завдяки розрахованим раніше критеріям аномальності, в основу яких покладено середнє квадратич-

### Інформація про авторів:

**Ворон Володимир Пантелеймонович**, канд. с.-г. наук, ст. наук. співробітник, завідувач лабораторією екології лісу.

Email: 52corvus@gmail.com

**Коваль Ірина Михайлівна**, канд. с.-г. наук, ст. наук. співробітник. Email: Koval\_Iryna@ukr.net

**Ткач Олег Миколайович**, здобувач лабораторії екології лісу. Email: tkach\_o\_m@ukr.net

**Сидоренко Сергій Григорович**, канд. с.-г. наук, наук. співробітник. Email: loki\_888@i.ua

**Цитування за ДСТУ:** Ворон В. П., Коваль І. М., Ткач О. 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.

**Citation APA:** Voron, V. P., Koval, I. M., Tkach, O. M., & Sydorenko, S. H. (2017). Changes of Radial Growth in Pine Stand Damaged by Fire in West Polissya. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27(9), 56–59. <https://doi.org/10.15421/40270912>

не відхилення (Dospikhov, 1985) від середньої величини температури та опадів (за період з 1945 по 2015 рр.), охарактеризовано погодні умови за період спостережень (табл. 1). Посушливість погодних умов оцінювали за гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) Г. Т. Селянінова (Marynych, 1989).

**Табл. 1. Аномальність погодних умов вегетаційних періодів 2007–2016 рр.**

Рік	Температура		Опади		ГТК
	середня, °С	аномальність	сума, мм	аномальність	
2007	14,6	Теплий	493	Мокрий	1,7
2008	15,1	Аномально теплий	609	Аномально мокрий	1,7
2009	15,2	Аномально теплий	316	Сухий	0,9
2010	15,3	Аномально теплий	593	Аномально мокрий	1,8
2011	15,4	Аномально теплий	265	Сухий	0,8
2012	16,1	Аномально теплий	510	Мокрий	1,4
2013	15,4	Аномально теплий	389	Нормальний	1,2
2014	15,4	Аномально теплий	471	Нормальний	1,5
2015	15,1	Аномально теплий	247	Аномально сухий	0,8
2016	14,9	Аномально теплий	287	Сухий	0,7

**Результати дослідження та їх обговорення.** У 2012 р. у пошкодженій пожежею частині сосняку середня висота нагару на стовбурі становила 1,55 м (інтервал коливання 1,0-3,0 м), висота грубої кори на стовбурах – 3,9 м. Стан деревостану через 3 місяці оцінено як сильно ослаблений ( $I_c = 2,96$ ). Однак наприкінці вересня частка старого і свіжого сухою становила 6 %.

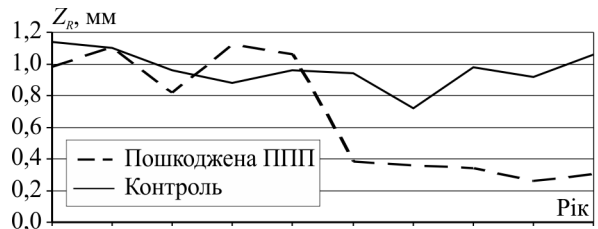
Надалі спостерігалось погіршення стану дерев (табл. 2). Через три роки після пожежі стан пошкодженого сосняку оцінювали як всихаючий. Частка свіжого сухою становила 18 %.

**Табл. 2 Динаміка розподілу дерев за категоріями стану в пошкодженому низовою пожежею сосняку**

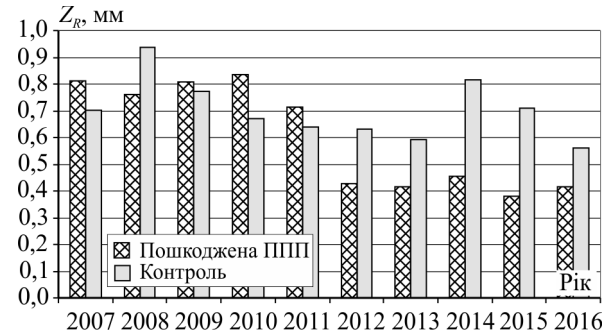
№ ПП	Висота, м		$d$ , см	Період після пожежі, міс.	Розподіл за категоріями стану, %						$I_c$
	груб. кори	нагару			1	2	3	4	5	6	
					6	16	28	40	0	0	
3	4,21	1,55	20,1	6	23	67	4	3	3	2,9	
				16	0	40	41	5	1	13	3,1
				28	0	14	57	11	4	14	3,5
				40	0	0	53	28	1	18	3,8

До пожежі у пошкодженому сосняку величина радіального приросту перевищувала радіальний приріст на контролі на 1,34 мм (рис. 2). Максимальні значення радіального приросту відзначено в 2008, а мінімальні – в 2009 і 2011 рр., коли за кількістю опадів вегетаційні періоди були сухими (див. табл. 1), а ГТК відповідно становив 0,9 і 0,8.

Рік пожежі (2012) за кількістю опадів (див. табл. 1) класифікували як мокрий і погодні умови були сприятливі для формування приросту, що призвело до формування максимального приросту на контролі (рис. 1-3). У пошкодженому сосняку пожежа призвела до глибокої депресії приросту. Різниця між величинами шарів річної деревини пошкодженого сосняку та контролю становила у рік пожежі 60 %.

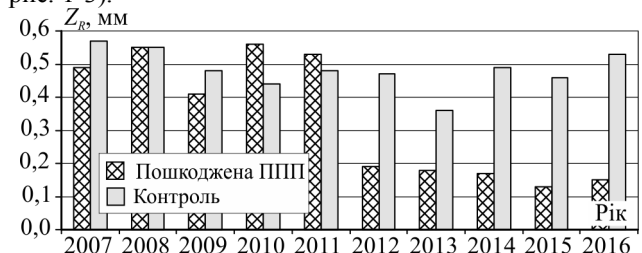


**Рис. 1. Динаміка радіального приросту в пошкодженому пожежею сосняку та на контролі**



**Рис. 2. Динаміка величин шарів ранньої деревини у пошкодженому пожежею сосняку та на контролі**

Вегетаційний період 2015 р. за кількістю опадів був аномально сухим, а 2016 р. – сухим. ГТК 0,7-0,8 свідчить про посуху впродовж вегетаційних періодів цих років. Особливо посушливим був серпень 2015 р., коли випало лише 5,9 мм опадів. Внаслідок таких погодних умов радіальний приріст у 2015 р. зменшився найбільше в пошкодженому сосняку. У наступному, 2016 р., спостерігалось незначне збільшення приросту (див. рис. 1-3).



**Рис. 3. Динаміка величин шарів пізньої деревини**

У пошкодженому сосняку річний радіальний приріст після пожежі (2012-2016 рр.), порівняно з періодом до пожежі (2007-2011 рр.), зменшився на 55 %. Водночас на контролі приріст зменшився лише на 9 % (табл. 3).

**Табл. 3. Зміни радіального приросту сосни у пошкодженому сосняку та на контролі**

№ ППП	Вид деревини	Величина шарів деревини, мм		Достовірність різниці		Зміна приросту до та після пожежі, %
		до пожежі	після пожежі	$t_{факт.}$	$t_{теор.}$	
Пошкоджена	річна	1,29	0,58	<b>2,39*</b>	<b>2,06</b>	<b>-55</b>
	пізня	0,51	0,16	<b>2,36*</b>	<b>2,06</b>	<b>-68</b>
	рання	0,79	0,42	<b>2,36*</b>	<b>2,06</b>	<b>-47</b>
Контроль	річна	1,25	1,12	0,05	2,15	-10
	пізня	0,50	0,46	0,08	2,10	-8
	рання	0,75	0,66	0,12	2,12	-11

Примітка \* – різниця достовірна на рівні 0,05 значущості.

Важливим для вивчення пірогенних змін приросту є визначення особливостей формування ранньої та пізньої деревини. Початком активного росту вважають третю декаду квітня – першу половину травня. Форму-

вання ранньої деревини завершується наприкінці червня – липня, а всього річного кільця – до початку вересня (Rusalenko, 1986).

Після пожежі, порівняно з допожежним періодом (див. табл. 3), виявлено зменшення шарів пізньої та ранньої деревини відповідно на 68 та 47 %. Водночас на контролі відповідні величини становили 8 та 11 %.

Зменшення радіального приросту виявлено за погіршення стану дерев: ослаблених – на 44, дуже ослаблених – на 49 та відмираючих – на 75 % (рис. 4). У відмираючих дерев стрімке зменшення радіального приросту дерев почалося після сильної посухи 2009 р.

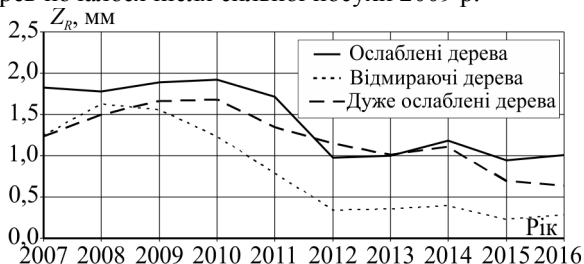


Рис. 4. Динаміка радіального приросту у дерев різних категорій стану в сосняку, пошкодженому пожежею:  $Z_R$ , мм – поточний радіальний приріст

Після пожежі радіальний приріст сосни зменшився у дерев усіх класів Крафта: у надпанівних – на 44, панівних – 38 та пригнічених – на 75 % (рис. 5). Надпанівні дерева у 2012 р. зреагували на пожежу зменшенням приросту (його мінімум зафіксовано у 2013 р.). У панівних та співпанівних дерев найменший приріст зафіксовано раніше, у 2012 р. Тобто, надпанівні дерева на вплив пожежі відреагували пізніше, ніж панівні та пригнічені внаслідок більшої стійкості до впливу стрес-факторів. Радіальний приріст сосни не відновився до передпожежного рівня до 2016 р. і зберіг чітку ієрархічну тенденцію: найбільший – у панівних дерев і відповідно менший – у співпанівних дерев.

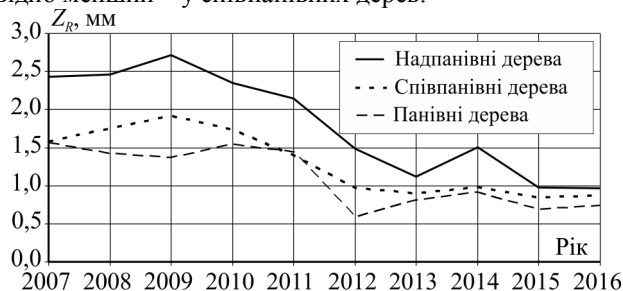


Рис. 5. Динаміка радіального приросту сосни за класами Крафта в сосняку, пошкодженому пожежею

Між максимальною висотою нагару та індексами радіального приросту за 2015 р. встановлено пряму сильну кореляційну залежність ( $r = 0,72$ ,  $t_{факт.} = 2,51$ ,  $t_{теор.} = 2,45$  на рівні 0,05 значущості (рис. 6)).

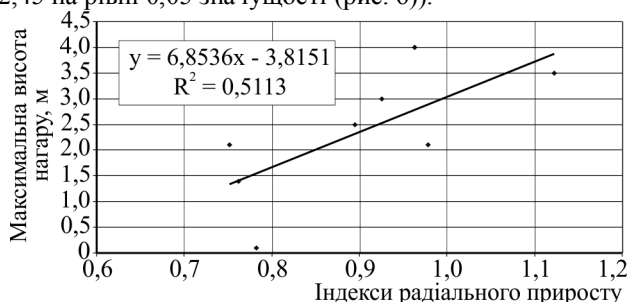


Рис. 6. Залежність індексів радіального приросту за 2015 р. від максимальної висоти нагару на стовбурі

**Висновки.** У 50-річному чистому сосняку після ранньовесняної пожежі у 2012 р. поряд із погіршенням стану дерев почалася депресія їх радіального приросту, яка триває понині, посилюючись в аномально сухі періоди.

Радіальний приріст сосни зберіг чітку ієрархічну тенденцію: найбільші шари річної деревини відмічено у панівних дерев і відповідно менші – у співпанівних.

Зменшення радіального приросту посилюється із погіршенням санітарного стану дерев: у ослаблених – на 44, дуже ослаблених – на 49 та для відмираючих – на 75 % порівняно з допожежним періодом:

Побудовано модель регресійної залежності між індексами радіального приросту та висотою нагару на стовбурі.

## Перелік використаних джерел

- Dospikhov, B. A. (1985). *Metodyka polevoho opyta [Methodology of field research]*. Kyiv: Ahropromyzzdat. 351 p. [in Russian].
- HOST 16128-70. (1971). *Ploshchady probnye lesoustroitelnye [Pilot sites for forest management]*. Moscow: Hoskomstantartyzdat. 23 p. [in Russian].
- Loveliush, N. V. (1998). *Lesnye ekosystemy Ukrainy u teplavlahoobespechennost [Forest ecosystems and supply of warmth and humidity]*. Sankt-Peterburh. 335 p. [in Russian].
- Marynych, O. M. (Ed.). (1989). *Heohrafichna entsyklopediia Ukrainy (Vol. 1)*. Kyiv: Ukrainska radianska entsyklopediia im. M. P. Bazhana. 416 p. [in Ukrainian].
- Natsionalni dopovidi. (2004). *Pro stan tekhnohennoyi ta pryrodnoyi bezpeky v Ukraini 2004-2015 rokakh [About state of anthropogenic and natural safety in Ukraine 2004-2015]*. Retrieved from: [http://www.mns.gov.ua/content/national\\_lecture.html](http://www.mns.gov.ua/content/national_lecture.html). [in Ukrainian].
- Rusalenko, A. Y. (1986). *Hodychnyi pryrost derevev i vlahoobespechennost [Tree annual growth and supply of moisture]*. Minsk: Nauka i tekhnika. 238 p.
- Usenya, V. V., Katkova, E. N., & Uldynovych Usenya S. V. (2011). *Lesnaya pyrolohiya [Forest pirology]*. Homel: HHU im. F. Skoryny. 264 p. [in Russian].
- Vorobev, D. V. (1967). *Metodyka lesotypologicheskyykh issledovaniy [Methodology of forest typological research]*. Kyiv: Urozhay. 386 p. [in Russian].
- Voron, V. P., & Koval, I. M. (2011). 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].
- Voron, V. P., Koval, I. M., & Leman, A. V. (2011). Metodichni pidkhody do vyvchennya vplyvu nehatyvnykh faktoriv na radialnyy pryrist sosnyakiv v Polissi [Methodological approaches to research of negative factors on pine radial growth in Polissy]. *Naukovi pratsi Lisivnychoyi akademiyi nauk Ukrainy [Scientific papers of Forest Academy of Sciences]*, 9, 156–161. [in Ukrainian].
- Voron, V. P., Sydorenko, S. H., Melnyk, Ye. Ye., & Ivashynyuta, S. V. (2012). Osoblyvosti rozvytku derev pry riznykh typakh poshkodzhennya sosnyakiv pislya nyzovykh pozhezh [Traits of development of tree in different types of pine stands after ground fires]. *Naukovi pratsi Lisivnychoyi akademiyi nauk Ukrainy [Scientific papers of Forest Academy of Sciences]*, 10, 148–154. [in Ukrainian].
- Voron, V. P., Tkach, O. M., & Sydorenko S. H. (2016). Osoblyvosti poshkodzhennya pozhezhamy lisiv u Polissi [Traits of damage of forests by fires in Polissy]. *Naukovi pratsi Lisivnychoyi akademiyi nauk Ukrainy [Scientific papers of Forest Academy of Sciences]*, 14, 38–44. [in Ukrainian].
- Zibtsev, S. V., & Borsuk, O. A. (2012). Okhorona lisiv vid pozhezh u sviti ta v Ukraini – vyklyky XXI storichchya ta perspektyvy rozvytku [Protection of forests from fires in the world and Ukraine – challenges in XXI century]. *Lisove i sadovo-parkove hospodarstvo [Forest and park and garden economy]*, 1, 49–63. [in Ukrainian].

## **ИЗМЕНЕНИЯ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА В ПОВРЕЖДЕННОМ ПОЖАРОМ СОСНОВОМ ДРЕВОСТОЕ В ЗАПАДНОМ ПОЛЕСЬЕ**

Дендрохронологическими методами оценены последствия низового пожара 2012 г. в 53-летнем чистом сосновом насаждении в Полесье. Выявлено, что после повреждения пожаром древостоя наряду с ухудшением состояния деревьев наблюдается депрессия радиального прироста сосны, которая усиливается засухами. На основе среднеквадратичного отклонения от многолетнего хода температур и осадков (за период с 1945 по 2015 гг.) вычислены критерии, по которым определяется аномальность погодных условий. Установлены особенности формирования слоев древесины в поврежденном пожаром сосняке в зависимости от категорий санитарного состояния и классов Крафта. Уменьшение радиального прироста усиливалось с ухудшением состояния деревьев. В сравнении с допирогенным периодом произошло уменьшение слоев годичной древесины: у ослабленных деревьев на 44, очень ослабленных – на 49 и у отмирающих – на 75 %. Прирост до 2016 г. не возобновился до предпожарного состояния и сохранил четкую иерархичную тенденцию: наибольший радиальный прирост наблюдался у господствующих деревьев и соответственно меньший – у согосподствующих деревьев. В поврежденном насаждении после пожара наблюдалось уменьшение слоев поздней и ранней древесины на 68 и 47 %. В то же время на контроле соответствующие величины составили 8 и 11 %. Построены регрессионные модели зависимости индексов радиального прироста от высоты нагара на стволах.

**Ключевые слова:** сосновые насаждения; низовые пожары; засухи; слои ранней, поздней и годичной древесины; высота нагара; классы Крафта; категория санитарного состояния.

**V. P. Voron, I. M. Koval, O. M. Tkach, C. H. Sydorenko**

*Ukrainian Research Institute Forestry And Agromelioration named after H. M. Vysotskiy, Kharkiv, Ukraine*

## **CHANGES OF RADIAL GROWTH IN PINE STAND DAMAGED BY FIRE IN WEST POLISSYA**

The authors have estimated the consequences of surface fire in 2012 on 50-year-old pure pine stand in Polissya by dendrochronological methods. In the course of study we have detected depression of pine radial growth that was intensified by droughts and worsening of sanitary tree state after damaging stand by forest fire. Criterias of anomaly of weather conditions were calculated on basis of deviation temperature and precipitation from long-term average series of temperature and precipitation (1945-2015). Some features of formation of tree rings in damaged by fire stand including dependence on categories of sanitary state of trees and Kraft classes. Decrease of radial growth was heightened with worsening of tree state. Decrease of width tree rings was revealed at comparison period after fire with period before one: for broken trees by 44 %, very broken trees by 49 % and for dying trees by 75 %. Radial growth didn't recover till state before fire and saved clearly hierarchy tendency: dominant trees had the biggest radial growth and sub-dominant trees had less growth. In damaged stand after fire decrease of width of late (by 68 %) and early wood (by 47 %) we detected at comparison the period after fire and the period before fire. In control stand appropriate values were 8 % and 11 %. Regression model regarding dependence of index radial growth from height of deposit on stems was built.

**Keywords:** pine stands; forest surface fire; droughts; late wood; early wood; annual tree rings; height of stem deposit; Kraft class; categories of sanitary state of trees.