

**Никитюк П. А., к.с.-г.н., здобувач наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук** (Поліський національний університет, м. Житомир, [nikitiukpaul63@gmail.com](mailto:nikitiukpaul63@gmail.com))

### **БІОІНДИКАЦІЯ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ЗА ДОПОМОГОЮ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ *PINUS SYLVESTRIS* L. ЗА ВПЛИВУ ПТАХІВНИЧИХ ГОСПОДАРСТВ**

У статті наведено результати досліджень впливу викидів птахівничих ферм на стан сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.). Визначено стан навколишнього середовища за комплексом морфологічних ознак (хвої) у сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) у зоні виробничої діяльності птахівничих підприємств. Встановлено, що довжина хвої сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) знижується з наближенням до СЗЗ птахофабрики внаслідок підвищення рівня забрудненості повітря токсикантами. Доведено, що використання хвойних деревних рослин є інформативним при проведенні біоіндикації забруднених територій у зоні виробничої діяльності господарств з виробництва продукції тваринництва.

**Ключові слова:** сосна звичайна; хвоя; санітарно-захисна зона; біоіндикація; боковий некроз; верхівковий некроз.

**Постановка проблеми.** Вплив птахівничих підприємств можна розглядати як потужний антропогенний чинник на стан довкілля, який має негативні наслідки: забруднення водойм, ґрунтів і ґрунтових вод продуктами їх розкладу, забруднення атмосферного повітря викидами шкідливих газів та пилу; мікро- та макробіологічного забруднення довкілля; вилучення території під птахівницькі підприємства; погіршення внаслідок діяльності птахівницьких підприємств умов існування для природної біоти [1; 7; 9].

Інформативним показником ушкодження екосистем є рослини. Велика площа контакту та інтенсивний газообмін з навколишнім середовищем зумовлюють їх високу чутливість до дії різноманітних забруднювачів. Слід відзначити, що людина і тварина адаптовані до вмісту в повітрі приблизно 21% (за об'ємом) кисню, водночас рослини з їх асиміляційним апаратом пристосовані до нижчих концентрацій в

атмосфері вуглекислого газу – приблизно 0,03, і тому чутливіші до концентрацій шкідливих речовин у повітрі [4; 5; 8; 9].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Для цілей біоіндикації забрудненості навколишнього середовища особливої уваги серед деревних рослин заслуговують хвойні породи, насамперед, сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.), яка у своїй родині характеризується найбільшою чутливістю до забруднення атмосфери. Автори Р. Гудеріан, Г. М. Ількун, В. С. Ніколаєвський, С. А. Сергейчик в ряді своїх робіт зазначають, що ступінь ушкодження деревної рослинності викидами від підприємств залежить, насамперед від фітотоксичності продуктів викиду [2–5].

Ю. З. Кулагін серед важливих біоіндикаційних ознак сосни звичайної вважав не лише появи некрозів, а й тривалість життя хвої [5].

В працях О. В. Мудрака зустрічаються окремі дослідження впливу викидів промислових та сільськогосподарських підприємств на стан соснових насаджень та на стан біорізноманіття в цілому в умовах Східного Поділля [6].

Проте і досі в науковій літературі недостатньо висвітлена проблематика досліджень морфометричних показників сосни звичайної за впливу продуктів викиду птахівничих ферм. Тому дана проблематика дослідження потребує подальших досліджень та удосконалення методик проведення відповідних досліджень з метою розробки рекомендацій щодо оптимізації впливу.

**Мета і завдання дослідження.** Метою дослідження було оцінити вплив виробництва продукції птахівництва на екологічний стан сосни звичайної на основі аналізу її морфометричних показників.

**Матеріали та методика.** Під час виконання дослідження використовували спеціальні та загальнонаукові методи досліджень: польові методи (відбір проб у районах розташування господарств; лабораторні методи (вимірювання морфометричних показників хвої); математичні методи (розрахунки значень морфометричних показників хвої); статистичні методи – встановлення на основі методів математичної статистики достовірності отриманих результатів та функціональних залежностей між різними чинниками та процесами.

**Об'єкт досліджень** – соснові насадження, що зазнавали впливу від викидів птахівничого господарства.

**Предмет досліджень** – чинники, які визначають стан соснових насаджень, що зазнавали впливу від викидів птахівничого

господарства.

У досліджуваних зонах відбирали хвою з п'яти дерев на чотирьох дослідних ділянках, далі працювали з середніми даними, тобто середні значення морфометричних показників на території СЗЗ птахофабрики та на території контрольної ділянки.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Візуальний аналіз рослин сосни звичайної показав, що поблизу джерела забруднення на хвої з'являються пошкодження у вигляді світло-зелених плям, некротичних точок та всихання. Отримані дані засвідчили, що на території санітарно-захисної зони птахофабрики відсоток хвоїнок з плямами та ознаками всихання становив 35%, в той час як на контрольній ділянці – 5% у 2020 році та 30% і 0% у 2021 році відповідно (табл. 1, 2).

Таблиця 1

Морфометричні показники сосни звичайної на території СЗЗ птахофабрики та контролі, 2020–2021 рр.

№ з/п	Місце відбору проб	Довжина хвої, мм		Ширина хвої, мм		Кількість хвоїнок на 10 см, шт.		Вага 1000 хвоїнок, г		Некрози			
		2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	%	Тип некрозу		
1.	Птахо-фабрика Контроль	<u>45</u> 115	<u>65</u> 80	1 2	1 1	292 154	250 40	10,18 16,72	9,48 18,32	<u>4</u> 1	<u>5</u> -	<u>в</u> в	
2.		<u>44</u> 115	<u>65</u> 80							<u>5</u> -	-	<u>б</u> -	
3.		<u>42</u> 116	<u>67</u> 94							-	-	-	-
4.		<u>42</u> 107	<u>67</u> 93							<u>3</u> -	-	<u>б</u> -	
5.		<u>52</u> 113	<u>83</u> 85							-	-	-	-
6.		<u>52</u> 107	<u>83</u> 85							-	-	-	-
7.		<u>53</u> 109	<u>74</u> 77							-	-	-	-
8.		<u>52</u> 111	<u>74</u> 77							<u>1</u> -	-	<u>б</u> -	
9.		<u>51</u> 120	<u>67</u> 86							-	-	-	-
10.		<u>49</u> 120	<u>67</u> 86							<u>2</u> -	-	<u>б</u> -	
11.		<u>54</u> 115	<u>80</u> 85							<u>20</u> -	<u>3</u> -	<u>б</u> -	

продовження табл. 1

12.		$\frac{54}{115}$	$\frac{80}{85}$							=	$\frac{1}{-}$	=
										-	-	-
13.		$\frac{40}{114}$	$\frac{80}{96}$							=	-	=
										-	-	-
14.		$\frac{40}{114}$	$\frac{80}{96}$							$\frac{2}{-}$	-	$\frac{6}{-}$
										-	-	-
15.		$\frac{47}{100}$	$\frac{70}{81}$							=	$\frac{1}{-}$	=
										-	-	-
16.		$\frac{47}{106}$	$\frac{70}{81}$							=	$\frac{1}{-}$	=
										-	-	-
17.		$\frac{55}{107}$	$\frac{82}{97}$							=	-	=
										-	-	-
18.		$\frac{55}{106}$	$\frac{82}{97}$							=	-	=
										-	-	-
19.		$\frac{57}{115}$	$\frac{81}{82}$							=	$\frac{1}{-}$	=
										-	-	-
20.		$\frac{57}{114}$	$\frac{82}{81}$							=	-	=
										-	-	-

В – верхівковий; Б – боковий

Таблиця 2

Морфометричні показники сосни звичайної, 2020–2021 рр.

Місце відбору проб		Довжина хвої, мм	Ширина хвої, мм	Кількість хвоїнок на 10 см, шт.	Вага 1000 хвоїнок, г	Некрози
Птахо-фабрика	2020	49,4+5,6	1+0,00	292+0,85	10,18+0,01	30% – боковий некроз 5% – верхівковий
	2021	74,95+6,95	1+0,00	250+1,8	9,48+0,004	30% – верхівковий
Контрольна ділянка	2020	112+5,14	2+0,00	154+0,8	16,72+0,05	5% – верхівковий
	2021	86,2+6,8	1+0,00	40+0,5	18,32+0,04	некроз відсутній

За даними досліджень, простежується зниження абсолютних величин довжини хвої сосни звичайної в насадженнях з наближенням до птахофабрики і з підвищенням рівня забрудненості середовища. Також простежується збільшення кількості хвої на

пагоні, що теж свідчить про забруднення повітря довкола птахофабрики.

Нижчі значення показника абсолютно сухої ваги хвоїнок (9,48) на території СЗЗ птахофабрики також свідчить про негативний вплив діяльності птахопідприємства на рослини сосни звичайної, оскільки на території контрольної ділянки значення цього показника було 18,32.

Дослідженнями встановлено, що в більш забруднених районах пучки хвоїнок більш зближені, а їх кількість на 10 см пагона більша ніж в чистій зоні (рис. 1, 2).

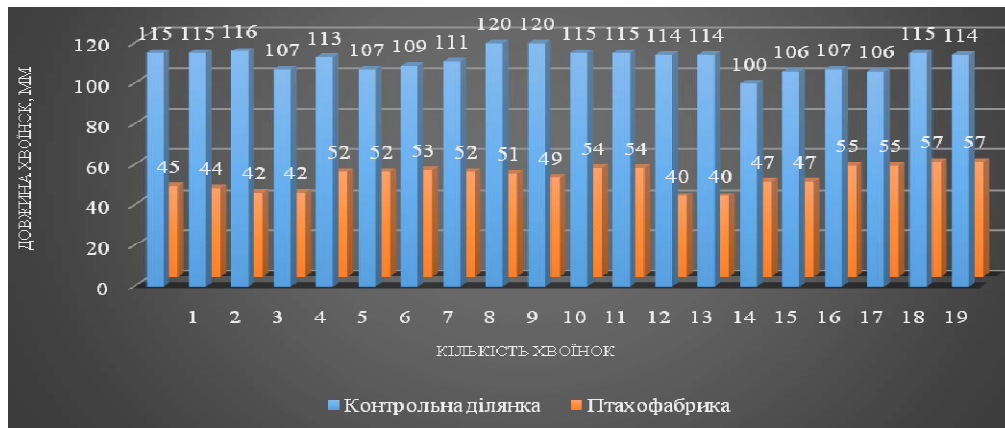


Рис. 1. Усереднені дані морфометричних показників сосни звичайної на території СЗЗ птахофабрики та контрольної ділянки, 2020 р.

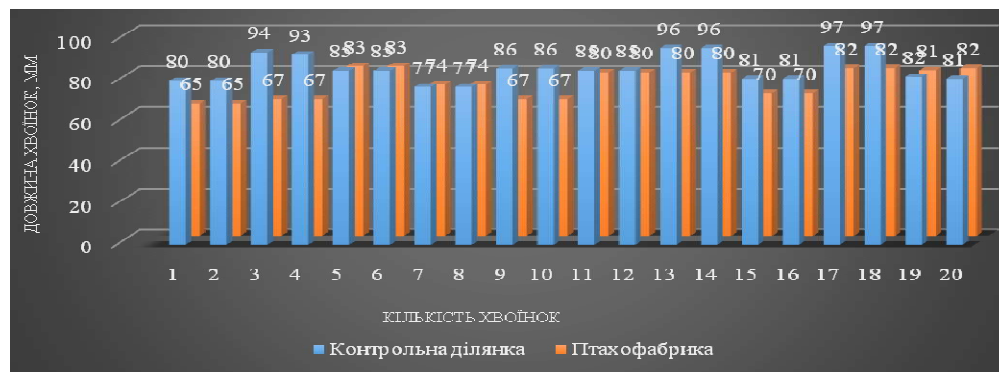


Рис. 2. Усереднені дані морфометричних показників сосни звичайної на території СЗЗ птахофабрики та контрольної ділянки, 2021 р.

Мінімальне ушкодження хвої встановлене для дерев контрольної ділянки, на інших досліджуваних територіях було відмічено ушкодження хвої (рис. 3).



Рис. 3. Наявність некротичного ураження хвої сосни звичайної на території СЗЗ птахофабрики, 2021 р.

З віддаленням від птахофабрики зменшується кількість хвоїнок на пагоні та рівень некротичного ураження, але збільшуються – довжина, ширина хвої, вага 1000 шт. хвоїнок (табл. 2).

Вимірювали довжину приросту кожного року, починаючи від останнього, рухаючись послідовно по міжвузлях від року до року; вимірювали товщину осьового пагона (на прикладі дворічного); підраховували розгалуження і обчислювали його середнє значення.

Досліджували хлорози, некрози кінчиків хвоїнок і всієї поверхні, їх відсоток і характер (точки, крапчастість, плямистість, мозаїчність). Вимірювали довжину хвої на пагоні минулого року, а також її ширину (всередині хвоїнки) за допомогою вимірювальної лупи. Повторність 10–20-кратна.

Згідно з даними табл. 2, помічено, що в переважній більшості особин сосни звичайної в умовах забруднення відходами птахівництва відбувається зміна морфометричних показників дерева. Так, нами встановлено, що ступінь некротичного ураження хвої сосни звичайної та його характер, довжина, ширина, їх вага, а також кількість хвоїнок на 10 см пагона.

За даними досліджень, які проводилися протягом 2020–2021 років на території СЗЗ птахофабрики, було виявлено зниження абсолютних величин довжини хвої сосни звичайної, де на ділянці птахофабрики їх середні значення склали в 2020 році – 49,4 мм, в 2021 році – 74,95 мм і на контрольній ділянці в 2020 році – 112 мм і в 2021 році – 86,2 мм. Також помічено, що зниження абсолютних величин довжини хвої сосни звичайної в досліджуваних соснових насадженнях пов'язане з наближенням до птахофабрики і з підвищенням рівня забрудненості середовища. Відмічено збільшення кількості хвої на пагоні в межах санітарно-захисної зони птахофабрики, що свідчить про забруднення повітря довкола птахофабрики. Вага хвої сосни звичайної, на ділянці СЗЗ птахофабрики має середні значення в 2020 році – 10,18 г, в 2021 році – 9,48 г і на контрольній ділянці в 2020 році – 16,72 мм і в 2021 році – 18,32 г.

Встановлено, що морфометричні показники сосни звичайної варіюють у широкому діапазоні числових значень, при цьому рівень некротичного ураження хвої є найбільш інформативною біоіндикаційною ознакою.

**Висновки.** У результаті дослідження встановлено, що збільшення кількості хвоїнок з плямами притаманне на досліджуваних ділянках в порівнянні з хвоїнками відібраними на контрольній ділянці. Досліджено, що на досліджуваних ділянках нижчі значення показника абсолютно сухої ваги хвоїнок, в порівнянні з контролем, що вказує на те, що на стан сосни звичайної теж впливає діяльність птахопідприємства.

Фітомеліоративні особливості деревних хвойних рослин під впливом антропогенного навантаження мають важливе значення як зі сторони фітосануючих функції, так і при моніторингових дослідженнях. Вплив антропогенних чинників будь-якої інтенсивності має у рослин виражений морфологічний ефект. Це дозволяє проводити доволі точну неспецифічну біоіндикацію якості довкілля із використанням дендрометричних показників. Найбільш інформативними серед них можна вважати ті, що тісно корелюють із величиною первинної продукції та характеризують взаємодію у системі «рослина – середовище». До таких, зокрема, належать морфометричні показники деревних рослин.

1. Андреев А. В. Оценка биоразнообразия, мониторинг и экосети. Кишинев : BIOTICA, 2002. 168 с. 2. Аргунова Е. В. Научные основы мониторинга ресурсов агросферы АР Крым для повышения эффективности сельскохозяйственного производства с учётом региональных особенностей. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 3. С. 16–18. 3. Бессонова В. П., Фендюк Л. М., Пересипкіна Т. М. Возможности використання декоративних квіткових рослин для фітоіндикації забруднення навколишнього середовища. *Український Ботанічний Журнал*. 1996. № 3. Т. 53. С. 224–229. 4. Біоіндикація і біологічний моніторинг. URL: [http://ecodelo.org/9557-412\\_bioindikatsiya-4\\_bioindikatsiya\\_i\\_biologicheskii\\_monitoring](http://ecodelo.org/9557-412_bioindikatsiya-4_bioindikatsiya_i_biologicheskii_monitoring). (дата звернення: 10.06.2022). 5. Дідух Я. П. Основи біоіндикації : монографія. К. : Наукова думка, 2012. 344 с. 6. Екологічна безпека Вінниччини : монографія / за заг. ред. Олександра Мудрака. Вінниця : ВАТ «Міська друкарня», 2008. 456 с. 7. Ярошенко Ф. О. Птахівництво України: стан, проблеми і перспективи розвитку. К. : Аграрна наука, 2004. 506 с. 8. Eremektar G., Ubay Çokgör E., Övez S., Germirli Babuna F., Orhon D. Biological treatability of poultry processing plant effluent. *Water Science and Technology*. 1999. Vol. 40. № 1. P. 323–329. 9. Gill C. O., Moza L. F., Badoni M., Barbuthttp S. The effects on the microbiological condition of product of carcass dressing, cooling, and portioning processes at a poultry packing plant. *International Journal of Food Microbiology*. 2006. Vol. 110. № 2. P. 187–193.

## REFERENCES:

1. Andreev A. V. Otsenka bioraznoobraziya, monitoring i ekoseti. Kishinev : BIOTICA, 2002. 168 s. 2. Argunova E. V. Nauchnyie osnovyi monitoringa resursov agrosferyi AR Kryim dlya povyisheniya effektivnosti selskohozyaystvennogo proizvodstva s uchëtom regionalnyih osobennostey. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2011. № 3. S. 16–18. 3. Bessonova V. P., Fendiuk L. M., Peresyphkina T. M. Mozhlyvosti vykorystannia dekoratyvnykh kvitkovykh roslin dlia fitoindykatsii zabrudnennia navkolyshnoho seredovyshcha. *Ukrainskyi Botanichnyi Zhurnal*. 1996. № 3. T. 53. S. 224–229. 4. Bioindykatsiia i biolohichni monitorynh. URL: [http://ecodelo.org/9557-412\\_bioindikatsiya-4\\_bioindikatsiya\\_i\\_biologicheskii\\_monitoring](http://ecodelo.org/9557-412_bioindikatsiya-4_bioindikatsiya_i_biologicheskii_monitoring). (data zvernennia: 10.06.2022). 5. Didukh Ya. P. Osnovy bioindykatsii : monohrafiia. K. : Naukova dumka, 2012. 344 s. 6. Ekolohichna bezpeka Vinnychchyny : monohrafiia / za zah. red. Oleksandra Mudraka. Vinnytsia : VAT «Miska drukarnia», 2008. 456 s. 7. Yaroshenko F. O. Ptakhivnytstvo Ukrainy: stan, problemy i perspektyvy rozvytku. K. : Ahrarna nauka, 2004. 506 s. 8. Eremektar G., Ubay Çokgör E., Övez S., Germirli Babuna F., Orhon D. Biological treatability of poultry processing plant effluent. *Water Science and Technology*. 1999. Vol. 40. № 1. P. 323–329. 9. Gill C. O., Moza L. F., Badoni M., Barbuthttp S. The effects on the



microbiological condition of product of carcass dressing, cooling, and portioning processes at a poultry packing plant. *International Journal of Food Microbiology*. 2006. Vol. 110. № 2. P. 187–193.

---

**Nykytiuk P. A., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Postdoctoral Fellow** (Polissiya National University, Zhytomyr)

### **BIOINDICATION OF THE STATE OF ATMOSPHERIC AIR USING THE PINE *PINUS SYLVESTRIS* L. UNDER THE INFLUENCE OF POULTRY FARMS**

The article presents the results of studies of the impact of emissions from poultry farms on the condition of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). The obtained data showed that in the territory of the sanitary protection zone of the poultry farm, the percentage of conifers with spots and signs of drying was 35%, while in the control area it was 5% in 2020 and 30% and 0% in 2021, respectively.

According to research data, there is a decrease in the absolute values of the length of Scots pine needles in plantations with the approach to the poultry farm and with an increase in the level of environmental pollution. There is also an increase in the number of needles on the shoot, which also indicates air pollution around the poultry farm.

The lower value of the absolute dry weight of conifers (9.48) in the territory of the SPZ of the poultry farm also indicates the negative impact of the activity of the poultry enterprise on Scots pine plants, since the value of this indicator was 18.32 in the territory of the control plot.

The state of the environment was determined based on the complex of morphological features (needles) of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the production area of poultry enterprises. It was established that the length of the needles of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) decreases with the approach to the SPZ of the poultry farm due to the increase in the level of air pollution by toxicants. It has been proven that the use of coniferous woody plants is informative when conducting bioindication of contaminated territories in the area of production activities of farms for the production of livestock products.

**In individuals of Scots pine under conditions of pollution, there is a change in morphometric indicators, in particular, the degree of necrotic damage and its nature, length, width, their weight, as well as the number per 10 cm of a shoot.**

**It is established that the level of toxicity of the air category of environmental safety sanitary protection zone of the poultry farm belongs to the class of "dangerous" with a high level usage note and critical as bio-indicators.**

**The state of the environment, for complex morphological traits (needles) for Scots pine *Pinus sylvestris* L. in the area of production activities of poultry enterprises. Found that the length of the needles of Scots pine *Pinus sylvestris* L. is reduced with the approach to the sanitary protection zone of the poultry farm due to increasing air pollution by toxicants. It is proved that the use of coniferous woody plants is informative when conducting bioindication of polluted territories in the area of production activities of households for livestock production.**

***Keywords:* Scots pine; needle; sanitary protection zone; bioindication; lateral necrosis; apical necrosis.**