

**В. Г. МАЗЕПА<sup>1</sup>, Ю. С. ВЕРЕМЧУК<sup>2</sup>**

**РЕПРОДУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ  
МАЛОГО ПОЛІССЯ В УМОВАХ ХРОНІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ  
АТМОСФЕРИ**

*Наведено результати досліджень впливу забруднення атмосфери викидами Добротвірської ТЕС на плодоношення соснових деревостанів, морфометричні показники шишок і насіння, а також якісні характеристики насіння. З'ясовано вплив за градієнтом забруднення атмосфери на ступінь плодоношення соснових деревостанів, збільшення кількості шишок та погіршення показників посівної якості насіння. Ступінь плодоношення середньовікових сосняків зростає з їх наближенням до джерела забруднення та із збільшенням вологості лісорослинних умов.*

---

<sup>1</sup> **Василь Григорович МАЗЕПА** – член кореспондент ЛАН України, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, тел.: +38(032)233-06-05

<sup>2</sup> **Юрій Сергійович ВЕРЕМЧУК** – інженер Львівської державної зональної лісонасіннєвої інспекції. Україна, м. Львів, тел. +38(032) 261-09-18

Промислові викиди в атмосферу спричиняються до різноманітних порушень генеративних процесів і насінневої репродуктивної здатності лісових насаджень. З'ясовано, що під впливом забруднювальних речовин пригнічується плодоносіння деревних порід, у хвойних зокрема зменшуються кількість та розміри шишок і насіння [1, 6, 9], знижується повнозернистість та погіршується проростання пилок і насіння [13]. Насіння деяких деревних порід, що ростуть в умовах забрудненої атмосфери, втрачає схожість через високий вміст токсичних речовин [12]. Результати наших багаторічних досліджень впливу викидів Рівненського ВАТ "Азот" на показники репродуктивності сосни звичайної засвідчують, що емісії спричиняються до збільшення кількості шишок (у півтора-два рази), зменшення їхньої довжини (на 6-14 %) і ваги (на 10-29 %), а також повнозернистості насіння (на 20-41 %) [7].

Інші дослідники дійшли висновку, що промислові викиди істотно не впливають на показники насіння [2], а також не змінюють росту та розвитку сіянців, вирощених з нього [11].

З метою вивчення впливу промислових викидів в атмосферу на репродуктивні особливості соснових деревостанів здійснювали дослідження плодоносіння дерев, біометричних показників шишок та насіння, а також основних показників насіння. Плодоношення сосни вивчали у деревостанах шостого класу віку, на постійних пробних площах, характеристику яких наведено в літературі [8]. Пробні площі закладені на трансекті в модальних лісостанах за напрямком переважаючих вітрів від Добротвірської ТЕС (ДТЕС), яка є найбільшим джерелом забруднення атмосфери в умовах Західного Лісостепу. ДТЕС розташована в Західній частині району Малинської низовини (Малого Полісся) біля р. Західний Буг. Максимальний обсяг викидів забруднювальних речовин в атмосферу, зареєстрований у 2001 р., становив 73.4 тис. т.

Середній бал плодоношення деревостану визначали як середньозважений показник плодоношення кожного дерева на пробній площі за шкалою А.А. Кочергіна [3]. Заготівлю шишок здійснювали під час суцільнолісочних рубань стиглих соснових деревостанів (табл. 1) з десяти плодоносних дерев, рівномірно по кроні. Середній зразок шишок для кожної ділянки становив 500 шт.

**Табл. 1. Таксаційна характеристика та стан соснових деревостанів, у яких здійснювали заготівлю шишок (грудень, 2007 р.)**

| № з/п | Лісництво, кв / вид  | Віддаль до ТЕС, км | Склад деревостану | Вік, років | Середні |      | Повнота | Бонітет | Запас, м³/га | Індекс стану |
|-------|----------------------|--------------------|-------------------|------------|---------|------|---------|---------|--------------|--------------|
|       |                      |                    |                   |            | Н, м    | Д, м |         |         |              |              |
| 1     | Бабичівське, 13/6    | 5                  | 10Сз+Дз           | 87         | 21      | 32   | 0.5     | II      | 160          | 2.2          |
| 2     | Бабичівське, 64/7    | 25                 | 10Сз+Бп           | 83         | 22      | 36   | 0.6     | II      | 260          | 1.8          |
| 3     | Нивицьке, 30/19      | 33                 | 10Сз              | 81         | 23      | 28   | 0.7     | II      | 290          | 1.7          |
| 4     | Заболотцівське, 18/7 | 41                 | 9Сз1Влч           | 92         | 27      | 42   | 0.5     | II      | 299          | 1.7          |
| 5     | Лагодівське, 33/1    | 50                 | 9Сз1Дз            | 82         | 27      | 36   | 0.7     | II      | 402          | 1.7          |

У лабораторних умовах замірювали морфометричні показники шишок, після чого їх висушували за температури повітря 18-22 °С. Біометричні показники шишок і насіння, вагу насіння та основні показники його якості визначали за В.В. Огієвським та І.І. Рубцовим [10]. Насіння пророщували у трьох повторностях по 100 шт. у кожній. Перед пророщуванням його протягом 18 год. витримували у воді за кімнатної температури (18-20 °С).

З метою вивчення якісних характеристик насіння сосни досліджували також показники якості насіння, яке було заготовлене у державних підприємствах "Радохівське лісове господарство" і "Бродівське лісове господарство". Лісостани першого підприємства зростають за напрямком панівних вітрів від Добротвірської ТЕС, в районі дії якої викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря, досягають в окремі роки 70-85 тонн на квадратний кілометр території. У лісостанах Бродівського району викиди становлять лише 0.8-3.1 тонни на квадратний кілометр шкідливих речовин [4]. Для порівняння якості насіння сосни звичайної використано багаторічні дані Львівської державної зональної лісонасінневої інспекції.

**Табл. 2. Плодоношення середньовікових соснових деревостанів у зоні впливу ДТЕС (чисельник – дані за 2005 р., знаменник – за 2008 р.)**

| № ПП П | Склад деревостану | Тип лісу            | Вік, роки | Віддаль до ТЕС, км | Розподіл дерев за ступенем плодоношення, % |              |             |            | Середній бал плодоношення |
|--------|-------------------|---------------------|-----------|--------------------|--------------------------------------------|--------------|-------------|------------|---------------------------|
|        |                   |                     |           |                    | 0                                          | 1            | 2           | 3          |                           |
| 1РБ    | 10Сз              | В <sub>2</sub> ДС   | 54        | 5                  | 47.9<br>61.7                               | 41.8<br>35.8 | 10.3<br>2.5 | 0<br>0     | 0.62<br>0.41              |
| 8РБ    | 10Сз              | В <sub>2</sub> ДС   | 60        | 5.5                | 61.0<br>30.5                               | 30.5<br>50.8 | 8.5<br>13.6 | 0<br>5.1   | 0.47<br>0.93              |
| 7РБ    | 10Сз              | В <sub>2-3</sub> ДС | 60        | 8                  | 60.5<br>26.3                               | 34.2<br>52.6 | 5.3<br>13.2 | 0<br>7.9   | 0.45<br>1.02              |
| 2РБ    | 10Сз              | В <sub>2-3</sub> ДС | 61        | 12                 | 48.8<br>17.9                               | 28.6<br>42.9 | 20.2<br>2.7 | 2.4<br>9.5 | 0.76<br>1.31              |
| 3РБ    | 10Сз + Дз         | В <sub>2</sub> ДС   | 61        | 25                 | 46.3<br>31.4                               | 51.5<br>32.8 | 2.2<br>25.6 | 0<br>10.2  | 0.56<br>1.15              |
| 4РБ    | 10Сз              | В <sub>3</sub> ДС   | 61        | 31                 | 66.0<br>26.0                               | 28.9<br>43.7 | 5.1<br>21.9 | 0<br>8.3   | 0.39<br>1.13              |
| 5РН    | 10Сз              | В <sub>2</sub> ДС   | 61        | 31                 | 85.8<br>49.1                               | 10.6<br>28.4 | 3.6<br>19.5 | 0<br>3.0   | 0.18<br>0.76              |
| 6РН    | 10Сз + Дз         | В <sub>2</sub> ДС   | 63        | 36                 | 81.5<br>64.3                               | 17.2<br>29.8 | 1.3<br>4.6  | 0<br>1.3   | 0.20<br>0.43              |

Оцінюючи плодоносіння дерев у соснових деревостанах, ми виявили (табл. 2), що на ступінь їх плодоношення істотно впливає зональне розміщення насаджень. В міру їх віддалення від джерела забруднення до 20 км спостерігається зростання ступеня плодоношення дерев (0.76-1.31 бали), а також кількості плодоносних дерев (до 51-82 %). На віддалі понад 20 км навпаки, середній бал плодоношення дерев сосни знижується до 0.18-0.76, а кількість плодоносних дерев зменшується.

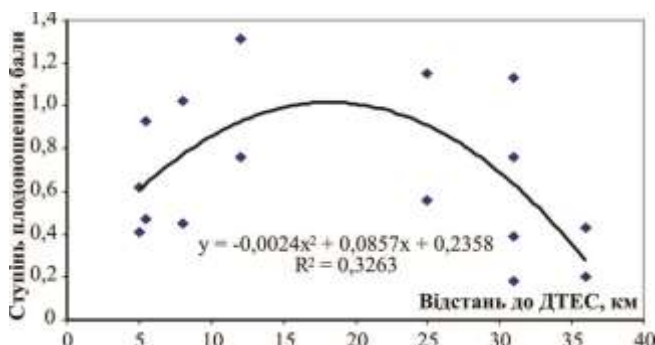


Рис. 1. Залежність між плодючістю соснових деревостанів та відстанню до ДТЕС

Залежність між плодючістю середньовікових соснових деревостанів й віддаллю до джерела забруднення виражається параболою другого порядку (рис. 1) і цілком збігається з кривою розповсюдження забруднювачів в атмосфері. Так, за даними Г.М. Лькуна [5, с. 41], концентрація газів, викинутих в атмосферу, максимальна біля земної поверхні на певній віддалі від джерела забруднення. Отож, промислові викиди в атмосферу ДТЕС, позитивно впливають на плодючість соснових насаджень.

На ступінь плодючості дерев сосни впливають також кліматичні та лісорослинні умови. Як видно з наведених даних (табл. 2), плодючість деревостанів було значно гіршим у 2005 р. порівняно з 2008 р. Це можна пояснити тим, що посушливіші погодні умови 2004-2005 рр. негативно вплинули на репродуктивну здатність сосни. В умовах вологого дубово-соснового субору середній бал плодючості дерев майже удвічі вищий, ніж у свіжому суборі (ППП – 4,5).

Аналіз морфометричних показників шишок, зібраних на різній віддалі від джерела забруднення, свідчить про те, що зональне розташування деревостанів істотно впливає на кількість шишок на пагоні, їхні розміри та вагу (табл. 3). В міру наближення до ДТЕС кількість шишок на пагоні зростає і є на 85 % більшою на віддалі 5 км від підприємства, порівняно з контролем. Зростання розмірів шишок та їхньої ваги відзначено в деревостанах, які віддалені на 25 км від підприємства.

Табл. 3. Морфометричні показники шишок сосни звичайної на різній віддалі до ДТЕС (2007 р.)

| Показники                  | Віддалі від ДТЕС, км           |                                |                                |                                |                                |
|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|                            | 5                              | 25                             | 33                             | 41                             | 50                             |
| Кількість шишок, шт./пагін | 1,15 <sup>±0,12</sup><br>185,5 | 0,85 <sup>±0,11</sup><br>137,1 | 0,71 <sup>±0,12</sup><br>114,5 | 0,60 <sup>±0,08</sup><br>96,8  | 0,62 <sup>±0,09</sup><br>100,0 |
| Довжина шишки, мм          | 39,4 <sup>±0,53</sup><br>91,0  | 44,4 <sup>±0,55</sup><br>102,5 | 39,3 <sup>±0,60</sup><br>90,8  | 41,5 <sup>±0,58</sup><br>95,8  | 43,3 <sup>±0,58</sup><br>100,0 |
| Ширина шишки, мм           | 19 <sup>±0,22</sup><br>95,0    | 21,2 <sup>±0,24</sup><br>106,0 | 19,5 <sup>±0,24</sup><br>97,5  | 20,2 <sup>±0,22</sup><br>101,0 | 20,0 <sup>±0,22</sup><br>100,0 |
| Вага однієї шишки, г       | 6,3 <sup>±0,20</sup><br>91,3   | 8,4 <sup>±0,26</sup><br>121,7  | 6,2 <sup>±0,21</sup><br>89,9   | 7,1 <sup>±0,22</sup><br>102,9  | 6,9 <sup>±0,19</sup><br>100,0  |

Примітка: чисельник – фактична величина, знаменник – у % до контролю.

Для ваги насіння не простежено чіткої закономірності зростання впливу за градієнтом забруднення. Так, на віддалі 25 і 33 км від підприємства, вага 1000 шт. насіння збільшилася на 5 % та зменшилася на 7 % порівняно з контролем (табл. 4). Такі показники посівної якості насіння, як повнозернистість, енергія проростання та схожість є

гіршими у хронічно пошкоджених деревостанах. Відтак, показники якості насіння на ділянці, віддаленій на 5 км від ДТЕС, на 4-5 % нижчі від контролю.

Табл. 4. Показники посівної якості насіння сосни звичайної

| Показники                   | Віддалі до ДТЕС, км            |                                |                               |                                |                                |
|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|                             | 5                              | 25                             | 33                            | 41                             | 50                             |
| Вага 1000 шт. насіння, г    | 7,04 <sup>±0,027</sup><br>97,8 | 7,56 <sup>±0,02</sup><br>105,0 | 6,72 <sup>±0,03</sup><br>93,3 | 7,20 <sup>±0,03</sup><br>100,0 | 7,20 <sup>±0,01</sup><br>100,0 |
| Повнозернистість насіння, % | 94,5 <sup>±0,66</sup><br>94,6  | 98,7 <sup>±0,33</sup><br>99,0  | 96,0 <sup>±0,57</sup><br>96,7 | 97,3 <sup>±0,33</sup><br>97,6  | 99,7 <sup>±0,33</sup><br>100,0 |
| Енергія проростання, %      | 92,7 <sup>±0,66</sup><br>95,8  | 97,0 <sup>±1,00</sup><br>100,3 | 94,6 <sup>±0,33</sup><br>97,5 | 97,3 <sup>±0,33</sup><br>100,6 | 96,7 <sup>±1,68</sup><br>100,0 |
| Схожість насіння, %         | 94,0 <sup>±1,00</sup><br>95,2  | 98,3 <sup>±0,33</sup><br>99,6  | 96,0 <sup>±0,57</sup><br>97,3 | 97,7 <sup>±0,33</sup><br>99,0  | 98,7 <sup>±0,67</sup><br>100,0 |

Негативний вплив забруднення на вагу насіння підтверджується також багаторічними даними зональної лісонасіннєвої інспекції (рис. 2). Як видно з наведених даних, останніми роками спостерігається зменшення ваги насіння у Радехівському та у Бродівському лісгоспах, проте виразніше ця тенденція простежується у першому, оскільки там лісостани зазнають хронічного впливу забруднення атмосфери. Середня багаторічна вага насіння на цих підприємствах істотно не відрізняється, проте мінливість його ваги більша в зоні впливу забруднення, де коефіцієнт варіації становить 9,3 %, а в контрольних насадженнях – 6,1 %. Середня багаторічна вага насіння сосни становить 6,98 г у хронічно пошкоджених та 7,15 г в контрольних насадженнях. Виявлену залежність зниження показників посівної якості насіння під впливом забруднення атмосфери підтверджують також інші автори [6, 12].

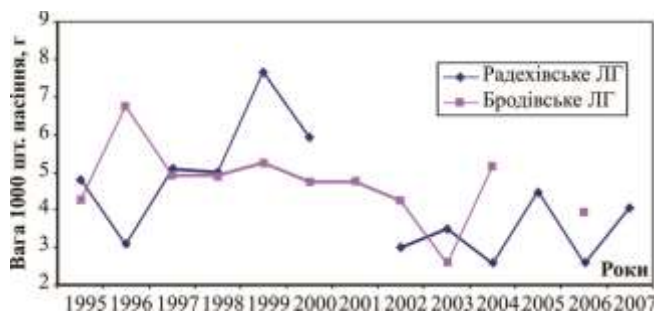


Рис. 2. Динаміка маси 1000 шт. насіння сосни звичайної в умовах Малого Полісся

Результати дослідження засвідчили, що плодючість соснових деревостанів у зоні впливу викидів Добротвірської ТЕС певною мірою залежить від градієнта забруднення атмосфери та лісорослинних умов. Вплив забруднення атмосфери на репродуктивні особливості сосни звичайної в умовах Малого Полісся проявляється у збільшенні плодючості окремих дерев так і деревостанів, а також у погіршенні показників посівної якості насіння.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Антипов В.Г. Влияние сернистого ангидрида на генеративные органы древесных растений // Растительность и промышленные загрязнения. Охрана природы на Урале. – 1970. – Вып. 7. – С. 31-35.

2. Баталов А.А., Мартынов Н.А. К экологии семенного размножения сосны обыкновенной в окрестностях нефтехимических предприятий // Экология. – 1981. – № 2. – С. 83-85.

3. Дебринюк Ю.М., Калінін М.І., Гузь М.М., Шаблій І.В. Лісове насінництво. – Львів : Вид-во "Світ", 1998. – 432 с.

4. Довкілья Львівщини. Статистичний зб. за 2006 р. – Львів : Головне управління статистики у Львівській області, 2007. – 101 с.

5. Илькун Г.М. Загрязнители атмосферы и растения. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1978. – 246 с.

6. Луганский Н.А., Калинин В.А. Влияние атмосферных загрязнений на семеношение и качество семян сосны // Лесной журнал. – 1990. – № 1. – С. 7-10.

7. Мазепа В.Г. Вплив техногенного забруднення атмосфери на репродуктивні особливості *Pinus sylvestris* L. // Український ботанічний журнал. – 1995. – Т. 52, № 5. – С. 654-658.

8. Мазепа В.Г. Стан соснових насаджень Малого Полісся в зоні впливу Добротвірської ТЕС // Лісівництво і агролісомеліорація. – Харків, 2008. – Вип. 112. – С. 225-231.

9. Мамаев С.А., Шкарлет О.Д. Влияние промышленных загрязнений на репродуктивный процесс у сосны обыкновенной // Растения и промышленная среда. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1971. – С. 63-65.

10. Огневский В.В., Рубцов И.И. Лесные культуры и лесные мелиорации. – М. : Изд-во "Высш. шк.", 1960. – 451 с.

11. Подзоров Н.В. Влияние задымления воздуха на качество семян сосны обыкновенной // Лесное хозяйство. – 1965. – № 7. – С. 47-49.

12. Хьюстон Д.Б. Генетические аспекты влияния атмосферного загрязнения на лесные деревья // Взаимодействие лесных экосистем и атмосферных загрязнителей. Часть II. – Таллин : Изд-во АН Эст.ССР, 1982. – С. 26-55.

13. Huber H. Über die Einwirkung von Luftverunreinigungen auf die Pflanzen Mitt // Landwirtschaft. – 1971. – 19, № 1. – S. 7-18.

**V. G. Mazepa, Yu. S. Veremchuk**

## **THE REPRODUCTIVE PECULIARITIES OF SMALL POLISSYA PINE STANDS GROWING IN THE STRONG AIR POLLUTION CONDITIONS**

*The research results of Dobrotvir power station air pollution influence on pine stands fruiting, cones and seeds morphological indices and qualitative characteristics of seeds are presented. According to air pollution gradation influence on pine stands fruiting stage the amount of cones increasing and seeds sowing quality indices decreasing are determined. Middle – aged pine stands fruiting increases with their closer distance to the pollution source and growing humidity of the forest growth conditions.*

