



І.В. МАКОГОН, І.І. КОРШИКОВ

Донецький ботанічний сад НАН України  
пр. Ілліча, 110, м. Донецьк, 83059, Україна  
*donetsk-sad@mail.ru*

**ЯКІСТЬ ПИЛКУ ТА НАСІННЕВА  
ПРОДУКТИВНІСТЬ *PICEA PUNGENS* ENGELM.  
У ЗОНІ ВИКИДІВ МЕТАЛУРГІЙНИХ  
ПІДПРИЄМСТВ ДОНБАСУ**

*Ключові слова: Picea pungens, морфологія, життєздатність пилку, насіннева продуктивність, насадження, металургійні заводи Донбасу*

**Вступ**

На сьогодні опубліковано багато даних про вплив промислового забруднення атмосфери та ґрунту на генеративну сферу квіткових рослин. Однак ці відомості є досить суперечливими. Так, наприклад, у переважній більшості з 18 досліджених видів дерев, що зростали на забрудненому важкими металами ґрунті техногенних екотопів, фертильність пилку знижувалась максималь-но в 1,7–1,9 раза порівняно з контролем, дещо зменшувались і розміри пилкових зерен у цих рослин. Проте виявлено види, в яких збільшувались розміри пилку [1]. У шести видів деревних і чотирьох видів трав'яних рослин, обстежених у восьми районах м. Дніпропетровська, стерильність пилку щодо контрольних рослин (за межами міста) в переважній більшості випадків підвищувалась у рази, а на окремих ділянках — у десятки разів [4]. Такі самі дослідження 50-ти видів рослин (з 16-ти родин) з екологічно забруднених районів м. Москви показали, що стерильність пилку суттєво зростала порівняно з контрольними полігонами лише у чотирьох видів — *Tanacetum vulgare* L. (на 3,4–28,4 %), *Potentilla*

*anserina* L. (на 6,6—19,4 %), *Achillea millefolium* L. (на 5—23 %), *Dactylis glomerata* L. (на 4—100 %) [3]. У багатьох квіткових рослин частка стерильних пилкових зерен у звичайних природних умовах може становити 5—10 % [3, 7]. Зауважимо, що вплив техногенно забрудненого середовища на репродуктивну сферу рослин не має прямолінійного характеру, про що свідчить підвищена насіннева продуктивність окремих видів родини *Pinaceae* Lindl. у зонах гострої пошкоджувальної дії емісій окремих підприємств [8, 9]. Проте види саме цієї родини (*Pinus sylvestris* L., *Abies sibirica* Ledeb.) у районах природного поширення переважно пропонують використовувати як біоіндикатори аеротехногенного забруднення [2, 14, 15]. У степовій зоні України для озеленення населених пунктів і промислових підприємств із хвойних досить часто висаджують *Picea pungens* Engelm. — декоративну та стійку до природно-кліматичних умов цього регіону та до дії аерополітантів [8].

Мета нашої роботи — визначення змін якості пилку та насінневої продуктивності *Picea pungens* під ушкоджувальним впливом викидів металургійних підприємств Донбасу.

### Об'єкти та методика досліджень

Об'єктами вивчення були 30—35-річні особини *P. pungens* із колекції Донецького ботанічного саду НАН України (ДБС, контроль), а також рослини з алейних насаджень поблизу (100—200 м) металургійних підприємств: ВАТ «Донецький металургійний завод» (ДМЗ) і ВАТ «Макіївський металургійний комбінат» (ММК). Дослідження проводили у 2003—2006 рр.

У роки, коли у рослин формувались мікростробіли (2003, 2004, 2006), вивчали щорічну мінливість якості пилку, який збирали з одних і тих самих рослин у трьох осередках (ДБС і ММК — по 6 дерев, ДМЗ — 3 дерева). У цих дерев, окрім 2004 р., визначали також морфометричні показники пилку та підраховували кількість аномальних пилкових зерен. У 2006 р. вибірки збільшили до 13-ти дерев у кожному деревостані для перевірки результатів, отриманих у попередні роки. Пилок збирали в період масового дозрівання мікростробіл у нижній частині крони дерев. Досліджували його на тимчасових препаратах, пофарбованих ацетокарміном. Під мікроскопом МББ 1 А за збільшення 300, із використанням окулярного гвинтового мікрометра МОГ — 1—15х, вимірювали п'ять показників: загальну довжину пилкового зерна, довжину і висоту тіла, довжину і висоту повітряних мішків. Одержані дані представлені в мікрометрах. Фертильність пилку встановлювали ацетокарміновим методом [11]. Відсоток фертильних і стерильних пилкових зерен для кожного дерева визначали в 15 полях зору. Життєздатність пилку (%) оцінювали за кількістю пророслих пилкових зерен на штучному середовищі (1 %-й розчин агар-агару, 10 %-й розчин сахарози).

Для оцінки насінневої продуктивності жіночі шишки збирали в 2004 р. з шести дерев у ДБС і ММК і дев'яти — біля ДМЗ, у 2006 р. — з 11-ти дерев на кожній ділянці. Вивчаючи потенційну і фактичну насінневу продуктивність *P. pungens*, штангенциркулем вимірювали довжину трьох—п'яти шишок з кож-

ного дерева, підраховували загальну кількість лусок, кількість лусок стерильного та фертильного шарів, а також повних, порожніх і недорозвинених насінин у фертильному шарі. За допомогою індивідуально-групового методу аналізу життєздатності пилку та насінневої продуктивності визначали ефекти негативного впливу викидів металургійних підприємств на генеративний розвиток *P. pungens*. Статистичну обробку даних проводили із застосуванням дисперсійного аналізу і методу порівняння середніх Данета [13].

### Результати досліджень та їх обговорення

Пилок *P. pungens* у насадженнях Донбасу звичайно масово поширюється у третій декаді травня за суми ефективних температур 324,5—345,4 °С, зокрема в 2003 р. — 20—27, 2004 р. — 23—28, у 2006 р. — 22—26 травня. У ці роки мікростробіли рясно формувалися по всій кроні *P. pungens*, масове розповсюдження пилку тривало 5—8 діб. У 2005 р. мікростробіли не утворювалися.

Середні морфометричні показники пилку рослин з трьох насаджень, окрім довжини повітряного мішка, у 2006 р. були вищими, порівняно з 2003 р. (табл. 1). Але негативного впливу викидів металургійних підприємств на розміри пилку в ці роки не встановлено. Хоча метричні параметри пилкових зерен *P. pungens* з фонового деревостану (ДБС) як у 2003 р., так і в 2006 р. були більшими, ніж у рослин із ділянок біля ДМЗ і ММК, але максимально лише на 6,5 % (за висотою пилкового зерна). Статистично достовірно ( $p < 0,05$ ) відрізнялися тільки довжина та висота повітряного мішка у рослин у районі ММК у 2006 р. Морфометричні показники пилкових зерен *P. pungens* в усіх

Таблиця 1. Мінливість морфометричних показників пилку *Picea pungens* Engelm. із насаджень Донецького ботанічного саду НАН України та ділянок біля металургійних підприємств міст Макіївки і Донецька

Параметр	Роки спостережень	Локалітет					
		ДБС		Металургійні заводи			
				ДМЗ		ММК	
		М ± m	CV, %	М ± m	CV, %	М ± m	CV, %
Загальна довжина пилкового зерна, мкм	2003	122,1 ± 2,01	4,0	118,3 ± 4,45	6,5	119,2 ± 1,44	3,0
	2006	133,1 ± 2,50	6,8	128,3 ± 2,22	6,3	127,0 ± 2,20	6,3
Довжина тіла пилкового зерна, мкм	2003	90,0 ± 2,17	5,9	84,9 ± 5,84	11,9	87,9 ± 2,11	5,9
	2006	96,4 ± 1,99	7,4	94,6 ± 1,01	3,9	96,2 ± 1,28	4,8
Висота тіла пилкового зерна, мкм	2003	80,9 ± 2,20	6,7	80,3 ± 4,46	9,6	79,6 ± 2,03	6,2
	2006	92,0 ± 2,03	8,0	87,4 ± 2,28	9,4	86,0 ± 2,81	11,8
Довжина повітряного мішка, мкм	2003	39,4 ± 1,01	6,3	40,8 ± 1,67	7,1	39,1 ± 1,09	6,8
	2006	39,4 ± 1,05	9,6	37,7 ± 0,92	8,8	36,3 ± 0,94	9,3
Висота повітряного мішка, мкм	2003	61,6 ± 1,46	5,8	60,5 ± 2,32	6,6	59,7 ± 0,94	3,8
	2006	69,4 ± 1,55	8,1	66,6 ± 1,85	10,0	63,0 ± 1,69	9,7

Примітки: М ± m — середнє значення з похибкою; CV — коефіцієнт варіації.

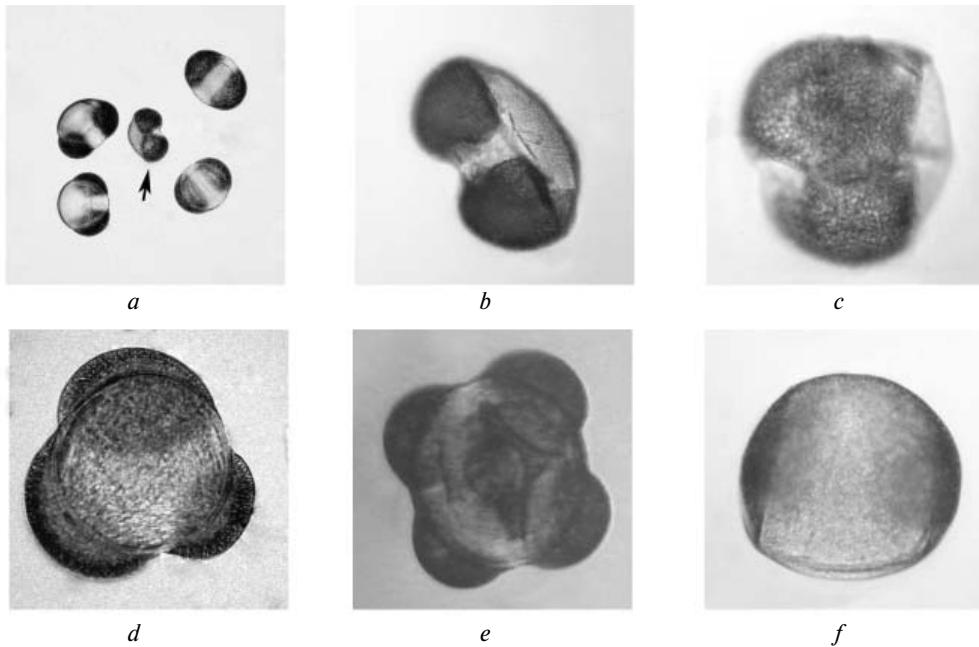


Рис. 1. Аномалії пилку *Picea pungens* Engelm. Умовні позначення: дрібне пилкове зерно (*a* — показано стрілкою,  $\times 100$ ; *b* —  $\times 400$ ); із деформаціями тіла та повітряних мішків (*c*); із трьома (*d*) і чотирма (*e*) повітряними мішками; з редукованими повітряними мішками (*f*),  $\times 400$

Fig. 1. Anomalies of pollen of *Picea pungens* Engelm. Symbols indicate: small pollen grains (*a* — shown by an arrow,  $\times 100$ ; *b* —  $\times 400$ ); with deformations of a body and air bags (*c*); with three (*d*) and four (*e*) air bags; with reduced air bags (*f*),  $\times 400$

вибірках характеризувалися низькою амплітудою мінливості (3—12 %) за шкалою С.О. Мамаєва [10].

У рослин, що зазнають впливу викидів металургійних підприємств, утворювалось значно більше пилкових зерен із різними аномаліями, ніж у дерев з контрольної ділянки. Зокрема, 2003 р. у насадженні *P. pungens* в ДБС виявлено 6 % пилкових зерен з аномаліями, тимчасом як у рослин біля ДМЗ їх було 17 %, а ММК — 12 %. Переважно це були пилкові зерна менших розмірів загальною довжиною  $< 90$  мкм, але з повітряними мішками і сформованою оболонкою. Рідше спостерігалися пилкові зерна з 3—4 повітряними мішками або без них, з деформаціями тіла і повітряних мішків, а також гіпертрофовані пилкові зерна (рис. 1). У 2006 р. аномалії у морфології пилкових зерен траплялися значно рідше: в насадженні ДБС — 2 %, ДМЗ — 1 % і лише біля ММК частка аномальних зерен виявилася високою — 9 %. Як і раніше, здебільшого пилкові зерна були менших розмірів, але з повітряними мішками.

Фертильність пилку одних і тих самих дерев *P. pungens* у ході трирічних спостережень в усіх районах дослідження була досить близькою і становила не менше 70 % (рис. 2, А). Відзначено високий рівень життєздатності пилку в рослин із трьох насаджень у 2003 і 2006 роках (рис. 2, Б) і його зниження — у 2004 р.

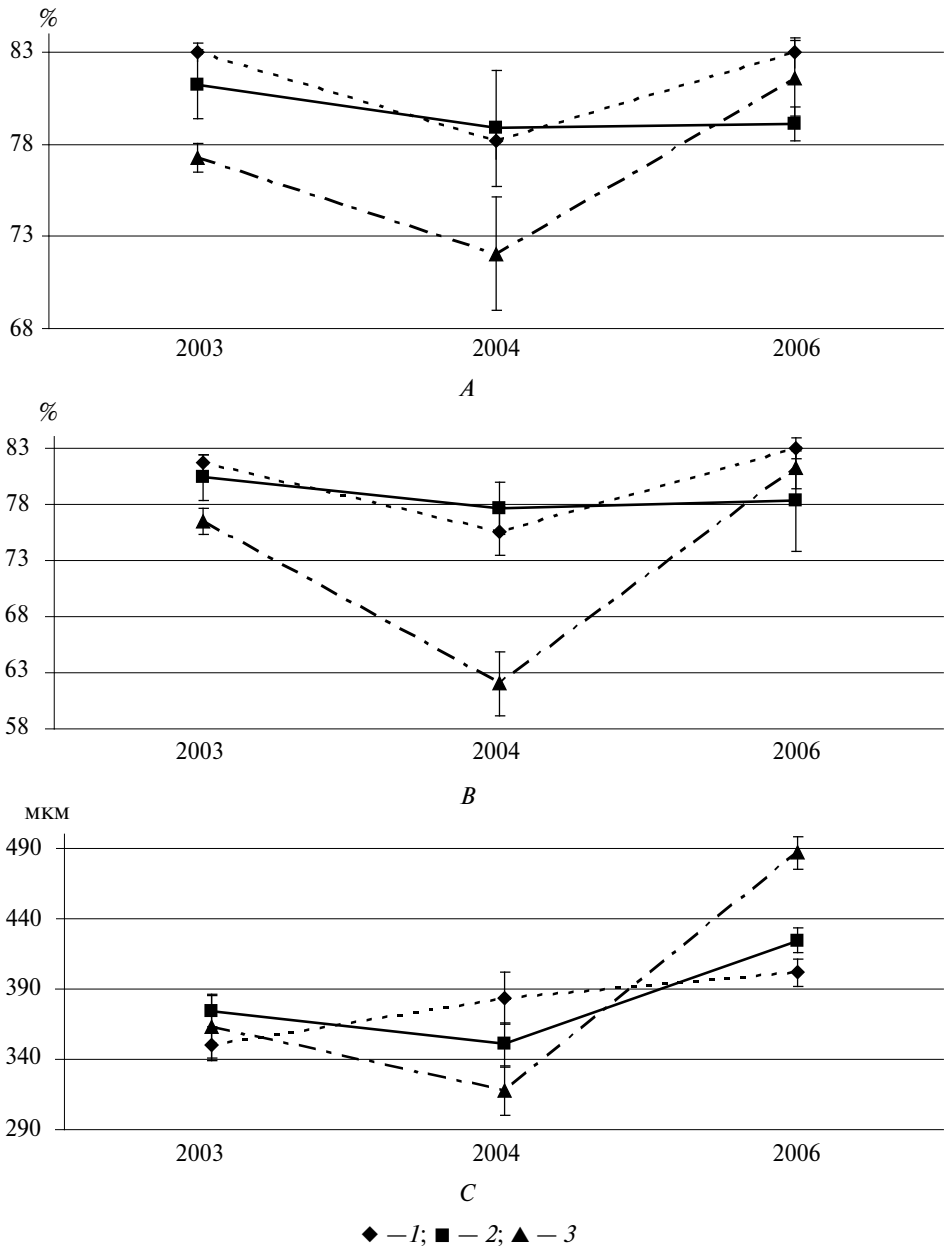


Рис. 2. Фертильність, % (A), життєздатність, % (B) пилку та довжина пилкових трубок, мкм (C) *Picea pungens* Engelm. у насадженнях Донецького ботанічного саду НАН України та біля металургійних підприємств. Умовні позначення: 1 — Донецький ботанічний сад НАН України, 2 — Макіївський металургійний комбінат, 3 — Донецький металургійний завод

Fig. 2. Fertility, % (A), pollen viability, % (B), length of pollen tubes, mkm (C) of *Picea pungens* Engelm. in plantations of the Donetsk Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine, and near the metallurgical enterprises. Symbols indicate: 1 — Donetsk Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine, 2 — Makeevka Metallurgical Combine, 3 — Donetsk Metal Works

у рослин біля ДМЗ порівняно з ДБС та ММК. Довжина пилоквих трубок у рослин трьох насаджень у 2003 р. суттєво не відрізнялась, у 2004 р. була найменшою (317,3 мкм), а в 2006 р. — найбільшою (486,7 мкм) у рослин біля ДМЗ (рис. 2, В). Життєздатність пилку істотно відрізняється в разі індивідуального порівняння більшої вибірки рослин трьох досліджених насаджень *P. pungens* у 2006 р. У ДБС домінували рослини (12 дерев), життєздатність пилку яких змінювалася в межах 80,1—92,2 %, і лише в одного дерева вона становила 67,5 %. У районі ММК тільки в шести дерев життєздатність пилку була високою (80,3—91,1 %), у семи — середньою (61,1—76,9 %). У дев'яти дерев біля ДМЗ цей показник досягав 81,3—89,7 %, у двох — 74, 77,5 %, ще у двох — 43,7, 55,7 %.

Упродовж двох років досліджень (2004, 2006) рослини з трьох насаджень достовірно не відрізнялися за середньою довжиною шишки та кількістю лусок у стерильному і фертильному її шарах (табл. 2) Усі ці параметри відзначаються високою сезонною стабільністю та середнім рівнем мінливості. В умовах техногенного забруднення середовища дерева *P. pungens* поблизу металургійних підприємств мають однакові, а іноді навіть дещо вищі можливості для потенційного формування насіння, зважаючи на кількість лусок у фертильному шарі шишок. За загальною кількістю повних, порожніх і недорозвинених насінин у шишках, а також окремих їхніх категорій, рослини контрольної та дослідних ділянок достовірно не відрізняються. Слід вказати на близькість середніх значень загальної кількості насінин у шишках дерев з трьох насаджень в обидва роки досліджень. У 2004 р. в шишках *P. pungens* із ботанічного саду середня кількість насінин досягала 247,1 шт., біля ДМЗ — 254,9 шт., ММК — 281,4 шт., а в 2006 р. — відповідно 260,6, 268,1, і 258,1 шт. Однак при цьому в різні роки досліджень суттєво відрізнялася кількість повного насіння. Так, у 2004 р. в одній шишці дерев із трьох насаджень у середньому було 106,5—143,7 шт. повних насінин, а в 2006 р. — лише 74,2—83,6 шт. У врожаї 2004 р. переважало повне насіння — 41,4—58,0 % від кількості фертильних зачатків, тимчасом як у 2006 р. — порожнє — 50,4—55,9 %. Ця сезонна нестабільність насінневої продуктивності, мабуть, пов'язана не стільки з якістю пилку, скільки з погодними умовами в період запилення. За метеорологічними даними друга і третя декади травня 2004 і 2006 років мало відрізнялися за температурним режимом, але в цей період 2006 р. дощило. Це змінило пилковий режим і зменшило здатність до перехресного запилення насінневих зачатків. Саме внаслідок підвищення самозапилення рослин у шишках формується значна кількість порожнього насіння [9, 21].

Наведені результати досліджень індивідуально-групової мінливості показників генеративної сфери *P. pungens* на трьох досліджуваних ділянках Донбасу однозначно не засвідчують, що вплив викидів металургійних підприємств істотно знижує їх репродуктивну здатність. У рослин поблизу металургійних заводів дещо підвищується рівень пилку з аномаліями, що збігається з даними інших авторів. Так, частка дерев *P. sylvestris*, які продукують дрібний пилок (пилкові зерна з довжиною тіла < 35 мкм), біля мідеплавильного заводу зростала з наближенням до джерела забруднення [18]. Аналіз морфометричних параметрів пилку *P. sylvestris* у м. Красноярьську та поблизу міста показав, що в значно забруднених

Таблиця 2. Мінливість показників насіннєвої продуктивності *P. pungens* у насадженнях ДБС

Локалітет	Рік досліджень	Довжина шишки, мм	Кількість лусок, шт.		
			стерильних	фертильних	
ДБС	2004	$85,3 \pm 6,3$ 18,0	$48,9 \pm 3,2$ 14,0	$135,7 \pm 9,8$ 17,6	
	2006	$89,3 \pm 4,1$ 15,4	$44,2 \pm 1,9$ 14,0	$136,8 \pm 7,7$ 18,6	
Металургійні заводи	ДМЗ	2004	$86,5 \pm 2,8$ 9,7	$57,0 \pm 3,5$ 14,0	$145,7 \pm 6,4$ 13,2
		2006	$85,0 \pm 2,7$ 11,19	$55,0 \pm 2,8$ 16,8	$141,1 \pm 7,2$ 17,0
	ММК	2004	$87,4 \pm 6,1$ 17,2	$53,4 \pm 1,8$ 8,5	$156,7 \pm 7,1$ 11,1
		2006	$91,2 \pm 3,5$ 12,7	$51,0 \pm 4,5$ 29,0	$136,1 \pm 6,4$ 17,2

районах змінювалася форма тіла пилоквих зерен: різко зросла кількість тих, у яких переважала висота тіла над довжиною. Зразки пилку відрізнялися наявністю різного роду аномалій (комірчикова, лінзоподібна форми тіла пилкового зерна, наявність одного, трьох і чотирьох повітряних мішків). Значною була частка дрібних, недозрілих і дегенеративних пилоквих зерен [15]. На незабруднених територіях природного ареалу також спостерігали різні зміни пилоквих зерен у хвойних. Наприклад, у *A. sibirica* траплялася незначна кількість пилоквих зерен (~ 2 %) удвічі меншого розміру, хоча за морфологією вони не відрізнялися від звичайних [12]. У процесі аналізу пилку *A. sibirica* із середньогір'я Східного Саяну виявлено пилкові зерна з редукованими повітряними мішками, з одним і трьома повітряними мішками, зі зрощеними повітряними мішками, аномально дрібні пилкові зерна [5]. Дослідження пилку *Pinus pallasiana* D. Don у Гірському Криму підтвердили різні аномалії, що виявлялися в утворенні наростів на екзіні і формуванні подвійних пилоквих зерен [6]. Деякі автори відзначали, що під впливом аерополітантів у *P. sylvestris* [14, 16], *P. strobus* L. [19] життєздатність пилку знижується на 10—30 %, а довжина пилоквих трубок зменшується на 10—20 %. Встановлено також негативну дію аерополітантів на життєздатність пилку в період випадання туманів і кислих дощів [15, 20]. Водночас, досліджуючи пиллок *Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) Franco f. *viridis*, що зростала вздовж автошляху та в контрольному насадженні (30 км від міста), негативної дії викидів автотранспорту на життєздатність пилку не спостерігали [17].

Стосовно іншого важливого показника статевої репродукції *P. pungens* — кількості повного насіння в шишках — також не відзначено істотного негативного впливу викидів металургійних підприємств Донбасу. В 2004 р. у шишках рослин із насаджень біля цих підприємств кількість повного насіння була на

**і біля металургійних підприємств**

Середня кількість насінин на одну шишку, шт.			Частка насінин від кількості фертильних насінневих зачатків, %		
повних	порожніх	недорозвинених	повних	порожніх	недорозвинених
<u>143,7±31,0</u> 52,8	<u>58,8±13,6</u> 56,8	<u>44,6±9,7</u> 53,5	58,0	23,7	18,0
<u>78,9±11,5</u> 48,1	<u>144,9±19,2</u> 43,8	<u>36,8±6,1</u> 55,2	30,2	55,6	14,1
<u>106,5±11,0</u> 30,9	<u>92,6±12,2</u> 39,4	<u>55,8±12,2</u> 65,4	41,4	36,0	21,7
<u>74,2±12,2</u> 54,7	<u>150,1±14,5</u> 32,1	<u>43,8±8,6</u> 65,4	27,6	55,9	16,3
<u>135,9±14,2</u> 25,6	<u>80,8±9,2</u> 27,9	<u>64,7±11,3</u> 43,0	48,4	28,7	23,1
<u>83,6±11,5</u> 45,7	<u>130,0±7,7</u> 19,8	<u>44,5±4,6</u> 34,4	32,4	50,4	17,2

5,4—25,9 % меншою, ніж у шишках з ДБС. Але внаслідок високої індивідуальної варіабельності цього показника вказані відмінності не були статистично значущими. У 2006 р. така тенденція не збереглася: кількість повного насіння в шишках дерев, що зазнають значного впливу викидів металургійних підприємств, була на рівні контролю або навіть вищою (у рослин біля ММК — на 6 %). У *P. pallasiana* — іншого перспективного для степової зони України інтродуцента — в чотирьох насадженнях поблизу металургійних підприємств міст Кривого Рога та Маріуполя упродовж трьох років однозначно зменшувалася загальна кількість насінин у шишках і підвищувалося число порожніх порівняно з позаміськими рослинами [9]. У 2004 р. в шишках *P. pungens* біля металургійних підприємств порожніх насінин було на 37,4—57,5 % більше порівняно з деревами ботанічного саду. Але цей ефект не повторився у 2006 р. У шишках *P. pungens* з ботанічного саду в 2006 р. було у 2,3 раза більше порожнього насіння, ніж у врожаї 2004 р., а біля ДМЗ і ММК — відповідно в 1,6—1,8 раза.

**Висновки**

Таким чином, унаслідок впливу на насадження *P. pungens* викидів металургійних підприємств Донбасу, до складу яких входять високотоксичні сірчані гази та аерозолі важких металів, як правило, збільшується частка пилкових зерен із різними аномаліями. При цьому фертильність і життєздатність пилку в насадженнях *P. pungens* поблизу металургійних підприємств хоча в середньому і зменшується, проте в більшості випадків не суттєво порівняно з рослинами контролю. Ця тенденція простежується також стосовно середньої кількості повного насіння в шишках рослин. У 2006 р. в шишках рослин із ботанічного саду і техногенних територій кількість порожнього насіння була істотно ви-



щою, що, мабуть, спричинювалося дощами в період запилення рослин. Загалом наші дослідження свідчать про те, що рослини *P. pungens* відзначаються різною індивідуальною реакцією репродуктивної сфери на вплив токсичних викидів великих металургійних підприємств Донбасу. Тому потрібно дуже ретельно обирати об'єкти та інтерпретувати дані стосовно фітоіндикації техногенного забруднення за репродуктивними показниками хвойних рослин.

1. Бессонова В.П. Состояние пыльцы как показатель загрязнения среды тяжелыми металлами // Экология. — 1992. — № 4. — С. 45—50.
2. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / Под ред. Р. Шуберта. — М.: Мир, 1988. — 350 с.
3. Веселова Т.Д., Гревцова Н.А., Джалилова Х.Х. и др. О возможности выявления видов — индикаторов загрязнения окружающей среды на основании анализа состояния мужской генеративной сферы у цветковых растений // Бюл. Моск. об-ва испытат. природы. Отд. Биол. — 1996. — № 4. — С. 69—72.
4. Горювая А.И., Дигурко В.М., Скворцова Т.В. Цитогенетическая оценка мутагенного фона в промышленном Приднпровье // Цитол. и генетика. — 1995. — № 5. — С. 16—22.
5. Квитко О.В. Цитогенетическая и кариологическая характеристика пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Красноярск, 2009. — 19 с.
6. Коба В.П. Исследование некоторых особенностей морфогенеза и прорастания пыльцы *Pinus pallasiana* D. Don // Цитол. и генетика. — 2004. — № 3. — С. 38—45.
7. Кордюм Е.Л., Глуценко Г.И. Цитоэмбриологические аспекты проблемы пола покрытосеменных. — Киев: Наук. думка, 1976. — 198 с.
8. Коршиков И.И. Адаптация растений к условиям техногенно загрязнённой среды. — Киев: Наук. думка, 1996. — 238 с.
9. Коршиков И.И., Терлыга Н.С., Бычков С.А. Популяционно-генетические проблемы дендротехногенной интродукции (на примере сосны крымской). — Донецк: ООО «Лебедь», 2002. — 328 с.
10. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства *Pinaceae* на Урале). — М.: Наука, 1973. — 284 с.
11. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. — М.: Колос, 1974. — 288 с.
12. Плаксина С.Д. Изменчивость пыльцевых зёрен *Abies sibirica* Ledeb. // Ботан. журн. — 1969. — 54, № 12. — С. 1993—1997.
13. Приседський Ю.Г. Статистична обробка результатів біологічних експериментів. — Донецьк: Кассіопея, 1999. — 210 с.
14. Третьякова И.Н., Бажина Е.В. Качество пыльцы пихты сибирской в нарушенных лесных экосистемах озера Байкал // Лесоведение. — 1999. — № 4. — С. 30—38.
15. Третьякова И.Н., Носкова Н.Е. Пыльца сосны обыкновенной в условиях экологического стресса // Экология. — 2004. — № 1. — С. 26—33.
16. Федорков А.Л. Адаптация хвойных к стрессовым условиям Крайнего Севера. — Екатеринбург: УрО РАН, 1999. — 97 с.
17. Чекменева Ю.В. Жизнеспособность пыльцы *Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) Franco f. *viridis* различных половых типов // Наука и образование на службе лесного комплекса (к 75-летию ВГЛТА): Мат-лы междунар. науч.-практ. конф. (г. Воронеж, 26—28 октября). — Воронеж, 2005. — С. 230—235.
18. Шкарлет О.Д. Влияние промышленного загрязнения атмосферы и почвы на размеры пыльцевых зёрен сосны обыкновенной // Экология. — 1972. — № 1. — С. 53—57.
19. Benoit L.F., Scelly J., Moora L.D. The influence of ozone on *Pinus strobus* L. pollen germination // Can. J. Forest Res. — 1983. — 13, N 1. — P. 184—187.

20. Cox R.M. Sensitivity of forest plant reproduction to long range transported air pollutants. In vitro and in vivo sensitivity of pollen to simulated acid rain // *New Phytol.* — 1983. — **95**. — P. 269—276.
21. Koski V. Embryonic letals and empty seeds in *Picea abies* and *Pinus sylvestris* // *Comm. Inst. For. Fenn.* — 1971. — **75**, N 3. — P. 1—30.

Рекомендує до друку  
Є.Л. Кордюм

Надійшла 04.02.2010 р.

*И.В. Макогон, И.И. Коршиков*

Донецкий ботанический сад НАН Украины

**КАЧЕСТВО ПЫЛЬЦЫ И СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ  
*PICEA PUNGENS* ENGELM. В ЗОНЕ ВЫБРОСОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ  
ПРЕДПРИЯТИЙ ДОНБАССА**

Представлены результаты изучения фертильности и жизнеспособности пыльцы, изменчивости её морфометрических показателей и аномалии, а также потенциальная и фактическая семенная продуктивность отдельных растений *Picea pungens* Engelm. в зоне выбросов металлургических предприятий Донбасса. Параметры, характеризующие пыльцу, семенную продуктивность этих и контрольных (Донецкий ботанический сад) растений, варьировали по годам наблюдений, однако место произрастания в большинстве случаев существенно не влияло на исследованные показатели.

*К л ю ч е в ы е с л о в а:* *Picea pungens*, морфология, жизнеспособность пыльцы, семенная продуктивность, насаждения, металлургические заводы Донбасса.

*I.V. Makogon, I.I. Korshikov*

Donetsk Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine

**POLLEN QUALITY AND SEED PRODUCTIVITY OF *PICEA PUNGENS*  
ENGELM. IN THE ZONE OF EMISSIONS OF METALLURGICAL  
ENTERPRISES OF DONBASS**

Results of research on fertility, viability, variability of morphometric parameters of pollen, and its anomalies, potential and actual seed productivity of separate plants of *Picea pungens* Engelm. in the zone of emissions of two metallurgical enterprises (smelters) of Donbass are presented. The parameters describing pollen and seed productivity of these plants and control (Donetsk Botanical Garden) varied during years of the study; however, in most cases, these parameters did not essentially differ depending on a place of growth.

*К е у w o r d s:* *Picea pungens*, pollen morphology, pollen viability, seed productivity, plantations, metallurgical enterprises, Donbass