

І.В. Михайлецька

Біосферний заповідник "Асканія-Нова" імені Ф.Е. Фальц-Фейна НААН України
вул. Паркова, 15, смт Асканія-Нова, Чаплинський р-н, Херсонська обл., 75230 Україна
e-mail: askania.park@gmail.com
orcid.org/ 0000 0001 8823 7018

**ХАРАКТЕРИСТИКА ПИЛКУ ТА ПИЛКОВОГО РЕЖИМУ ВИДІВ З РОДУ *PICEA*
A. DIETR. У ДЕНДРОПАРКУ "АСКАНІЯ-НОВА"**

Мікростробіли, морфометрія пилоквих зерен, фертильність, життєздатність та аномалії пилку

**ХАРАКТЕРИСТИКА ПИЛКУ ТА ПИЛКОВОГО РЕЖИМУ ВИДІВ З РОДУ *PICEA*
A. DIETR. У ДЕНДРОПАРКУ "АСКАНІЯ-НОВА". І.В. Михайлецька.** – Висвітлено підсумки досліджень пилку 7 видів *Picea*, культивованих у дендропарку "Асканія-Нова", які досягли генеративного віку. Якість пилку визначено з позиції його життєздатності, фертильності, стерильності, відхилень у будові – аномалій. Серед ялин найвищою життєздатністю вирізнявся пилок *P. koraiensis* (95%), найнижчою – *P. schrenkiana* (44%). Показник фертильності пилку виявився найбільшим у *P. abies* (83–89%), найменшим – *P. schrenkiana* (29–39%). Виявлено аномалії пилоквих зерен: дрібні, гіпертрофовані, зростлі, з нерозвинутим тілом та мутації, пов'язані з відхиленнями у будові і кількості повітряних мішків. Відзначено невелику кількість аномалій пилку у рослин, які ростуть на території дендропарку – від 0,89% у *P. schrenkiana* до 5,83% у *P. koraiensis*. Частота аномалій пилку зростає у особин більш старшого віку та пригнічених хворобами або незадовільного життєвого стану. Залежність пилоквого режиму від віку рослин з'ясовано на прикладі *P. pungens*, у молодих особин якої аномалій виявлено менше (0,99%) в порівнянні з середньовіковими рослинами (3,44%). Залежність якості пилку від життєвого стану рослин з'ясовано на прикладі *P. abies*: у особин у незадовільному життєвому стані виявлено 3,05% аномалій у будові пилку та 1,33% при його проростанні, у особин у доброму життєвому стані, відповідно, 1,89% та 0%. Проведено порівняння пилку у чотирьох видів ялин, які ростуть в різних екологічних умовах (контрольні рослини – в умовах парку, дослідні – на території селища). Найбільшу різноманітність та найвищий відсоток аномалій виявлено у пилку *P. pungens* із селища (3,1% у молодих, 19% у середньовікових рослин).

**ХАРАКТЕРИСТИКА ПЫЛЬЦЫ И ПЫЛЬЦЕВОГО РЕЖИМА ВИДОВ ИЗ РОДА *PICEA*
A. DIETR. В ДЕНДРОПАРКЕ "АСКАНИЯ-НОВА". И.В. Михайлецькая.** – Освещены результаты исследований пыльцы у 7 видов *Picea*, культивируемых в дендропарке "Асканія-Нова", достигших генеративного возраста. Качество пыльцы определено с позиции ее жизнеспособности, фертильности, отклонений в строении – аномалий. Наибольшей жизнеспособностью среди елей выделяется пыльца *P. koraiensis* (95%), наименьшей – *P. schrenkiana* (44%). Показатель фертильности пыльцы наибольший у *P. abies* (83–89%), наименьший – *P. schrenkiana* (29–39%). Выявлены аномалии пыльцевых зерен: мелкие, гипертрофированные, сросшиеся, с неразвитым телом и мутации, связанные с отклонениями в строении и количестве воздушных мешков. Отмечено небольшое количество аномалий пыльцы у растений, растущих на территории дендропарка – от 0,89% у *P. schrenkiana* до 5,83% у *P. koraiensis*. Частота аномалий пыльцы увеличивается у особей более старшего возраста и угнетенных болезнями или находящихся в неудовлетворительном жизненном состоянии. Зависимость пыльцевого режима от возраста растений выяснена на примере *P. pungens*, у молодых особей которой аномалий выявлено меньше (0,99%) по сравнению со средневозрастными (3,44%). Зависимость качества пыльцы от жизненного состояния растений определена у *P. abies*: у особей в неудовлетворительном жизненном состоянии выявлено 3,05% аномалий в строении пыльцы и 1,33% при ее прорастании, у особей в хорошем жизненном состоянии, соответственно, 1,89% и 0%. Проведено сравнение пыльцы у четырех видов елей, растущих в разных экологических условиях (контрольные растения – в условиях парка, опытные – на территории поселка). Наибольшее разнообразие и наивысший процент аномалий выявлено в пыльце *P. pungens* в поселке (3,1% у молодых, 19% у средневозрастных растений).

CHARACTERISTICS OF A POLLEN AND A POLLEN REGIME OF SPECIES OF THE GENUS *PICEA* A. DIETR. IN THE DENDROPARK "ASKANIA-NOVA".

I.V. Mykhailetska. – The results of pollen studies in 7 *Picea* species cultivated in the Dendropark "Askania-Nova", which have reached generative age, are highlighted. The pollen quality is determined according to its viability, fertility, structural deviations–anomalies. A pollen of *P. koraiensis* (95%) has the highest viability among spruces, *P. schrenkiana* (44%) – the lowest. An index of pollen fertility is the highest in *P. abies* (83–89%), and the lowest in *P. schrenkiana* (29–39%). Anomalies of pollen grains were revealed: small, hypertrophied, accrete, with an undeveloped body and mutations associated with deviations in the structure and number of air bags. A small number of pollen anomalies was noted in plants growing in the dendropark – from 0.89% in *P. schrenkiana* to 5.83% in *P. koraiensis*. The frequency of pollen anomalies increases in older individuals and in those, which are oppressed by diseases or are in an unsatisfactory vital state. The dependence of the pollen regime on the age of plants was determined by the example of *P. pungens*, which young individuals were detected less anomalies (0.99%) in comparison with middle-aged ones (3.44%). The dependence of the quality of the pollen on a vital state of plants was determined in *P. abies*: individuals in an unsatisfactory vital state have 3.05% of anomalies in the structure of the pollen and 1.33% during its germination, individuals in a good vital state – 1.89% and 0%, respectively. A comparison of the pollen was made in four species of spruces that grow in different environmental conditions (control plants – in the park, experimental – at the territory of the settlement). The greatest diversity and the highest percentage of anomalies were found in *P. pungens* pollen at the settlement (3.1% in young plants, 19% in middle-aged plants).

У 2016–2020 рр. проведено комплексне дослідження видів-інтродуцентів з роду *Picea* A. Dietr., культивованих у дендрологічному парку "Асканія-Нова" загальнодержавного значення. Тут вже тривалий час вирощуються, не враховуючи форм, 9 видів *Picea*. Для оцінки адаптації інтродуцентів до зростання в нових умовах важливим показником є характеристика генеративної здатності виду. Всебічне дослідження пилку – один з моментів вивчення його генеративної сфери. Пилок було досліджено у 2019 р. У статті викладено результати вивчення пилку та пилкового режиму у видів роду *Picea*.

Матеріал і методики досліджень

Об'єктами досліджень пилку були 7 видів ялин, які представлені генеративними особинами, що пилюють та дають насіння: *P. abies* (L.) Karst., *P. asperata* Mast., *P. glauca* (Moench) Voss, *P. koraiensis* Nakai, *P. obovata* Ledeb., *P. pungens* Engelm., *P. schrenkiana* Fisch. et Mey. Два види ще не досягли генеративного віку (*Picea alcockiana* Carr., *P. engelmana* Engelm.), не пилюють, не утворюють шишок. Для генеративних особин були визначені морфометричні показники пилкових зерен та якість пилку (життєздатність, фертильність, стерильність), виявлені аномалії та залежність якості пилку від різних чинників (від віку дерев, від їх життєвого стану та умов зростання). Життєздатність пилку визначали непрямим методом пророщування на штучному поживному середовищі в умовах постійної температури, яку підтримували за допомогою термостату, за методикою З.П. Паушевої (1988). Зміни пилку, який перебував на агарі, відстежували щоденно протягом тижня. Фертильність пилку встановлювали ацетокарміновим методом на тимчасових мікропрепаратах за методикою З.П. Паушевої (1988); для цитологічного аналізу брали пилок з середньої частини мікростробілу перед початком пилювання, який зафарбовували в 1%-му розчині ацетокарміну. Результати фіксували через камеру Levenhuk M800 PLUS мікроскопа SIGETA у вигляді мікрофотографій. Типи аномальних пилкових зерен та аномалії пилку при його проростанні встановлювали, використовуючи класифікації, наведені у працях Н.Є. Носкової та І.М. Третякової (Носкова, Третякова, 2006), С.С. Тупіцина (Тупіцын, 2015), І.І. Коршикова та Е.Р. Гусейнової (2018). Морфометричні параметри пилку визначали на тих же ацетокармінових препаратах (Плугатарь, Сахно, 2018), тобто з'ясовували розміри гідратованих пилкових зерен. У кожному зразку вимірювали 30 нормально розвинутих і розміщених в одній площині пилкових зерен. У полярному положенні у пилкового зерна визначали загальну довжину (разом з повітряними мішками), довжину та висоту тіла, ширину та висоту повітряних мішків. При з'ясуванні впливу умов зростання рослин на якість пилку рослини парку були прийняті за контрольні, а рослини в насадженнях смт Асканія-Нова – за дослідні. Статистична обробка по-

казників проводилася за Г.Ф. Лакіним (Лакін, 1982), з використанням комп'ютерної програми Microsoft Office Excel 97-2003.

Результати досліджень

Пилкові зерна у представників роду *Picea* мають схожу будову: вони одиничні, гетерополярні, еліпсоїдальні, білатерально-симетричні, дистально-однолептомні з двома великими повітряними мішками. З'ясовані морфометричні показники пилкових зерен наведено у таблиці 1.

Таблиця 1. Біометричні показники пилкових зерен видів *Picea* у полярному положенні

Вид	Показники	Загальна довжина пилкового зерна, мкм	Розміри тіла		Розміри повітряних мішків	
			довжина, мкм	висота, мкм	довжина, мкм	висота, мкм
<i>P. abies</i> Я. європейська	M±m	50,1±0,57	38,7±0,48	31,91±0,4	26,13±0,51	18,4±0,41
	lim	43,77–55,37	31,86–43,67	26,81–36,86	20,79–33,55	13,26±23,68
<i>P. asperata</i> Я. шорстка	M±m	56,38±0,47	41,67±0,46	34,36±0,54	31,5±0,4	22,51±0,3
	lim	52,3–63,34	37,97–49,6	28,84–40,81	28,19–37,28	19,69–26,74
<i>P. glauca</i> Я. біла	M±m	48,37±0,58	36,84±0,51	30,83±0,44	29,87±0,51	19,09±0,42
	lim	40,12–54,36	31,54–43,91	26,32–36,27	23,19–35,71	13,64–23,21
<i>P. koraiensis</i> Я. корейська	M±m	56,01±0,82	36,15±0,60	32,87±0,48	31,07±0,61	21,12±0,62
	lim	46,68–62,42	33,01–39,57	28,57–37,01	26,69–38,59	15,14–26,43
<i>P. obovata</i> Я. сибірська	M±m	55,30±0,60	35,81±0,87	33,39±0,62	31,99±0,66	20,54±0,55
	lim	49,88–63,23	30,9–39,67	27,59–38,99	28,62–36,02	17,29–23,15
<i>P. pungens</i> Я. колюча	M±m	56,16±0,54	41,22±0,68	34,34±0,55	29,71±0,34	20,59±0,36
	lim	48,24–61,18	33,28–46,8	28,21–40,84	27,47–33,26	16,38–23,11
<i>P. schrenkiana</i> Я. Шренка	M±m	55,97±0,59	44,56±0,8	35,27±0,65	30,32±0,73	22,13±0,43
	lim	47,33–63,13	36,16–51,21	30,56–40,24	25,79–36,66	17,41–26,14

За розміром, згідно з існуючою класифікацією (Сладков, 1967), пилкові зерна ялин є великими (р. magna – 50–100 мкм).

Якість пилку ялин визначено з позиції його життєздатності, фертильності, стерильності, відхилень у будові – аномалій. Життєздатність пилку характеризує його здатність до проростання після запилення, що є одним з важливих умов утворення насіння. Пророщування пилку ялин не викликало складнощів. Процес проростання пилку в умовах *in vitro* дуже динамічний. У життєздатних пилкових зерен вже через декілька годин починали рости пилкові трубки, які з часом досягали довжини 200 мкм (рис. 1).

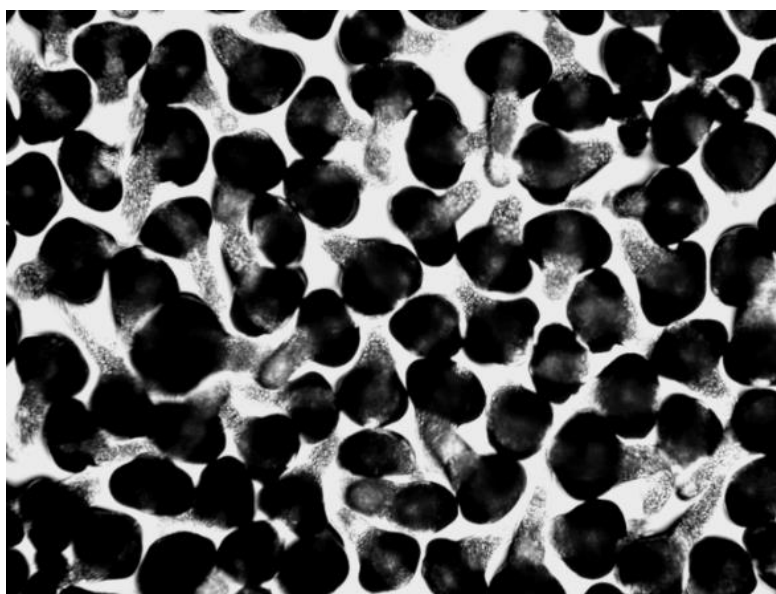


Рис. 1. Фото мікропрепарату з проростання *in vitro* пилку *P. koraiensis*

У особин з вищими показниками життєздатності пилку відмічається більша енергія проростання та довші пилкові трубки. Найвищою життєздатністю вирізнявся пилко *P. koraiensis* (95%) і *P. asperata* (75–81%), найнижчою – *P. schrenkiana* (44%).

Фертильність пилку характеризує його здатність до запліднення, що є також одним з важливих умов утворення насіння. Найбільшу фертильність пилку мала *P. abies* (83–89%), найменшу – *P. schrenkiana* (29–39%) (табл. 2).

Таблиця 2. Життєздатність та фертильність пилку

№ з/п	Вид	Життєздатність пилку, %	Фертильність пилку, %
1	<i>Picea abies</i>	60–70	83–89
2	<i>P. asperata</i>	75–81	40–49
3	<i>P. glauca</i>	51–69	42
4	<i>P. koraiensis</i>	95	39
5	<i>P. obovata</i>	69	68
6	<i>P. pungens</i>	56	78
7	<i>P. schrenkiana</i>	44	29–39

При проведенні аналізу пилку на наявність порушень виявлено такі аномалії пилкових зерен: дрібні, гіпертрофовані (занадто великі), зрослі, з нерозвинутим (редукованим) тілом, а також мутації, які пов'язані з відхиленнями у будові та кількості повітряних мішків (рис. 2).

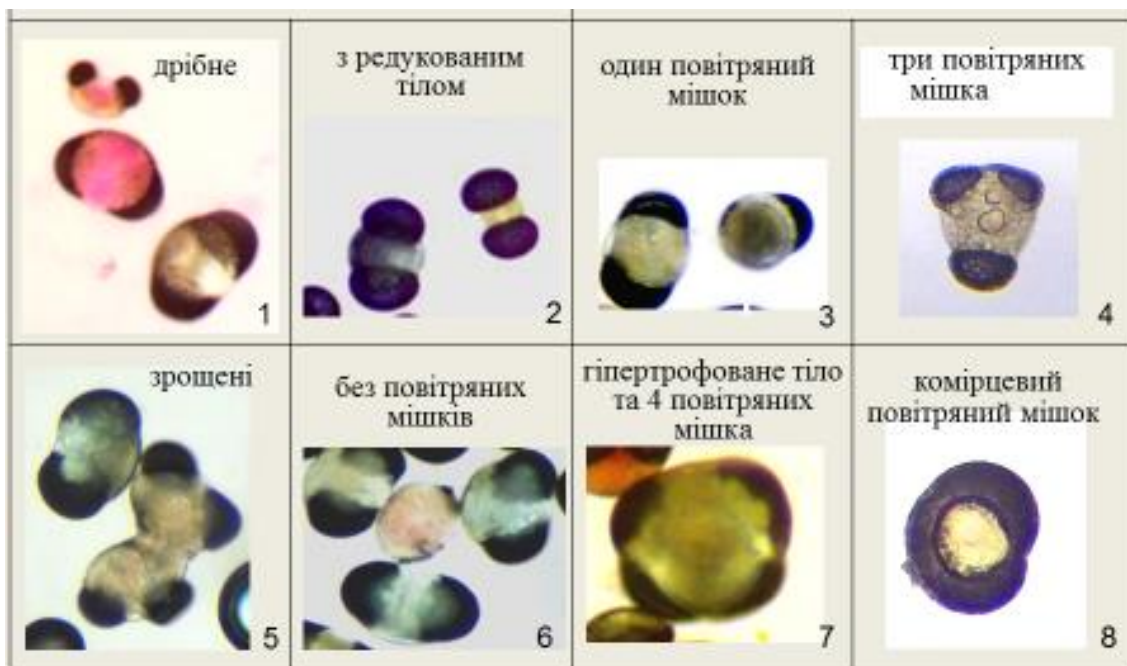


Рис. 2. Фрагменти мікрофотографій з аномальними пилковими зернами, виявленими у пилку дослідних видів *Picea* у 2019 р. (1, 2, 5, 7 – аномалії тіла, 3, 4, 6–8 – аномалії повітряних мішків)

Залежність пилкового режиму від віку рослин з'ясували лише для *P. pungens*, оскільки інші види представлені одновіковими особинами (переважно середньовіковими), або, разом з генеративними, також і молодими, які ще не "пилують". У молодих рослин частота аномалій нижча у порівнянні з рослинами старшого віку майже у 3,5 рази. Частота аномалій зростає також у рослин, які пригнічені хворобами або знаходяться у незадовільному життєвому стані. Залежність якості пилку від життєвого стану рослини з'ясовано на прикладі *P. abies*: у особин у незадовільному життєвому стані виявлено 3,05% аномалій, у рослин у доброму життєвому стані – 1,89% (табл. 3). Загалом відзнача-

емо невисоку кількість аномальних пилкових зерен у рослин, які ростуть на території дендропарку.

Таблиця 3. Аномалії пилкових зерен у видів роду *Picea* дендропарку "Асканія-Нова", які мають різний вік та життєвий стан

Вид	Види аномалій пилкових зерен, %									Загальна кількість аномалій, %
	дрібні	дуже великі (гіпертрофовані)	зрослі	з редукованим тілом	аномалії повітряних мішків					
					кількість повітряних мішків			комірцевого типу	без повітряних мішків	
					1	3	4			
<i>P. abies</i>	–	–	–	1,89	–	–	–	–	–	1,89*
	–	–	–	2,54	–	–	–	0,51	–	3,05**
	аномалії при проростанні пилку – пилкові трубки "оленячі роги"									1,33**
<i>P. asperata</i>	–	–	–	1,42	–	0,85	–	–	–	2,27
<i>P. glauca</i>	0,55	–	–	0,55	0,27	–	–	–	–	1,37
<i>P. koraiensis</i>	–	0,18	–	1,46	–	–	0,18	4,01	–	5,83
<i>P. obovata</i>	–	–	–	1,85	–	–	–	0,93	2,78	5,56
<i>P. pungens</i>	0,30	–	–	0,69	–	–	–	–	–	0,99***
	0,93	–	–	2,32	–	0,19	–	–	–	3,44****
<i>P. schrenkiana</i>	0,89	–	–	–	–	–	–	–	–	0,89

Примітки: * – добрий стан рослини;
 ** – незадовільний стан рослини;
 *** – молода рослина;
 **** – середньовікова рослина.

В останні роки спостерігається великий інтерес до дослідження мікроспорогенезу у різних хвойних видів рослин, вплив на нього промислового забруднення. Забруднення навколишнього середовища збільшує чисельність патологій. Нами проведено порівняння пилку у рослин, які ростуть в різних екологічних умовах (табл. 4).

Таблиця 4. Порівняння частоти аномальних пилкових зерен у *Picea*, які ростуть в різних екологічних умовах

Вид	Місце зростання	Види аномалій пилкових зерен, %									Загальна кількість аномалій, %
		дрібні	дуже великі (гіпертрофовані)	зрослі	з редукованим тілом	аномалії повітряних мішків					
						кількість повітряних мішків			комірцевого типу	без повітряних мішків	
						1	3	4			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>P. abies</i>	ДП	–	–	–	1,89	–	–	–	–	–	1,89
	С	–	–	–	1,96	–	–	–	–	0,98	2,94
<i>P. glauca</i>	ДП	–	–	–	1,49	–	–	–	–	0,37	1,86
	С	0,80	–	–	–	–	0,40	–	2,40	–	3,60
<i>P. obovata</i>	ДП	–	–	–	1,85	–	–	–	0,93	2,78	5,56
	С	2,67	–	–	2,67	–	–	–	1,33	–	6,67
		аномалії при проростанні пилку – двобічне (дорсо-вентральне проростання)									11,90
<i>P. pungens</i>	ДП	0,30	–	–	0,69	–	–	–	–	–	0,99*
	С	0,93	–	–	0,80	–	–	–	0,17	1,20	3,10*

Закінчення таблиці 4

1	2	3									4
	ДП	0,93	–	–	2,32	–	0,19	–	–	–	3,44**
	С	14,00	1,36	–	0,91	–	–	0,91	1,82	–	19,00**

Примітки: ДП – на території дендропарку;

С – в насадженнях селища;

* – молода рослина;

** – середньовікова рослина.

У пилку рослин з селища кількість аномалій більша: у *P. obovata* у 1,2, *P. abies* – 1,56, *P. glauca* – 1,96 рази. Найбільшу різноманітність та найвищий відсоток аномалій (від 3,1% у молодих особин до 19% у середньовікових) мав пилок *P. pungens*, які ростуть в декількох місцях на території смт Асканія-Нова (рис. 3), що у 3,13–5,52 рази більше у порівнянні з рослинами дендропарку того ж виду. Це пояснюється жорсткішими умовами зростання (відсутність поливу, висока зараженість псевдощитівкою, близькість автошляхів та транспорту).

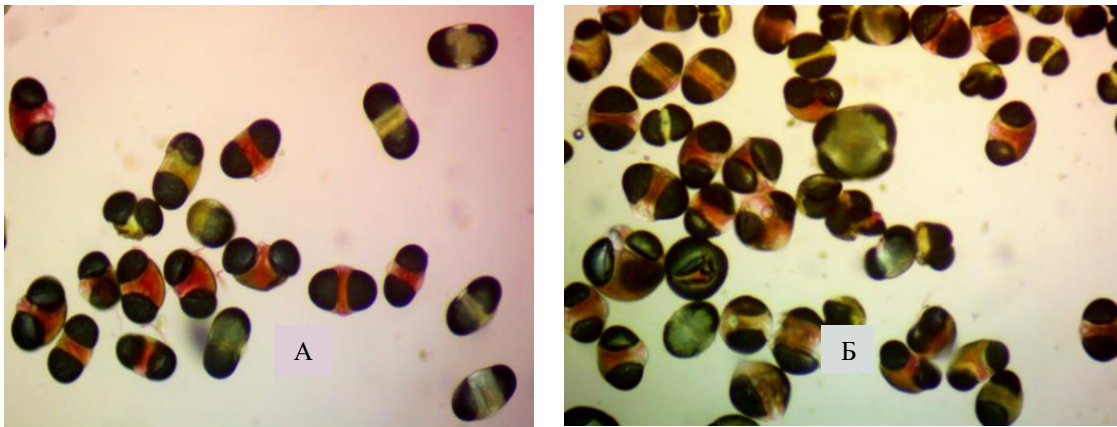


Рис. 3. Пилок з рослин *P. pungens*, які ростуть у різних екологічних умовах:
А – на території дендропарку, Б – на території смт Асканія-Нова

У *P. abies* з дендропарку та *P. obovata* з насаджень селища відмічаються ще аномалії при проростанні пилку, які складають відповідно 1,33% та 11,9% від пророслого пилку (рис. 4).

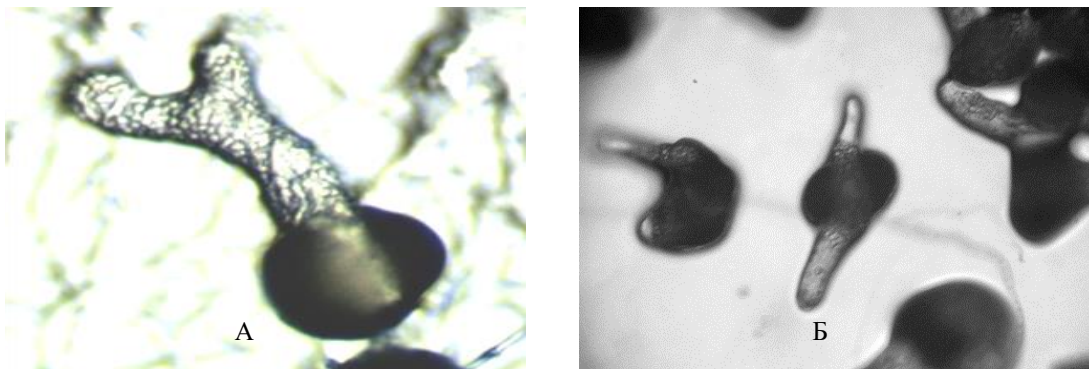


Рис. 4. Мікрофотографії з аномаліями при проростанні пилку, виявленими у видів *Picea* у 2019 році: А – *P. abies*, Б – *P. obovata*

Значно меншою є і фертильність пилку у рослин в селищі у порівнянні з рослинами парку (зокрема, у *P. pungens* – 43% проти 78%, *P. abies* – 30% проти 83–89%, *P. glauca* – 36% проти 42%). Отримані результати дуже показово свідчать про вплив умов зростання на якість пилку.

Висновки

Визначено фертильність та життєздатність пилку 7 видів ялин-інтродуцентів. Найбільшу фертильність пилку (більше 70%) мали *P. abies* та *P. pungens*. Найкращу життєздатність (більше 70%) мав пилок *P. koraiensis* та *P. asperata*. З'ясовано кількісне співвідношення типів аномалій у будові пилку та при його проростанні для кожного дослідного виду. Відзначено невисоку кількість аномальних пилкових зерен у рослин, які ростуть на території дендропарку. Найменша (менше 1%) вона у молодих рослин *P. pungens*. Частота аномалій зростає у рослин більш старшого віку та рослин, які пригнічені хворобами або знаходяться у незадовільному життєвому стані. Збільшується частка та різноманітність аномалій пилку у рослин, які ростуть на території селища: найбільше у *P. pungens* (у 3,13–5,52 разів у порівнянні з рослинами дендропарку), що пояснюється відсутністю поливу, високою зараженістю псевдощитівкою, близькістю автошляхів та транспорту. Пилок у рослин селища вирізняється ще і меншою фертильністю (у 1,17–2,97 разів в залежності від виду).

Коршиков І. І., Гусейнова Е. Р. Особливості пилку рослин *Picea abies* та *P. pungens* (Pinaceae) в насадженнях на території Криворіжжя. *Український ботанічний журнал*. 2018. Т. 75, № 5. С. 446–456.

Лакин Г. Ф. Биометрия. Москва : Наука, 1982. 287 с.

Носкова Н. Е., Третьякова И. Н. Влияние стресса на репродуктивные способности сосны обыкновенной. *Хвойные бореальной зоны*. 2006. Т. 23, № 3. С. 54–63.

Паушева З. П. Практикум по цитологии растений. 4-е изд. Москва : Агропромиздат, 1988. 271 с.

Плугатарь Ю. В., Сахно Т. М. Биометрические характеристики и аэродинамические свойства пыльцевых зерен североамериканских сосен в условиях Южного берега Крыма. *Изв. Саратов. ун-та*. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2018. Т. 18, вып. 4. С. 462–468.

Сладков А. Н. Введение в спорово-пыльцевой анализ. Москва : Наука, 1967. 275 с.

Тупицын С. С. Мужская генеративная сфера сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в разных экологических условиях (обзор) [Электрон. ресурс] // *АгроЭкоИнфо*. 2015. № 6. Режим доступа: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2015/6/st_30.doc. (дата звернення: 01.09.2020).

Рекомендує до друку

Гавриленко Н.О.