УДК 630.232.12

https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.79

Г. А. ШЛОНЧАК, Г. В. ШЛОНЧАК, Т. А. БАЗАН

ЯКІСТЬ ПИЛКУ ТА НАСІННЯ ІНТРОДУКОВАНИХ ВИДІВ СОСНИ В УМОВАХ ДП «КИЇВСЬКА ЛНДС»

Державне підприємство «Київська лісова науково-дослідна станція»

Наведено результати дослідження якості пилку 18 видів сосни 37-річного віку на пінетумі Старопетрівського лісництва ДП «Київська ЛНДС». Із 29 посаджених видів роду *Pinus* дотепер зберіглося 20. Усі види сосни, представлені на пінетумі, «цвітуть». Природно-кліматичні умови регіону сприяють утворенню життєздатного пилку (65,9–99,8 %) з незначною кількістю аномальних пилкових зерен.

У процесі пророщування пилку виявлено відхилення від норми у вигляді двох пилкових трубок майже у всіх видів сосни. Життєздатність пилку інтродукованих видів сосни та інтенсивність росту пилкових трубок пов'язані між собою. Якість пилку не є причиною низького виходу виповненого насіння. Виявлено, що на пінетумі ДП «Київська ЛНДС» дерева-інтродуценти не утворюють достатньої кількості якісного насіння.

К л ю ч о в і с л о в а : колекція видів сосни, пилкові зерна, життєздатність пилку, пилкові трубки, насіння.

Вступ. Одним із шляхів задоволення потреби народного господарства в деревині є підвищення продуктивності лісових насаджень, над чим і працюють лісівники нашої держави. Використання інтродуцентів у лісових культурах дає змогу підвищити продуктивність деревостанів, а також покращити їхні ландшафтно-декоративні властивості та збагатити рослинний фонд країни.

Найстаріший і найпростіший спосіб впровадження інтродуцентів полягає в тому, що з насіння, завезеного з інших кліматичних зон, у нових умовах вирощують садивний матеріал і висаджують його на постійне місце. Інтродукцію вважають успішною, коли рослини виявляють біологічну стійкість, не пошкоджуються морозами та приморозками, є посухостійкими, здатними до відтворення насіннєвим способом (Gordienko et al. 2000). Успішність інтродукції рослин також залежить від наявності достатньої кількості доброякісного пилку для запилення мегастробілів і можливості його зберігання під час проведення гібридизаційних робіт (Makhmet & Shlonchak 1977). В умовах дендропарку «Асканія-Нова» 11 видів роду *Pinus* утворюють життєздатний пилок із низькою часткою аномалій у будові (Litvinenko 2013).

Мета дослідження – визначити якість пилку (життєздатність, наявність та частку аномальних пилкових зерен, довжину пилкових трубок) та насіння інтродукованих видів роду *Pinus* L. в умовах ДП «Київська ЛНДС».

Матеріали й методи. Дослідження проводили на пінетумі ДП «Київська ЛНДС» в умовах Центрального (Київського) Полісся (географічні координати: 50°41′ п. ш., 30°23′ с. д., висота н. р. м. 112 м). Ділянка має південно-західну експозицію, ТЛУ – A_1–A_2. Сіянці та щеплені саджанці із закритою кореневою системою висаджено окремими блоками, з розміщенням садивних місць 4 × 4 м. Кожен вид у пінетумі займає окремий блок. Початково (1977–1978 рр. створення) було висаджено 29 видів сосни, з яких дотепер зберіглося 20, із представництвом від одного дерева сосни жовтої (*P. ponderosa* Dougl.) до 30 дерев сосни чорної (*P. nigra* Arn.). Площа пінетума – 2,0 га. Насіння різних видів сосни отримано з ботанічних садів Києва, Ялти, Батумі та Липецька. Живці для щеплення заготовлено в ЦРБС ім. Гришка, ботанічному саду ім. Фоміна, на пінетумі УкрНДІЛГА. На жаль, більшість видів представлені генотипом одного дерева.

Фенологічні спостереження в пінетумі проводять регулярно, починаючи з 1979 р., коли було відзначено «цвітіння» деяких видів сосни. Наразі всі види сосни, представлені на пінетумі, «цвітуть».

Одна з умов успішної акліматизації інтродуцентів – відновлення виду насінним способом. Урожай насіння та його якість залежать насамперед від запилення та запліднення.

Із 18 видів сосни, які «цвіли», лише 8 утворили шишки, з них 4 види – сосна скручена (*P. contorta* Dougl.), сосна жорстка (*P. rigida* Mill.), сосна жовта (*P. ponderosa* Dougl.) та сосна

кедрова корейська (*P. koraiensis* Sieb. et Zucc.) – мали достатню кількість виповненого насіння в шишці, 4 види – сосна Тунберга (*P. thunbergii* Porl.), сосна чорна (*P. nigra* Arn.), сосна могильна (*P. funebris* Korm.), сосна жорстка – мали ґрунтову схожість насіння, вищу за 20 %. Виходячи з цього, вивчали пилок інтродукованих видів сосни для виявлення причин утворення незначної кількості виповненого насіння.

Пилок для досліджень заготовили з 18 видів сосни, за винятком сосни гімалайської (*P. wallichiana* A. B. Jacks) та сосни кримської (*P. pallasiana* D. Don), у яких генеративний ярус знаходиться на недосяжній висоті.

Мікростробіли заготовляли в міру їхнього дозрівання, досушували в лабораторних умовах, витрушували пилок, просіювали його через марлю та зберігали в пробірках, закритих ватою, в холодильнику.

Життєздатність пилку сосен визначали методом вологої камери Д. А. Транковського (пророщування на 1 %-му агар-агарі із 10 %-м розчином сахарози) (Pausheva 1974). Для цього підготовлені чашки Петрі (застелені фільтрувальним папером, із предметними скельцями, розміщеними на скляних паличках) прожарювали в муфельній шафі за температури 120°С протягом 5 годин. Розчин агар-агару із сахарозою готували на водяній бані безпосередньо перед застосуванням. Краплину розчину наносили на предметне скельце, сіяли на краплю пилок, швидко перевертали краплею вниз і клали його на скляні палички в чашці Петрі. Фільтрувальний папір змочували дистильованою водою, закривали чашку і ставили в термостат за температури 26–30°С. Пророщували у провислій краплі протягом 3 діб, регулярно зволожуючи папір у міру його підсихання. Після закінчення пророщування чашки Петрі з проростим пилком на 2–4 години вміщували в морозильну камеру, а потім зберігали в холодильнику за температури 4°С (Pohilchenko 2011).

Препарати пилку розглядали під мікроскопом із окуляр-мікрометром, зі збільшенням 16 × 8. У декількох полях зору обліковували приблизно 500 пилкових зерен, визначаючи кількість нормально розвинених і недорозвинених пилкових зерен; кількість пилкових зерен із 3–4 повітряними мішками; кількість пророслих пилкових зерен, зокрема – з аномальними пилковими трубками. Життєздатними вважали нормально розвинені пилкові зерна, які утворюють одну пилкову трубку, нежиттєздатними – нормально розвинені пилкові зерна, які не мали пилкових трубок та пилкові зерна з вадами розвитку.

Шишки та насіння, заготовлені на пінетумі, описано за методикою Л. Ф. Правдіна (Pravdin 1964).

Результати та обговорення. Масовий літ пилку у 2014 р. тривав у середньому 6 днів: від 4 днів у сосни звичайної (*P. sylvestris* L.), сосни гачкуватої (*P. uncinata* Mill. ex Mirb.), сосни гірської (*P. mugo* Turra) до 8 днів у сосни Муррея (*P. murrayana* Balf.), сосни Джеффрея (*P. jeffreyi* Grep.), сосни кедрової сибірської (*P. sibirica* Du Tour.). Масовий літ пилку в окремих видів сосни починався з різницею у два тижні: 16–18 травня у сосни Банкса (*P. banksiana* Lamb.), P. *uncinata, P. murrayana, P. sylvestris*; 30–31 травня у сосни румелійської (*P.peuce* Griseb.), *P. koraiensis*. У всіх видів фази власне «цвітіння» мегастробілів і виліт пилку з мікростробілів співпадають, що робить можливим перезапилення.

У разі використання поживного середовища (агар-агару із сахарозою) пилок проростає дуже рівномірно: довжина пилкових трубок сягає 100–175 мкм і лише у 5 видів сосен вона є меншою за 100 мкм, а у сосни Джеффрея – достовірно меншою від такої в сосни звичайної за *t*-критерієм Стьюдента (63,2 мкм). Варіабельність цієї ознаки є дуже незначною: 3,2–6,1 %, що свідчить про відносну стабільність інтенсивності росту пилкових трубок (табл. 1).

Життєздатність пилку більшості видів сосен є вищою за 90 %, за винятком *P. funebris* (65,9 %), *P. uncinata* (76,6 %), *P. jeffreyi* (82,7 %), *P. contorta* (82,9 %), *P.nigra* (88,3 %). Більшість пилкових зерен, які не проросли, були нормального розміру з двома пилковими мішками. Недорозвинені пилкові зерна в незначній кількості (0,2–3,8 %) траплялися майже у всіх видів, крім *P. rigida, P. mugo* та *P. koraiensis*. Пилкових зерен із трьома та чотирма

повітряними мішками виявлено дуже мало, і тільки у *P. uncinata* їхня частка становила 0,2 %. По 3 повітряних мішка виявлено в пилку видів *P. contorta* (0,2 %) та у *P. ponderosa* (1,2 %). Загальна кількість аномальних пилкових зерен є незначною (0–3,8 %) і суттєво не позначається на життєздатності пилку.

Таблиця 1

Якість пилку та довжина пилкових трубок різних видів сосни

№ пп	Видова назва сосни	Довжина пилкових трубок $M \pm m$, мкм C_v %	Пилкові зерна, %				
			нормально розвинені		аномальні		
			числівник – життєздатні, знаменник – 2 пилкові трубки	не-життє-здатні	недо-розви-нені	3 повіт-ряні мішки	4 повіт-ряні мішки
1	*P. banksiana* Lamb. Сосна Банкса	84,8 ± 4,05 4,8	94,7 4,3	3,3	2,0	0	0
2	*P. contorta* Dougl. Сосна скручена	109,1 ± 5,24 4,8	82,9 1,2	13,4	3,5	0,2	0
3	*P. funebris* Kom Сосна могильна	95,5 ± 5,31 5,6	65,9 5,8	33,9	0,2	0	0
4	*P. halepensis* Mill. Сосна алепська	144,4 ± 6,65 4,6	95,3 0,4	4,3	0,4	0	0
5	*P. jeffreyi* Grep. Сосна Джеффрея	63,2 ± 3,08 4,9	82,7 5,7	16,5	0,8	0	0
6	*P. koraiensis* Sieb. et Zucc. Сосна кедрова корейська	95,2 ± 3,96 4,2	97,6 0,0	2,4	0	0	0
7	*P. mugo* Turra Сосна гірська	174,1 ± 7,25 4,2	99,8 0,0	0,2	0	0	0
8	*Pinus murrayana* Balf. Сосна Муррея	149,0 ± 6,81 4,6	95,8 13,0	0,4	3,8	0	0
9	*P. nigra* Arn. Сосна чорна	103,0 ± 6,28 6,1	88,3 12,2	9,8	1,9	0	0
10	*P. nigra var. austriaca* Asch.et Gr. Сосна чорна австрійська	142,3 ± 5,52 3,9	95,8 2,6	4,0	0,2	0	0
11	*P. peuce* Griseb. Сосна румелійська	174,8 ± 6,99 4,0	97,4 0,0	2,4	0,2	0	0
12	*P. ponderosa* Dougl. Сосна жовта	91,0 ± 4,34 4,8	94,0 12,0	3,2	1,6	1,2	0
13	*P. rigida* Mill. Сосна жорстка	151,5 ± 5,57 3,7	98,4 0,8	1,6	0	0	0
14	*P. sibirica* Du Tour Сосна кедрова сибірська	157,7 ± 4,97 3,2	93,1 0,4	6,5	0,4	0	0
15	*P. silvestris* L. Сосна звичайна	146,6 ±7,11 4,9	90,7 0,2	8,3	1,0	0	0
16	*P. tabulaeformis* Carr. Сосна китайська	131,5 ± 6,86 5,2	92,3 0,0	7,1	0,6	0	0
17	*P. thunbergiana* Franco Сосна Тунберга	131,5 ± 6,08 4,6	97,7 37,8	2,1	0,2	0	0
18	*P. uncinata* Mill. ex Mirb. Сосна гачкувата	118,7 ± 5,59 4,7	76,6 1,0	21,4	1,6	0,2	0,2

У процесі пророщування пилку виявлено відхилення від норми у вигляді двох пилкових трубок майже в усіх видів сосни, особливо велику їхню кількість – у *P. thunbergiana* (37,8 %), *P. murrayana* (13,0 %), *P. nigra* та *P. ponderosa* (12,0 %). У жодного з вивчених видів сосни не виявляли розгалуження пилкових трубок, хоча, на думку Г. М. Козубова (Kozubov 1974), голонасінним це притаманне.

Із 18 видів сосни, які «цвіли», наступного року лише 8 утворили шишки від вільного запилення, із них 4 види – *Pinus contorta*, *P. rigida*, *P. ponderosa* та *P. koraiensis* – мали

достатню кількість повнозерного насіння в шишці (табл. 2). Дуже мало шишок вдалося зібрати з *P. jeffreyi* (2 шт.), *P. ponderosa* (11 шт.), *P. nigra* (14 шт.), та й не всі шишки мали виповнене насіння. Найменшу кількість шишок із виповненим насінням виявлено у *P. contorta* – 20 % і *P. rigida* – 42 %. У *P. thunbergiana* в кожній такій шишці було лише по одній розвиненій насінині, у *P. jeffreyi* у двох шишках було 3 та 4 насінини, від 1 до 10 насінин – у сосен *P. nigra* та *P. funebris*. Найбільшу кількість виповненого насіння мала шишка *P. Rigida* – 51 шт. Вихід насіння від вільного запилення в інтродукованих видів був низьким – 0,05–0,79 %, за винятком *P. ponderosa* – 2,22 %.

Основними причинами, які призводять до некрозу насінних зародків, є відсутність запилення, низька життєздатність чоловічого або жіночого гаметофітів, гетерогамний тип запилення (Surso 2013). В умовах ДП «Київська ЛНДС» насіннєві зародки більшості сосен-інтродуцентів гинули відразу після запилення, в результаті чого сформувалася незначна кількість виповненого насіння, а решта – це крилатки з ледь помітними пікнотичними утвореннями.

Таблиця 2

Характеристика шишок і насіння деяких видів сосни

Видова назва сосни	Кількість шишок, шт.	Частка шишок із виповненим насінням, %	Кількість виповненого насіння в шишці, шт.	Вихід виповненого насіння, %	Ґрунтова схожість насіння, %
P. contorta Dougl.	30	20,0	16,7	0,66	8,0
P. funebris Kom	30	80,0	4,7	0,76	30,1
P. jeffreyi Grep.	2	100	3,5	–	14,3
P. koraiensis Sieb. et Zucc.	30	100	98,2	25,6	–
P. nigra Arn.	14	92,9	4,5	0,34	60,3
P. ponderosa Dougl.	11	100	20,1	2,22	0,5
P. rigida Mill.	26	42,3	19,4	0,57	20,7
P. thunbergiana Franco	30	63,3	1,0	0,05	65,0

Насіння інтродуцентів було висіяно в плівковій теплиці Старопетрівського лісництва. Ґрунтова схожість його дуже різнилася. Так, із посіяних 221 шт. насінин *P. ponderosa* ми отримали лише один сіянець, із 100 шт. насінин *P. contorta* – лише вісім, тоді як у *P. thunbergiana* та *P. nigra* схожість була високою: 60–65 %. Слід відзначити, що *P. ponderosa* представлена одним екземпляром і для неї існує висока вірогідність самозапилення, внаслідок чого утворюється пусте насіння, яке за розмірами й масою є близьким до виповненого, але має деструктуровані м'які тканини. Подібний характер плодоношення властивий *P. ponderosa* і в умовах біосферного заповідника «Асканія-Нова» (Litvinenko 2013).

Ми проаналізували зв'язок між якістю пилку та кількістю отриманого насіння в наступному році і його ґрунтовою схожістю (табл. 3).

Таблиця 3

Коефіцієнти кореляції між якісними показниками пилку та насіння деяких видів сосни

Показник	1	2	3	4
Довжина пилкових трубок	x	0,566*	0,292	0,330
Життєздатність пилку	x	x	0,329	0,151
Кількість насінин у шишці	x	x	x	-0,725**
Ґрунтова схожість насіння	x	x	x	x

*Вірогідно на 5%-му рівні значущості для $n = 18$.
**Вірогідно на 5%-му рівні значущості для $n = 8$.

Визначено вірогідний середньої сили позитивний зв'язок між життєздатністю пилку інтродукованих видів сосни та інтенсивністю росту пилкових трубок ($r = 0,566$, $t_{0,05} = 2,75$

при $n = 18$). Кількість насінин у шишці різних видів сосни не пов'язана з якістю їхнього пилку. Можливо, невірогідність впливу пояснюється малою кількістю пар, лише 8 видів, із яких було заготовлено насіння. Водночас це може свідчити про порушення в розвитку мегастробілів і про те, що якість пилку не є причиною низького виходу виповненого насіння (Nekrasova 1985, Litvinenko 2013).

Між загальною кількістю насінин у шишці та ґрунтовою схожістю насіння існує сильна обернена залежність (r = -0,725), вірогідна на 5%-му рівні. Загалом, на пінетумі ДП «Київська ЛНДС» дерева – інтродуценти сосни успішно «цвітуть», але не утворюють достатньої кількості виповненого насіння.

Висновки. Вивчено можливості насіннєвого відновлення 18 видів інтродукованих сосен в умовах ДП «Київська ЛНДС». Встановлено, що всі види сосни, представлені на пінетумі, «цвітуть». У всіх видів фази власне «цвітіння» мегастробілів і льот пилку з мікростробілів співпадають, що робить можливим самозапилення. Природно-кліматичні умови регіону сприяють утворенню життєздатного пилку. У процесі пророщування пилкових зерен виявлено відхилення від норми у вигляді утворення двох пилкових трубок у пилкових зерен майже всіх видів сосни, особливо велику їхню кількість мала *P. thunbergiana* (37,8 %).

Життєздатність пилку інтродукованих видів сосни та інтенсивність росту пилкових трубок пов'язані між собою, проте якість пилку не є причиною низького виходу виповненого насіння.

Із 18 видів сосни, які «цвіли», лише 8 утворили від 20 до 100 % шишок із виповненим насінням, вихід насіння з шишок в інтродукованих видів – від 0,05 до 2,2 %. Ґрунтова схожість насіння сосен-інтродуцентів є низькою (0,5–30,1 %), за винятком *P. thunbergiana* та *P. nigra* (60–65 %). Загалом, на пінетумі ДП «Київська ЛНДС» дерева – інтродуценти сосни успішно «цвітуть», але не утворюють достатньої кількості виповненого насіння.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Gordienko, M. I., Bondar, A. O., Krynytsky, G. T., Leontyak, G. P. 2000. Introdutsenty v lisovykh kulturakh Podillya Ukrayiny [Introducents in forest stands of Podillya region in Ukraine]. Kyivб Agropromvydav Ukrayiny, 208 p. (ш Ukrainian).

Kozubov, G. M. 1974. Biologiya plodonosheniya khvoynykh na Severe [Biology of conifer fruiting in the North]. Leningrad, Nauka, 136 p. (in Russian).

Litvinenko, Yu. S. 2013. Otsinka reproduktyvnoho potentsialu vydiv rodu *Pinus* L. na pivdni stepovoyi zony Ukrayiny za pokaznykamy nasinnevoyi produktyvnosti ta yakosti pylku [Assessment of reproductive potential of *Pinus* L. genus in the south of the steppe zone of Ukraine by indicators of seed productivity and pollen quality]. Biuleten DNBS [Bulletin SNBG], 108: 76–83 (in Ukrainian).

Makhmet, B. M. and Shlonchak, G. V. 1977. Zberihannya pylku deyakykh derevnykh porid sposobom hlybokoho zamorozhuvannya [Pollen conservation from some tree species by deep freezing]. Ukrainian Botanical Journal, XXXIV(2), a reprint from the article (in Ukrainian).

Nekrasova, T. P. 1985. Prakticheskie aspekty problem opyleniya i oplodotvoreniya v semenovodstve khvoynykh [Practical aspects of pollination and fertilization problems in conifer seed production]. In: Polovoe razmnozhenie khvoynykh rasteniy: vsesoyuznyy simpozium [Sexual reproduction of conifers: All-Union Symposium]. Novosibirsk, p. 7–8 (in Russian).

Pausheva, Z. P. 1974. Praktikum po tsytologii rasteniy [Workshop on plant cytology]. Moscow, Kolos, 288 p. (in Russian).

Pohilchenko, O. P. 2011. Biologicheskie osnovy kultivirovaniya yeley (*Picea A.* Dietr.) v Ukraine [Biological basis for spruce (*Picea A.* Dietr.) cultivation in Ukraine]. Kyiv, 138 p. (in Russian).

Pravdin, L. F. 1964. Sosna obyknovennaya [Scots pine]. Moscow, Nauka, 194 p. (in Russian).

Surso, M. V. 2013. Reproduktivnaya biologiya i polimorfizm khvoynykh vidov (semeystva *Pinacea* Lindl., *Cupressacea* Rich ex Bartl.) Yevropeyskogo Severa Rossii (Arkhangelskaya oblast) [Reproductive biology and polymorphism of conifer species (family *Pinacea* Lindl., *Cupressacea* Rich ex Bartl.) of the European North of Russia (Arkhangelsk region)]. Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni doktora s.-h. nauk [Extended abstract of Doctoral dissertation]. Arkhangelsk, 43 p. (in Russian).

Shlonchak G. A., Shlonchak A. V., Bazan T. A.

POLLEN AND SEED QUALITY OF INTRODUCED PINE SPECIES IN KYIV FOREST RESEARCH STATION

State Enterprise "Kyiv Forest Research Station"

The results of pollen quality studies of 18 species of 37-year-old pines done in the pinetum of the Staropetrivske Forestry within the State Enterprise "Kyiv Forest Research Station" are presented. From the 29 planted species of the *Pinus* genus, only 20 have survived. All species of pine trees represented in the pinetum, "blossom". The climatic conditions of the region contribute to viable pollen forming (65.9–99.8 %) with a small amount of abnormal pollen grains.

In germinating of pollen abnormalities were detected, namely two pollen tubes in almost all species of pine. The viability of pollen of introduced species of pine and the growth rate of pollen tubes are interconnected. Pollen quality is not a limiting factor for the development of high-quality seeds.

In the pinetum of the State Enterprise "Kyiv Forest Research Station", introduced pine trees "blossom" successfully, but they do not form a sufficient number of full-grain seeds.

K e y w o r d s: pine species collection, pollen grains, pollen viability, pollen tubes, seeds.

Шлончак Г. А., Шлончак А. В., Базан Т. А.

КАЧЕСТВО ПЫЛЬЦЫ И СЕМЯН ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ВИДОВ СОСЕН В УСЛОВИЯХ ГП «КИЕВСКАЯ ЛНИС»

ГП «Киевская лесная научно-исследовательская станция»

Представлены результаты исследования качества пыльцы 18 видов 37-летних сосен на пинетуме Старопетровского лесничества ГП «Киевская ЛНИС». Из 29 посаженных видов рода *Pinus* до настоящего времени сохранилось 20. Все виды сосен, представленные на пинетуме, «цветут». Природно-климатические условия региона способствуют формированию жизнеспособной пыльцы (65,9–99,8 %) с незначительным количеством аномальных пыльцевых зерен.

В процессе прорастания пыльцы выявлены отклонения от нормы в виде двух пыльцевых трубок у пыльцевых зерен почти всех видов сосен. Жизнеспособность пыльцы интродуцированных видов сосен и интенсивность роста пыльцевых трубок коррелируют между собой. Качество пыльцы не является причиной низкого выхода полнозернистых семян.

На пинетуме ГП «Киевская ЛНИС» деревья – интродуценты сосны успешно «цветут», но не образуют достаточного количества полнозернистых семян.

К л ю ч е в ы е с л о в а: коллекция видов сосен, пыльцевые зерна, жизнеспособность пыльцы, пыльцевые трубки, семена.

E-mail: klnds@ukr.net

Одержано редколегією 10.01.2019