



ТЕОРІЯ, МЕТОДИ І ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ІНТРОДУКЦІЇ ТА РЕІНТРОДУКЦІЇ

УДК: 582.475(477.72)

<https://doi.org/10.53904/1682-2374/2023-25/13>

І.В. Михайлецька

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

ІНТРОДУКЦІЙНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИДІВ РОДУ *ABIES* MILL. У ДЕНДРОПАРКУ "АСКАНІЯ-НОВА"

Abies, зимо- та посухостійкість, водоутримуюча здатність хвої, фертильність, стерильність пилку, потенційна та реальна продуктивність шишки, схожість насіння, асортимент

ІНТРОДУКЦІЙНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИДІВ РОДУ *ABIES* MILL. У ДЕНДРОПАРКУ "АСКАНІЯ-НОВА". І.В. Михайлецька. – Висвітлено результати інтродукційних досліджень видів роду *Abies* Mill. в дендропарку "Асканія-Нова", проведених у 2016–2020 рр. Дана оцінка стійкості видів до абіотичних факторів середовища: зимо- та посухостійкість. Наведено біометричні показники генеративних органів (шишок, насіння) та морфометричні параметри пилкових зерен. Охарактеризовано якість пилку (життєздатність, фертильність), показано вплив віку та життєвого стану рослин на відсоток аномалій у його будові. Досліджено потенційну та реальну продуктивність шишок, їх коефіцієнт продуктивності, що, в залежності від виду, змінюється в межах 50–79%. Визначено якість, лабораторну та ґрунтову схожість насіння. Встановлено, що його виповненість краща у видів *A. alba* Mill., *A. nordmanniana* (Stev.) Spach., *A. pinsapo* Boiss. і складає 20, 30 та 35% відповідно. Випробувано різні способи і терміни посіву насіння. Найоптимальнішим визначено висівання восени у контейнери, які утримуються 1–2 роки у парникових ямах. Обстежено куртини парку на предмет виявлення самосіву ялиць. Враховуючи результати комплексного вивчення інтродуцентів, дано інтегральну оцінку перспективності використання та складено асортимент видів *Abies* для озеленення в умовах півдня України. Рекомендовано використання 5 видів ялиць в зеленому будівництві у південному Степу: для масового використання – *A. nordmanniana* та *A. pinsapo*, для обмеженого – *A. alba*, *A. concolor* та *A. cephalonica*.

INTRODUCTION STUDIES OF SPECIES OF THE GENUS *ABIES* MILL. IN THE "ASKANIA NOVA" DENDROLOGICAL PARK. I.V. Mykhayletska. – The results of the introduction studies of species of the genus *Abies* Mill. in the "Askania Nova" dendrological park, conducted in 2016–2020, are presented. The biometric parameters of generative organs (cones, seeds) and morphometric parameters of pollen grains are presented. The quality of pollen (viability, fertility) is characterized, the influence of age and vital condition of plants on the percentage of anomalies in its structure is shown. The potential and actual productivity of cones, their productivity coefficient, which, depending on the species, varies within 50–79%, were investigated. The quality, laboratory and soil germination of seeds were determined. It was found that its fullness is better in the species *A. alba* Mill., *A. nordmanniana* (Stev.) Spach., *A. pinsapo* Boiss. and is 20, 30 and 35%, respectively. Various methods and timing of sowing seeds have been tested. Sowing in the fall in containers kept for 1–2 years in greenhouse pits was determined to be the most optimal. The clumps of the park were examined to detect self-seeding of firs. Taking into account the results of a comprehensive study of introductions, an integral assessment of the prospects for use was made and an assortment of *Abies* species for landscaping in the south of Ukraine was compiled. The use of 5 species of fir in green building in the southern Steppe is recommended: for mass use – *A. nordmanniana* and *A. pinsapo*, for limited use – *A. alba*, *A. concolor* and *A. cephalonica*.

Хвойні рослини є важливим компонентом паркових, захисних та декоративних насаджень. Висока художньо-естетична виразність робить їх незамінними в ландшафтних композиціях. Окрім цього, вони мають високу фітонцидну активність, тому вико-

нують в насадженнях міст та селищ санітарно-гігієнічні функції, створюючи сприятливий мікроклімат для людини. Загалом, хвойні рослини дуже популярні у зеленому будівництві.

Незважаючи на родючість степових ґрунтів та великий тепловий баланс активних температур, вирощування хвойних на півдні України пов'язано з низкою проблем. Всі деревні інтродуценти знаходяться за межами свого екологічного оптимуму і часто страждають від комплексної дії екстремальних природних факторів регіону, які уповільнюють їх ріст, розвиток, скорочують тривалість життя рослин в рази, що обумовлено інтенсивною тратую життєвих ресурсів на пристосування до незвичних умов середовища (Поляков, Сусллова, 2004).

Добору найвитриваліших видів в умовах посушливого степу приділяється велика увага у наукових дослідженнях лабораторії дендрологічного парку загальнодержавного значення "Асканія-Нова". У 2016–2020 рр. проведено комплексне вивчення інтродуцентів родини Pinaceae з родів *Abies* Mill., *Larix* Mill., *Picea* A. Dietr., *Pseudotsuga* Carr., на основі якого складено асортимент видів для зеленого будівництва у південному Степу України. У даній статті висвітлено результати інтродукційних досліджень лише видів роду ялиця *Abies* Mill. колекції дендропарку "Асканія-Нова".

Матеріали і методи досліджень

Здійснено таксономічну реінвентаризацію та ідентифікацію ялиць у колекціях дендропарку (Деревья ..., 1949; Rehder, 1949; Крюссман, 1986; Дендрофлора ..., 2001). Визначено географічне походження видів (Тахтаджян, 1978), основні таксаційні показники рослин (висота рослини, діаметр стовбура та інше) загальноприйнятими методами. Загальний стан рослин описували такими категоріями: добрий, задовільний, незадовільний, пригнічений. Зимостійкість визначали за 7-бальною шкалою П.І. Лапіна (Лапін, Сиднева, 1973), посухостійкість – за фізіологічним показником (водуотримуючої здатності тканин хвої). Сезонний розвиток вивчали за методикою фенологічних спостережень за хвойними (Фенологические наблюдения ..., 1973). При дослідженні генеративної здатності інтродуцентів визначали рясність утворення мікро- та мегастробілів, врожайність шишок за шкалою М.Є. Булигіна (Булыгин, 1967), морфометричні показники шишок та насіння, потенційну та реальну насінневу продуктивність шишок (Поляков, Сусллова, 2004). Досліджено якісні показники насіння: масу 100 насінин, їх виповненість методом розрізування, лабораторну та ґрунтову схожість насіння (ДСТУ ..., 2002, 2015). Аналізуючи пилковий режим ялиць, з'ясовували життєздатність та фертильність пилку, морфометричні показники пилкових зерен, види їх аномалій. Морфометричні параметри пилку визначали на тимчасових мікропрепаратах: у 30 нормально розвинутих і розміщених пилкових зерен вимірювали у полярному положенні загальну довжину (разом з повітряними мішками), довжину та висоту тіла, ширину та висоту повітряних мішків (Сладков, 1967). Використовували мікростробіли з уже стиглим пилком, але до початку "пилювання". Фертильність пилку встановлювали ацетокарміновим методом, а життєздатність пилку – методом його пророщування у термостаті на штучному поживному середовищі за методиками З.П. Паушевої (Паушева, 1988). Типи аномалій пилку визначали за класифікацією, яка наведена у статті І.І. Коршикова (Коршиков, Гусейнова, 1918). Вищезазначені дослідження проведені за допомогою мікроскопу та цифрової камери Levenhuk C510NC5M. Проведено досліди з різних способів розмноження (насінням та вегетативне – живцями). Визначено ґрунтову схожість ялиць при висіванні у різні терміни (восени, навесні) та умови (відкритий ґрунт або у контейнери, які утримувалися у холодних заглиблених парниках). Живцювання ялиць проведено тільки для видів, які представлені молодими вегетуючими особинами – *A. alba* та *A. nordmanniana*. В умовах холодних парникових ям висаджено навесні здерев'янілі, а влітку – напівздерев'янілі живці, частина з обробкою стимуляторами росту (корневіном та гетероауксином) та контрольні – без обробки. Оцінку перспективності подано за класичною методикою ДБС АН СРСР за 7-а показниками (Лапін, Сиднева, 1973). Статистичну обробку даних проводили за Г.Ф. Лакінім (Лакін, 1982) з використанням комп'ютерної програми Microsoft Office Excel 97-2003.

Результати досліджень та їх обговорення

З'ясовано систематичний склад видів ялиць, які зростають у дендропарку "Асканія-Нова" у різні періоди (Карасьов, 1974; Каталог рослин ..., 2003, 2012), визначено види, присутні на момент останньої інвентаризації в колекціях голонасінних старого та нового арборетумів (Рубцов, Михайлецька, 2017, 2018), проведено ідентифікацію видів за літературними джерелами та уточнення видової належності деяких дерев (Михайлецька, 2017). Визначено географічне походження видів, час висадки рослин на ділянках парку та походження посадкового матеріалу за архівними матеріалами.

Встановлено, що на теперішній час у дендропарку зростає до 100 дерев ялиць, які відносяться до 6 видів. Серед них переважають молоді особини, але є рослини, які пройшли довгострокові інтродукційні випробування, зростаючи у дендропарку понад 50 років (ялиця біла, європейська *Abies alba* Mill., я. одноколірна *A. concolor* (Gord.) Hildebr., я. іспанська *A. pinsapo* Boiss., я. сибірська *A. sibirica* Ledeb.) та понад 120 років (я. грецька *A. cephalonica* Loud., я. кавказька *A. nordmanniana* (Stev.) Spach.). За географічним походженням вони представляють 3 флористичні області Голарктики. *A. cephalonica* та *A. nordmanniana* інтродуковані в дендропарк ще за часів Ф.Е. Фальц-Фейна – засновника ботанічного парку. Найпоширеніші за кількістю екземплярів – *A. alba* та *A. nordmanniana* (по декілька десятків особин), інші чотири види представлені 1–2 екземплярами.

Важливим показником успішності акліматизації видів в нових умовах зростання є стійкість інтродукованих видів до несприятливих абіотичних факторів посушливого степу та супутньої дії біотичних факторів.

Зимостійкість інтродукованих видів ялиць оцінена 1–2 балами за 7-бальною шкалою. Рекогносцирувальними обстеженнями рослин в сезонній динаміці виявлено високозимостійкі види – *A. alba*, *A. nordmanniana*, *A. pinsapo*, *A. sibirica* (1 бал) та зимостійкі види – *A. cephalonica* та *A. concolor* (2 бали), у яких періодично спостерігається зимове ушкодження вегетативних, а інколи і генеративних бруньок. Протягом п'ятирічних досліджень достатньо унікальною склалася зима 2015–2016 рр.: грудень 2015 р. був дуже сухим і теплим (середньодобові температури місяця трималися в межах +2,5...+9,3 °C), у перший тиждень січня 2016 р. температура почала різко знижуватися і досягла 4 числа позначки –27,6 °C, вже 7 січня почалася відлига, яка тривала два тижні, 21–27 січня знов фіксувалися негативні температури повітря (мінімальна –17,5 °C). Лютий був аномально теплим (середньомісячна температура +3,9 °C). Цієї зими частими були буревії: у грудні 2015 року зареєстровано 19 днів з вітрами швидкістю 10–15 м/сек, у січні 2016-го – 17 днів, у лютому – 24 дні. Сильні вітри спричиняють так зване "зимове висушування" пагонів дерев і посилюють шкідливу дію низьких температур (Рубцов, Гавриленко, 2016). Так, в умовах екстремальної зими 2015–2016 рр. показник зимостійкості у ялиць *A. alba*, *A. cephalonica* та *A. concolor* знизився на порядок. Як наслідок, у ялиці білої було слабе пилювання, а мегастробіли не розгорнулися; у я. грецької постраждали вегетативні бруньки гілок нижнього ярусу і був відсутній приріст пагонів I та II порядку у 2016 р., який не відновився у наступні роки на частині уражених пагонів; у я. одноколірної – постраждала верхівка дерева і наростання у висоту в цей рік не відбулося (багатовершинність у двох існуючих дерев даного виду вказує на неодноразове ураження бруньок та хвої взимку). Часті зимові відлиги або різкі перепади температури повітря в бік її зниження, сильні і тривалі вітри взимку в умовах дендропарку – велике випробування навіть для дуже зимостійких видів дерев.

До несприятливих екологічних умов південного Степу України також можна віднести весняні та літні посухи, тривалі суховії, нерівномірне випадіння опадів протягом вегетаційного періоду, особливо нестачу вологи у ґрунті і повітрі у період активного росту пагонів та закладання вегетативних і генеративних бруньок, що ослаблює їх розвиток наступного року.

Посухостійкість інтродуцентів визначалася за візуальними проявами зміни життєдіяльності, морфологічними особливостями будови хвої та фізіологічним показником водоутримуючої здатності хвої. Через певний проміжок часу пагони втрачають свою масу за рахунок випаровування води, переважно через поверхню хвої. Відбувається воно у видів ялиць з різною інтенсивністю. Показники водоутримуючої здатності хвої наведено

у таблиці 1. Найбільшу посухостійкість показали я. іспанська та я. кавказька, найменшу – я. грецька та я. біла. Проміжне положення займають я. сибірська та я. одноколірна.

Таблиця 1. Водоутримуюча здатність хвої дослідних ялиць дендропарку "Асканія-Нова"

Вид	Показник	Втрата води від початкової маси пагона, %				
		2 год.	4 год.	6 год.	12 год.	24 год.
<i>Abies alba</i>	М	0,36	1,35	2,08	3,25	5,41
	lim	0,18–0,45	0,9–2,23	1,36–3,06	2,71–3,86	4,17–6,06
<i>A. cephalonica</i>	М	0,52	1,05	1,5	2,81	5,51
	lim	0,41–0,65	0,85–1,33	1,37–1,67	2,19–3,33	4,37–6,67
<i>A. concolor</i>	М	0,4	0,85	1,25	2,1	3,8
	lim	0,37–0,44	0,7–1,05	1,15–1,4	1,9–2,4	3,25–4,25
<i>A. nordmanniana</i>	М	0,31	0,63	0,96	1,23	3,07
	lim	0,29–0,33	0,6–0,66	0,9–1,1	1,15–1,3	2,3–3,8
<i>A. pinsapo</i>	М	0,22	0,41	0,65	1,45	2,87
	lim	0,18–0,26	0,36–0,5	0,54–0,75	0,3–0,5	2,5–3,4
<i>A. sibirica</i>	М	0,4	0,85	1,25	2,1	3,8
	lim	0,35–0,45	0,7–1,05	1,15–1,4	1,9–2,4	3,25–4,25

До оцінки адаптації дослідних видів долучено лінійний річний приріст пагонів та тривалість життя хвої. Найбільш стабільним є приріст у трьох видів ялиць – я. кавказької, я. іспанської та я. одноколірної (рис. 1: а), що опосередковано свідчить на користь їх вищої посухостійкості. У я. сибірської приріст пагонів у 2019–2020 рр. стрімко зменшувався, бо рослина на початку п'ятирічки мала задовільний стан, у 2019 р. – незадовільний, 2020 р. – пригнічений. Кожний вид ялиць відрізняється різною тривалістю та швидкістю росту пагонів, внаслідок чого вони мають суттєву відмінність у приростах. На діаграмі (див. рис. 1: б) показано сумарний приріст пагонів за п'ятирічку.

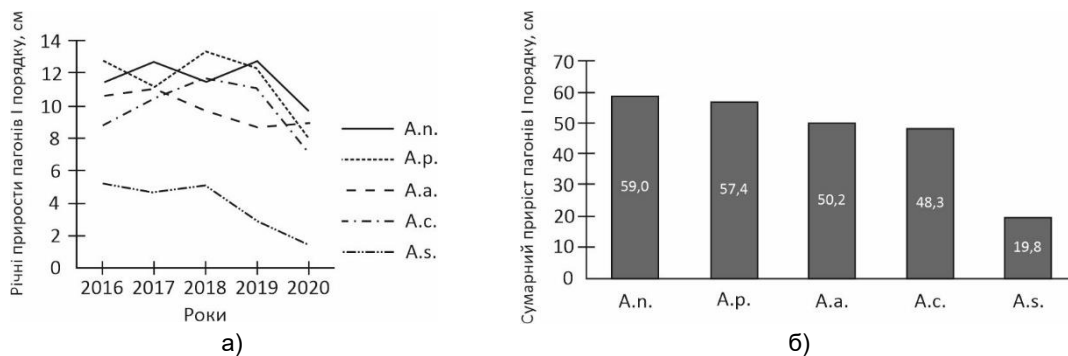


Рисунок 1. Приріст пагонів ялиць за період спостережень: щорічний (а) та сумарний за 2016–2020 рр. (б)

Примітки: A.n. – *Abies nordmanniana*, A.p. – *A. pinsapo*, A.a. – *A. alba*, A.c. – *A. concolor*, A.s. – *A. sibirica*.

Одним з універсальних показників, який відображає реакцію рослин на специфічні умови зростання, є тривалість утримання хвої на пагоні. Тривалість життя хвої у різних видів ялиць в умовах дендропарку порівняли з такими, що вказані для рослин у природних умовах (табл. 2). Хвоя в умовах дендропарку найдовше зберігається у я. іспанської (до 13 років) та я. кавказької (до 12 років), найменше – у я. сибірської (5–8 років).

Досліджено генеративну здатність та насінневу продуктивність інтродуцентів. У кожного виду ялиць в наявності особини, які досягли генеративного віку. Визначено комплекс показників: рясність мікро- та мегастробіл під час пилювання та врожайність зрілих шишок (табл. 3). Протягом п'ятирічки *A. nordmanniana*, *A. pinsapo*, *A. cephalonica* щорічно пилювали і мали вищу врожайність шишок (2–3 бали); інші види мали врожайність 0–1 бал. *A. sibirica* лише один раз була з шишками (2018 р.). Найбільш врожайним для ялиць був 2020 р., найменш врожайним – 2017 р.

Таблиця 2. Тривалість життя хвої ялиць

Вид	Тривалість життя хвої, років	
	за літературними джерелами	за оригінальними даними
<i>Abies alba</i>	6–9	(6)7–8(9)
<i>A. cephalonica</i>	?	(5)6–8(9)
<i>A. concolor</i>	6–7	(7) 8–9(10)
<i>A. nordmanniana</i>	9–13	(8–9)10–11(12)
<i>A. pinsapo</i>	?	(8–9)10–12(13)
<i>A. sibirica</i>	7–10	(5)6–7(8)

Таблиця 3. Особливості шишконошення видів *Abies* у дендропарку (2016–2020 рр.)

Вид	Рясність, бали		Врожайність шишок, бали
	мікростробіл	мегастробіл	
<i>Abies alba</i>	1–3	1–2	0–1
<i>A. cephalonica</i>	2–3	2–3	2
<i>A. concolor</i>	5	1–2	0–1*
<i>A. nordmanniana</i>	3	2–4	2–3
<i>A. pinsapo</i>	3–4	2–4	2–3
<i>A. sibirica</i>	1–2	0–1	0–1

Примітка: * – до 70% насіння уражене шкідником.

Визначені біометричні показники шишок та морфометричні показники насіння, які представлені у таблицях 4 та 5. У вікових дерев я. грецької, висотою 23–25 м, дістати шишки не вдалося, а у я. білої та я. кавказької цілими отримано одиничні шишки.

Таблиця 4. Біометричні показники шишок видів *Abies* у дендропарку "Асканія-Нова"

Вид	Показник	Шишка, см		Насіннева луска, мм		Кількість насінневих лусок у шишці, шт.	
		довжина	діаметр	довжина	ширина	загальна	у фертильній зоні
<i>Abies alba</i>	M±m	12,4±0,3	4,3±0,1	29,0±0,3	33,7±0,25	177±4,8	127±4,2
	lim	12–13,5	4,0–4,5	28–31	32–34,5	154–193	109–141
<i>A. cephalonica</i>	M±m	20–22	4,5–5,0	37,0±0,5	46,2±0,27	–**	–**
	lim	–*	–*	33–42	43–49	–**	–**
<i>A. concolor</i>	M±m	10,8±0,44	4,5±0,12	24,6±0,27	34,7±0,29	206,3± 6,5	140,3±7,1
	lim	10–11,5	4,3–4,7	23–27	32–38	195–217	130–154
<i>A. nordmanniana</i>	M±m	16,2±0,58	4,2±0,15	32,1±0,22	34,9±0,2	221±6,3	157±8,4
	lim	14–19	3,8–4,5	30–35	33–36,5	200–240	130–186
<i>A. pinsapo</i>	M±m	16,5±0,45	4,7±0,1	33,5±0,33	42,1±0,23	251,7±10,8	176,4±9,6
	lim	14,7–18	4,3–5	30–38	38–44	191–275	136–204
<i>A. sibirica</i>	M±m	7,2±0,25	3,1±0,08	16,5±0,14	19,9±0,2	171±5,6	135,8±5,8
	lim	5,5–9	2,8–3,8	15–17	18–21	156–185	122–153

Примітка: * – недостатньо даних для статистичної обробки, ** – відсутні дані.

Таблиця 5. Морфометричні показники насіння видів *Abies* у дендропарку "Асканія-Нова"

Вид	Довжина насіння з крилом, мм	Ширина крила, мм	Розміри насіння без крила, мм	
			довжина	ширина
<i>Abies alba</i>	25,45±0,42	13,5±0,2	11,25±0,15	4,92±0,1
	lim 22–27	lim 13–15	lim 10–13	lim 4–5,5
<i>A. cephalonica</i>	35,5±0,50	19,1±0,17	11,8±0,12	5,6±0,18
	lim 31–40	lim 17–20	lim 10,5–13,0	lim 3–7
<i>A. concolor</i>	22,4±0,56	14,1±0,19	9,8±0,17	5,15±0,1
	lim 18–34	lim 13–16	lim 8–11,5	lim 4,5–6
<i>A. nordmanniana</i>	29,4±0,39	14,3±0,22	12,3±0,14	5,5±0,12
	lim 26–32	lim 13–16	lim 11–13	lim 4,5–6
<i>A. pinsapo</i>	29,5±0,41	16,9±0,17	12,2±0,19	5,5±0,14
	lim 27–33	lim 16–18	lim 11–13,5	lim 4–6,5
<i>A. sibirica</i>	15,2±0,26	7,8±0,17	6,7±0,1	4,0±0,1
	lim 14–17	lim 7–9	lim 5–7,2	lim 3,2–4,5

Для більш повної характеристики генеративної здатності інтродуцентів у 2019 р. було досліджено будову пилку та його якісні показники. Із шести видів ялиць не досліджено з технічних причин пилку я. грецької, яка у дендропарку представлена лише 2 старими деревами з високо піднятою кроною та високо розташованими мікростробілами. За будовою пилкові зерна у представників роду *Abies* одиничні, гетерополярні, еліпсоїдальні, білатерально-симетричні, дистально-однолептомні, з двома великими повітряними мішками (рис. 2: а). З'ясовано морфометричні показники гідратованих пилкових зерен (табл. б). За розміром, згідно з існуючою класифікацією (Сладков, 1967), пилкові зерна ялиць вважаються великими (pollina magna – 50–100 мкм).

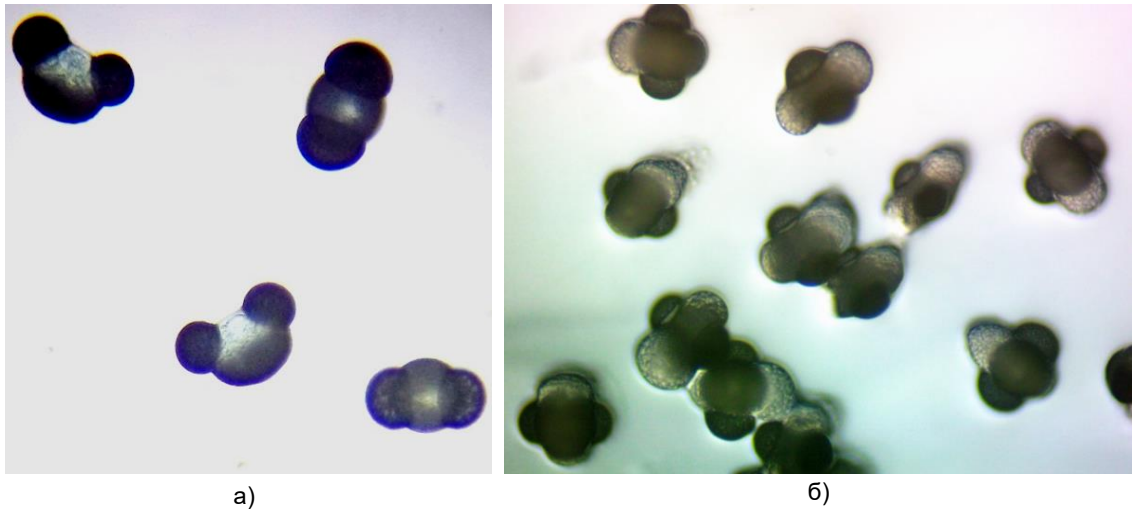


Рисунок 2. Фото мікропрепаратів пилку ялиць: а) – гідратовані пилкові зерна, б) – початок проростання пилку *in vitro*

Таблиця 6. Морфометричні показники пилкових зерен видів *Abies* (2019 р.)

Вид	Статистичні показники	Довжина пилкового зерна, мкм	Розміри тіла, мкм		Розміри повітряних мішків, мкм	
			довжина	висота	довжина	висота
<i>Abies alba</i>	M±m	73,01±0,59	43,97±0,56	41,40±0,43	38,58±0,48	28,77±0,3
	lim	65,17–78,31	40,41–47,23	37,75–44,76	35,06–42,00	27,21–32,52
<i>A. concolor</i>	M±m	61,61±0,67	42,6±0,57	42,24±0,51	30,35±0,52	21,7±0,42
	lim	54,62–70,42	38,62–47,16	37,63–50,14	26,08–38,09	16,68–26,91
<i>A. nordmanniana</i>	M±m	71,44±0,87	48,41±0,42	46,95±0,84	44,09±1,08	30,34±0,48
	lim	63,61–79,47	45,94–51,23	39,57–54,93	37,14–50,10	26,48–33,39
<i>A. pinsapo</i>	M±m	68,74±0,82	45,45±0,54	43,40±0,40	38,69±0,75	27,08±0,49
	lim	60,87–75,58	41,21–50,64	38,43–46,72	32,37–48,90	22,57–32,6
<i>A. sibirica</i>	M±m	59,07±0,56	39,21±0,37	35,56±0,36	31,09±0,51	22,49±0,39
	lim	54,41–63,99	35,71–44,77	31,65–39,88	26,8–34,58	19,43–25,87

Якість пилку визначено з позиції життєздатності, фертильності, відхилень у будові (аномалій). Життєздатність пилку, що характеризує його здатність до проростання після запилення, визначали методом пророщування пилку на штучному поживному середовищі. Процес проростання в умовах *in vitro* дуже динамічний. У життєздатних пилкових зерен вже через декілька годин починали рости пилкові трубки (див. рис. 2: б). Високі показники життєздатності пилку були у ялиць іспанської та кавказької (84–89%), середні – у інших видів. Фертильність пилку показує його здатність до запліднення, що є також однією з важливих умов утворення насіння. Її визначали на мікропрепаратах, забарвлених ацетокарміном. У більшості видів вона виявилася середньою. Якісні показники пилку відображені у таблиці 7. При аналізі пилку на наявність порушень у його будові для кожного виду ялиць дендропарку визначили відносну кількість (у %) аномального пилку (табл. 8).

Таблиця 7. Життєздатність та фертильність пилку ялиць (2019 р.)

Вид	Життєздатність пилку, %	Фертильність пилку, %
<i>Abies alba</i>	49–53	41
<i>A. concolor</i>	48–51	61
<i>A. nordmanniana</i>	84–89	42
<i>A. pinsapo</i>	85–89	40
<i>A. sibirica</i>	56	85

Таблиця 8. Аномалії пилкових зерен у видів ялиць колекції дендропарку

Вид	Види аномалій пилкових зерен, %								Загальна кількість аномалій, %	
	дрібні	гіперпрофоровані	зрослі	з редукованим тілом	аномалії повітряних мішків					
					кількість			комірцевого типу		відсутні
					1	3	4			
<i>Abies alba</i>	–	–	–	0,84	–	–	–	–	–	0,84*
	–	–	–	4,35	–	–	–	–	–	4,35**
<i>A. concolor</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	6,0	6,0***
	–	–	–	7,56	–	1,85	–	–	2,95	12,36****
<i>A. nordmanniana</i>	–	–	–	–	–	–	–	0,65	–	0,65
<i>A. pinsapo</i>	–	–	–	2,63	–	–	–	–	–	2,63
<i>A. sibirica</i>	0,38	0,13	–	0,63	–	–	–	–	–	1,14

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

Результати досліджень показують пряму залежність частоти аномалій від віку рослин (на прикладі особин *A. alba*) та від життєвого стану рослини одного віку (на прикладі особин *A. concolor*). У середньовікових рослин частота аномалій у 5 разів вища ніж у молодих, у дерева незадовільного життєвого стану – у 2 рази більше ніж у рослин, які перебувають у кращому життєвому стані (див. табл. 8).

За результатами досліджень насінневої продуктивності шишок та якості насіння (табл. 9) середні показники коефіцієнта насінневої продуктивності шишок змінюються, в залежності від виду, у межах 50–79%. Якість насіння залежить від багатьох факторів, один з них – можливість запилення шишок, що обумовлено кількістю особин виду, які пилюють поруч. Тому насіння збирали з дерев, посаджених групами, у *A. nordmanniana* це 7 особин поруч, *A. alba* – 5, у інших – усього 1–2 особини.

Таблиця 9. Насіннева продуктивність шишок та якість насіння досліджених видів *Abies* з колекції дендропарку "Асканія-Нова"

Вид	Насіннева продуктивність шишки			Маса 100 насінин з крилами / без крил, г	ВН, %	ЛСН, %
	потенційна, шт. М (lim)	реальна, шт. М (lim)	КНП, %			
<i>Abies alba</i>	258 (218–290)	128 (92–169)	50 (39–67)	7,6 / 6,5	20	10
<i>A. cephalonica</i>	–*	–*	70**	7,8 / 6,9	8	0
<i>A. concolor</i>	281 (260–380)	172 (142–208)	61 (52–68)	4,6 / 3,1	2	0
<i>A. nordmanniana</i>	313 (260–372)	227 (104–322)	71 (36–96)	9,7 / 7,6	30	27
<i>A. pinsapo</i>	353 (272–408)	270 (240–348)	77 (62–79)	10,0 / 7,9	35	30 (20–32)
<i>A. sibirica</i>	272 (244–306)	218 (204–237)	79 (73–84)	1,25 / 1,1	12	5

Примітки: КНП – коефіцієнт насінневої продуктивності шишки, ВН – виповненість насіння, ЛСН – лабораторна схожість насіння, * – дані відсутні, ** – визначено опосередковано за аналізом зібраних під деревом насінневих лусок з насінням.

Проведено дослід з різних способів розмноження (насінням та вегетативне – живцями). Визначено ґрунтову схожість 6 видів ялиць при висіванні у різні терміни та умови (табл. 10). Протягом п'яти років висівалося насіння (восени – свіжозібране, а навесні – попередньо замочене на 2 доби у воді) на грядку у відкритий ґрунт та у контейнери в парникові ями. Спроби перед висіванням розділяти насіння на виповнене і неповнене флотацією у воді виявилися неефективними у порівнянні з насінням ялин, оскільки у ялиць воно містить багато жирів, і якісне насіння потрапляє у обидві фракції. Визначено, що сходи з осінніх посівів з'являються навесні раніше і дружніше за весняні, тому і сіянці мали кращі морфометричні показники та випереджали весняні в онтогенетичному розвитку. Найвищу схожість мало насіння я. іспанської та я. кавказької при осінньому висіванні у контейнери, у середньому, відповідно, 37% та 28%; найменшу – я. сибірської (3%), насіння я. одноколірної та я. грецької жодного разу не проростало ні в умовах лабораторії, ні у відкритому ґрунті, хоча частина насіння була виповненою.

Таблиця 10. Ґрунтова схожість насіння *Abies* при різних умовах та термінах висівання

Вид	Ґрунтова схожість насіння, %		
	у відкритому ґрунті	у контейнерах (парниках)	
	посів восени	посів весною	посів восени
<i>Abies alba</i>	9	–	13
<i>A. cephalonica</i>	0	–	0
<i>A. concolor</i>	0	–	0
<i>A. nordmanniana</i>	12	15	25
<i>A. pinsapo</i>	13	28 (23–33)	37 (32–42)
<i>A. sibirica</i>	–	–	3

На кінець вегетаційного періоду визначено збереженість та біометричні показники однорічних сіянців (табл. 11). Для попередження полягання сіянців, що найчастіше викликається дією мікроскопічних грибів, їх та ґрунт обробляли розчином біопрепарату "Фітоспорин". Частина сходів загинула у парниковій ямі внаслідок непрямого знищення в результаті переривання ґрунту в контейнерах равликками, а також об'їдання сім'ядолей або повного з'їдання сіянців імаго жука мідляка піщаного *Opatrum sabulosum* L.

Таблиця 11. Морфометричні показники однорічних сіянців в контейнерах

Вид	Кількість сім'ядолей, шт.	Довжина, см		
		сіянців, М (lim)	сім'ядолей, М (lim)	хвої 1-го року, М (lim)
<i>Abies alba</i>	(5)6(7)	3,14(2,5–3,8)	3,24(3,0–4,0)	1,54(1,2–1,8)
<i>A. nordmanniana</i>	5(6)	3,62(3,0–4,5)	3,05(3,0–3,2)	1,68(1,5–1,8)
<i>A. pinsapo</i>	(5)6(7)	4,43(3,5–6,0)	3,09(2,0–3,7)	1,56(1,3–1,8)
<i>A. sibirica</i>	4	2,82(2,5–3,0)	1,8(1,7–2,1)	у 1-й рік немає

Дослід з живцювання проведені лише для двох видів ялиць, які представлені молодими вегетуючими особинами – *A. alba* та *A. nordmanniana*. Весняне живцювання дало нульовий результат, але останніми загинули живці з обробкою гетероауксином. При літньому живцюванні утворення калусу виявлено восени у 9% живців, оброблених корневіном та у 18% – гетероауксином. Навесні наступного року відростання додаткових коренів не відбулося. В умовах холодних парникових ям, де температура та полив не регулюються автоматизовано, ялиці показали низьку здатність до ризогенезу, на відміну від родини Кипарисові, які в тих самих умовах розмножуються живцями і показують переважно середній ступінь ризогенезу, що підтверджують дослідження А.Ф. Рубцова (2012). Тому, бажано провести дослід з живцювання в умовах теплиці.

За результатами обстежень куртин парку самосів виявлено у я. білої (Старий арборетум) та я. кавказької (Новий арборетум, Новий парк). У врожайні та вологі роки неодноразово виявляли їх чисельний самосів, у я. іспанської – поодинокий. У роки зі спекотним літом цьогорічні сходи ялиць гинуть повністю, особливо якщо вони з'явилися на відкритих для сонця і вітру місцях (на галявинах), де їм треба витримати боротьбу з природними чинниками, конкуренцію з ксероморфними злаками, які утворюють щільні дер-

нини, та уникнути викошування, що періодично здійснюється на галявинах. У пристовбурових колах незначна частина сіянцив зберігається (приблизно 5–10%, за відсутності механічної обробки ґрунту); але ґрунт навколо дерев потребує регулярного догляду (розпушування після зрошення чи опадів, знешкодження бур'янів по мірі їх появи тощо). Після перезимівлі кількість сіянцив ще зменшується. Тому для збереження самосіву та отримання додаткового посадкового матеріалу для відновлення насаджень парку останніми роками переносили ранньою весною сіянци ялиць (2-річних та більш старшого віку) з куртин парку на інтродукційний розсадник на дорошування. Частина їх висаджена на грядках у відкритий ґрунт, а частина – в поживний субстрат у контейнери, які утримувалися у парникових ямах 1–2 роки. Другий варіант є більш оптимальним з подальшим загартовуванням саджанців, які використовуються для відновлення куртини ялиць на Показовій галявині та створення інших ландшафтних груп. Найбільшу самосівну ялицю кавказьку виявили в куртині з листопадних дерев, за 0,5 м від стовбура липи, на відстані 25 м від групи ялиць, висотою 11–19 м, які щорічно утворюють шишки та насіння. Це 10-річне деревце висотою 0,3 м, з діаметром проєкції крони в 0,55 м та щорічним 3–3,5 см приростом у висоту, з річним приростом бічних пагонів до 9 см. Молода рослина у доброму життєвому стані, з симетричною кроною, зі збереженою 1–7-річною хвоєю, без ознак ушкоджень та хвороб.

Загальні відомості про найстаріші особини кожного виду ялиць на території Біосферного заповідника "Асканія-Нова" наведено в таблиці 12. Серед них – вікові ялиці *A. cephalonica* та *A. nordmanniana* (рис. 3).

Таблиця 12. Відомості про найстаріші ялиці в Асканії-Нова (станом на 1.01.2021 р.)

Вид	Місце зростання	Рік посадки	Вік рослини	Таксаційні показники	
				d, см	h, м
<i>Abies alba</i>	арборетум, старий парк	1959 р.	> 60 років	39	17
<i>A. cephalonica</i>	партерна галявина, старий парк	1900 р.	~ 125 років	63	25
<i>A. pinsapo</i>	арборетум, новий парк	1972 р.	> 50 років	39	12
<i>A. nordmanniana</i>	зоопарк	1900 р.	~ 125 років	52	18,5
<i>A. concolor</i>	показова галявина, новий парк	1971 р.	> 50 років	36	12,5
<i>A. sibirica</i>	арборетум, новий парк	1973 р.	~ 50 років	15	9



а)



б)

Рисунок 3. Вікові ялиці в Асканії-Нова: я. грецька у дендропарку (а) та я. кавказька (б) на території зоопарку

Рослини роду *Abies* вирізняються високою декоративністю впродовж всього року, яка посилюється навесні в період формування мікро- і мегастробіл та досягання шишок, а у ялиць європейської та одноколірної – ще і під час відростання та росту молоді хвої (квітень–червень) за рахунок її контрастності зі старою. За інтегральною оцінкою перспективності видів (Лапин, Сиднева, 1973) найбільшу кількість балів отримали три види ялиць – біла, іспанська, кавказька, що вказує на їх перспективність в озелененні; менш перспективними є я. грецька та я. одноколірна; неперспективною – я. сибірська (табл. 13).

Таблиця 13. Оцінка перспективності (в балах) дослідних видів *Abies* в озелененні

Вид	Оцінка за конкретними параметрами та інтегральна / максимальна кількість балів							Клас перспективності*	
	збереження габітусу	пагоноутворююча здатність	визрівання пагонів	зимостійкість	приріст у висоту	генеративне розмноження	можливі способи розмноження		
	10	5	20	25	5	25	10		
<i>Abies alba</i>	10	5	20	25	5	25	5	95	П
<i>A. cephalonica</i>	10	4	20	20	3	15	5	77	МП
<i>A. pinsapo</i>	10	5	20	25	5	25	5	95	П
<i>A. nordmanniana</i>	10	5	20	25	5	25	5	95	П
<i>A. concolor</i>	10	4	20	20	3	10	3	70	МП
<i>A. sibirica</i>	5	3	20	25	2	5	0	60	НП

Примітки: П – перспективний, МП – менш перспективний, НП – неперспективний вид.

Враховуючи результати вищезазначеної інтегральної оцінки перспективності та ряд інших важливих показників (табл. 14), рекомендуємо включити 5 видів ялиць в асортимент видів для зеленого будівництва у південному Степу України: для масового використання – *A. nordmanniana* та *A. pinsapo*, для обмеженого – *A. alba*, *A. concolor* та *A. cephalonica*. Рослини *A. sibirica* можна використовувати лише для колекції в арборетумах при ретельному догляді.

Таблиця 14. Асортимент видів роду *Abies*, рекомендованих для озеленення в умовах півдня України

Вид	Інтегральна оцінка	Посухостійкість	Самосів	Ростуть в смт Асканія-Нова	Асортимент (характер використання)
<i>Abies alba</i>	95	П	+	–	обмежений
<i>A. cephalonica</i>	77	П	–	–	обмежений
<i>A. pinsapo</i>	95	І	+	–	масовий
<i>A. nordmanniana</i>	95	І	+	+	масовий
<i>A. concolor</i>	70	І	–	–	обмежений

Для відновлення чисельності ялиць в насадженнях парку до останнього часу вирощувались саджанці трьох видів *Abies* з насіння місцевого походження. На жаль, з 2023 р. залучення інших видів та форм даної групи рослин та первинні інтродукційні випробування в умовах дендропарку припинені через окупацію.

Висновки

За результатами аналізу архівних матеріалів та даних інвентаризацій насаджень дендропарку "Асканія-Нова" різних років, встановлено, що на теперішній час у дендропарку зростає до 100 дерев ялиць 6 видів. Вони пройшли довгострокові інтродукційні випробування (більше 50 років). Ялиці двох видів (*A. cephalonica* та *A. nordmanniana*) збереглися ще з часів Ф. Фальц-Фейна – засновника ботанічного парку. Більшість особин молодого віку, але у кожного виду є рослини, які досягли генеративного періоду, пилюють, утво-

рюють шишки та насіння. Кращі показники врожайності шишок мають *A. pinsapo* та *A. nordmanniana* (2–3 бали). Відносна насіннева продуктивність шишок змінюється, в залежності від виду, від 50% у *A. alba* до 79% у *A. sibirica* (середній рівень). Результати досліджень фертильності та життєздатності пилку у ялиць показали високий або середній рівень. З'ясовано пряму залежність виникнення аномалій у будові пилку від віку рослини та її життєвого стану. Окрім вищезазначеного, на формування доброякісного насіння впливає щільність розміщення рослин. У ялиць, які зростають групами, вірогідність запилення мегастробілів вища. Як наслідок, спостерігається утворення більшої кількості виповненого насіння (20% у *A. alba*, 30% – *A. nordmanniana*, 35% – *A. pinsapo*). У поодинокі зростаючих ялиць цей показник значно менший (2% у *A. concolor*, 12% в *A. sibirica*). Така ж закономірність простежується при порівнянні лабораторної та ґрунтової схожості насіння у різних видів. Найоптимальнішим визначено висівання свіжозібраного насіння восени в контейнери, які протягом 1–2 років утримуються у парникових ямах. При обстеженні насаджень старого та нового парку у врожайні роки виявлено чисельний самосів я. білої та я. кавказької, поодинокий я. іспанської. При вивченні впливу абіотичних факторів на розвиток рослин з'ясовано, що в колекції переважають зимо- та посухостійкі види. Враховуючи результати комплексного вивчення інтродуцентів, виведена інтегральна оцінка перспективності використання та складено асортимент видів *Abies* для озеленення в умовах півдня України. Рекомендовано використання 5 видів ялиць у зеленому будівництві у південному Степу: для масового використання – *A. nordmanniana* та *A. pinsapo*, для обмеженого – *A. alba*, *A. concolor* та *A. cephalonica*.

- Бульгин Н. Е. К методике фенологических наблюдений за повторным цветением и плодоношением древесных растений. Москва : Наука, 1967. 49 с.
- Дендрофлора України. Дикорослі та культивовані дерева й кущі. Голонасінні: Довідник / М. А. Кохно, В. І. Гордієнко, Г. С. Захаренко та ін. [за ред. М. А. Кохна, С. І. Кузнецова]; НАН України, Нац. бот. сад ім. М. М. Гришка. Київ : Вища школа, 2001. С. 100–146.
- Деревья и кустарники СССР : дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции : в 6 т. Москва, Ленинград : Изд-во АН СССР, 1949. Т. 1 : Голосеменные / ред. С. Я. Соколов, Б. К. Шишкин. 464 с.
- ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення маси 1000 насінин : Київ : Держстандарт, 2002. С. 17–18.
- ДСТУ 8558:2015. Насіння дерев і кущів. Методи визначення посівних якостей (схожості, життєздатності, доброякісності). Київ : Держстандарт України, 2015. 91 с.
- Карасьов Г. М., Панова Л. М. Деревя та чагарники Ботанічного парку. *Рослинні багатства заповідного степу і ботанічного парку "Асканія-Нова" (каталог)*. Київ : Наукова думка, 1974. С. 58–166.
- Каталог рослин дендрологічного парку "Асканія-Нова" / Н. О. Гавриленко, А. Ф. Рубцов, Л. О. Слепченко. Асканія-Нова, 2003. 116 с.
- Каталог рослин дендрологічного парку "Асканія-Нова" : довідковий посібник / А. Ф. Рубцов, Н. О. Гавриленко, Л. О. Слепченко, З. А. Петренко, Ю. С. Литвиненко. Асканія-Нова, 2012. 132 с.
- 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.
- Крюссман Г. Хвойные породы. Пер. с нем. Н. Н. Непомнящего / Под ред. к.б.н. Н. Б. Гроздовой. Москва : Лесная пром-ть, 1986. 256 с.
- Лакин Г. Ф. Биометрия. Москва : Наука, 1982. 287 с.
- Лапин П. И., Сиднева С. В. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений. *Опыт интродукции древесных растений*. Москва : ГБС АН СССР, 1973. С. 7–67.
- Михайлецька І. В. Уточнення видового складу ялиць колекції дендрологічного парку "Асканія-Нова". *Вісті Біосферного заповідника "Асканія-Нова"*. 2017. Т. 19. С. 96–98.
- Паушева З. П. Практикум по цитологии растений. 4-е изд. Москва : Агропромиздат, 1988. 271 с.
- Поляков А. К., Сулова Е. П. Хвойные на юго-востоке Украины. Донецк : Норд-Пресс, 2004. 197 с.
- Рубцов А. Ф. Методичні рекомендації з агротехніки прискороного розмноження нових малопоширених деревних екзотів і високодекоративних культиварів та їх використання в озелененні південного степу України. Асканія-Нова, 2012. 88 с.
- Рубцов А. Ф., Гавриленко Н. О. Зимостійкість деревних інтродуцентів дендрологічного парку "Асканія-Нова". *Вісті Біосферного заповідника "Асканія-Нова"*. 2016. Т. 18. С. 177–197.

- Рубцов А. Ф., Михайлецька І. В. Сучасний стан колекції старого арборетуму дендропарку "Асканія-Нова". *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. Вип. 27(3). С. 62–65.
- Рубцов А. Ф., Михайлецька І. В. Сучасна таксономічна структура дендрофлори колекції нового арборетуму дендропарку "Асканія-Нова". *Біологія та екологія*. 2018. Т. 5, № 2. С. 28–40.
- Сладков А. Н. Введение в спорово-пыльцевой анализ. Москва : Наука, 1967. 275 с.
- Тахтаджян А. Л. Флористические области Земли. Ленинград : Наука, 1978. 248 с.
- Фенологические наблюдения за хвойными : Методические указания / Г.Д. Ярославцев, М. Е. Бульгин, С. И. Кузнецов, Г. С. Захаренко. Ялта, 1973. 48 с.
- Rehder A. Manual of cultivated trees and shrubs hardy in North America. New York : The Macmillan Company, 1949. 996 p.

Рукопис отримано 2.11.2023