

УДК 630*18:582.475.1 (477.44)
DOI: 10.37128/2707-5826-2023-1-9
**ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН
НА СТАН ТА
РЕПРОДУКТИВНІ ПРОЦЕСИ
СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ
ФІНСЬКОГО ПОХОДЖЕННЯ В
УМОВАХ ВІННИЧЧИНИ**

І.С. НЕЙКО, доктор с.-г. наук,
заступник директора ДП «Вінницька
лісова науково-дослідна станція»
УкрНДІЛГА
М.В. МАТУСЯК, канд. с.-г. наук,
доцент, Вінницький національний
аграрний університет
О.В. НЕЙКО, молодший науковий
співробітник ДП «Вінницька лісова
науково-дослідна станція» УкрНДІЛГА

За результатами досліджень встановлено, що усі клони характеризувалися інтенсивним утворенням мікростробілів та пилюванням. Подеревний аналіз показав, що клони фінського походження раніше вступили у фазу дозрівання пилюку у порівнянні із місцевим походженням. За зовнішніми ознаками пиляки місцевої популяції були значно крупніші.

Аналіз фотознімків показав, що клони характеризувалися різною інтенсивністю проростання пилюкових зерен, а також мали різну частку пилюкових зерен із аномаліями. Загальний огляд знімків виявив, що більшість клонів фінського походження та місцевої популяції характеризуються досить високою життєздатністю.

Визначено, що середня кількість пилюкових зерен що проросла для досліджуваних клонів становила 89 шт., із них близько половини (44 шт.), із аномаліями.

Згідно отриманих результатів досліджень ми визначили, що найбільша кількість пророслих зерен – 150 шт. була відмічена у клона №13 (Е 618). Мінімальна кількість була зафіксована у клона № 21 (Е1881) – 13 шт.

Відповідно у цих же клонів зафіксована максимальна та мінімальна кількість пилюкових зерен, що не проросли. Зокрема, у клона № 10 це склало 218 шт., а у клона № 21 – 223 шт. Найбільше пилюкових зерен із аномаліями виявлено у клона № 10 – 95 шт.

Встановлено, що найвищий відсоток пилюку без проростання був характерним для клона № 21 та становив близько 94,2 %. У той же час найнижча частка такого пилюку була зафіксована у клона № 13 – 40,5 %.

У результаті проведених чергових обліків збереженості клонів на плантації відмічено високий рівень збереженості, який складає 94,8 %. За початкової кількості 413 клонів загинуло 22. Загальний відпад клонів у розрізі представництв становив 1-4 дерева. Найвищий відпад був характерний для клонів: № Е2312 (33,3 %), Е2257 (20,0 %) К801 (20,0 %).

За проведеним кореляційним аналізом виявлено слабкий кореляційний зв'язок між збереженістю та станом клонів та збереженістю і плодоношенням ($r = - 0,21$ та $0,19$ відповідно). Аналіз кореляційних залежностей вказує на те, що погіршення стану клонів не є основною причиною їх відмирання.

Встановлено, що середня інтенсивність утворення шишок протягом останніх років коливалася у межах 1,3-2,0 балів. Крайній рівень насінноношення був відмічений у 2015 та 2018 роках. Поряд із місцевим контролем, утворення шишок було більш інтенсивним у клонів Е 80 та Е 709 і у середньому становило понад 2,0 бали.

В результаті проведення польових досліджень було визначено, що середній стан клонів протягом останніх років децю погіршується. Зокрема, спостерігається зростання середньої категорії стану від 1,3 до 1,7. Найкращим станом, поряд із місцевим контролем,

характеризуються клони E 80 та E 2125 (категорія стану 1,2). Значно гірший стан у клонів E 1591, E 2257, K 684, K 801, K 818.

Ключові слова: температура, опади, стан, насіннюшення, сосна звичайна, клонова плантація.

Табл. 5. Рис. 1. Літ. 12.

Постановка проблеми. У останні десятиліття лісові екосистеми зазнають інтенсивного антропогенного впливу [1, 2, 3, 5]. У багатьох країнах світу відмічаються тенденції щодо погіршення стану лісових екосистем їх деградації та всихання. Антропогенні впливи призводять до зростання негативної дії абіотичних та біотичних чинників. Внаслідок цього відбувається не лише погіршення стану дерев, але й порушення їх репродуктивних функцій [4, 6, 10, 11].

Сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) характеризується значним ареалом поширення та значною пластичністю до зміни умов середовища. Ареал поширення виду – від Іспанії і Великобританії на заході до Східного Сибіру на сході та від Лапландії (північна частина Фінляндії та Швеції) на півночі до Монголії та Китаю на півдні. Сьогодні виділено понад 100 підвидів, проте офіційно підтверджено лише 3.

З метою підвищення репродуктивних функцій та обмеження негативного впливу неконтрольованого перезапилення в умовах Вінниччини (Літинське лісництво) у 1992-му році було закладено клонову плантацію сосни звичайної фінського походження [7, 9].

На даний час плантація знаходиться у доброму стані, а клони характеризуються добрим станом та репродукцією [8]. Незважаючи на це, репродуктивні властивості клонів залежать від погодно-кліматичних умов і глобальні кліматичні зміни можуть суттєво вплинути на насінневу продуктивність плантацій [9]. Тому, дослідження впливу кліматичних змін на стан та репродуктивні властивості переміщених клонів є надзвичайно важливим завданням.

Аналіз останніх публікацій.

Дослідження репродуктивних стану та репродуктивних особливостей клонів сосни звичайної фінського походження проводилося із часу закладання самої плантації. Дослідження проводилися періодично науковцями ДП «Вінницька лісова науково-дослідна станція» починаючи із 1993-го року [9]. Починаючи із 2010-го року на плантаціях проводяться регулярні дослідження щодо оцінювання стану, репродуктивних та морфологічних властивостей, особливостей формування мікро- та макросробиїв, насінневої продуктивності [6-9]. Науковцями проведено контрольовані перезапилення пилом із клонів, отриманим із Фінляндії. За результатами проведених останніх досліджень встановлено, що насіння, отримане на плантації у Вінницькій області може використовуватися для створення лісових культур в умовах Фінляндії [12].

Методика досліджень. Дослідження виконувалися відповідно до методики щодо оцінки стану об'єктів постійної лісонасінної бази (ПЛНБ), яка була розроблена та запропонована Українським науково-дослідним інститутом лісового господарства та агролісомеліорації (УкрНДІЛГА).

Стан дерев визначався за шкалою, модифікованою на базі шкал категорій життєздатності дуба та санітарного стану:

1 – відмінний стан: крона густа, повне вкриття добре розвиненими пагонами та листям здорового темно-зеленого забарвлення, без ознак захворювань та пошкоджень, свіжо-всохлі гілки відсутні. Стовбур і кореневі лапи не мають зовнішніх ознак пошкодження, водяні пагони відсутні.

2 – добрий стан: крона густа або дещо розріджена, добре вкриття нормально розвиненими пагонами та листям зеленого забарвлення, можливе слабе пошкодження фітопатогенами або ентомошкідниками. Можлива наявність невеликих свіжо-всохлих гілок у кроні (до 10 %). Стовбур і кореневі лапи мають незначні зовнішні ознаки пошкоджень та поодинокі водяні пагони. Стовбурові шкідники або дереворуйнівні гриби відсутні.

3 – задовільний (ослаблений) стан: пагононосна частина крони велика, але розріджена, прозірчаста, вкриття листям рідке через слабку насиченість крони живими гілками, або, навпаки, крона скорочена і загущена через велику кількість дрібних вторинних гілок по основах первинних гілок і стовбуру. Листя від зеленого до світло-зеленого забарвлення, переважно пошкоджене фітопатогенами або ентомошкідниками. У кроні є сухі гілки середньої товщини (до 40 %). Стовбур і кореневі лапи можуть мати одночасно кілька ознак механічних пошкоджень чи морозобоїн. Водяних пагонів багато. Можливі незначні прояви пошкоджень стовбуровими шкідниками або дереворуйнівними грибами.

4 – незадовільний (дуже ослаблений) стан: крона дуже розріджена, її загальну форму втрачено. Живу частину крони утворюють поодинокі вторинні гілки по основах первинних гілок і стовбуру; галузнення, пагонопродуктивність і листкова поверхня дуже скорочені. У кроні багато сухих скелетних гілок різної давності і збереженості, багато свіжо-всохлих гілок (більше 40 %). Листя світло-зелене, переважно пошкоджене фітопатогенами або ентомошкідниками, можлива наявність пожовклого, іноді буруватого листя. Стовбур вкритий численними живими та всихаючими водяними пагонами. Стовбур і кореневі лапи мають численні ознаки пошкоджень чи захворювань (плодові тіла або інші ознаки діяльності дереворуйнівних грибів, раку, тощо). Значна частина стовбура заселена шкідниками.

5 – дерево загинуло.

Вивчення репродуктивних процесів на штучних популяціях (плантаціях) основних лісотвірних порід передбачає: визначення інтенсивності жіночого та чоловічого цвітіння, врожаю насіння, яке буде проводитися суцільними чи вибірковими обліками не менше, ніж у 4-6 щеп одного клону.

Інтенсивність цвітіння та плодоношення клонів сосни звичайної визначалося візуально за шестибальною шкалою.

Результати досліджень.

У 2018 році проведені обліки інтенсивності формування макростробілів. Із основних клонів було зібрано пилок для оцінки життєздатності. Пророщування пилку було проведено у лабораторних умовах. За допомогою мікроскопів проведено фотографування пророслих пилових зерен. Подальший аналіз фотознімків було виконано на роздрукованих фотознімках (рис. 1).

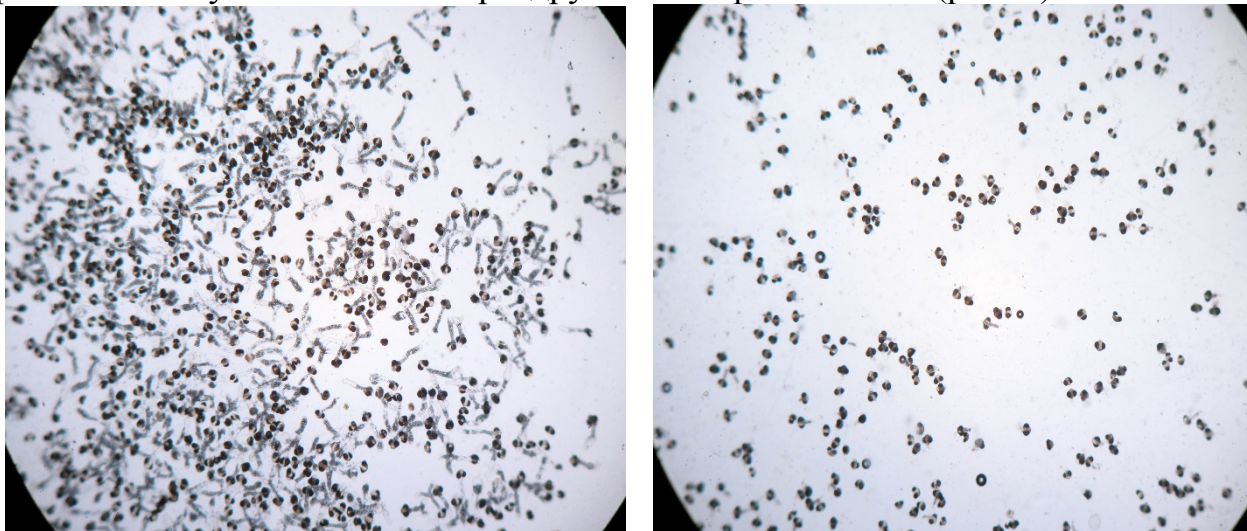


Рис. 1. Зліва – пилок місцевої популяції із інтенсивним насіннеюшенням (варіант 40), справа пилок клону фінського походження (варіант 21) із низьким рівнем насіннеюшення

У 2020 році усі клони характеризувалися інтенсивним утворенням мікростробілів та пилкуванням. Подеревний аналіз показав, що клони фінського походження раніше вступили у фазу дозрівання пилку у порівнянні із місцевим походженням. За зовнішніми ознаками пиляки місцевої популяції були значно крупніші. Це також стосується пилових зерен. Інтенсивність формування мікростробілів та проростання пилку була значно кращою у місцевої популяції. З метою оцінки життєздатності пилку було відібрано зразки із клонів – модельних дерев, які характеризувалися різною інтенсивністю плодоношення у минулому. Слід зазначити, що результати аналізу життєздатності пилку проводилися лише для окремих клонів. Загальний аналіз фотознімків інтенсивності проростання пилових зерен вказує на значно кращу його життєздатність у клонів, які характеризувалися у минулому вищою інтенсивністю насіннеюшення.

Аналіз фотознімків показав, що клони характеризувалися різною інтенсивністю проростання пилових зерен, а також мали різну частку пилових зерен із аномаліями. Загальний огляд знімків виявив, що більшість клонів фінського походження та місцевої популяції характеризуються досить високою життєздатністю. Підрахунок пилових зерен та віднесення їх до тієї чи

іншої групи проведено із врахуванням довжини пилкової трубки, інтенсивності її росту та наявних аномалій, тобто, роздвоєнь пилкової трубки. За інтенсивністю проростання пророслими вважали ті пилкові зерна, пилкова трубка яких за інтенсивністю проростання перевищувала розміри пилку. Не пророслими відповідно вважали ті, які характеризувалися слабкорозвинутою пилковою трубкою, довжина якої не перевищувала діаметра пилкової зернини. До аномальних відносили ті, які характеризувалися роздвоєнням пилкової трубки незалежно від її довжини. Дані щодо розподілу пилкових зерен окремих клонів за інтенсивністю проростання та виявленими аномаліями наведено у таблиці.

За даними таблиці 1, середня кількість пилкових зерен становила 317 шт. Середня кількість пилкових зерен що проросла для досліджуваних клонів становила 89 шт., із них близько половини (44 шт.), із аномаліями.

Таблиця 1

Розподіл кількості пилкових зерен за інтенсивністю проростання та виявленими аномаліями

№ клону на плантації	Клон (шифр клону)	Загальна кількість пилкових зерен, шт.	Кількість зерен що проросло, шт.	Кількість пилкових зерен із аномаліями, шт.	Кількість зерен що не проросло, шт.
10B-1	E80 (1)	392	100	116	176
10B-2	E80 (2)	512	83	47	382
10B-3	E80 (3)	347	129	122	96
Середнє 10B	E80	417	104	95	218
13B-1	E618 (1)	393	189	23	181
13B-2	E618 (2)	304	112	86	106
Середнє 12B	E618	348,5	150	54	143
21B-1	E1881 (1)	267	12	0	255
21B-2	E1881 (2)	215	17	0	198
21B-3	E1881 (3)	227	11	0	216
Середнє 21B	E1881	236	13	0	223
27B-1	E2254 (1)	289	104	36	149
27B-2	E2254 (2)	271	58	11	202
27B-3	E2254 (3)	238	106	35	97
Середнє 27 B	E2254	266	89	27	149
Середнє для усіх клонів		317	89	44	183

Примітки:

Джерело: сформовано на основі власних досліджень;

Найбільша кількість пророслих – 150 шт. була відмічена у клона №13 (E 618). Мінімальна кількість була зафіксована у клона № 21 (E1881) – 13 шт. Відповідно у цих же клонів зафіксована максимальна та мінімальна кількість пилкових зерен, що не проросли. Зокрема, у клона № 10 це склало 218 шт., а у клона № 21 – 223 шт. Найбільше пилкових зерен із аномаліями виявлено у

клона № 10 – 95 шт. Дані щодо відсоткового розподілу пророслих пилкових зерен, із аномаліями та не пророслих.

За даними таблиці відсоткового розподілу пилкових зерен, частка пророслих становила 27,1 %. Частка пророслих пилкових зерен із аномаліями склала 13,1 %. При цьому частка не пророслого пилку становила 59,8 %. Слід зазначити, що частка не пророслого пилку залишається досить високою. Найбільш високим відсотком проростання характеризувався клон № 13 – 42,4 %. Дещо нижчою була інтенсивність проростання пилку у клона № 27 – 33,9 %. Найнижча частка пророслого пилку зафіксована у клона № 21 – 5,7 %. Найвищим відсотком пилкових зерен із аномаліями характеризувався клон № 10 – 24,6 %. Дещо нижчою була участь аномального проростання у клона № 13 – 17,05 %. Проростання пилку без наявних аномалій було відмічене у клона № 21.

Таблиця 2

Розподіл частки пилкових зерен за інтенсивністю проростання та виявленими аномаліями (%)

Клон (шифр клону)	Загальна кількість пилкових зерен, шт.	Частка зерен що проросла, %	Частка пилкових зерен із аномаліями, %	Частка зерен що не проросла, %
10B-1	E80 (1)	25,5	29,6	44,9
10B-2	E80 (2)	16,2	9,1	74,6
10B-3	E80 (3)	37,2	35,1	27,7
Середнє 10B	E80	26,3	24,6	49,1
13B-1	E618 (1)	48,1	5,8	46,05
13B-2	E618 (2)	36,8	28,3	34,9
Середнє 12B	E618	42,4	17,0	40,5
21B-1	E1881 (1)	4,5	0,0	95,5
21B-2	E1881 (2)	7,9	0,0	92,1
21B-3	E1881 (3)	4,8	0,0	95,1
Середнє 21B	E1881	5,7	0,0	94,2
27B-1	E2254 (1)	35,8	12,4	51,5
27B-2	E2254 (2)	21,4	4,05	74,5
27B-3	E2254 (3)	44,5	14,7	40,7
Середнє 27B	E2254	33,9	10,4	55,6
Середнє для усіх клонів		27,1	13,1	59,8

Джерело: сформовано на основі власних досліджень;

Відповідною також була частка наявних пилкових зерен що не проросли. Зокрема, найвищий відсоток пилку без проростання був характерним для клона № 21 та становив близько 94,2 %. У той же час найнижча частка такого пилку була зафіксована у клона № 13 – 40,5 %.

Клонова плантація сосни звичайної створена на весні 1992 року у ДП «Хмільницьке ЛГ», Літинське лісництво у кв. 35. Загальна площа плантації становить 2,58 га (у тому числі продуктивна площа – 1,99 га). Категорія ділянки – землі сільськогосподарського призначення, рілля. Ділянка підготовлена шляхом системи чорного пару після зернових. На ділянці була проведена попередня зяблева оранка восени 1991 року. У весняний період 1992 року – одночасне боронування та рихлення ґрунту на глибину 26-30 см Рельєф та експозиція схилу – рівнинний, рівний. Тип умов місцезростання – свіжа діброва. Переважаючий тип ґрунту – темно-сірий лісовий, середньо суглинистий.

Плантація створена щепленими саджанцями сосни звичайної із закритою кореневою системою. Загальна кількість клонів фінського походження – 30, а також 1 – місцевий контроль. Схема розташування клонів та загальний вигляд плантації наведено у додатку.

Проведений аналіз збереженості клонів на плантації сосни звичайної протягом 1993-1999 рр. вказав на їх незначний відпад. Із усіх 400 представлених клонів було відмічено всихання лише 5 (клони E2257, E620, E2226, K294). Поряд із цим загинуло 2 клони № 17, що може вказувати на їх низьку адаптацію до місцевих погодно-кліматичних умов.

У 2020 році проведені чергові обліки збереженості клонів на плантації. На ділянці відмічено високий рівень збереженості, який складає 94,8 %. За початкової кількості 413 клонів загинуло 22. Загальний відпад клонів у розрізі представництв становив 1-4 дерева. Найвищий відпад був характерний для клонів: № E2312 (33,3 %), E2257 (20,0 %) K801 (20,0 %). Більша частина клонів (E729 із E4039), у тому числі місцевого походження характеризуються 100 % збереженістю. Інші частина клонів характеризується незначним відпадом – у межах 7-8 %.

За проведенням кореляційним аналізом виявлено слабкий кореляційний зв'язок між збереженістю та станом клонів та збереженістю і плодоношенням ($r = - 0,21$ та $0,19$ відповідно). Аналіз кореляційних залежностей вказує на те, що погіршення стану клонів не є основною причиною їх відмирання.

Регулярні спостереження за формуванням репродуктивних органів на плантаціях проводилися з 1994-1996 рр. по 1999 р. За результатами подеревного обліку плодоношення 1996-1999 рр. виявлено стабільно високий урожай клонів E627, E636C, E709, E1944, K795, K912. Низьким середнім рівнем плодоношення характеризуються клони E618, E2226, E2257, K919 та контроль. Окремі клони із вкрай низьким рівнем плодоношення у попередній період характеризуватися значним зростанням урожайності у наступні роки (E615A, E620). Дослідження щодо оцінки стану, інтенсивності цвітіння та насіннюшення проведені протягом 2016-2020 рр. Дані щодо динаміки утворення шишок сосни наведені у таблиці 3.

Таблиця 3

**Середній бал утворення шишок на клоновій плантації сосни звичайної
фінського походження протягом 2016-2020 рр. (ДП «Хмільницьке ЛГ»)**

№п/п	Походження (шифр)	Середній бал утворення 2-х річних шишок за роками (рік утворення шишок/рік обліку)				Середній бал
		2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018	
1	E80	3,3	1,8	2,6	2,8	2,6
2	E615A	1,9	0,9	1,6	1,5	1,5
3	E616Д	1,9	1,7	2,0	1,4	1,8
4	E618	2,4	1,5	1,7	1,4	1,8
5	E620	2,1	0,9	2,1	1,9	1,8
6	E627	1,8	1,2	2,3	1,5	1,7
7	E636C	1,8	1,2	2,5	2,4	2,0
8	E2226	1,6	1,2	1,6	1,3	1,4
9	E709	3,1	1,8	2,7	2,5	2,5
10	E729	2,6	1,4	2,2	1,7	2,0
11	E1591	2,1	1,1	2,1	1,2	1,6
12	E1881	1,3	0,7	2,1	1,6	1,4
13	E1883	1,5	1,5	2,0	2,2	1,8
14	E1944	2,1	0,9	1,7	1,6	1,6
15	E2125	2,2	1,0	1,7	1,6	1,6
16	E2131	1,6	1,4	1,4	1,7	1,5
17	E2209	2,5	1,4	2,3	1,9	2,0
18	E2254	1,9	1,7	2,2	2,0	2,0
19	E2257	2,1	1,2	1,8	1,6	1,7
20	E2312	1,7	1,4	1,4	1,7	1,6
21	E2650	1,6	1,3	2,1	1,7	1,7
22	E4039	2,2	1,2	2,0	1,2	1,7
23	K294	1,6	1,2	1,9	1,5	1,6
24	K684	1,3	1,0	1,2	1,4	1,2
25	K795	2,8	1,1	2,0	1,8	1,9
26	K801	1,6	1,0	1,4	1,7	1,4
27	K818	2,3	1,7	2,3	1,9	2,1
28	K912	1,3	1,0	1,9	1,5	1,4
29	K917	1,7	1,0	1,1	1,5	1,3
30	K919	2,0	1,7	2,3	2,2	2,1
31	місцевий контроль	1,9	2,5	3,3	2,2	2,5
Середнє		2,0	1,3	1,9	2,0	1,7

Джерело: сформовано на основі власних досліджень;

За даними таблиці, середня інтенсивність утворення шишок протягом останніх років коливалася у межах 1,3-2,0 балів. Кращий рівень насіннюшення був відмічений у 2014 та 2017 роках. Поряд із місцевим контролем, утворення шишок було більш інтенсивним у клонів Е 80 та Е 709 і

у середньому становило понад 2,0 бали. Низьким рівнем насіннєношення відрізнялися клони К 864 та К 917 із середнім балом утворення шишок 1,2-1,3. Дані щодо стану клонів протягом 2015-2017 рр. наведені у таблиці 4.

Таблиця 4

Динаміка стану дерев на клонівій плантації сосни звичайної фінського походження протягом 2015-2017 рр. (ДП «Хмільницьке ЛГ»)

№п/п	Походження (шифр)	Середня категорія стану клонів за роками			
		2015	2016	2017	Середнє
1	E80	1,1	1,3	1,1	1,2
2	E615A	1,4	1,3	1,8	1,5
3	E616Д	1,3	1,3	1,3	1,3
4	E618	1,4	1,4	1,8	1,5
5	E620	1,4	1,2	2,1	1,6
6	E627	1,2	1,3	1,6	1,4
7	E636C	1,3	1,2	1,7	1,4
8	E2226	1,3	1,5	1,5	1,4
9	E709	1,1	1,4	1,6	1,4
10	E729	1,3	1,3	1,6	1,4
11	E1591	1,4	1,7	1,9	1,7
12	E1881	1,2	1,5	1,8	1,5
13	E1883	1,2	1,3	1,6	1,4
14	E1944	1,3	1,2	2,0	1,5
15	E2125	1,1	1,2	1,3	1,2
16	E2131	1,5	1,3	1,8	1,5
17	E2209	1,2	1,3	1,4	1,3
18	E2254	1,3	1,4	1,6	1,4
19	E2257	1,5	1,7	1,8	1,7
20	E2312	1,2	1,3	1,8	1,4
21	E2650	1,3	1,4	1,4	1,4
22	E4039	1,3	1,6	1,9	1,6
23	K294	1,5	1,5	1,9	1,6
24	K684	1,5	1,5	2,0	1,7
25	K795	1,3	1,4	1,6	1,4
26	K801	1,5	1,8	1,7	1,7
27	K818	1,5	1,5	2,0	1,7
28	місцевий контроль	1,1	1,1	1,4	1,2
Середнє		1,3	1,4	1,7	1,5

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

За даними таблиці, середній стан клонів протягом останніх років дещо погіршується. Зокрема, спостерігається зростання середньої категорії стану від 1,3 до 1,7. Найкращим станом, поряд із місцевим контролем, характеризуються клони Е 80 та Е 2125 (категорія стану 1,2). Значно гірший стан у клонів Е 1591, Е 2257, К 684, К 801, К 818.

Середній розподіл відсоткових значень за категоріями стану вказує на переважання 2 та 1 категорій стану (80-90 %).

Частка дерев 3 та 4 категорій стану є незначною (10-20 %). Найбільшим відсотковим переважанням 1 категорії стану характеризується місцевий контроль, а також клони Е 80, Е 616Д, Е 2125, Е 2312, Е 627, Е 2209, Е 729. Найнижча частка дерев 1 категорії стану відмічена для клонів Е 4039, Е 2137, Е 2257, К 294, К 801, К 912, К 818. Розподіл інших клонів за 1 та 2 категорією стану наближається до середнього значення.

Стан клонів у значній мірі впливає на інтенсивність їх плодоношення. Зокрема, виявлено значний обернений кореляційний зв'язок між категорією стану та рівнем насінненості ($r = -0,55$).

Особливості насінненості та стану залежать від погодно-кліматичних умов. Основними факторами, які впливають на ці процеси є: середньорічна температура повітря, середньорічні мінімуми та максимуми, сума температур за вегетацію, абсолютні мінімуми та максимуми, сума опадів за рік та вегетацію а також комплексні показники, які відображають співвідношення опадів та температури, зокрема ГТК Селянінова. Дані щодо кореляційної залежності між погодно-кліматичними показниками а також станом та насінненості сосни звичайної наведені у таблиці 5.

За даними таблиці насінненості сосни звичайної фінського походження, ареал якої знаходиться північніше залежить від середньорічних

Таблиця 5

Кореляційні залежності погодно-кліматичних показників, насінненості та стану клонів сосни звичайної місцевого та фінського походження

Показник	Насінненість		Стан	
	фінська	місцева	фінська	місцева
Середньорічна температура повітря	0,620	0,994	0,693	0,500
Середньорічний мінімум	0,887	0,082	-0,464	-0,663
Середньорічний максимум	-0,989	-0,654	-0,136	0,106
Сума температур за вегетацію	-0,856	-0,018	-0,810	-0,646
Абсолютний мінімум	0,865	0,036	-0,464	0,373
Абсолютний максимум	-0,944	-0,225	-0,136	-0,057
Сума опадів за рік	0,586	0,998	0,085	-0,156
Сума опадів за вегетацію	0,968	0,727	0,602	0,392
ГТК Селянінова	0,995	0,443	0,679	0,482

Джерело: сформовано на основі власних досліджень;

мінімумів та максимумів, суми температур за вегетаційний період, абсолютних мінімумів та максимумів, суми опадів за вегетацію, ГТК Селянінова. Із усіма цими кліматичними показниками існує дуже висока ступінь кореляційного зв'язку, що відображається значенням коефіцієнта кореляції близько 0,9. За результатами розрахунків можна відмітити значний вплив на зростання інтенсивності насінненості суми опадів за вегетацію та зниження температур. Зростання температур за вегетацію та зростання температурних максимумів призводить до зниження інтенсивності насінненості.

Зростання середньорічних температур також негативно впливає на насіннюшення сосни звичайної місцевої популяції. Зростанню насіннюшення сприяє збільшення суми опадів за рік та вегетацію.

Найбільш негативно впливає на стан сосни фінського походження зростання суми опадів за вегетацію а позитивні тенденції спостерігаються при зростанні середньорічної температури та суми температур за вегетацію. Відмічено позитивний вплив зниження середньорічних мінімумів та суми температур за вегетацію на стан дерев місцевої популяції.

Висновки і перспективи подальших досліджень.

1. Клонова плантація сосни звичайної фінського походження та місцевої популяції перебуває у доброму стані та характеризується задовільним плодonoшенням. Збереженість клонів сосни становить 94,8 %. Середня інтенсивність утворення шишок на клонах сосни звичайної фінського походження протягом останніх років коливалася у межах 1,3-2,0 балів. Кращий рівень насіннюшення був у 2014 та 2017 роках.

2. Насіннюшення сосни звичайної фінського походження, ареал якої знаходиться північніше, значно знижується (на 1,0-1,5 бали) при зростанні температур за вегетацію та зростанні температурних максимумів. Зростання середньорічних температур також негативно впливає на насіннюшення сосни звичайної місцевої популяції. Зростанню насіннюшення сприяє збільшення суми опадів за рік та вегетацію (на 30-50 мм).

3. Найбільш негативно впливає на стан сосни фінського походження зростання суми опадів за вегетацію (більш ніж на 50 мм), а позитивні тенденції спостерігаються при зростанні середньорічної температури (на 0,2-0,5 °C) та суми температур (на 5-10 °C) за вегетаційний період. Відмічено позитивний вплив зниження середньорічних мінімумів та суми температур за вегетацію на стан дерев місцевої популяції.

Список використаної літератури

1. Вакулюк П.Г. Нариси з історії лісів України. Фастів: Поліфаст, 2000. 624 с.
2. Ведмідь М.М., Гаврилов В.А. До питання визначення потенційної продуктивності лісових земель. *Лісівництво та агролісомеліорація*. Вип. 107. 2004. С 14-19.
3. Лук'янова Л. Б. Основи екології: Навчальний посібник. К: Вища школа, 2000. 327 с.
4. Матусяк М.В. Нейко І.С., Єлісавенко Ю.А. Характеристика структури та лісовідновних процесів природних дубових лісостанів ДП «Хмільницьке ЛГ». *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 1 (12). С. 131-141.
5. Мудрак О. В. Загальна екологія. Навчальний посібник: Вінниця, 2006. 418 с.

6. Нейко І.С., Єлісавенко Ю.А., Монарх В.В. Стан природних дубових лісів ДП «Бершадське ЛГ». *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 2 (13). С. 205-216.
7. Нейко І.С., Колчанова О.В., Монарх В.В., Зленко О.П. Просторовий аналіз репродуктивних процесів на клоновій плантації сосни звичайної фінського походження. *Збалансоване природокористування*. 2018. С. 28-33.
8. Нейко І.С., Сماشнюк Л.В., Єлісавенко Ю.А. Оцінювання стану та насіннюшеності сосни звичайної (*Pinus sylvestris*, L.) фінського походження в умовах Вінниччини. *Науковий вісник НЛТУ*. 2013. Вип. 18. С. 27-32.
9. Нейко І.С., Юрків З.М. Адаптивна здатність та особливості утворення репродуктивних органів сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) фінського походження на клоновій плантації в умовах Вінниччини. *Вісник Житомирського НАУ*. 2017. Вип. 1. С. 120-127.
10. Vasylevskyi O., Neyko I., Yelisavenko Yu., Matusiak M. (2021). Characteristics of natural oak forests of in SE «Khmilnytske lisove hospodarstvo» and implementation of measure for their generation. *Scientific Horizons*, 2021. 24 (2). С. 37-46.
11. Neyko, I. Yurkiv, Z. Matusiak, M. Kolchanova, O. The current state and efficiency use of in situ and ex situ conservation units for seed harvesting in the central part of Ukraine. *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry*, 2019. Vol. 61 (2). P. 146-155.
12. Wu D. (2021) Frost hardiness of Scots pine progenies and some woody horticultural cultivars under different preconditioning. *Dissertations Forestales* 317. 48 p.

Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Vakuliuk P.H. (2000). *Narysy z istorii lisiv Ukrainy [Essays on the history of forests of Ukraine]*. Fastiv: Polifast. 624 s. [in Ukrainian].
2. Vedmid M.M., Havrylov V.A. (2004). Do pytannia vyznachennia potentsiinoi produktyvnosti lisovykh zemel [To the issue of determining the potential productivity of forest lands]. *Lisivnytstvo ta ahrolisomelioratsiia – Forestry and agroforestry*. Issue. 107. S. 14-19. [in Ukrainian].
3. Lukianova L.B. (2000). *Osnovy ekolohii: Navchalnyi posibnyk [Basics of ecology: Study guide]*. K: Vyshcha shkola. 327 s. [in Ukrainian].
4. Matusiak M.V. Neiko I.S., Yelisavenko Yu.A. (2019). Kharakterystyka struktury ta lisovidnovnykh protsesiv pryrodnykh dubovykh lisostaniv DP «Khmilnytske LH» [Characterization of the structure and reforestation processes of natural oak forests of the State Enterprise Khmelnytskyi LG.]. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry*. №1 (12). S. 131-141. [in Ukrainian].
5. Mudrak O.V. (2006). *Zahalna ekolohiia. Navchalnyi posibnyk [General ecology. Tutorial]*. Vinnytsia. 418 c. [in Ukrainian].
6. Neiko I.S. Yelisavenko Yu.A., Monarkh V.V. (2109). Stan pryrodnykh dubovykh lisiv DP «Bershadske LH» [State of natural oak forests of SE «Bershadske

LG»]. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry*. № 2 (13). S. 205-216. [in Ukrainian].

7. Neiko I.S., Kolchanova O.V., Monarkh V.V., Zlenko O.P. (2018). Prostorovyi analiz reproduktyvnykh protsesiv na klonovii plantatsii sosny zvychainoi finskoho pokhodzhennia [Spatial analysis of reproductive processes in a clonal plantation of Scots pine of Finnish origin]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia – Balanced nature management*. S. 28-33. [in Ukrainian].

8. Neiko I.S., Smashniuk L.V., Yelisavenko Yu.A. (2013). Otsiniuvannia stanu ta nasinnienoshenia sosny zvychainoi (*Pinus sylvestris* L.) finskoho pokhodzhennia v umovakh Vinnychchyny [Assessment of the condition and seed bearing of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) of Finnish origin in the conditions of Vinnytsia]. *Naukovyi visnyk NLTU – Scientific Bulletin of NLTU*. Issue. 18. Lviv. S. 27-32. [in Ukrainian].

9. Neiko I.S., Yurkiv Z.M. (2017). Adaptivna zdatsnist ta osoblyvosti utvorennia reproduktyvnykh orhaniv sosny zvychainoi (*Pinus sylvestris* L.) finskoho pokhodzhennia na klonovii plantatsii v umovakh Vinnychchyny [Adaptive capacity and features of the formation of reproductive organs of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) of Finnish origin on a clone plantation in the conditions of Vinnytsia]. *Visnyk Zhytomirskoho NAU – Bulletin of Zhytomyr NAU*. Issue. 1. 120-127. [in Ukrainian].

10. Vasylevskyi O., Neyko I., Yelisavenko Yu., Matusiak M. (2021). Characteristics of natural oak forests of in SE «Khmilnytske lisove hospodarstvo» and implementation of measure for their generation. *Scientific Horizons*, 24 (2). P. 37-46. [in English].

11. Neyko, I. Yurkiv, Z. Matusiak, M. Kolchanova, O. (2019). The current state and efficiency use of in situ and ex situ conservation units for seed harvesting in the central part of Ukraine. *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry*. Vol. 61 (2). P. 146-155. [in English].

12. Wu D. (2021). Frost hardiness of Scots pine progenies and some woody horticultural cultivars under different preconditioning. *Dissertations Forestales* 317. 48 p. [in English].

ANNOTATION

THE INFLUENCE OF CLIMATE CHANGES ON THE CONDITION AND REPRODUCTIVE PROCESSES OF PINE OF THE COMMON FINNISH ORIGIN IN THE CONDITIONS OF VINNYTSIA REGION

According to research results, it was established that all clones were characterized by intensive formation of microstrobils and pollination. Tree analysis showed that clones of Finnish origin entered the pollen maturation phase earlier compared to local origin. Externally, the anthers of the local population were much larger.

The analysis of photographs showed that the clones were characterized by different intensity of pollen grain germination and also had a different proportion of pollen grains with abnormalities. A general review of the images revealed that most of the clones of Finnish origin and the local population are characterized by fairly high viability. It was determined that the average number of germinated pollen grains for the studied clones was 89, of which about half (44) had anomalies. According to the obtained research results, we determined that the largest number of germinated

grains is 150 pcs. was noted in clone No. 13 (E 618). The minimum number was recorded in clone No. 21 (E1881) – 13 pcs. Accordingly, the same clones recorded the maximum and minimum number of ungerminated pollen grains. In particular, clone No. 10 had 218 units, and clone No. 21 had 223 units. The most pollen grains with anomalies were found in clone No. 10 – 95 pcs.

It was found that the highest percentage of pollen without germination was characteristic of clone No. 21 and was about 94.2%. At the same time, the lowest share of such pollen was recorded in clone No. 13 – 40.5%.

As a result of regular records of the preservation of clones on the plantation, a high level of preservation was noted, which is 94.8%. Out of the initial number of 413 clones, 22 died. The total loss of clones in the section of representative offices was 1-4 trees. The highest dropout was characteristic of clones: No. E2312 (33.3%), E2257 (20.0%) K801 (20.0%).

According to the correlation analysis, a weak correlation was found between preservation and state of clones and preservation and fruiting ($r = -0.21$ and 0.19 , respectively). The analysis of correlation dependences indicates that the deterioration of the condition of clones is not the main reason for their death.

It was established that the average intensity of the formation of cones during the last years fluctuated within the range of 1.3-2.0 points. The best level of seed bearing was noted in 2015 and 2018. Along with the local control, the formation of cones was more intense in clones E 80 and E 709 and averaged more than 2.0 points.

As a result of conducting field research, it was determined that the average condition of clones has slightly deteriorated in recent years. In particular, there is an increase in the average status category from 1.3 to 1.7. The best condition, along with local control, is characterized by clones E 80 and E 2125 (condition category 1,2). Clones E 1591, E 2257, K 684, K 801, K 818 are in much worse condition.

Key words: temperature, precipitation, condition, seed bearing, Scots pine, clonal plantation.

Table 5. Fig. 1. Lit. 12.

Авторські дані

Матусяк Михайло Васильович – канд. с.-г. наук, доцент кафедри лісового, садово-паркового господарства, садівництва та виноградарства Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна 3. e-mail: mikhailo1988@gmail.com).

Нейко Ігор Степанович – доктор с.-г. наук, заступник директора ДП «Вінницька лісова науково-дослідна станція» УкрНДЛГА (21036, м. Вінниця, вул. Максимовича, 39. e-mail: vinforvn@ukr.net).

Нейко Олена Вікторівна – молодший науковий співробітник ДП «Вінницька лісова науково-дослідна станція» УкрНДЛГА (21036, м. Вінниця, вул. Максимовича, 39. e-mail: vinforvn@ukr.net).

Matusiak Mikhailo Vasylovych – PhD of Agricultural Sciences, associate professor of the Department of Forestry, Landscape Gardening, Horticulture and Viticulture of Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsya, Soniachna Str. 3. e-mail: mikhailo1988@gmail.com)

Neiko Ipor Stepanovych – Doctor of Agricultural sciences, senior researcher of the SE «Vinnytsia Forest Research Station».

Neiko Olena Viktorivna – researcher of the SE «Vinnytsia Forest Research Station».