

СЕЛЕКЦІЯ, ДЕНДРОЛОГІЯ

УДК 630.232.311.3



<https://doi.org/10.33220/1026-3365.145.2024.26>

ХАРАКТЕРИСТИКА НАСІННЯ З РІЗНОВІКОВИХ НАСІННИХ ПЛАНТАЦІЙ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ (*Pinus sylvestris* L.) ДЕРЖАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА «КЛАВДІЄВСЬКА ЛІСОВА НАУКОВО-ДОСЛІДНА СТАНЦІЯ»

Г. А. Шлончак^{1*}, І. В. Ящук², В. В. Митроченко³, О. А. Лавренюк⁴

Наведено результати досліджень шишок і насіння з 11 насінних плантацій сосни звичайної 12–47-річного віку в Старопетрівському та Першотравневому лісництвах ДП «Клавдієвська лісова науково-дослідна станція». Проведено комплексне оцінювання плантацій: визначено середні значення висоти насінних дерев, висоти до першої живої гілки, протяжність та діаметр проєкції крон, проєктивне покриття площі кронами. Визначено кількісні характеристики шишок та насіння, зокрема: загальна середня довжина шишки на плантаціях становила 5,0 см; маса шишки – 11,8 г; кількість виповненого насіння в шишці – 24,3 шт.; повнозерність – 89,3 %; маса 1 000 шт. насінин – 7,8 г; вихід насіння із шишок – 1,5 %. За всіма показниками зразки шишок і насіння з насінних плантацій достовірно перевершували контрольний зразок із насадження сосни звичайної. Схожість насіння з усіх плантацій у лабораторних умовах становила 96–100 %. Виявлено зворотній середньої сили значущий зв'язок між віком плантацій і довжиною шишок ($r = -0,625$). Зімкненість крон дерев на насінних плантаціях впливає на характер розповсюдження пилку та режим запилення, що є однією з причин мінливості показників повнозерності.

Ключові слова: клоніві насінні плантації, родинні насінні плантації, шишки, насіння сосни, схожість.

Вступ. Ефективність лісокультурної справи визначається якістю садивного матеріалу та наявністю його в достатній кількості. Ліс починається з насіння, важливе завдання лісівників зі створення нових лісів можна виконати тільки у разі використання для відтворення високоякісного садивного матеріалу, вирощеного з насіння із покращеними спадковими властивостями, зокрема отриманого з лісонасінних плантацій.

Найбільш ефективним способом створення насінних плантацій є садіння щеплених саджанців із закритою кореневою системою (Bilous, 1994). Насінні плантації з використанням плюсових дерев сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) у Старопетрівському та Першотравневому лісництвах Державного підприємства (ДП) «Клавдієвська лісова науково-дослідна станція (ЛНДС)» почали створювати цим способом з 1976 р. (Shlonchak, 1986; 1988). Саджанці можна висаджувати на постійне місце впродовж вегетаційного періоду (Molchenko and Zatsiha 1980, Shlonchak, 1981) і навіть взимку (Golovchansky and Savich, 1978). У Великобританії садивний матеріал, вирощений у контейнерах, висаджують цілорічно (Gardner, 1981).

У разі створення насінних плантацій на землях, виведених з-під довгострокового сільськогосподарського користування, обов'язковим елементом є обробіток ґрунту за системою сидерального пару з глибоким рихленням розпушувачем навісним РН-60 на глибину 60–70 см у рядах садіння (Kostkin and Shlonchak, 1980). Кількість клонів на плантаціях

¹ Шлончак Григорій Андрійович, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, державне підприємство «Клавдієвська лісова науково-дослідна станція», вул. Вербна, 4, смт Клавдієво-Тарасове, 07850, Бучанський район, Київська обл., Україна. E-mail: shlonchakga@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0980-9619>

² Ящук Ірина Володимирівна, державне підприємство «Клавдієвська лісова науково-дослідна станція», вул. Вербна, 4, смт Клавдієво-Тарасове, 07850, Бучанський район, Київська обл., Україна. E-mail: irenya16@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4443-8753>

³ Митроченко Валентина Володимирівна, державне підприємство «Клавдієвська лісова науково-дослідна станція», вул. Вербна, 4, смт Клавдієво-Тарасове, 07850, Бучанський район, Київська обл., Україна. E-mail: dogma_klns@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3772-5086>

⁴ Лавренюк Олександр Антонович, державне підприємство «Клавдієвська лісова науково-дослідна станція», вул. Вербна, 4, смт Клавдієво-Тарасове, 07850, Бучанський район, Київська обл., Україна. E-mail: dogma_klns@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9738-8982>

* Адреса для кореспонденції: shlonchakga@ukr.net

має бути такою, щоб запобігти самозапиленню, але не менше ніж 20–25 (Molotkov *et al.*, 1989), а на деяких плантаціях вона може сягати 50–100 клонів (Pirags, 1985).

Перше «цвітіння» на клонових насінних плантаціях (КНП) сосни звичайної можна спостерігати вже у рік щеплення. На третій рік після щеплення вже 15–25 % дерев утворюють репродуктивні органи. До 10-річного віку «цвітуть» і насіннюють зазвичай усі клони, урожайність становить 2–5 кг насіння на 1 га (Molotkov *et al.*, 1989). Приблизно таку ж урожайність зафіксовано в країнах Балтії (Romanauskas *et al.*, 1978).

Починаючи із 5-річного віку плантацій, на КНП сосни звичайної Старопетрівського лісництва досліджували репродукційні процеси, способи формування крон і шляхи підвищення урожайності. Урожайність дерев на КНП 11-річного віку у разі розміщення садивних місць 5×5 м (густота – $400 \text{ шт.} \cdot \text{га}^{-1}$) становила 8,8 кг насіння на 1 га, а у 15-річному – $12 \text{ кг} \cdot \text{га}^{-1}$. У віці 20 років на КНП із розміщенням садивних місць 10×5 м (густота – $200 \text{ шт.} \cdot \text{га}^{-1}$) урожайність становила 17,8 кг насіння на 1 га, а із розміщенням садивних місць 10×10 м (густота – $100 \text{ шт.} \cdot \text{га}^{-1}$) – на третину менше (Shlonchak, 1988; Shlonchak and Shlonchak, 2009).

З віком, у міру збільшення висоти щеп на КНП змінюється й висота розміщення генеративного ярусу. Так, в 11 років на КНП сосни звичайної 1976 р. створення у Старопетрівському лісництві за висоти щеп у середньому 5 м основна маса шишок знаходиться на такій висоті, що дає змогу збирати без застосування спеціальних пристроїв 87 % урожаю шишок; у 15 років цей показник становить 30 %, а у 25 років, за висоти дерев близько 11 м, – лише 7 %. Таким чином, без проведення заходів зі зниження висоти дерев та формування крони збір шишок на КНП старшого віку неможливий без застосування спеціальних підіймачів (Shlonchak and Shlonchak, 2005).

Експлуатаційний вік лісонасінних плантацій сосни звичайної є коротким – 25–30 років (за умови проведення щорічних заходів із догляду за ними). В умовах Старопетрівського лісництва ДП «Клавдієвська ЛНДС» висота 25-річної плантації сягає 11,3 м, що унеможливує заготівлю шишок із поверхні ґрунту, а із застосуванням драбин і гаків можна заготовити лише 17,7 % шишок (Shlonchak and Shlonchak, 2009). На об'єктах, висота дерев на яких сягає понад 4 м, необхідно застосовувати спеціальні підіймачі (Duritis *et al.*, 1985).

Короткий термін експлуатації насінних плантацій сосни зумовлений не зменшенням урожайності та якості насіння, а нерентабельністю їхньої експлуатації внаслідок збільшення затрат на заготівлю шишок. Більшість досліджень урожайності та якості насіння на лісонасінних плантаціях проводили в період їхньої рентабельної експлуатації і дуже мало – на плантаціях старшого віку (Shlonchak and Shlonchak, 2005, 2009). Доведено, що у разі вегетативного розмноження щепи мають здатність зберігати специфічні для віку риси дерев-донорів: у 25-річних щеп сосни кедрової сибірської (*Pinus sibirica*), щеплених живцями з молодих генеративних дерев (20–25 років), переважають процеси, пов'язані з вегетативним розвитком крони, а у щеплених живцями зі зрілих генеративних дерев (180–200 років) – репродуктивні процеси (Velisevich *et al.*, 2017). Вік плюсових дерев сосни звичайної, з яких заготовляли живці для створення більшості КНП в Старопетрівському лісництві ДП «Клавдієвська ЛНДС», сягав 60–160 років (Shlonchak, 1986; 1988). За умови збереження щепами специфічних для віку рис дерев-донорів на КНП репродуктивна фаза щеп настане раніше, що є позитивним моментом, тоді як негативним наслідком може бути прискорене їхнє старіння. Багаторічні дані щодо частки виповненого насіння із шишок, які одержані на КНП сосни звичайної 1985–1992 рр. створення на Харківщині, свідчать про суттєве зменшення його кількості в шишках на насінних плантаціях 30-річного і старших віків (Tereshchenko, 2019), що є, на думку автора, проявом ефекту прискореного старіння щеп.

Метою наших досліджень було оцінювання залежності характеристик шишок і насіння сосни звичайної від віку плантацій та доцільності використання насіння з плантацій старшого віку для лісовідновлення.

Матеріали й методи. Дослідження здійснювали на 11 насінних плантаціях сосни звичайної (клонових – КНП, родинних – РНП, родинно-клонових – РКНП, популяційно-клонових – ПКНП) віком 12–47 років, які знаходяться в Старопетрівському та Першотравневому лісництвах ДП «Клавдієвська ЛНДС». Категорія лісокультурних площ, на яких створено плантації, – землі, виведені з-під сільгоспкористування, ґрунти – дерново-підзолисті супіщані, тип лісорослинних умов – В₂. Залежно від площ плантацій на них презентовано від 25 до 66 клонів. Схема змішування клонів, родин – регулярно-повторювана (спіральна). Окрім ПКНП 2008 р. створення, що знаходиться в Першотравневому лісництві (кв. 89), та КНП 1976 р. створення (Старопетрівське лісництво, кв. 158) решта насінних плантацій розміщені поряд на одній ділянці у Старопетрівському лісництві (кв. 170, 53). Рельєф ділянки – рівнинний, із незначними мікропідвищеннями. Приживленість дерев на насінних плантаціях є високою і сягає 80–85 %.

Характеристику насінних плантацій, на яких проводили дослідження, подано в таблиці 1.

Таблиця 1

Характеристика насінних плантацій сосни звичайної ДП «Клавдієвська ЛНДС»

Table 1

The characteristics of Sots pine seed orchards in the State Enterprise “Klavdiievo Forest Research Station”

Насінна плантація – рік створення Seed orchard – year of establishment	Лісництво Forestry	Квартал Compartment	Вік дерев, років Age of trees, years	Площа, га Area, ha	Кількість клонів/родин, шт. Number of clones/families	Схема садіння, м Planting pattern, m	Густина садіння, шт.га ⁻¹ Planting density stems·ha ⁻¹
КНП-1976 CSO-1976	Старопетрівське Staropetrivske	158	47	7,6	39	10 × 5	200
КНП-1977 CSO-1977	Старопетрівське Staropetrivske	170	46	10,3	66	5 × 5	400
КНП-1978 CSO-1978	Старопетрівське Staropetrivske	170	45	15,5	56	5 × 5	400
КНП-1979 CSO-1979	Старопетрівське Staropetrivske	170	44	12,7	56	10 × 10	100
КНП-1980 CSO-1980	Старопетрівське Staropetrivske	170	43	4,0	29	10 × 10	100
КНП-1982 CSO-1982	Старопетрівське Staropetrivske	170	41	4,0	29	10 × 5	200
КНП-1990 CSO-1990	Старопетрівське Staropetrivske	53	33	4,5	30	7 × 5	286
КНП-1991 CSO-1991	Старопетрівське Staropetrivske	53	32	4,0	30	7 × 7	204
ПКНП-2008 PCSO-2008	Першотравневе Pershotravnve	89	15	3,9	50	7 × 7	204
РКНП-2010 FCSO-2010	Старопетрівське Staropetrivske	170	13	4,6	25	7 × 7	204
РНП-2011 FSO-2011	Старопетрівське Staropetrivske	170	12	5,0	25	7 × 7	204

Note. CSO – clonal seed orchard; PCSO – population clonal seed orchard; FCSO – family clonal seed orchard; FSO – family seed orchard.

На КНП 1976–1982 рр. створення проведено три прийоми декапітації, на КНП 1990–1991 рр. створення – два прийоми і на насінних плантаціях 2008–2011 рр. створення – один прийом. На КНП 1976 р. створення з початковим розміщенням дерев 5 × 5 м у 20-річному віці проведено зрідження: видалено кожен другий ряд.

На кожній насінній плантації у 20 дерев вимірювали висоту, висоту до першої живої гілки, діаметр проекції крони (у двох перпендикулярних напрямках). На насінних плантаціях,

де висоти дерев були меншими за 10 м, висоту дерев та висоту до першої живої гілки вимірювали мірною рейкою, а в дерев, вищих за 10 м, – електронним висотоміром. Протяжність живої крони, відносну протяжність крони у відсотках від загальної висоти дерева, діаметр та площу проекції крони визначали за загальноприйнятими в лісовій таксації методами (Hrom, 2010). Досліджені нами насінні плантації різняться за віком, схемами садіння та густотою садіння, що впливає на час і ступінь змикання крон дерев на окремих насінних плантаціях. За основу ми взяли один зі способів, що використовують у таксаційних дослідженнях, де зімкненість насадження визначають за відношенням суми проекцій крон усіх дерев у насадженні до площі, яку займає насадження (Hrom, 2010), але з деякими нашими поправками, що стосуються особливостей умов росту дерев на насінних плантаціях. Насінні плантації відрізняються від насаджень малою кількістю дерев та рівномірним розміщенням їх на площі, а кількість дерев та відстані між ними визначаються схемами та густотою садіння. За таких умов вирощування на насінних плантаціях практично відсутня диференціація дерев за висотою та діаметрами проекцій крон. Зокрема, на досліджених нами плантаціях 32–47-річного віку коефіцієнти варіації обох згаданих ознак не перевищують 10 %, а на плантаціях 12–15-річного віку – 11–13 %. Ми вважаємо, що за таких обставин реальний рівень зімкненості крон на досліджених насінних плантаціях з достатньою точністю відображатиме відношення показника середньої площі проекції крони до площі ділянки, яку займає кожне дерево згідно зі схемою садіння (наприклад, за схеми садіння 5×5 м площа ділянки становитиме 25 м^2). Запропонований нами показник зімкненості крон є дещо подібним за змістом до показника зімкненості насаджень, але не тотожний йому, тому для запобігання плутанини термінів ми умовно назвали його “проективне покриття кронами площі плантації” і визначили у відсотках.

У зимовий період 2022–2023 рр. на кожній насінній плантації заготовляли шишки з 20–30 довільно обраних дерев. Як контроль використано шишки, зібрані в лісових культурах Старопетрівського лісництва. Площа ділянки – 4,0 га, тип лісорослинних умов – В₂. Середня висота дерев становить 28,0 м, середній діаметр – 37,0 см, повнота – 0,7, бонітет – I^a.

Морфометричні ознаки шишок досліджували за методикою Л. Ф. Правдіна (Pravdin, 1964), а насіння – за шкалою В. А. Черепніна (Cherepnin, 1980). Для цього із загального збору шишок кожної насінної плантації довільно відбирали зразки по 60 шишок. Із усього комплексу якісних та кількісних ознак шишок і насіння ми зосередилися на оцінюванні кількісних ознак, оскільки саме вони є складовими формування урожаю насіння. Для кожної шишки зразка визначали довжину, ширину та масу. Шишки (кожну окремо) висушували в термостаті за температури 45–50 °С до повного розкриття, після чого з них виділяли насіння.

Визначали загальну кількість та кількість виповненого насіння в шишці, повнозерність (частку виповненого насіння від загальної його кількості в шишці, %). Після знекрилення насіння кожного зразка зважували на електронних вагах “Axis”. Для кожної плантації розраховували вихід насіння із шишок (частку маси виповненого насіння від маси шишок, %) та масу 1 000 шт. насінин. Для визначення схожості насіння у чашки Петрі на фільтрувальний папір висівали по 100 шт. насінин, змочували дистильованою водою і накривали кришкою. Пророщували зразки за температури +20 °С. Схожість насіння визначали через 14 діб після висівання.

Статистичний аналіз кількісних ознак здійснювали за допомогою пакету аналізу MS Excel. Достовірність різниці між контролем і дослідними варіантами визначали за *t*-критерієм Стьюдента (Lakin, 1990).

Результати. За результатами обстеження дерева на клонових насінних плантаціях віком 32–47 років мали середню висоту від 13,9 до 22,6 м (табл. 2). За розміщення дерев за схемами 10×5 та 10×10 м середня протяжність крони становила від 10,3 до 11,4 м, а максимальний середній діаметр проекції крони – 9,5 м. Дерев, розміщені за схемою 5×5 м, мали протяжність крони лише 7,3–8,3 м, а середній діаметр їхньої проекції крони сягав 6,7 м.

Таблиця 2

Основні таксаційні показники дерев на насінних плантаціях сосни звичайної ДП «Клавдієвська ЛНДС» станом на вересень 2022 р.

Table 2

The main forest assessment indicators of trees in Scots pine seed orchards in the State Enterprise “Klavdiievo Forest Research Station” as of September 2022

Насінна плантація – рік створення Seed orchard – year of establishment	Середня висота, м Average height, m	Середня висота до першої живої гілки, м Average height of first live branch, m	Середня протяжність крони, м Average crown length, m	Середня відносна протяжність крони, % Average relative crown length, %	Середній діаметр крони, м Average crown diameter, m	Середня площа проєкції крони, м ² Average crown projection area, m ²	Проективне покриття кронами площі плантації, % Projective crown cover, %
КНП-1976 CSO-1976	18,7	11,0	7,7	41	7,2	40,7	81
КНП-1977 CSO-1977	22,6	14,3	8,3	37	6,6	34,2	137
КНП-1978 CSO-1978	22,0	14,7	7,3	33	6,7	35,2	141
КНП-1979 CSO-1979	17,0	5,6	11,4	67	9,5	70,8	71
КНП-1980 CSO-1980	17,4	7,0	10,4	60	8,2	52,8	53
КНП-1982 CSO-1982	19,1	8,8	10,3	54	7,8	47,8	96
КНП-1990 CSO-1990	13,9	4,7	9,2	66	7,3	41,8	120
КНП-1991 CSO-1991	14,0	3,6	10,4	74	7,6	45,9	94
ПКНП-2008 PCSO-2008	5,1	0,7	4,4	86	5,1	20,4	42
РКНП-2010 FCSO-2010	4,5	0,5	4,0	89	4,9	19,2	39
РНП-2011 FSO-2011	4,0	0,5	3,5	88	4,8	18,1	37

Note. CSO – clonal seed orchard; PCSO – population clonal seed orchard; FCSO – family clonal seed orchard; FSO – family seed orchard.

Середня висота дерев сосни на насінних плантаціях, створених у 2008–2011 рр. (клоново-популяційна, родинно-клонова та родинна з розміщенням 7 × 7 м) становила від 4,0 до 5,1 м. Протяжність крони становила від 3,5 до 4,4 м, а середній діаметр проєкції крони був у межах від 4,8 до 5,1 м, ці розміри є оптимальними для розвитку та заготівлі шишок.

Відносна протяжність живих крон на насінних плантаціях змінюється від 33 % (КНП-1978) до 89 % (РКНП-2010) і тісно корелює зі значенням показника проективного покриття кронами площі плантації – $r = -0,793$. На насінних плантаціях із проективним покриттям кронами площі плантації 37–71 % крони дерев не є зімкненими, а на плантаціях із проективним покриттям 94–141 % крони зімкнулися (див. табл. 2). Значення показника проективного покриття кронами площі плантації, більше за 100 %, свідчить про перекриття крон сусідніх дерев.

Згідно з результатами досліджень шишки, зібрані у 2022 р. з усіх насінних плантацій, за довжиною, шириною та масою суттєво перевершували шишки масового збору в насадженні (контроль) (табл. 3).

Показники шишок сосни звичайної з насінних плантацій ДП «Клавдієвська ЛНДС»

Table 3

Characteristics of Scots pine cones from the seed orchards in the State Enterprise “Klavdiievo Forest Research Station”

Насінна плантація The seed orchard	Середні розміри шишок Average size of cones				Середня маса шишок Average weight of cones	
	Довжина Length		Ширина Width		$M \pm m$, г	t_{ϕ}
	$M \pm m$, см	t_{ϕ}	$M \pm m$, см	t_{ϕ}		
КНП-1976 CSO-1976	4,9 ± 0,07	12,27**	2,4 ± 0,03	15,53**	12,1 ± 0,30	16,66**
КНП 1977 CSO-1977	4,9 ± 0,06	14,01**	2,4 ± 0,02	19,09**	11,9 ± 0,33	14,87**
КНП-1978 CSO-1978	5,4 ± 0,11	12,22**	2,4 ± 0,04	11,85	13,5 ± 0,69	10,12**
КНП-1979 CSO-1979	4,6 ± 0,04	11,31**	2,2 ± 0,03	10,82**	10,1 ± 0,26	11,95**
КНП-1980 CSO-1980	4,3 ± 0,10	3,53**	2,0 ± 0,05	2,78*	8,1 ± 0,55	3,16*
КНП-1982 CSO-1982	4,9 ± 0,10	8,35**	2,3 ± 0,04	10,51**	10,6 ± 0,51	8,04**
КНП-1990 CSO-1990	4,5 ± 0,06	8,04**	2,1 ± 0,02	10,25**	9,5 ± 0,24	10,73**
КНП-1991 CSO-1991	5,1 ± 0,06	15,25**	2,3 ± 0,03	13,59**	12,6 ± 0,32	17,24**
ПКНП-2008 PCSO-2008	5,6 ± 0,04	29,87**	2,5 ± 0,03	21,92**	13,3 ± 0,28	21,21**
РКНП-2010 FCSO-2010	5,5 ± 0,07	19,84**	2,4 ± 0,06	15,81**	13,8 ± 0,45	15,47**
РНП-2011 FSO-2011	5,2 ± 0,08	14,42**	2,4 ± 0,02	8,06**	12,8 ± 0,53	11,64**
Контроль Control	3,9 ± 0,04	–	1,8 ± 0,02	–	6,3 ± 0,18	–

Note. CSO – clonal seed orchard; PCSO – population clonal seed orchard; FCSO – family clonal seed orchard; FSO – family seed orchard.

*Достовірно на 5 % рівні значущості.

Significant at 5%.

**Достовірно на 1 % рівні значущості.

Significant at 1%.

Найбільші розміри шишок виявлено для дерев сосни з популяційної плантації (ПКНП-2008). Їхня середня довжина становила 5,6 см, ширина – 2,5 см. Несуттєво їм поступалися за розмірами шишки з родинно-клонової плантації (РКНП-2010), маючи середні довжину 5,6 см і ширину 2,4 см. Результати аналізу свідчать, що маса шишок корелює з їхніми розмірами ($r = 0,915-0,962$). Найважчими виявилися шишки з родинно-клонової плантації РКНП-2010 (із середньою масою 13,8 г), а також з КНП 1978 (13,5 г) та популяційної плантації ПКНП-2008 (13,3 г). Найменші шишки зібрано на КНП-1980 – їхня довжина становила 4,3 см, ширина – 2,0 см, маса – 8,1 г (див. табл. 3).

Найвищий показник середньої кількості насіння в шишці визначено для дерев з КНП 1978 року створення (32,9 шт.), а найнижчий – з КНП 1980 року створення (18,3 шт.) (табл. 4).

Насіннєва продуктивність шишок та кількісна характеристика насіння сосни звичайної з насінних плантацій у ДП «Клавдієвська ЛНДС»

Table 4

Seed productivity of cones and the quantitative characteristic of Scots pine seeds from the seed orchards in the State Enterprise “Klavdiievo Forest Research Station”

Насінна плантація The seed orchard	Середня кількість насіння в шишці Average seed number per cone				Повнозерність Proportion of full-grain seeds		Маса 1 000 шт. насіння, г 1,000 seeds weight, g	Вихід насіння з шишки, % Seed yield per cone, %	Схожість насіння, % Seed germination, %
	виповненого filled		всього total						
	$M \pm m$, шт.	t_{ϕ}	$M \pm m$, шт.	t_{ϕ}	$M \pm m$, %	t_{ϕ}			
КНП-1976 CSO-1976	23,5 ± 0,78	10,06**	27,4 ± 0,72	11,45**	86,0 ± 0,90	-0,87	8,5	1,7	98
КНП-1977 CSO-1977	23,3 ± 0,59	12,73**	26,4 ± 0,61	13,51**	88,6 ± 0,75	0,69	8,6	1,6	98
КНП-1978 CSO-1978	28,3 ± 0,90	13,25**	32,9 ± 0,92	14,94**	86,1 ± 0,86	-0,57	7,7	1,5	96
КНП-1979 CSO-1979	18,9 ± 0,79	6,58**	20,8 ± 0,86	6,28**	91,0 ± 0,85	2,00*	7,6	1,4	99
КНП-1980 CSO-1980	16,6 ± 1,28	3,16**	18,3 ± 1,32	3,13**	90,5 ± 1,07	1,20	6,0	0,5	–
КНП-1982 CSO-1982	20,2 ± 1,16	5,75**	22,2 ± 1,16	5,89**	91,2 ± 0,91	1,74	7,5	1,5	96
КНП-1990 CSO-1990	24,3 ± 0,93	9,94**	26,0 ± 0,96	9,52**	93,5 ± 0,83	3,23*	6,6	1,8	100
КНП-1991 CSO-1991	26,0 ± 0,78	12,79**	28,1 ± 0,80	12,54**	92,7 ± 0,68	3,05*	8,6	1,7	98
ПКНП-2008 PCSO-2008	27,2 ± 0,90	12,40**	30,9 ± 0,81	14,78**	88,1 ± 1,43	0,16	7,9	2,0	99
РКНП-2010 FCSO-2010	25,9 ± 1,04	10,25**	30,3 ± 1,06	11,59**	85,7 ± 1,58	-0,43	8,1	1,5	100
РНП-2011 FSO-2011	28,5 ± 1,15	11,10**	31,3 ± 1,16	11,58**	90,9 ± 0,56	1,64	8,4	1,9	99
Контроль Control	11,4 ± 0,94	–	13,1 ± 1,05	–	87,1 ± 1,79	–	6,6	1,2	96

Note. CSO – clonal seed orchard; PCSO – population clonal seed orchard; FCSO – family clonal seed orchard; FSO – family seed orchard.

*Достовірно на 5 % рівні значущості.
Significant at 5%.

**Достовірно на 1 % рівні значущості.
Significant at 1%.

Найменше виповненого насіння (16,6 шт.) виявилось в шишках з КНП 1980 року створення, а найбільше – в шишках з РНП 2011 року створення (28,4 шт.). За цим показником всі плантації вірогідно перевершували контроль за t -критерієм Стьюдента.

Показник повнозерності знаходився в межах від 85,7% на РКНП-2010 до 93,5% на КНП-1990. Лише на трьох плантаціях значення показників виявилися суттєво більшими, ніж у контрольного варіанта (див. табл. 4).

Вихід насіння з шишок варіював у межах від 0,5 до 2,0 %. Найнижчий показник виявився на КНП 1980 року створення, а максимальний – на ПКНП 2008 року створення.

Показник маси 1 000 насінин з усіх плантацій перебував у межах від 6,0г до 8,6 г. Найлегше насіння отримали з КНП-1980 – 6,0 г, та з КНП-1990 та контролю – 6,6 г. Найважче

насіння (8,6 г) отримали з КНП 1977 та 1991 років створення, дещо поступалося за цим показником насіння з КНП 1976 року створення – 8,5 г, а також з РНП 2011 року створення – 8,4 г.

Звертають на себе увагу суттєво менші значення кількісних характеристик шишок та насіння з КНП 1979 та 1980 років створення (див. табл. 3, 4), що важко пояснити впливом віку плантацій або схеми розміщення щеп на них. На наш погляд, причина полягає в тому, що обидві плантації знаходяться поруч на певному мікропідвищенні рельєфу і більше потерпають від дефіциту вологи в ґрунті в посушливі роки.

Показники схожості насіння з насінних плантацій та контролю є високими – 96–100 % (див. табл. 4). Схожість насіння із КНП 1980 року створення через недостатню його кількість не визначали.

Кореляційний аналіз виявив значущий від’ємний зв’язок між довжиною шишок на плантаціях та їхнім віком. Показники маси шишок, загальної кількості насіння в них, кількості виповненого насіння та схожості насіння також продемонстрували тенденцію до зменшення з віком. Між відносною протяжністю крон щеп, проєктивним покриттям площі кронами на плантаціях і дослідженими ознаками шишок і насіння значущого зв’язку не виявлено, тоді як схожість насіння пов’язана з відносною протяжністю крон щеп прямим середньої сили значущим зв’язком (табл. 5).

Таблиця 5

Кореляційні зв’язки між кількісними показниками шишок, насіння та віком насінних плантацій, відносною протяжністю крон і проєктивним покриттям кронами площі плантацій

Table 5

Correlations between quantitative traits of cones and seeds and seed orchard age, relative crown length and projective crown cover

Кількісна ознака шишок, насіння (середнє значення) Quantitative characteristic of cones or seeds (mean)	Вік, Age	Відносна протяжність крони, % Relative crown length, %	Проєктивне покриття кронами площі плантації, % Projective crown cover, %
Довжина шишки, см Cone length, cm	-0,625*	-0,351	0,315
Ширина шишки, см Cone width, cm	-0,347	0,065	-0,020
Маса шишки, г Cone weight, g	-0,563	0,277	-0,168
Кількість виповненого насіння в шишці, шт. Number of full-grain seeds per cone	-0,577	0,246	0,043
Загальна кількість насіння в шишці, шт. Total seed quantity per cone, pcs.	-0,538	0,180	0,031
Повнозерність, % Proportion of full-grain seeds, %	0,016	0,257	0,067
Маса 1 000 шт. насінин, г 1,000 seeds weight, g	-0,204	0,023	0,032
Вихід насіння з шишки, % Seed yield per cone, %	-0,304	0,114	0,210
Схожість насіння, % Seed germination, %	-0,585	0,683*	-0,528

*Достовірно на 5 % рівні значущості.
Significant at 5%.

Обговорення. Як свідчать результати дослідження, показники кількісних морфологічних ознак шишок і насіння навіть для плантацій найстаршого віку (46–47 років) залишаються доволі високими та суттєво перевершують аналогічні показники контрольного соснового

насадження (табл. 3, 4). Існує зворотній середньої сили значущий зв'язок між віком плантацій і довжиною шишок (див. табл. 5), що підтверджено також результатами досліджень Л. І. Терещенко (Tereshchenko, 2019) на клонових насінних плантаціях сосни звичайної в Харківській області. Незважаючи на те, що загальна кількість насіння та кількість виповненого насіння в шишках тісно корелюють із їхньою довжиною ($r = 0,920-0,887$), залежність цих показників від віку щеп статистично не підтверджено. Ймовірно, кількість насіння в шишках залежить також від інших факторів, але, з огляду на величину коефіцієнтів кореляції між кількістю насіння в шишках та віком щеп (див. табл. 5), тенденція до зворотного зв'язку між ними є доволі помітною. Певним доказом цього є одержані у 2007 р. (неопубліковані дані) значення середніх показників окремих кількісних ознак шишок і насіння, зібраних на шести КНП 1977–1990 років створення, що перевершують відповідні показники шишок і насіння, зібраних на цих же плантаціях у 2022 р. Різниця становить: для довжини шишок – 13 %, кількості виповненого насіння в шишці – 15 %, загальної кількості насіння в шишках – 25 %.

Оскільки плантації, на яких ми проводили дослідження, різняться не тільки за віком, але й за схемою розміщення щеп (густотою), можна припустити, що густина певним чином впливає на значення показників досліджуваних ознак шишок та насіння. Загалом, частіше досліджували, як залежить від схеми розміщення дерев на плантаціях або повноти насаджень урожайність шишок, ніж розміри шишок та кількість насіння в них (Reshetnyk, 2010; Lazar, 2023). Л. І. Терещенко (Tereshchenko, 2019) звертає увагу на те, що щільне розміщення щеп на КНП не є основною причиною зниження насінної продуктивності клонів. З огляду на відсутність значущого зв'язку між відносною протяжністю крон, проективним покриттям площі кронами на насінних плантаціях і значеннями показників кількісних ознак шишок і насіння (табл. 5), можна припустити, що густина розміщення щеп на плантаціях безпосередньо не впливає на досліджені ознаки.

Коефіцієнти кореляції між середніми показниками кількісних ознак шишок і насіння з насінних плантацій та їхнім віком є найбільшими, як порівняти з коефіцієнтами кореляції між тими ж ознаками шишок та насіння й відносною протяжністю крон та проективним покриттям площі кронами на тих же насінних плантаціях (див. табл. 5). Виняток становить повнозерність, для якої коефіцієнт кореляції з відносною протяжністю крон є найбільшим ($r = 0,257$) за повної відсутності зв'язку з віком ($r = 0,016$) та проективним покриттям площі плантацій кронами ($r = 0,067$). Цікавим є цей факт, тому що відносна протяжність крон на плантаціях зворотно тісно корелює з їхнім віком ($r = -0,893$). Отже, відносна протяжність крон, динаміка формування якої є результатом взаємодії факторів віку та густоти розміщення садивних місць на плантаціях, хоч і слабо, але впливає на повнозерність. Своєрідний характер зв'язку повнозерності з відносною протяжністю крон демонструють результати розрахунку середніх показників повнозерності за градаціями відносної протяжності крон на плантаціях (див. табл. 2). Так, за відносної протяжності крон 86–89 % середня повнозерність на цих насінних плантаціях становила $87,9 \pm 0,74$ %, за протяжності 54–74 % – відповідно $91,9 \pm 0,39$ %, за відносної протяжності крон 33–41 % – $86,7 \pm 0,51$ %. Середнє значення показника повнозерності на молодих, незімкнених, з великою відносною протяжністю крон дерев (86–89 %) плантаціях не відрізнялося від такого на найстарших плантаціях з високо піднятими, щільно зімкненими, з найменшою відносною протяжністю кронами (33–41 %) і знаходилося на рівні значення показника повнозерності контрольного високоповнотного, зімкненого насадження ($87,1 \pm 1,79$ %). На плантаціях з відносною протяжністю крон 54–74 %, крони дерев на яких ще не зімкнулися чи щойно зімкнулися, середня повнозерність була суттєво більшою ($t_{st} = 2,18$, $t_{\phi} = 4,78$ та $8,10$ відповідно). Ми вважаємо, що відносна протяжність крон і повнозерність безпосередньо між собою не пов'язані. Як ми зазначали, на протяжність крон на насінних плантаціях впливає густина розміщення садивних місць і вік та, ймовірно, одночасно з відносною протяжністю крон

змінюється певний чинник, від якого безпосередньо залежить частка повнозерного насіння в шишках на плантаціях. Одним із таких чинників може бути режим запилення.

На молодих КНП з низько опущеними, незімкненими кронами існує висока ймовірність нестачі власного пилку, оскільки чоловіча генеративна система формується дещо пізніше жіночої (Mazhula, 1993). Відомо (Mazhula, 1993), що дальність розповсюдження пилку залежить від висоти дерева. Ми припускаємо, що вона залежить не від висоти дерева, а, власне, від висоти розташування чоловічого генеративного ярусу, який, наприклад, на РКНП 2010 року створення розташований в середньому на висоті від 0,5 до 2 м. Це створює умови, за яких значна кількість пилку від окремого дерева осідає в кроні самого дерева та на малій відстані від нього, особливо в безвітряну погоду. За високої температури повітря під час льоту пилку на молодих, із незімкненими кронами плантаціях може збільшуватися роль конвекційних потоків повітря від нагрівання ґрунту, що зменшує щільність пилкової хмари на плантації, необхідну для ефективного перехресного запилення. Всі ці особливості режиму запилення збільшують частоту самозапилення, яке є однією із причин утворення порожнього насіння в шишках (Koski, 1971).

На старших насінних плантаціях зі щільно зімкненими, високо піднятими кронами як урожайність шишок, так і пилкова продуктивність є меншими. Щільно зімкнені крони є бар'єром для розповсюдження пилку, оскільки погано продуваються вітром. Через значну висоту дерев та високо підняті, зімкнені крони режим запилення на цих КНП є подібним до такого у контрольному високоповнотному зімкненому насадженні, де також доволі значну роль у розповсюдженні пилку відіграють конвекційні потоки повітря від нагрітого ґрунту та стовбурів дерев. Все це сприяє збільшенню частоти самозапилення та утворенню порожнього насіння в шишках.

На плантаціях із відносною протяжністю крон 54–74 %, які ще не зімкнулися чи щойно зімкнулися, пилкова продуктивність є високою, крони достатньо продуваються вітром, і режим запилення є сприятливим для перехресного запилення, завдяки чому частка повнозерного насіння в шишках є великою.

Слід зазначити, що значення показників повнозерності може щорічно змінюватися, оскільки режим запилення залежить від температури повітря, опадів та швидкості вітру під час льоту пилку, проте проблема меншої повнозерності на молодших насінних плантаціях залишається. Наприклад, на 13-річній КНП сосни звичайної (схема розміщення щеп 6 × 6 м) у Туреччині середня кількість виповненого насіння в шишках становила 11,6 шт., порожнього насіння – 15 шт., а повнозерність становила лише 43,6 % (Sivacioğlu and Ayan, 2008). Низький рівень повнозерності автори пояснюють особливістю режиму запилення на молодих КНП і вважають, що з віком цей показник буде збільшуватися.

Щодо значущого середньої сили додатного зв'язку схожості насіння з відносною протяжністю крон щеп на насінних плантаціях ($r = 0,683$) ми вважаємо, що схожість насіння певним чином залежить від стану та розміру крон щеп.

Висновки. Показники шишок, зібраних на 11 насінних плантаціях у 2022 р., значуще перевершують контрольні (з місцевого насадження) як за розмірами, так і за масою.

Насіння з 10 насінних плантацій виявилось кращим також за середньою кількістю виповненого та загальною кількістю насіння в шишці, масою 1 000 шт. насінин, виходом насіння з шишок, порівнюючи з контролем, окрім показників виходу насіння з шишок (0,5 %) та маси 1 000 шт. насінин (6 г) з КНП 1980 року створення. Насіння з плантацій та контролю мало високу якість, а його схожість знаходилася в межах 96–100 %.

Статистично підтверджено зменшення розмірів шишок і, частково, кількості насіння в них, у міру збільшення віку плантацій.

Між відносною протяжністю і зімкненістю крон на насінних плантаціях та показниками шишок та насіння зв'язок відсутній.

Зімкненість крон на насінних плантаціях впливає на характер розповсюдження пилку та режим запилення, що є однією з причин мінливості показників повнозерності:

повнозерність є меншою на молодших КНП з низько опущеними, не зімкненими кронами та на старших насінних плантаціях зі щільно зімкненими, високо піднятими кронами.

Підтвердження високої якості насіння сосни, одержаного на клонових насінних плантаціях 12–47-річного віку свідчить про доцільність використання насіння з них для лісовідновлення в умовах Українського Полісся.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Bilous, V.I. (1994) *Oak selection and seed production*. Cherkasy: NDITEKHIM (in Ukrainian)
- Cherepnin, V.L. (1980) *The variability of Scots pine seeds*. Novosibirsk: Nauka (in Russian).
- Duritis, J.K., Pirags, D.M. and Ronis, E.J. (1985) 'Possibilities of labor mechanization in seed orchards' in *Seed orchards in forest seed production*. Riga: Zonathy, pp.43–46.
- Gardner, Y.J. (1981) 'A new method of planting trees and shrubs', *Arboric Journal*, 5, pp. 45–48.
- Golovchansky, I.N. and Savich, E.I. (1978) 'Determination of the deadline for planting bare-rooted seedlings of the Crimean pine in Crimea', *Lesokhoziajstvennaya Informatsiya*, 1, pp.15–16 (in Russian).
- Hrom, M.M. (2010) *Forest mensuration*. 3rd edn. Lviv: RVV NLTU (in Ukrainian).
- Koski, V. (1971) 'Embryonic lethals of *Picea abies* and *Pinus sylvestris*', *Communications Institute Forestalia Fennica*, 7, pp. 1–30.
- Kostkin, B.P. and Shlonchak, G.V. (1980) 'Establishment of clonal seed orchards', *Forestry, forest, paper and woodworking industry*, 3, pp.8–9 (in Ukrainian).
- Lakin, H.F. (1990) *Biometrics*. Moscow: Vysshaya Shkola (in Russian).
- Lazar, O.D. (2023) *Ingeritance of growth and reproduction traits by the offsprings of Scots pine superior trees in the Rivne region*. Extended abstract of PhD thesis. Lviv: UNFU (in Ukrainian).
- Mazhula, O.S. (1993) *Growth and seed productivity of Scots pine clones on the seed orshards in Left bank Forest-Steppe*. Extended abstract of PhD thesis. Kharkiv: URIFFM (in Ukrainian).
- Molchenko, L.N. and Zatsiha, Y.V. (1980) *Technology for creating of clone seed coniferous orchards in the Carpathians. Guidelines*. Ivano-Frankivsk (in Russian).
- Molotkov, P.I., Patlay, I.M. and Davydova, N.I. (1989) *Seeding of forest trees species*. Kyiv: Urozhai (in Ukrainian).
- Pirags, D.M. (1985) 'Forest seeds of orchards: their present and future', in *Seed orchards in forest seed production*. Riga: Zinatne, pp.3–11.
- Pravdin, L.F. (1964) *Scots pine*. Moscow: Nauka (in Russian).
- Reshetnyk, L.L. (2010) *Seed productivity of Scots pine*. Zhytomyr: Polissya (in Ukrainian).
- Romanauskas, V., Andryushkyavichene, I.S. and Polkhauskene, V.I. (1978) 'Features of flowering and seedlings of pine on forest seed orchard' in *Selection of trees species in the Latvian SSR*. Moscow: Nauka, pp. 103–111.
- Shlonchak, G.A. (1981) 'Establishing of pine clonal seed orchards with containerized seedlings', *Forestry, forest paper and woodworking industry*, 1, pp. 12–13 (in Ukrainian).
- Shlonchak, G.A. (1986) *Establishment of pine clonal seed orchards with containerized seedlings in the central Polesie of the Ukrainian SSR*. Extended abstract of PhD thesis. Kharkiv: URIFFM (in Russian).
- Shlonchak, G.A. (1988) 'The experience of the Staropetrovskaya LOS in the creation of seed orchards', *Express Information*, 4, pp. 5–11 (in Russian).
- Shlonchak, G.A. and Shlonchak, G.V. (2005) 'Distribution of cones in the crown of grafted trees of Scots pine depending on age', in *Forest, Science, Society. Proceedings of the International Anniversary Conference*. Kharkiv: URIFFM, pp. 136. (in Ukrainian).
- Shlonchak, G.A. and Shlonchak, G.V. (2009) 'The efficiency of use of Scots pine clonal orchards for afforestation', *Forestry and Forest Melioration*, 115, pp. 65–70 (in Ukrainian).
- Sivacioglu, A. and Ayan, S. (2008) 'Evaluation of seed production of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) clonal seed orshard with cone analysis method', *African Journal of Biotechnology*, 7(24), pp. 4393–4399. Available at: <http://www.academicjournals.org/AJB> (Accessed: 11 December 2023).
- Tereshchenko, L.I. (2019) 'The issue of reproduction of Scots pine trees on clonal seed orchards at the age over 25 years', in *Pine Forest: Current Status, Existing Challenges and Ways Forward. Proceedings of International Scientific and Practical Conference*. Kyiv: Planeta-Print, pp. 170–173. (in Ukrainian).
- Velisevich, S.N., Zhuk, E.A., Vasilyeva, G.V., Bender, O.G., Kabilov, M.R., Tupikin, A.E. and Goroshkevich, S.N. (2017) 'The nature of forest woody plant ontogenesis: correlation of physiological and epigenetic factors (case study on Siberian stone pine)', in *Conservation of Forest Resources. Proceedings of the 5-th International Conference*. Homel: LLC Kolordruk, pp. 30–32. ISBN 978-985-6768-29-6.

CHARACTERISTICS OF SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) SEEDS FROM SEED ORCHARDS OF DIFFERENT AGES IN THE STATE ENTERPRISE “KLAVDIIEVO FOREST RESEARCH STATION”

Shlonchak G.A.^{1*}, Yashchuk I.V.², Mytrotchenko V.V.³, Lavrenyuk O.A.⁴

The article reports results on the investigation of Scots pine cones and seeds originated from 12-47-year-old seed orchards in Staropetrivske forestry and Pershotravneve forestry in the State Enterprise “Klavdiievo Forest Research Station”. The orchards were comprehensively evaluated, with determining the average height of seed trees, average height of the first live branch, length and projection diameter of the crowns, and crown projection area. Quantitative characteristics of cones and seeds have been determined: the average length of cones at orchards was 5.0 cm, the average weight of cone was 11.8 g, the average number of full seeds in a cone was 24.3, the full-grain cones comprised 89.3%, the average weight of 1,000 seeds was 7.8 g, the percent yield of seeds from cones was 1.5%. The samples of cones and seeds from seed orchards significantly exceeded the control sample from Scots pine stand by all indicators. The germination of seeds from all seed orchards in the lab conditions was 96–100%. It was established A statistically significant moderate negative correlation have been found between the age of seed orchards and the length of cones ($r = -0,626$). Tree crown closure at seed orchards had an impact on the nature of pollen distribution and the pollination pattern. It is one of the reasons for changing full-grain percentage.

К е у w o r d s : clonal seed orchards, family seed orchards, cones, pine seeds, germination.

Одержано редколегією 19.12.2023

¹ Shlonchak Grygory, PhD (Agricultural Science), Senior Researcher, State Enterprise “Klavdiievo Forest Research Station”, Verbna Street 4, Klavdiievo-Tarasove, 07850, Bucha district, Kyiv region, Ukraine. E-mail: shlonchakga@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0980-9619>

² Yashchuk Irena, State Enterprise “Klavdiievo Forest Research Station”, Verbna Street 4, Klavdiievo-Tarasove, 07850, Bucha district, Kyiv region, Ukraine. E-mail: irenya16@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4443-8753>

³ Mytrochenko Valentina, State Enterprise “Klavdiievo Forest Research Station”, Verbna Street 4, Klavdiievo-Tarasove, 07850, Bucha district, Kyiv region, Ukraine. E-mail: mitrocenkovalentina@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3742-5086>

⁴ Lavrenyuk Oleksandr, State Enterprise “Klavdiievo Forest Research Station”, Verbna Street 4, Klavdiievo-Tarasove, 07850, Bucha district, Kyiv region, Ukraine. E-mail: dogma_klnds@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9738-8982>

* Correspondence: shlonchakga@ukr.net