

УДК 630.182.3

В. А. ДИШКО, Л. О. ТОРОСОВА*

**МОРФОЛОГО-АНАТОМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ХВОЇ ПОТОМСТВ ПРИРОДНИХ
І СИНТЕТИЧНИХ ПОПУЛЯЦІЙ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ
В СОРТОВИПРОБНИХ КУЛЬТУРАХ**

Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

Висвітлено результати вивчення морфолого-анатомічних характеристик хвої кандидатів у сорти сосни звичайної, представлених у сортовипробних культурах ДП «Гутиянське ЛГ» Харківської області. На ділянці репрезентовані потомства синтетичних популяцій із Харківської, Київської, Рівненської та Волинської областей та їхні популяційні контрольні варіанти. За середніми показниками досліджених характеристик відмінності між варіантами і місцевим контрольним варіантом становлять 6–19 %. Діапазони варіювання показників довжини хвої, кількості смоляних каналів і параметрів хвої, визначених на поперечному перерізі, у більшості потомств синтетичних популяцій достовірно відрізняються від місцевого контролю (Гути-контроль) і від своїх регіональних контрольних варіантів. Варіювання показників довжини хвої у варіантах досліджується коефіцієнтами варіації середнього й підвищеного рівня за шкалою С. О. Мамаєва. При цьому мінливість кількості смоляних каналів та показників площ поперечних перерізів і центральних циліндрів у варіантах є підвищеною та високою. Варіювання показників зростає у напрямку зі сходу на захід. Оцінювання варіантів за комплексом досліджених ознак на основі запропонованої бальної шкали виявило перевагу місцевих кандидатів у сорти над представниками інших регіонів.

К л ю ч о в і с л о в а: сосна звичайна, сорти-популяції, довжина хвої, анатомія хвої, мінливість.

Вступ. Сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) є найбільш розповсюдженим видом серед головних лісоутворювальних порід України. Більшість досліджень цієї породи в Україні присвячено вивченню біометричних та морфологічних ознак, пов'язаних із продуктивністю (Pravdin 1964, Patlay 1984, Sbitna 2009, Mazhula et al. 2014). Літературні дані свідчать, що особливості морфо-анатомічної будови хвої сосни значною мірою залежать від регіону та погодних умов і явищ (температура, опади, вітер, приморозки), мінерального, повітряного та водного живлення, висоти та віку дерева і, водночас, знаходяться під генетичним контролем (Wright 1976, Protasov 1996, Pashkevich 2007, Tereshchenko 2015). Про ймовірний зв'язок морфологічних та анатомічних характеристик хвої з адаптацією сосни до зовнішніх умов свідчать роботи багатьох дослідників (Pravdin 1964, Zadorozhnyy 1997, Nakvasina 2009, Soboleva et al. 2009). Значну увагу при цьому приділяли вивченню мінливості її морфометричних та анатомічних характеристик, а також особливостям розвитку внутрішніх тканин (покривних, асиміляційних, провідних) (Protasov 1996, Терещенко 2015). Зокрема, Л. І. Терещенко (2015) констатувала, що довжина хвої сосни із центральних і східних регіонів України варіює від 30 до 125 мм. Вплив екзогенних чинників довкілля на цю ознаку вивчав З. Ю. Герушинський (Gerushinskiy et al. 1983) у географічних культурах Львівського Розточчя. Результати його дослідження довели, що за показниками довжини хвої східні й північно-східні походження поступаються місцевим на 16–57 %.

Під час вивчення анатомічної будови хвої значну увагу приділяли співвідношенням між площами покривних, провідних, асиміляційних і трансфузійних тканин, а також формуванню смолоносної системи (Protasov 1996). Особини з краще розвиненою провідною системою, яка забезпечує рослинам збалансований розвиток, легше пристосовуються до умов довкілля й характеризуються більшою збереженістю (Zadorozhnyy 1997). Частка провідних тканин може становити 24–33 % від площі перерізу хвоїнки. Збільшення частки провідних тканин хвої відбувається у напрямку з півночі на південь. Особливу увагу під час дослідження анатомічної будови дослідники приділяли вивченню кількості та розміщенню смоляних каналів. Еволюційне значення смоляних каналів остаточно не визначено (Tiwari 2013), але вважається, що особини з більшою їхньою кількістю відзначаються вищою резистентністю (Overhulsen & Cara 1981). Середня кількість смоляних каналів у хвої сосни, яка росте в європейській частині континенту Євразія, може варіюватися від 11 до 14 шт.; найбільше

* © В. А. Дишко, Л. О. Торосова, 2017

смоляних каналів (23–24 шт.) зафіксовано у хвої сосни, яка росте в Закавказзі, а найменше – у популяціях із північної частини ареалу, Середньоруської рівнини й Кавказу (3–6 шт.) (Pravdin 1964). За даними І. М. Патлая (Patlay 1984), розміщення смоляних каналів у різних екотипів повторюється з року в рік із невеликими відхиленнями і зберігається в насінневого потомства. Т. Є. Галдіна відзначає, що кількість смоляних ходів має тенденцію до зменшення від заходу на схід (Galdina 2003).

Незважаючи на увагу науковців до вивчення морфолого-анатомічних характеристик хвої на популяційному та індивідуальному рівнях, низка питань досі залишаються невирішеними. Дані літературних джерел щодо взаємозв'язку цих ознак із продуктивністю і стійкістю часто є суперечливими. На сьогодні для дослідження ефективності використання насіння штучних популяцій та впливу географічного походження насіння на потомство доцільним може бути вивчення морфолого-анатомічних характеристик хвої сосни звичайної, яка походить із різних частин ареалу, але росте в однорідних умовах сортовипробних культур.

Метою нашого дослідження було визначення морфолого-анатомічних ознак хвої кандидатів у сорти-популяції сосни звичайної, вирощених із насіння штучних популяцій у сортовипробних культурах Лівобережного Лісостепу України.

Матеріали й методи. Об'єктами досліджень були потомства, вирощені з насіння восьми синтетичних популяцій сосни звичайної з Харківської, Київської, Рівненської та Волинської областей і їхні популяційні контрольні варіанти, репрезентовані у сортовипробних культурах. Культури закладено у 1999 р. у 110 кварталі Володимирівського лісництва ДП «Гутянське ЛГ» Харківської області. Площа сортовипробних культур – 1 га, розміщення садивних місць $2,5 \times 0,75$ м, ТЛУ – В₂–С₂. Варіанти всіх потомств розміщено рендомізовано у трикратній повторності. Насіння для створення штучних сортів-популяцій збирали з клонових насінних плантацій (КНП) – Прихилки-1, Прихилки-2, Луцьк-2, Луцьк-3, Київ-3, Київ-4, Київ-5 – та з постійної лісонасінної ділянки – Костопіль-ПЛНД. Популяційні контрольні варіанти – це загальний збір насіння місцевих насаджень державних підприємств лісового господарства, звідки походять КНП: Харків-контроль (ДП «Зміївське ЛГ»), Гути-контроль (ДП «Гутянське ЛГ»), Київ-контроль (ДП «Старопетрівська ЛНДС»), Остріг-контроль (ДП «Острізьке ЛГ»), Волинь-контроль (ДП «Ківерцівське ЛГ»). Їх було використано як регіональні контрольні варіанти. Потомство Гути-контроль, вирощене з насіння місцевого виробничого збору ДП «Гутянське ЛГ», використано як загальний місцевий контроль для всіх варіантів.

У кожному варіанті було відібрано 20 модельних дерев, із яких заготовлено зразки однорічної хвої: з пагонів жіночого ярусу (ЖЯ) та чоловічого ярусу (ЧЯ) з південного боку. Заготовлений матеріал зберігали у морозильній камері. Біометричні показники хвої визначали з використанням методичних рекомендацій Л. Ф. Правдіна (Pravdin 1964) та С. О. Мамаєва (Mamaev 1972). Лінійні розміри вимірювали у 30 хвоїнок з пагонів ЖЯ ($L_{ЖЯ}$) та ЧЯ ($L_{ЧЯ}$) за допомогою міліметрового паперу та розраховували середнє значення для кожного варіанту ($L_{ЖЯсер}$, $L_{ЧЯсер}$).

Анатомічну будову вивчали у 20 хвоїнок із пагонів ЖЯ кожного дерева за допомогою мікроскопу AxioStar Plus за 200-кратного ($10 \times 4 \times 5$) збільшення. Усього було досліджено 5 200 хвоїнок. Препарати поперечних зрізів хвої фотографували за допомогою фотонасадки на мікроскоп та аналізували за допомогою програми AxioVision. Щоб розрахувати площу поперечного перерізу хвої ($S_{п/п}$) і центрального провідного циліндра ($S_{п/ц}$) на поперечному перерізі хвої, було визначено (рис. 1) ширину й товщину поперечного перерізу хвої ($a_{п/п}$; $b_{п/п}$), а також ширину й товщину центрального циліндра ($a_{п/ц}$; $b_{п/ц}$). Загальну площу хвоїнки на поперечному перерізі розраховували за формулою (1):

$$S = 0,98 \times (a + 2b)^2, \quad (1)$$

де a і b – ширина й товщина хвоїнки відповідно на поперечному зрізі.

Площу центрального циліндра ($S_{ц/ц}$) розраховували за формулою (2):

$$S = \pi \times a \times b, \quad (2)$$

де a і b відповідно ширина і товщина центрального циліндра (Protasov 1996).

За співвідношенням площі провідного циліндра та загальної площі поперечного перерізу хвої визначали ступінь розвитку центрального циліндра P (3):

$$P = \frac{S_{ц/ц}}{S_{п/п}} \times 100\%. \quad (3)$$

Фіксували загальну кількість смоляних каналів ($N_{заг}$) та їхнє розміщення відносно гіподерми на випуклому ($N_{в}$) й плоскому ($N_{п}$) боках хвої. За розміщенням розрізняли периферійні (прилягають до гіподерми), перехідні (прилягають до гіподерми однією або двома клітинами) та паренхімні (занурені у паренхіму мезофілу) смоляні канали (Pravdin 1964) та визначали частки хвоїнок з такими каналами в кожному варіанті. Якщо частка зразків із перехідними та периферійними каналами становила 0–15 % від загальної кількості досліджених зразків, показник оцінювали знаком (+), якщо 16–30 % – (++) , якщо понад 30 % – (+++).

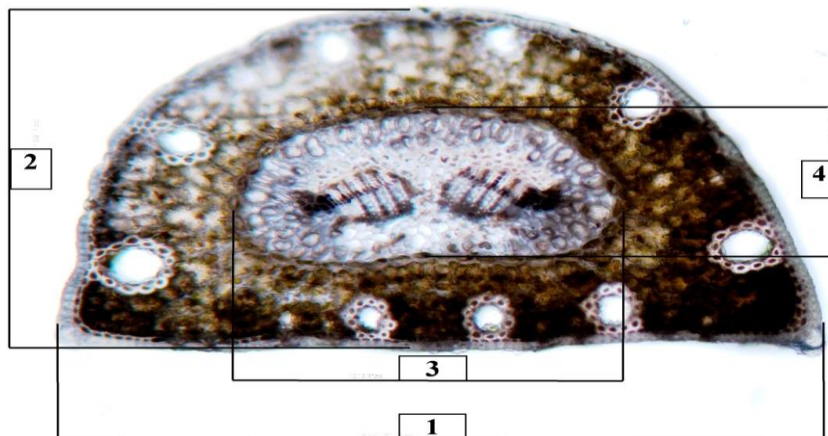


Рис. 1 – Параметри поперечного перерізу хвої сосни звичайної: 1 – ширина поперечного перерізу ($a_{п/п}$); 2 – висота поперечного перерізу ($b_{п/п}$); 3 – ширина центрального циліндра ($a_{ц/ц}$); 4 – висота центрального циліндра ($b_{ц/ц}$)

З метою визначення ефективності використання морфолого-анатомічних характеристик хвої для оцінювання стійкості кандидатів у сорти-популяції було застосовано розроблену нами бальну шкалу. Згідно з нею середні значення, розраховані для кожного показника, оцінювали відповідними балами – від 1 до 5. Варіанти з найбільшими середніми значеннями показників оцінювали максимальним балом – 5, з найменшими – 1. Визначали сумарну кількість балів (ΣB) стосовно кожного варіанту й порівнювали з контролем ($\Sigma B_{контроль}$). Краще пристосованими для вирощування в умовах місцезростання вважали варіанти, у яких сумарна кількість балів (ΣB) відрізнялася від контрольної не більше ніж на 5. Для оцінювання достовірності відмінностей між варіантами застосовано критерій Стьюдента (t_{ϕ}); ступінь варіювання ознак визначали за шкалою рівнів мінливості С. А. Мамаєва (Мамаєв 1972). Отримані дані оброблено статистично за допомогою пакету програм *Microsoft Excel*.

Результати та обговорення. Дані, отримані в результаті проведеного дослідження, свідчать, що довжина хвої з пагонів ЖЯ варіює від 26 до 120 мм, а з пагонів ЧЯ – в межах 21–119 мм. За діапазонами варіювання показників потомства КНП достовірно відрізняються

від місцевого контролю (Гути-контроль) і від своїх регіональних контрольних варіантів (табл. 1).

Таблиця 1

**Довжина хвої сосни звичайної гілок жіночого і чоловічого ярусу
в сортовипробних культурах ДП «Гутянське ЛГ»**

Назва варіанту	Жіночий ярус			Чоловічий ярус			Відмінності між $L_{ЖЯсер}$ і $L_{ЧЯсер}$	
	$L_{ЖЯсер} \pm m$, мм	t_{ϕ}	C_v , %	$L_{ЧЯсер} \pm m$, мм	t_{ϕ}	C_v , %	%	t_{ϕ}
Гути-контроль	70,3 ± 0,56	-	19,5	67,7 ± 0,58	-	20,7	3,8	3,2*
Харків-контроль	81,2 ± 0,72	12,0**	21,7	62,4 ± 0,57	6,5**	22,3	30,1	20,5**
Прихилки-1	71,9 ± 0,74	1,7	25,2	68,8 ± 0,67	1,2	23,7	4,5	3,1*
Прихилки-2	72,1 ± 0,58	2,2*	19,8	65,6 ± 0,53	2,7*	19,7	9,9	8,3**
Київ-контроль	72,1 ± 0,42	2,6*	14,1	65,4 ± 0,47	3,1*	17,7	10,2	10,6**
Київ-3	65,7 ± 0,53	6,0**	19,9	65,2 ± 0,59	3,0*	22,0	0,8	0,6
Київ-4	67,6 ± 0,48	3,7**	17,3	62,4 ± 0,43	7,3**	17,0	8,3	8,1**
Київ-5	66,9 ± 0,46	4,7**	16,9	62,5 ± 0,56	6,4**	21,8	7,0	6,1**
Остріг-контроль	72,5 ± 0,82	2,2*	27,7	66,3 ± 0,56	1,7	20,8	9,4	6,2**
Костопіль-ПЛНД	69,2 ± 0,50	1,5	17,9	61,3 ± 0,46	8,6**	18,2	12,9	11,6**
Волинь-контроль	64,6 ± 0,65	6,6**	24,5	63,1 ± 0,43	6,4**	16,6	2,4	1,9*
Луцьк-2	65,2 ± 0,58	6,3**	21,1	60,4 ± 0,52	9,4**	27,1	7,9	6,2**
Луцьк-3	73,3 ± 0,59	3,7**	19,7	68,2 ± 0,80	0,5	28,9	7,5	5,1**

Примітки. Тут і далі: t_{ϕ} – критерій Стьюдента, порівняння з місцевим контролем (* $t_{0,05} = 1,98$; ** $t_{0,01} = 3,39$).

Відмінності між крайніми мінімальними і максимальними значеннями варіантів і місцевим контролем становлять 10–40 %. Середні розміри хвої майже всіх репрезентованих потомств достовірно відрізняються ($t_{\phi} = 0,3 \div 12,0$) від контрольних ($L_{ЖЯсер} = 70,3 \pm 0,56$ мм, $L_{ЧЯсер} = 67,7 \pm 0,57$ мм) у межах ± 14 %. Звертає на себе увагу показник середньої довжини хвої з пагонів ЖЯ Харків-контроль, що суттєво відрізняється від показників решти варіантів, зокрема й від Гути-контроль ($t_{\phi} = 9,0$). З віддаленістю районів місцезростання материнських насаджень від ділянки сортовипробних культур спостерігається зменшення довжини хвої з обох ярусів. За довжиною хвої з пагонів ЖЯ найбільше від контролю відрізняється Харків-контроль ($t_{\phi} = 12,0$), а з пагонів ЧЯ – потомства західного походження Луцьк-2 ($t_{\phi} = -9,4$) і Костопіль-ПЛНД ($t_{\phi} = -8,6$). Від регіональних контрольних варіантів майже всі представлені у випробуваннях кандидати у сорти відрізняються достовірно. Причому за довжиною хвої з пагонів ЖЯ репрезентовані потомства більшою мірою відрізняються від популяційних контрольних варіантів ($t_{\phi} = 3,4 \div 9,8$), ніж від місцевого контролю ($t_{\phi} = 1,7 \div 6,3$). За довжиною хвої з пагонів ЧЯ більшими відмінностями проти регіональних контрольних варіантів відзначаються потомства Прихилки-1 ($t_{\phi} = 7,3$), Прихилки-2 ($t_{\phi} = 4,1$) і Луцьк-3 ($t_{\phi} = 5,6$). Решта варіантів мають більші відмінності проти місцевого контролю, якщо порівнювати з регіональними контрольними варіантами. Статистичну достовірність відмінностей від регіонального контролю за довжиною хвої пагонів ЖЯ не підтверджено в потомства Луцьк-2 ($t_{\phi} = 0,7$), за довжиною хвої гілок ЧЯ – у Київ-3 ($t_{\phi} = 0,3$).

Середні розміри хвої з пагонів жіночого ярусу є більшими, ніж із чоловічого, відмінності між ними становлять 2,4–30,1 % (див. табл. 1). Мінливість довжини хвої відзначається коефіцієнтами варіації середнього й підвищеного рівнів за шкалою С. О. Мамаєва ($C_v = 14,1 \div 28,9$ %). Варіювання показників дещо зростає у напрямку зі сходу ($C_v = 14,1 \div 25,2$ %) на захід ($C_v = 16,6 \div 28,9$ %), що може свідчити про кращу адаптацію до умов місцезростання дерев, близьких за походженням до місцевого контролю. Наші дані є подібними до наведених у літературі, за якими мінливість хвої з гілок ЖЯ становить 11,1–26,8 %, а з гілок ЧЯ – 12,8–28,8 % (Pravdin 1964, Tereshchenko 2015). Статистичне

підтвердження різниці за довжиною хвої представлених варіантів дає можливість використовувати ці дані для бального оцінювання.

Кількість смоляних каналів ($N_{\text{заг}}$) у хвої з гілок ЖЯ становить від 3 до 20 шт. (рис. 2).

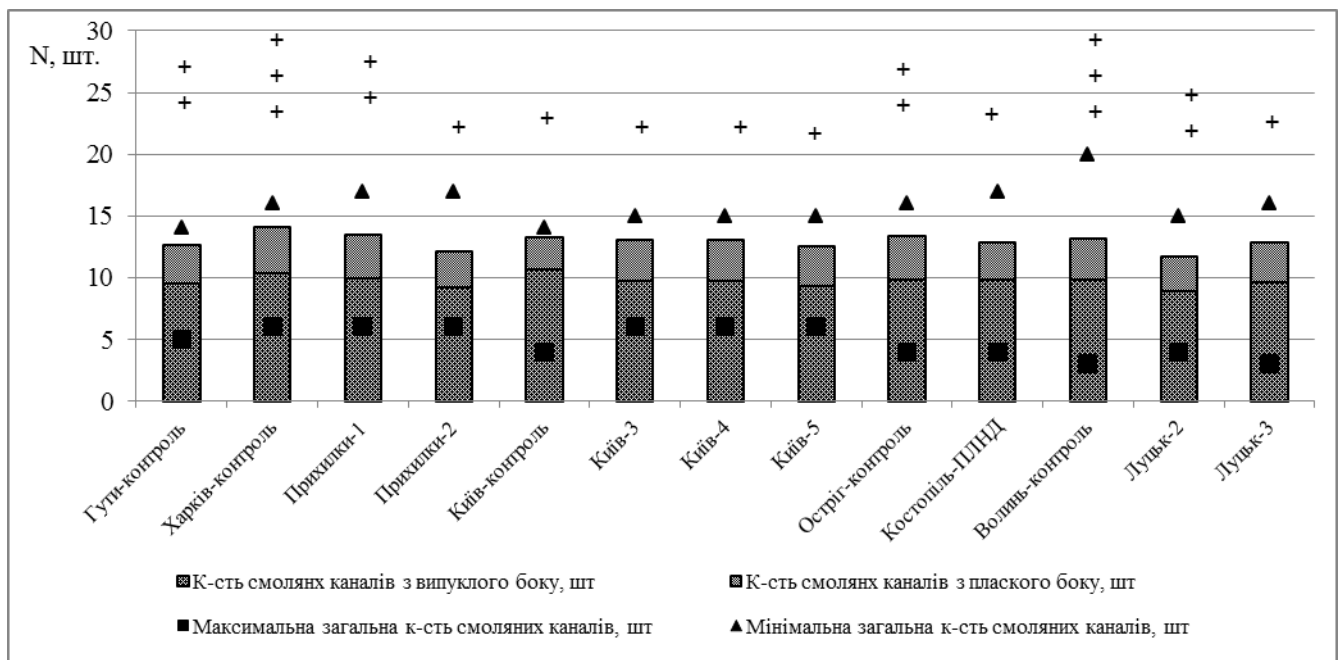


Рис. 2 – Кількість та розміщення смоляних каналів у хвої потомств штучних популяцій сосни звичайної та регіональних контрольних варіантів, представлених у сортовипробних культурах (кількість знаків «+» вказує на частку зразків із наявністю перехідних і паренхімних каналів)

З випуклого боку хвоїнки мінімальна кількість смоляних каналів – 3 шт., а максимальна – 14; з плоского мінімальна кількість – 1, максимальна – 7. Поодинокі траплялися хвоїнки, у яких на плоскому боці смоляні канали були відсутні, а на випуклому їх було 3–5 шт. Причиною цього, імовірно, могла бути нестача освітлення в результаті пригнічення гілок. Хвоїнки з максимальною кількістю смоляних каналів (20 шт.) виявлено лише у варіанті Волинь-контроль, їхня частка становила менше ніж 1 %. Середня кількість смоляних каналів у хвої дерев місцевого контролю – 13 шт. Меншу кількість смоляних каналів зафіксовано лише у варіантах потомств сортів-популяцій Прихилки-2, Київ-5, Луцьк-2 (5 %, 1 %, 8 % відповідно). Максимальний показник визначено у варіанті Харків-контроль (14 шт.). У решти потомств, репрезентованих на ділянці, відмінності з контролем становлять 2–6 %. Достовірність відмінностей з місцевим контролем статистично підтверджено лише для трьох варіантів синтетичного походження: Прихилки-1 ($t_{\phi} = 4,5^{**}$), Прихилки-2 ($t_{\phi} = 4,1^{**}$), Луцьк-2 ($t_{\phi} = 2,5^{*}$). У регіональних контрольних варіантів, за винятком Київ-контроль, кількість смоляних каналів була вищою, ніж у Гути-контроль і потомств синтетичних популяцій з відповідного регіону. Такі результати виявилися подібними до даних, представлених О. С. Мажулою зі співавторами (Mazhula et al. 2014). За їхніми дослідженнями, кількість смоляних каналів у хвої дерев, відібраних у природних популяціях Волинської області, є більшою, ніж у потомств плюсових дерев цієї області. Зразки зі смоляними каналами, які повністю занурені у паренхіму (паренхімні) або прилягають до неї однією клітиною (перехідні) зафіксовано у всіх варіантах. Найбільшу кількість паренхімних та перехідних смоляних каналів виявлено в зразках хвої з варіантів Харків-контроль і Волинь-контроль (+++), а найменшу – у потомств Київської та Рівненської областей (+) (див. рис. 2). Місцевий контроль мав середній показник (++).

На думку деяких авторів (Iozus & Morozova 2015), утворення перехідних і паренхімних каналів може бути адаптивною реакцією дерева на особливості ґрунтових умов. Наші

дослідження, проведені в насадженнях, уражених кореневою губкою (Dyshko & Torosova 2016), свідчать, що у хвої дерев з осередків усихання кількість перехідних та паренхімних каналів є більшою, ніж у хвої дерев, які ростуть за межами цих осередків.

Мінливість кількості смоляних каналів у варіантах є підвищеною й високою за С. А. Мамаєвим (1972) (20–35 %). У потомств західного походження показники варіюються більшою мірою ($C_v = 31 \div 35$ %), ніж у варіантів зі східного та центрального регіону. Отримані нами результати не суперечать літературним даним – 11,4–32,6 % (Pashkevich 2007).

Щоб оцінити ступінь розвитку центрального циліндра у хвої гілок ЖЯ та визначити його роль у пристосованості дерев до умов довкілля, було розраховано площі поперечного перерізу хвої та центрального циліндра, а також визначено співвідношення між ними (табл. 2).

Таблиця 2

**Характеристика анатомічної будови хвої сосни звичайної з гілок жіночого ярусу
у сортопробних культурах ДП «Гутянське ЛГ»**

Назва варіанту	Площа поперечного перерізу				Площа центрального циліндра				Співвідношення між $S_{ц/ц}$ і $S_{п/п}$	
	$S_{п/п \text{ сєр}} \pm m, \text{ мм}^2$	$t_{\phi 1}$	$t_{\phi 2}$	$C_v, \%$	$S_{ц/ц \text{ сєр}} \pm m, \text{ мм}^2$	$t_{\phi 1}$	$t_{\phi 2}$	$C_v, \%$	$P_{\text{сєр}} \pm m, \%$	$t_{\phi 1}$
Гути-контроль	1,35 ± 0,158	–	–	21	0,41 ± 0,005	–	–	21,6	30,0 ± 0,28	–
Харків-контроль	1,23 ± 0,277	3,5	–	26,6	0,36 ± 0,013	3,6**	–	38,0	26,9 ± 0,46	5,8**
Прихилки-1	1,33 ± 0,308	0,7	2,4	27	0,35 ± 0,008	6,0**	0,4	29,3	21,5 ± 0,37	18,3**
Прихилки-2	1,38 ± 0,384	0,6	2,4	42,8	0,41 ± 0,007	0,8	3,9**	29,0	29,3 ± 0,31	1,7
Київ-контроль	1,06 ± 0,272	9,6	–	31,8	0,30 ± 0,006	14,3**	–	27,7	27,5 ± 0,36	5,6**
Київ-3	1,41 ± 0,339	1,1	6,9	27,4	0,42 ± 0,014	0,6	7,9**	27,2	28,8 ± 0,48	1,9*
Київ-4	1,32 ± 0,177	0,9	7,5	20,5	0,41 ± 0,012	0,3	8,6**	28,4	30,4 ± 0,56	-0,7
Київ-5	1,21 ± 0,405	4,6	6,4	26,7	0,34 ± 0,008	7,0**	4,6**	28,4	26,5 ± 0,38	8,7**
Остріг-контроль	1,37 ± 0,373	0,5	–	27,2	0,38 ± 0,011	2,5**	–	29,9	27,8 ± 0,46	4,2**
Костопіль-ПЛНД	1,01 ± 0,351	7,5	4,9	26,5	0,29 ± 0,009	11,4**	6,1**	28,0	25,9 ± 0,54	6,8**
Волинь-контроль	1,31 ± 0,373	1	–	32,5	0,37 ± 0,012	2,8*	–	38,8	28,6 ± 0,40	3,0*
Луцьк-2	1,35 ± 0,389	0,5	2	28	0,37 ± 0,011	1,2	1,6	28,3	27,2 ± 0,38	6,0**
Луцьк-3	1,37 ± 0,481	0,3	3,2	28,4	0,39 ± 0,010	1,1	1,5	32,5	27,3 ± 0,37	5,8**

Примітки. $t_{\phi 1}$ – порівняння з місцевим контролем Гути-контроль; $t_{\phi 2}$ – порівняння з регіональним контролем ($t_{0,05} = 1,98$; $t_{0,01} = 3,39$).

Площа поперечного перерізу хвої варіює від 0,61 до 2,10 мм², а центрального циліндра – від 0,19 до 0,75 мм². Середня площа поперечного перерізу на контролі становить 1,35 ± 0,16 мм². Більші показники зафіксовано в 4 варіантів, три з яких – потомства КНП. Суттєво меншими за контроль були площі поперечних перерізів у варіантах Харків-контроль, Київ-контроль, Київ-5 і Костопіль-ПЛНД (на 8,5 %, 21,7 %, 10,3 %, 25,0 % відповідно).

Площі провідних циліндрів становлять від 21,5 до 30,4 % загальної площі поперечного перерізу, решта площі припадає на асиміляційні тканини та ін. Наші результати не суперечать даним літературних джерел (Zadorozhnyy 1997). Максимальний показник зафіксовано в потомства Київ-4 (30,4 %) та місцевого контролю (30,0 %). За цією ознакою більшість репрезентованих на ділянці варіантів достовірно відрізняються від місцевого контролю. Найбільш суттєві відмінності відзначено для варіанту Прихилки-1 ($t_{\text{факт}} = 18,3^{**}$). Причому потомства КНП більшою мірою відрізняються від своїх регіональних контрольних варіантів, ніж від Гути-контроль, за винятком Костопіль-ПЛНД. Варіювання показника відзначається середнім і підвищеним рівнем ($C_v = 21,6 \div 38,8$ %). Мінливість показників зростає у напрямку зі сходу ($C_v = 11 \div 33$ %) на захід ($C_v = 27 \div 35$ %).

За результатами кореляційного аналізу виявлено тенденцію до негативного зв'язку між довжиною хвої та її розмірами на поперечних перерізах (для площі поперечного перерізу $r = -0,14$, для площі перерізу центрального циліндра $r = -0,16$). Між кількістю смоляних

каналів і довжиною хвої виявлено середній позитивний кореляційний зв'язок ($r=0,55$). Частка провідних тканин (площа поперечного перерізу центрального циліндра) негативно корелює з довжиною хвої ($r=-0,193$).

Бальне оцінювання варіантів свідчить що найбільшу сумарну кількість балів (Б=15) отримали місцевий контроль та Луцьк-3 (рис. 3).

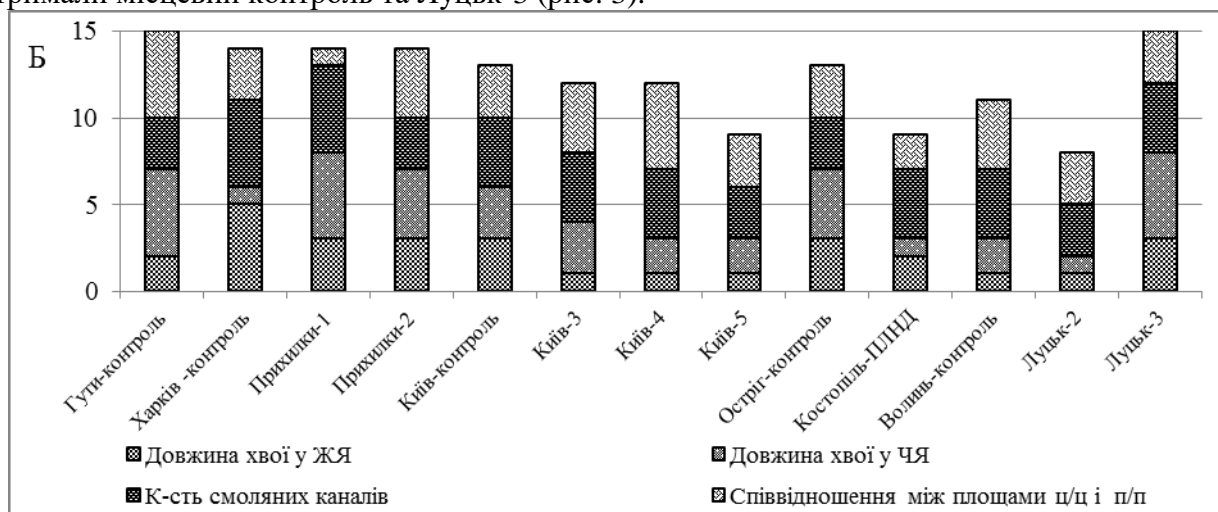


Рис. 3 – Бальна оцінка кандидатів у сорти-популяції та регіональних контролів сосни звичайної за анатомо-морфологічними ознаками хвої

Деяко менше балів (Б=14) мають потомства штучних популяцій Харківської області. Показники решти є нижчими від контролю, проте майже всі вони не відрізняються від контролю більше ніж на 5 балів. Менші показники зафіксовано лише в потомств синтетичних популяцій: Київ-5 (Б = 9), Костопіль-ПЛНД (Б = 9) і Луцьк-2 (Б = 8). Спостерігається чітке зменшення бального показника в широтному напрямку – зі сходу на захід. Таким чином, з віддаленням на захід місцезростань материнських насаджень від місця сортовипробування адаптаційна здатність потомств знижується.

Висновки. Довжина хвої з гілок жіночого ярусу становить від 26 до 120 мм, а чоловічого – від 21 до 119 мм. Середні значення відрізняються від місцевого контролю ($L_{ЖЯсер} = 70,3 \pm 0,56$ мм, $L_{ЧЯсер} = 67,7 \pm 0,57$ мм) в межах 2–14 %. Відмінності між довжиною хвої з гілок жіночого і чоловічого ярусів у варіантах становлять 2,4–30,1 %. Довжина хвої регіональних контрольних варіантів, крім контролю з Волинської області, є більшою, ніж у потомств синтетичних популяцій – кандидатів у сорти.

Кількість смоляних каналів хвої гілок жіночого ярусу становить 3–20 шт., середня кількість у варіантах – 12–14 шт. Найкраще розвинутим центральним циліндром відзначається хвоя місцевого контролю (30,0 %) та варіанту Київ-4 (30,4 %), найменший показник зафіксовано у варіанті Прихилки-1 (21,5 %).

Варіювання лінійних розмірів хвої (довжини, ширини, товщини) сосни звичайної є меншим, ніж варіювання кількості смоляних каналів і показників площі асиміляційних та провідних тканин. Мінливість ознак контрольного варіанту характеризується переважно нижчими показниками, ніж більшість варіантів з інших регіонів, представлених на сортовипробувальній ділянці. Варіювання показників досліджених ознак деяко збільшується у широтному напрямку – від Харківської до Рівненської та Волинської областей.

Запропоновано шкалу, яка характеризує адаптивну здатність кандидатів у сорти-популяції. За результатами оцінювання найкращим з представлених варіантів виявився місцевий контроль та кандидат у сорти Луцьк-3. На рівні контролю – потомства Харківської області та Остріг-контроль. Суттєво нижчими показниками відзначаються кандидати у сорти Київ-5, Костопіль-ПЛНД і Луцьк-2. Спостерігається чітке зменшення бального показника у широтному напрямку – зі сходу на захід. Оцінювання варіантів лише за морфолого-

анатомічними характеристиками хвої є недостатнім для остаточного визначення перспективності сортів сосни звичайної для впровадження у виробництво в певних регіонах.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Galdina, T. Ye. 2003. Sosna obyknovennaya iz tayezhnykh i smeshannykh lesov v geograficheskikh kulturakh tsentralnoy lesostepi [Scots pine from Taiga and mixed forests in the provenance test of the central Forest-Steppe]. Avtoref. diss. na soisk. uchen. stepeni kand. s.-kh. nauk [Extended abstract of PhD dissertation]. Voronezh, 20 p. (in Russian).

Gerushinskiy, Z. Yu., Krinitskiy, G. G., Gut, R. G. et al. (Eds.). 1983. Geograficheskiye kultury sosny obyknovennoy na Lvovskom Rostochye [Provenance test of Scots pine in Lviv Rostoch'ye]. Lviv, LLTI, 47 p. (in Russian).

Dyshko, V. A. and Torosova, L. O. 2016. Osoblyvosti morfometrychnykh ta anatomichnykh oznak sosny zvychnoyi (*Pinus sylvestris* L.) v urazhenomu korenevoyu gubkoyu nasadzhenni [Peculiarities of morphometric and anatomical characteristics of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the stand affected by annosum root rot]. Lisivnytstvo i ahrolisomeliioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 129: 153–161 (in Ukrainian).

Iozus, A. P. and Morozova, Ye. V. 2015. Morfologicheskkiye i anatomicheskkiye osobennosti khvoi sosny obyknovennoy raznogo geograficheskogo proiskhozhdeniya v geograficheskikh kulturakh Volgogradskoy oblasti [Morphological and anatomical features of Scots pine needles from different geographical origin in the provenance test of the Volgograd region]. [Electronic resource]. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya, 4. Available from: <http://www.science-education.ru/127-20526> (last accessed date 22.08.2017) (in Russian).

Mamayev, S. A. 1972. Formy vnutrividovoy izmenchivosti drevesnykh rasteniy (na primere semeystva *Pinaceae* na Urale) [Forms of intraspecies variability of tree plants (the case of the *Pinaceae* family in the Urals)]. Moscow, Nauka, 283 p. (in Russian).

Mazhula, O. S., Gordiyaschenko A. Yu., Golubenko Ye. S. 2014. Doslidzhennya smolyanykh kanaliv u khvoyi sosny zvychnoyi (*Pinus sylvestris* L.) u derevostanakh pryrodnoho pokhodzhennya Volynskoho Polissya [The investigation of resin canals in pine needles of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in woodlands of natural origin in Volyn Polissya]. Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny [Scientific Bulletin of UNFU], 24.11: 56–62 (in Ukrainian).

Nakvasina, Ye. N. 2009. Assimilyatsionnyy apparat kak pokazatel adaptatsii sosny obyknovennoy k izmeneniyu klimaticheskikh usloviy proizrastaniya [Assimilation apparatus as an indicator of Scots pine adaptation to change of climate conditions]. IVUZ, Lesnoy zhurnal [Forest magazine]. 3: 12–20 (in Russian).

Overhulsen, D. and Cara, R. I. 1981. Occluded resin canals associated with egg cavities made by shoot infecting Pissodes. Forest Science, 27: 297–298.

Patlay, I. N. 1984. Issledovaniye anatomicheskogo stroyeniya khvoi sosny obyknovennoy razlichnykh klimatipov [Investigation of the anatomical structure of needles of Scots pine different climates]. Lesovodstvo i agrolesomeliioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 69: 44–48 (in Russian).

Pashkevich, N. A. 2007. Anatomico-morfologichna minlyvist khvoyi vydiv rodu *Pinus* L. na terytoriyi Ukrayiny [Anatomic and morphological variability of needles of *Pinus* L. species in Ukraine]. Avtoref. dys. na zdobuttya nauk. stupenya kand. biol. nauk [Extended abstract of PhD dissertation]. Kyiv, 21 p. (in Ukrainian).

Pravdin, L. F. 1964. Sosna obyknovennaya. Izmenchivost, vnutrividovaya sistematika i selektsiya [Scots pine. Variability, intraspecies taxonomy and selection]. Moscow, Nauka, 190 p. (in Russian).

Protasov, A. I. 1996. Autekologicheskaya minlyvist morfoloho-anatomichnykh i fiziolooho-biokhimichnykh oznak ekotypiv sosny zvychnoyi (*Pinus sylvestris* L.) v posushlyvykh umovakh mistsezrostannya [Autecological variability of morphological-anatomical and physiological-biochemical signs of ecotypes of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in arid conditions of habitat]. Avtoref. dys. na zdobuttya nauk. stupenya kand. biol. nauk [Extended abstract of PhD dissertation]. Dnipropetrovsk, 22 p. (in Ukrainian).

Wright, J. W. 1976. Introduction to forest genetics. New York, San Francisco, London, Academic Press, 480 p.

Sbitna, M. V. 2009. Genetichniy potentsial populyatsiy sosni zvychnoyi ta yoho vykorystannya dlya pidvyshchennya produktyvnosti lisovykh nasadzen Kiyivskoho Polissya [Genetic potential of Scots pine populations and its use to increase the productivity of forest plantations of the Kiev Polissya]. Avtoref. dys. na zdobuttya nauk. stupenya kand. s.-h. nauk [Extended abstract of PhD dissertation]. Kyiv, 24 p. (in Ukrainian).

Sobolyeva, O. M., Kondratenko, Ye. P., Pinchuk, L. H. 2009. Kompleksnaya otsenka sostoyaniya assimilatsionnogo apparata sosny obyknovennoy v g. Novokuznetske [Complex assessment of the state of the assimilative apparatus of Scots pine in Novokuznetsk]. Vestn. Altaysk. gos. agr. un-ta, 7: 33–36 (in Russian).

Tereshchenko, L. I., 2015. Minlyvist morfo-anatomichnykh oznak khvoyi sosny zvychnoyi [Variability of morphological and anatomical features of Scots pine needles]. Lisivnytstvo i ahrolisomeliioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 127: 98–106 (in Ukrainian).

Tiwari, S. P., Kumar P., Yadav, D., Kumar, D., Chauhan, D. K. 2013. Comparative morphological, epidermal, and anatomical studies of *Pinus roxburghii* needles at different altitudes in the North-West Indian Himalayas. Turkish Journal of Botany, 37: 65–73.

Zadorozhnyy K. N. 1997. Geneticheskiye i anatomo-morfologicheskiye aspekty ustoychivosti sosny obyknovennoy (*Pinus sylvestris* L.) k gribu *Heterobasidion annosum* (Fr.) [Genetic and anatomical and morphological aspects of the resistance of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) to the fungus *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.]. Diss. na soisk. uchen. stepeni kand. biol. nauk [PhD dissertation]. Kharkiv, 171 p. (in Russian).

Dyshko V. A., Torosova L. O.

MORPHOLOGICAL AND ANATOMICAL CHARACTERISTICS OF NEEDLES OF NATURAL AND SYNTHETIC SCOTS PINE'S PROGENIES IN THE VARIETY TEST

Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky

The article presents the results of the study on morphological and anatomical characteristics of needles of Scots Pine candidate varieties in variety tests in the Hutyanske Forestry Enterprise, Kharkiv region. The progenies of synthetic populations from Kharkiv, Kyiv, Rivne and Volyn regions and their population controls are presented in the test. According to the mean values of the investigated characteristics, the differences between the variants and the local control variant are within 6–19 %. The most progenies of synthetic populations have the variation ranges for the length of the needles, the number of resin canals and the needle parameters determined on the cross-section, which are significantly different from those for the local control (Huty-control) and from their regional controls. In the variants, the variation coefficients for the needle length reached the average and elevated level by the scale of S. A. Mamaev. However, the variability of resin channel number and cross-section areas for needles and their central cylinders were elevated and high. The variations of the indicators were rising from east to the west. The evaluation of variants by the set of the studied characteristics using the proposed point scale has demonstrated the advantage of local candidate varieties over representatives of other regions.

Key words: Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), breed populations, needle length, needle anatomy, variability.

Дышко В. А., Торосова Л. А.

МОРФОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ХВОИ ПОТОМСТВ ПРИРОДНЫХ И СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОПУЛЯЦИЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В СОРТОИСПЫТАТЕЛЬНЫХ КУЛЬТУРАХ

Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого

Представлены результаты изучения морфолого-анатомических характеристик хвои кандидатов в сорта сосны обыкновенной, представленных в сортоиспытательных культурах ГП «Гутианское ЛГ» Харьковской области. На участке представлены потомства синтетических популяций из Харьковской, Киевской, Ровенской и Волынской областей и их популяционные контрольные варианты. По средним показателям исследованных характеристик различия между вариантами и местным контрольным вариантом составляют 6–19 %. Диапазоны варьирования показателей длины хвои, количества смоляных каналов и параметров хвои, определенных на поперечном сечении, в большинстве потомств синтетических популяций достоверно отличаются от контроля (Гуты-контроль) и своих региональных контрольных вариантов. Изменчивость показателей длины хвои в вариантах характеризуется коэффициентами вариации среднего и повышенного уровня по шкале С. А. Мамаева. При этом изменчивость количества смоляных каналов и показателей площадей поперечных сечений и центральных цилиндров в вариантах – повышенная и высокая. Варьирование показателей растет в направлении с востока на запад. Оценка вариантов по комплексу исследованных признаков на основе предложенной балльной шкалы показала преимущество местных кандидатов в сорта над представителями других регионов.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, сорта-популяции, длина хвои, анатомия хвои, изменчивость.

E-mail: valya_dishko@ukr.net

Одержано редколегією 28.08.2017