



Успадкування форми апофіза насінної луски й кольору шишок уклонів і насінневих потомств плюсових дерев сосни звичайної на Рівненщині

Олена Лазар

Рівненська Мала академія наук учнівської молоді (лабораторія генетики і селекції), Рівне, Україна

Адреса для листування: lena_rovne@ukr.net

Отримано: 24.03.21; прийнято до друку: 15.06.21; опубліковано: 02.09.21

Резюме. Досліджено особливості успадкування форми апофізу насінної луски і кольору шишок потомством плюсових дерев. Згідно з літературними даними виділено 23 форми апофізів. На насінних плантаціях та у випробних культурах виділені дерева, які мали 14 форм апофізів насінної луски на шишці, серед яких описано 5 нових форм (б₄, б₅, б₆, в₁₆, в₁₇). У сібсів і півсібсів насінна луска шишки може успадковуватись різних типів і проявляти такі форми, які відсутні в клонів. Гачкувата форма апофізу луски на шишці переважає в більшості клонів (71,4%). У клонів із різними формами апофізу півсібсами й сібсами успадковується гачкувата форма (67,1%, 45,8%), значна кількість сібсів має гладеньку форму (37,5%).

Встановлено, що в більшості півсібсів домінують сіро-коричневі шишки без відтінків (47,1, 35,0, 25,0, 63,6%), отримані від клонів із шишками: темно-коричневими із червонуватим відтінком, коричневими без відтінків, коричневими із зеленуватим відтінком, світло-коричневими без відтінків відповідно; сіро-коричневі шишки успадкували більшість сібсів (87,5%) – від клонів із сіро-коричневими і світло-коричневими шишками без відтінку й зеленуватими відтінками.

Ключові слова: півсібси, сібси, сосна звичайна, селекція, мінливість, тип апофізу, колір шишок.

Inheritance of seed scale apophysis form and cone color by clones and seed progenies of Scots pine plus trees in the Rivne region

Olena Lazar

Rivne Small Academy of Sciences of Student Youth (Laboratory of Genetics and Breeding)

Correspondence: lena_rovne@ukr.net

Abstract. The peculiarities of inheriting the shape of seed scales apophysis and cone color by the offspring of plus trees have been studied. According to the literature, 23 forms of apophyses have been identified. Trees with 14 forms of seed scale apophyses have been identified in seed orchards and in progeny tests, among which 5 new forms were described (b4, b5, b6, b16, b17). In sibs and half-sibs, different types of seed scale forms can be inherited, sometimes showing forms that are absent in clones. The hooked form of the cone scale apophysis predominates in most clones (71.4%). Half-sibs and sibs of clones with different forms of apophysis inherit hooked form (67.1%, 45.8%), and a significant number of sibs have a flat shape (37.5%).

It was found that gray-brown cones without shades (47.1, 35.0, 25.0, 63.6% respectively) dominate in most half-sibs obtained from clones with cones: dark brown with a reddish tinge, brown without shades, brown with a greenish tinge, light brown without shades; the majority of sibs (87.5%) of clones with gray-brown and light brown cones without shade and greenish shades have inherited gray-brown cones.

Keywords: half-sibs, sibs, Scots pine, tree breeding, variability, apophysis type, color of cones.

ВСТУП

Вивчення характеру мінливості в деревних рослин, знання видової різноманітності деревних рослин, їх місце походження дозволяє селекціонеру цілеспрямовано відбирати вихідний матеріал і вести селекційну роботу. Невизначеність залежностей варіювання ознак дуже ускладнює селекційну роботу з деревними породами, оскільки відбір можна провести в основному за прямими ознаками. Водночас багато селекціонерів шукають можливості використання супутніх ознак, скорельованих із тими, на які ведеться відбір, що могло б дати можливість прогнозу господарчо-цінних ознак деревних порід на ранніх етапах. Важливою діагностичною ознакою, що визначає вид або форму, є будова, забарвлення та розміри шишок. Чітка ознака – це форма апофізу покривної луски шишки: і з гладенькою поверхнею, і з горбистою та гачкуватою [10]. Знаючи морфологічні ознаки та їх мінливість, можна виявляти форми, що мають цінні господарські властивості. Дослідження Ю. М. Тараненка (2017) показують, що серед шишок модельних дерев переважають гачкуваті апофізи («в»), а серед плюсових – пірамідальні («б»). Середні розміри та маса шишок плюсових і модельних дерев достовірно не відрізняються [200]. За дослідженнями В. В. Грицайчук [3], переважають дерева з шишками, які мають пірамідальні апофізи, рідше трапляються з гладкими, зрідка – з гачкуватими апофізами. Успадкування ознак шишок та насіння відбувається як за материнським, так і за батьківським типом, але найбільший відсоток дерев із шишками проміжного (перехідного) типу. Більше 50% дерев мають проміжне фенотипове вираження за кольором шишок та насінних лусок, формою шишок та апофіз [13]. Аналіз

морфологічних ознак шишок насінного потомства плюсових дерев сосни звичайної показав, що в потомства іде розщеплення за формою апофіза, кольору шишки, насіння та крилатки. За аналізом форми апофіза домінує апофіз «в₂» (на освітленому боці шишки, у верхній її частині апофізи у вигляді пірамідок, у нижній частині – зігнуті у вигляді гачка до основи, на притіненому – апофізи гладенькі) [11].

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктами досліджень були: клонова насінна плантація сосни звичайної першого порядку 1977 року створення на площі 1,0 га, рідинна насінна плантація на площі 2,0 га (1981 року створення) у Базальтівському лісництві державного підприємства «Костопільське лісове господарство»; 3 ділянки випробних культур 1989 (2,5 га, серед яких 0,1 га культури сібсів) і 1990 рр. (1,0 і 0,81 га) Березнівського лісництва державного підприємства «Березнівське лісове господарство». Сібсове потомство, отримане з насіння від контрольованого схрещування окремих клонів на клоновій насінній плантації 1977 року створення в Базальтівському лісництві: D1 ♀_{22x}♂₃₆, D2 ♀_{22x}♂₅₄, D3 ♀_{36x}♂₅₄, D4 ♀_{54x}♂₂₂, D5 ♀_{54x}♂₃₆ [2].

Серед ознак, які характеризують морфологію шишок, ми вивчали форму апофіза насінної луски й колір шишок. Досліджуючи шишки в дерев сосни звичайної на насінних плантаціях Базальтівського лісництва державного підприємства «Костопільське лісове господарство» й у випробних культурах Березнівського лісництва ДП «Березнівське ЛГ» виявили, що значна частина

шишок мали апофіз, який не підпадав під жоден із представлених описів форм насінних лусок [9]. Для класифікації форм апофіза за основу було взято 8 типів (а, б-б₂, в-в₃), виділених Л. Ф. Правдіним [10]. Для визначення кольору шишок насінних та вегетативних потомств плюсових дерев використовували шкали А. С. Бондарцева [1] і Л. Ф. Правдіна [10].

РЕЗУЛЬТАТИ І ОБГОВОРЕННЯ

Вивчаючи мінливість шишок сосни звичайної в 40-річних географічних культурах цієї породи в Буцинському лісництві ДП «Старовижівське ЛГ», що на Волині, в 2008 році львівські дослідники [5] виділили дві нові форми шишок за формою апофіза: *f. gibba*₃ (в₁₈ б/бв₁) і *f. reflexa*₄ (в₁₉ бв₁/аб). Пізніше (2013, 2015), вивчаючи дерева сосни звичайної в природних популяціях Волинської й Рівненської обл., О. С. Мажула виділила й описала 13 нових типів – із них 4 у популяціях Волинської обл.: (б₃, в₄, в₅ та в₆), ще 9 – у Рівненській обл. (в₇₋₁₅) [5, 6]. За нашими дослідженнями до цих типів додано ще п'ять нових: б₄ (аб), б₅ (ба/а), б₆ (ба/аб), в₁₆ (ав₁), в₁₇ (в₁/а).

Характеристику апофіза форми луски шишки, для зручності, ми позначили літерами **а**, **б**, **в**, як запропонував Правдін, де **а** – гладенька форма апофіза, **б** – пірамідка і **в** – у вигляді гачка. З цими літерами пов'язані різні поєднання форм апофіза на одній шишці, (наприклад, **аб**, де перша літера **а** дає нам зрозуміти, що верхня частина шишки гладенька, а нижня **б** – у вигляді пірамідки, і навпаки, **ба** – апофізи у верхній частині шишки – у вигляді пірамідки, у нижній – гладенькі). Гачок на шишці буває загнутий до основи або до верху. Тому ми позначили шишки, загнуті до основи літерою з індексом **в₁**, а до верху – **в₂**. Освітлений і тінювий боки шишки радимо розділяти косою рисою, наприклад, **а/аб** – апофізи з освітленого боку гладенькі, з тінювого – гладенькі у верхній частині шишки, у нижній – у вигляді пірамідки тощо. Шишки, що різняться за формою апофіза насінної луски у верхній, середній і нижній частині шишки, позначаються так, наприклад: б₂в₁/ба – апофізи з освітленого боку у верхній частині – у вигляді пірамідки, в середній – у вигляді гачка, загнутого до верху, в нижній – у вигляді гачка, загнутого донизу (до основи); із затемненого – у верхній частині шишки у вигляді пірамідки, у нижній – гладенькі.

Таблиця 1

Класифікація типів апофізів сосни звичайної за Правдіним, Жмурко, Мажулою, Лазар

Апофізи				Позначення всіх типів апофіза	Характеристика
за Правдіним	за Жмурко	за Мажулою	за Лазар		
1	2	3	4	5	6
а				а	<i>f. plana</i> – апофізи гладенькі по всій шишці
б				б	<i>f. gibba</i> – апофізи у вигляді пірамідки по всій шишці
в				в ₁	<i>f. reflexa</i> – апофізи у вигляді гачка, загнутого до основи шишки, по всій шишці
б ₁				б/а	апофізи у вигляді пірамідки з освітленого боку шишки, із затемненого – гладенькі
б ₂				ба	апофізи у вигляді пірамідки у верхній частині шишки, а в нижній – гладенькі або майже гладенькі
		б ₃		б/ба	апофізи у вигляді пірамідки з освітленого боку шишки, із затемненого – у вигляді пірамідки лише у верхній частині, внизу вони гладенькі
			б ₄	аб	апофізи гладенькі у верхній частині шишки, у нижній – у вигляді пірамідок з освітленої та затемненої сторін

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6
			б ₅	ба/а	апофізи у вигляді пірамідки у верхній частині шишки, а в нижній – гладенькі або майже гладенькі з освітленого боку шишки, на затіненому боці гладенькі, або майже гладенькі
			б ₆	ба/аб	апофізи у вигляді пірамідки у верхній частині шишки, а в нижній – гладенькі або майже гладенькі з освітленого боку шишки, на затіненому боці у верхній частині шишки – гладенькі, в нижній у вигляді пірамідок
В ₁				в _{1/б}	апофізи у вигляді гачка, загнутого до основи шишки, тільки з освітленого боку, із затіненого – у вигляді пірамідки
В ₂				бв _{1/а}	на освітленому боці у верхній частині апофізи у вигляді пірамідок, у нижній частині – у вигляді гачка, загнутого до основи шишки, на затіненому боці всі апофізи гладенькі
В ₃				бв _{2/а}	як і в ₂ , але апофізи у вигляді гачка, загнутого до верху
		В ₄		бв _{1/ба}	на освітленому боці у верхній частині апофізи у вигляді пірамідок, у нижній частині – у вигляді гачка, загнутого до основи шишки, на затіненому боці: у верхній частині – у вигляді пірамідок, у нижній – гладенькі або майже гладенькі
		В ₅		ав _{1/а}	апофізи по всій шишці гладенькі або майже гладенькі, лише знизу на освітленому боці у вигляді гачка, загнутого до основи шишки
		В ₆		бв _{1/ав₁}	на освітленому боці у верхній частині апофізи у вигляді пірамідок, у нижній частині у вигляді гачка, загнутого до основи шишки, на затіненому боці – аналогічно: у верхній частині – пірамідки, у нижній – у вигляді гачка, загнутого до основи шишки
		В ₇		бв _{1/б}	на освітленому боці у верхній частині апофізи у вигляді пірамідок, у нижній – гачок, загнутий до основи шишки, на затіненому боці у верхній і нижній частині – у вигляді пірамідок
		В ₈		в _{2/в_{2а}}	на освітленому боці апофізи у вигляді гачка, загнутого до верху, на затіненому – у верхній частині у вигляді гачка, загнутого до верху, у нижній – гладенькі
		В ₉		бв _{2в_{1/ба}}	на освітленому боці у верхній частині апофізи у вигляді пірамідки, посередині – у вигляді гачка загнутого до верху, у нижній у вигляді гачка, загнутого до основи шишки; на затіненому боці у верхній частині апофізи у вигляді пірамідки, у нижній – гладкі, або майже гладкі
		В ₁₀		в _{2в_{2в_{1/б}}}	на освітленому боці у верхній і середній частині шишки апофізи у вигляді гачка, загнутого до верху, у нижній – у вигляді гачка, загнутого до основи шишки; на затіненому боці – у вигляді пірамідки слабо вираженої зверху і знизу
		В ₁₁		в _{1/ба}	на освітленому боці апофізи у вигляді гачка, загнутого до основи шишки, на затіненому – у верхній частині у вигляді пірамідки, внизу – гладкі
		В ₁₂		в _{2б}	на освітленому й затіненому боках у верхній частині апофізи у вигляді гачка, загнутого до верху, знизу – у вигляді пірамідки
		В ₁₃		в _{2в_{2б/в_{2а}}}	на освітленому боці у верхній і середній частині у вигляді гачка, загнутого до верху, внизу – у вигляді пірамідки; із затіненого боку – у верхній частині у вигляді гачка, загнутого до верху, внизу – гладкі або майже гладкі

1	2	3	4	5	6
		V14		V2V2V1/ V2a	на освітленому боці у верхній і середній частині у вигляді гачка, загнутого до верху, у нижній – у вигляді гачка, загнутого до основи шишки; із затемненого боку – вгорі у вигляді гачка, загнутого догори, внизу – гладкі або майже гладкі
		V15		V2a/ V2a	апофізи у верхній частині з обох боків у вигляді гачка, загнутого до верху, у нижній частині з обох боків гладкі або майже гладкі
			V16	ав1	з обох боків у верхній частині апофізи гладенькі, у нижній – у вигляді гачка, загнутого донизу
			V17	в1/а	з освітленого боку апофізи у вигляді гачка, загнутого донизу; із затіненого – гладенькі або майже гладенькі
	V18			б/бв1	з освітленого боку апофізи у вигляді пірамідки; із затемненого у верхній частині у вигляді пірамідки, у нижній – у вигляді гачка, загнутого донизу
	V19			бв1/аб	на освітленому боці у верхній частині апофізи у вигляді пірамідки, у нижній – у вигляді гачка, загнутого донизу; із затемненого боку – у верхній частині – гладенькі, у нижній – у вигляді пірамідки

Примітки: Форма апофіза насінної луски шишки за класифікацією Правдіна (П); Ж – за класифікацією Жмурко; М – за класифікацією Мажули; Л – за класифікацією Лазар

Будова насінної луски на шишці характеризується значною мінливістю, при дослідженні клонів та їх потомства були виділені дерева, які мали 14 форм апофізів. Серед цих форм траплялися

шишки з формою апофіза, виділені за класифікацією Правдіна (а, б, в, б1, б2, в2), Мажули (б3, в4, в5) і новою (б4, б5, б6, в16, в17).

Таблиця 2

Успадкування й розподіл форми апофіза луски шишок у клонів у взаємозв'язку з їхнім потомством на родинній насінній плантації й у випробних культурах різних років створення

Розподіл клонів за формою апофіза шишок		Об'єкт	Кількість потомств шт.	Розподіл потомств за формою апофіза луски шишок (шт.)													
форма апофіза	№ клона			а (П)	б (П)	в в1 (П)	б1 б/а (П)	б2 ба (П)	б3 б/ба (М)	б4 аб (Л)	б5 ба/а (Л)	б6 ба/аб (Л)	в4 бв1/ба (М)	в5 ав1/а (М)	в16 ав1 (Л)	в17 в1/а (Л)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Родинна насінна плантація																	
б1 б/а (П)	20	P81	2												1	1	
	%		100												50	50	
б3 б/ба (М)	34*	P81	1						1								
б3 б/ба (М)	37	P81	2											2			
	шт.		3							1				2			
	%		100							33,3				66,7			
б5 ба/а (Л)	43	P81	3								2			1			
	%		100								66,7			33,3			
	шт.		8							1	2			3	1	1	
	%		100							12,5	25,0			37,5	12,5	12,5	
в4 бв1/ба (М)	19	P81	2									2					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
V ₄ бВ ₁ /ба (М)	21	P ₈₁	4					2		1						1
V ₄ бВ ₁ /ба (М)	22	P ₈₁	4										1	3		
V ₄ бВ ₁ /ба (М)	31	P ₈₁	4	1										3		
V ₄ бВ ₁ /ба (М)	33	P ₈₁	2							2						
V ₄ бВ ₁ /ба (М)	36	P ₈₁	3	1			1	1								
V ₄ бВ ₁ /ба (М)	45	P ₈₁	4	1				1						2		
V ₄ бВ ₁ /ба (М)	44	P ₈₁	4	1										3		
V ₄ бВ ₁ /ба (М)	47	P ₈₁	3											3		
Середнє	шт.		30	4			1	4		3		2	1	14		1
	%		100	13,3			3,3	13,3		10		6,7	3,3	46,7		3,3
V ₅ ав ₁ /а (М)	32	P ₈₁	5				1							3		1
V ₅ ав ₁ /а (М)	38	P ₈₁	2				1							1		
Середнє	шт.		7				2							4		1
	%		100				28,6							57,1		14,6
ВСЬОГО	шт.		45	4			3	4		4	2	2	1	21	1	3
	%		100	8,9			6,7	8,9		8,9	4,4	4,4	2,2	46,7	2,2	6,7
Випробні культури																
а (П)	111	V ₈₉	4	2										2		
	%		100	50										50		
б ₂ ба (П)	54	V ₈₉	12	5		3								4		
б ₃ б/ба (М)	34	V ₉₀	3			1								2		
б ₃ б/ба (М)	37	V ₉₀	4	3										1		
б ₅ ба/а (Л)	43	V ₉₀	5	1		1		1						2		
	шт.		24	9		5		1						9		
	%		100	37,5		20,8		41,7						37,5		
V ₂ бВ ₁ /а (П)	67	V ₉₀	1			1										
V ₄ бВ ₁ /ба (М)	19	V ₉₀	3											3		
V ₄ бВ ₁ /ба (М)	21	V ₉₀	4													4
V ₄ бВ ₁ /ба (М)	22	V ₈₉	7			2		2						1		2
V ₄ бВ ₁ /ба (М)	31	V ₉₀	3											3		
V ₄ бВ ₁ /ба (М)	33	V ₈₉	9	1		1		2						5		
V ₄ бВ ₁ /ба (М)	35															
V ₄ бВ ₁ /ба (М)	36	V ₈₉	10			2		2						3		3
V ₄ бВ ₁ /ба (М)	44	V ₈₉	10	1		3								6		
V ₄ бВ ₁ /ба (М)	45	V ₈₉	7	3				1							3	
V ₄ бВ ₁ /ба (М)	47	V ₈₉	9	1		1		3						4		
Середнє	шт.		62	6		9		10						25	3	9
	%	%	100	9,7		14,5		16,1						40,3	4,8	14,5
V ₅ ав ₁ /а (М)	32	V ₈₉	8		3									4		1
V ₅ ав ₁ /а (М)	46	V ₈₉	10	2		3			1					4		
V ₅ ав ₁ /а (М)	68	V ₉₀	4			2								2		
V ₅ ав ₁ /а (М)	114	V ₈₉	3			1								2		
Середнє	шт.		25	2	3	6		1						12		1
	%		100	8	12	24		4						48		4
ВСЬОГО	шт.		116	19	3	21		11	1					48	3	10
	%		100	16,4	2,6	18		9,5	0,9					41,4	2,6	8,6
РАЗОМ	шт.		161	23	3	21	3	15	1	4	2	2	1	69	4	13
	%		100	14,3	1,9	13,0	1,9	9,3	0,6	2,5	1,2	1,2	0,6	42,9	2,5	8,1

Примітки: №21 P₈₁ і №21 V₈₉ – потомство плюсового дерева №21 із родинної плантації 1981 року створення та із випробних культур 1989 року створення. Форма апофіза насінної луски шишки за класифікацією Правдіна (П); Ж – за класифікацією Жмурко; М – за класифікацією Мажули; Л – за класифікацією Лазар

У клонів сосни звичайної на клоновій плантації 1977 року створення виділені дерева, які мають 8 типів форми насінної луски на шишці, серед яких шишки в більшості клонів (47,6%) форма апофіза за типом **в₄ (бв₁/ба)**, що виділений за класифікацією Мажули, де з освітленого боку у верхній частині апофізи у вигляді пірамідок, у нижній – у вигляді гачка, загнутого до основи шишки; на затіненому боці: у верхній частині – у вигляді пірамідок, у нижній – гладенькі або майже гладенькі. Тут ми бачимо, що на одній шишці поєднуються всі основні типи апофіза, виділені Правдіним: **а, б, в**. Інший тип насінної луски – **в₅**, теж виділений Мажулою, і в дерев клонів такі шишки трапляються рідше (23,8%), тут поєднані тільки два типи насінної луски: гладенької (**а**) й у вигляді гачка (**в**). Чотири типи апофіза шишки (по 4,8%) виявлені в дерев клонів №№111 (**а**), 20 (**б₁б/а**), 54 (**б₂ба**), 67 (**в₂бв₁/а**), за Правдіним. Ще один тип – **б₃ (б/ба)**, виділений Мажулою, виявлений у клонів №№34 і 37 (9,5%), і останній – **б₅ (ба/а)** – у клона №43 за нашою класифікацією. Форми апофіза луски шишки в потомків клонів за різноманітністю мають 13 типів.

На родинній насінній плантації росте потомство 15 клонів, у випробних культурах 1989-1990 років створення – 19. У клонів (**в₄-№№19,21,22,31, 33, 36, 44, 45, 47, в₅-№№32, 46, 68, 114**) і в їхнього потомства переважають дерева з гачкуватою формою апофіза луски на шишці 71,4 і 67,1%. Тільки в клонів більше дерев із формою апофіза – **в₄**(47,6%), у потомства – **в₅**(42,9%, із них 13,1% – на родинній насінній плантації і 29,8% – у випробних культурах). У потомства гладенька форма апофіза (**а**) проявилась у 4 дерев (8,9%) на родинній насінній плантації, в 19 (16,4%) – у випробних культурах; пірамідальна – в 15 (33,3%) на родинній насінній плантації і в 15 (12,9%) у випробних культурах; гачкувата – в 26 (57,8%) на РНП і в 82 (70,7%) – у випробних культурах. Зовсім відсутня форма луски в дерев потомків за типом **в₂**, яка виділялася в клона №67. У потомка цього клона форма луски шишки гачкуватої форми (**в** – **в₁**). У дерев клона №111 шишки з гладенькою формою апофіза (**а**), у якого 2 потомки – з гладенькою формою насінної луски й 2 – за типом **в₅(ав₁/а)**, де відбувається поєднання гладенької форми насінної луски з гачкуватою на освітленому боці шишки, із затемненого – тільки гладенька форма. В дерев клона №34 тип апофіза шишки **б₁ (б/а)**, у двох його потомків виявлені шишки з формою апофіза **в₁₆ (ав₁)** і **в₁₇ (в₁/а)**, де в дерев насінна луска на шишці у вигляді

пірамідки відсутня, а гладенька поєднується з лускою у вигляді гачка. Шишки в дерев клонів із гладенькою формою апофіза й у вигляді пірамідки (**б₁, б₂, б₃, б₅**) дають значну частину потомків (62,5%) з поєднанням на шишці гачкуватої форми з гладенькою та відсутністю на них пірамідки (**в₅ ав₁/а; в₅; в₁₆ ав₁; в₁₇; в₁/а**) на родинній плантації і 37,5% – у випробних культурах. Тобто, в потомків можна очікувати різні комбінації поєднання трьох основних форм апофіза шишки: гладенької (**а**), у вигляді пірамідки (**б**) й гачка (**в**).

Успадкування форм апофіза півсібсами й сібсами в трьох клонів №№22, 36 і 54 показало, що шишки клона №54 мають форму насінної луски за типом **б₂(ба)**, в клонів №№22 і 36 – **в₄(бв₁/ба)**. Материнський і батьківський клони мають однаковий тип апофіза з поєднанням всіх трьох типів на шишці (**а, б, в**). Із 12 сібсів D1(♀22x♂36) у 7-ми шишки мають форму апофіза – **в₁₇(в₁/а)**; гладеньку форму луски на всій шишці (**а**) – в 2-х, ще в 2-х за – **б₂(ба)** і в одного – у вигляді гачка на всій шишці, загнутого донизу (**в-в₁**). В сібсів D2(♀22x♂54) материнський клон №22 і батьківський №54 мають тип апофіза **в₄** і **в₁₇**, в останнього відсутня пірамідка. Із 6 потомків насінна луска шишки проявилась 2-х типів: гладенька (**а**) – в 4-х і **в₁₇(в₁/а)** – у 2-х (гачкувата з освітленого боку й гладенька – із затемненого). Шишки потомка D3 (♀36 (**в₄-бв₁/ба**)x♂54 (**б₂-ба**)) виявились із формою луски – **б₁(б/а)**, яка відрізняється від батьківських із більш простішим поєднанням її форм: освітлений бік – у вигляді пірамідки, із затемненого – гладенька. В сібсів D4(♀54x♂22) всі шишки – з гладенькою формою апофіза, тут поєднався один тип апофіза, який є в материнського №54 й батьківського №22 клонів; шишки трьох сібсів D5(♀54x♂36) – з трьома: **а** (гладенька по всій шишці), **б₁(б/а)** (пірамідальна на освітленому боці шишки й гладенька із затемненого) і **в₅-ав₁/а** (з освітленої частини шишки у верхній її частині – гладенька, з затемненого – гладенька). В півсібсів клонів №№22 і 36 насінна луска 4-х типів: **в** (**в₁**), **б₂(ба)**, **в₅(ав₁/а)** і **в₁₇(в₁/а)**; у клона №54 – в трьох: **а, б₁(б/а)** і **в₅(ав₁/а)**. Тобто, як у сібсів так і в півсібсів насінна луска шишки може успадковуватись різних типів і проявляти такі форми, які відсутні в клонів. Траплялася форма апофіза у вигляді гачка, з густим його розміщенням на шишці й подібна до їжака. Цю форму апофіза у вигляді «їжака» виділено у випробних культурах 1989 р. у потомка клона №47₄ й у сібса D1₁.

Успадкування й розподіл форми апофіза насінної луски шишок потомством сібсів у випробних культурах 1989 року створення у взаємозв'язку з формою апофіза в клонів

Розподіл клонів за формою апофіза шишок	Об'єкт	Кількість потомств шт.	Розподіл потомств за формою апофіза шишок (шт.)						
			а (П)	в в ₁ (П)	б ₁ б/а (П)	б ₂ ба (П)	в ₄ бв ₁ /ба (М)	в ₅ ав ₁ /а (М)	в ₁₇ в ₁ /а (Л)
б₂ ба (П)									
54	V ₈₉	12	5	3				4	
в₄ бв₁/ба (М)									
22	V ₈₉	7		2		2		1	2
22	P ₈₉	4					1	3	
36	V ₈₉	10		2		2		3	3
36	P ₈₁	3	1		1	1			
Всього	шт.	24	1	4	1	5	1	7	5
	%	100	4,2	16,7	4,2	20,8	4,2	29,1	20,8
D1	V ₈₉	12	2	1		2			7
D2	V ₈₉	6	4						2
D3	V ₈₉	1			1				
D4	V ₈₉	2	2						
D5	V ₈₉	3	1		1			1	
Всього	шт.	24	9	1	2	2		1	9
	%	100	37,5	4,2	8,3	8,3		4,2	37,5

Примітки: D1 – насіннєве потомство материнського ПД, ♀№22 і батьківського ♂№36 (♀22 x ♂36); D2 – ♀22 x ♂54; D3 – ♀36 x ♂54; D4 – ♀54 x ♂22; D5 – ♀54 x ♂36. Об'єкт V₈₉ – випробні культури 1989 року створення

Різноманіття шишок насінного та вегетативного потомства плюсових дерев представлено чотирма основними кольорами без відтінків: темно-коричневий, коричневий, світло-коричневий, сіро-коричневий. Всі ці кольори можуть мати такі відтінки: зеленуватий, фіолетовий і червонуватий.

За результатами досліджень здійснено розподіл дерев за кольором шишок сосни звичайної у клонів і їхніх потомств. У клонів шишки мають такі кольори: сіро-коричневий – 5 клонів (23,8%-№№19, 20, 22, 31, 38); сіро-коричневий із зеленуватим відтінком – 7 (33,3%-№№34, 36, 37, 44, 45, 46, 114), темно-коричневий із червонуватим відтінком – 2 (№№21, 67), коричневий із зеленуватим відтінком – 1 (4,8%-№47), коричневий (№№43, 32), світло-коричневий (№№33, 35) і світло-коричневий із зеленуватим відтінком (№№54, 111) – по 2 дерева (9,5% кожний).

У 21 клона (57,1%) переважають сіро-коричневі шишки: без відтінків – у 23,8%, із зеленуватим – у 33,3%; у 14,2% – темно-коричневий з

червонуватим відтінком; у 14,2% – коричневий: у 9,5% – без відтінків, у 4,8% – із зеленуватим відтінком; у 14,2% – світло-коричневий: у 4,8% – без відтінків, у 9,8% – із зеленуватим відтінком.

У півсібсів спектр відтінків у шишок за кольорами збільшується, окрім зеленуватого відтінку, проявились шишки з фіолетовим та червонуватим відтінками. Фіолетовий відтінок поєднується з усіма основними кольорами шишок, а червонуватий – виявлений тільки в шишок, що мають темно-коричневий і коричневий кольори. Як у материнських клонів (57,1%), у півсібсів переважають сіро-коричневі шишки (50,7%): із зеленуватим відтінком у 11,3% потомків, без відтінку – у 33,8%, з фіолетовим – у 5,6%; у 31,3% – коричневі: із зеленуватим відтінком – у 2,5%, без відтінків – у 18,8%, із фіолетовим – у 9,4%, із червонуватим – у 0,6%; у 10,6% – темно-коричневий: без відтінків – у 5,6%, із зеленуватим – у 0,6%, із фіолетовим – у 3,8%, із червонуватим – у 0,6%; у 7,5% – світло-коричневий: без відтінків – у 6,2%, із зеленуватим – у 0,6%, із фіолетовим – у 0,6%.

Успадкування й розподіл кольору шишок потомством плюсових дерев на родинній насінній плантації й у випробних культурах різних років створення у взаємозв'язку з кольором шишок у клонів

Колір шишок у клонів	№ клона	Об'єкт	Розподіл потомств за кольором шишок (шт.) на:															
			темно-коричневий				коричневий				світло-коричневий				сіро-коричневий			
			без відтінків	зеленуватий	фіолетовий	червонуватий	без відтінків	зеленуватий	фіолетовий	червонуватий	без відтінків	зеленуватий	фіолетовий	червонуватий	без відтінків	зеленуватий	фіолетовий	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Темно-коричневий																		
червонуватий	21	P ₈₁														3	1	
відтінок	21	B ₉₀			1					1						2		
	67	B ₉₀			1													
	68	B ₉₀			3													
Всього	шт.	12			5					1						5	1	
	%	100			41,7					8,3						41,7	8,3	
Коричневий																		
без відтінків	32	P ₈₁	1				2										1	
	32	B ₈₉					2									3	3	
	43	P ₈₁	1				1				1							
	43	B ₉₀								1						4		
Всього	шт.	20	2				5			1		1				7	4	
	%	100	10				25			5		5				35	20	
зеленуватий	47	P ₈₁		1			1										1	
	47	B ₈₉					1		2		1					3	2	
Всього	шт.	12		1			2		2		1					3	3	
	%	100		8,3			16,7		16,7		8,3					25	25	
Світло-коричневий																		
без відтінків	33	P ₈₁														2		
	33	B ₈₉					2									5		2
Всього		11					2									7		2
		100					18,2									63,6		18,2
зеленуватий	54	B ₈₉					5	1	2		2					2		
	111	B ₈₉							1			1				1	1	
Всього	шт.	16					5	1	3		2	1				3	1	
	%	100					31,3	6,2	18,8		12,5	6,2				18,8	6,2	

Закінчення таблиці 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Сіро-коричневий																	
без відтінків	19	P ₈₁					1				1						
	19	B ₉₀				1									2		
	20	P ₈₁	1												1		
	22	P ₈₁	2												1		1
	22	B ₈₉									1				4	1	1
	31	P ₈₁	1					2							1		
	31	B ₈₉					1										2
	38	P ₈₁	1				1										
Всього	шт.	27	5			1	3	2			2				9	1	4
	%	100	18,5			3,7	11,1	7,4			7,4				33,3	3,7	14,8
зеленуватий																	
	34	P ₈₁									1						
	34	B ₉₀									2						2
	36	P ₈₁	1				1									1	
	36	B ₈₉							1						7	2	
	37	P ₈₁					2										
	37	B ₉₀			1		1		1							1	
	44	P ₈₁					1	1					1			1	
	44	B ₈₉					2		4						3	1	
	45	P ₈₁	1				2								1		
	45	B ₉₀							1		1				3	1	1
	46	B ₈₉					4		1	1					4		
	114	B ₈₉													2	1	
Всього	шт.	57	2		1		13	1	8	1	1		1		20	8	1
	%	100	3,5		1,8		22,8	1,8	14	1,8	1,8		1,8		35	14	1,8
РАЗОМ	шт.	160	9	1	6	1	30	4	15	1	10	1	1		54	18	9
	%	100	5,6	0,6	3,8	0,6	18,8	2,5	9,4	0,6	6,2	0,6	0,6		33,8	11,3	5,6

Успадкування й розподіл кольору шишок потомками трьох клонів №№22, 36 і 54 при контрольованих схрещуваннях показують, що в клона №54 – світло-коричневі шишки із зеленуватим відтінком, у клона №22 – сіро-коричневі без відтінків і в клона №36 – сіро-коричневі із зеленуватим відтінком. У сібсів D1 клони ♀22 і ♂36 мають сіро-коричневі шишки без відтінків і сіро-коричневі із зеленуватим відтінком. Із 12 сібсів отримано 9 потомків (75,0%) із сіро-коричневими шишками без відтінків, 2 – із зеленуватим відтінком і 1 із світло-коричневим без відтінків. Сібси D2(♀22x♂54) поєднали шишки клонів №№22 і 54 (сіро-коричневі без відтінків і світло-коричневі із зеленуватим відтінком), де із 6 сібсів 5 мають сіро-коричневі шишки та 1 – світло-коричневі. У потомка D3(♀36x♂54) – сіро-коричневі шишки без відтінків, у яких поєдналися сіро-коричневі й

світло-коричневі шишки клонів №№36 і 54 із зеленуватим відтінком. Сібси D4(♀54x♂22) поєднали шишки клонів світло-коричневі із зеленуватим відтінком і сіро-коричневі без відтінків, із 2-х сібсів у одного – шишки коричневі із червонуватим відтінком, в іншого сіро-коричневі – без відтінків. У трьох сібсів D5(♀54x♂36) всі шишки – сіро-коричневого кольору без відтінків, які отримали від схрещування клонів №№54 і 36 із шишками світло-коричневого без відтінку і сіро-коричневого із зеленуватим відтінком кольорів.

Із 24-х сібсів 21 (87,5%) потомок успадкував сіро-коричневі шишки, серед яких 19 (79,2%) потомків мали шишки без відтінків і 2 (8,3%) – із зеленуватим відтінком; світло-коричневі шишки без відтінків виявлені в 2-х (8,3%) потомків і коричневі з червонуватим відтінком – у 1-го (4,2%).

У потомків клонів №№22, 36, 54 із 36 півсібсів 20 (55,6%) мають шишки сіро-коричневі, із них 14 (38,9%) – без відтинку, 4 (11,1%) – із зеленуватим відтинком, 2 (5,6%) – із фіолетовим; 10

(33,3%) – коричневі, із них 6 (16,7%) – без відтинків і 3 (8,3%) – з фіолетовим, 1 (2,8%) – із зеленуватим відтинком.

Таблиця 5

Успадкування кольору шишок сібсами у випробних культурах 1989 року у взаємозв'язку з кольором шишок у клонів

Колір шишок у клонів	Об'єкт	Кількість потомків, %	Розподіл потомств за кольором шишок (шт.) на:															
			темно-коричневий				коричневий				світло-коричневий				сіро-коричневий			
			без відтинків	зеленуватий	фіолетовий	червонуватий	без відтинків	зеленуватий	фіолетовий	червонуватий	без відтинків	зеленуватий	фіолетовий	червонуватий	без відтинків	зеленуватий	фіолетовий	червонуватий
Світло-коричневий																		
зеленуватий																		
54	В ₈₉	12					5	1	2		2					2		
Сіро-коричневий																		
без відтинків																		
22	Р ₈₁	4	2													1	1	
22	В ₈₉	7									1					4	1	
Всього	шт.	11	2								1					5	1	
зеленуватий																		
36	Р ₈₁	3	1				1										1	
36	В ₈₉	10							1							7	2	
Всього	шт.	13	1				1		1							7	3	
Разом	шт.	36	3				6	1	3		3					14	4	
	%	100	8,3				16,7	2,8	8,3		8,3					38,9	11,1	
D1	В ₈₉	12									1					9	2	
D2	В ₈₉	6									1					5		
D3	В ₈₉	1														1		
D4	В ₈₉	2									1					1		
D5	В ₈₉	3														3		
Всього	шт.	24									1	2				19	2	
	%	100									4,2	8,3				79,2	8,3	

Примітки: D1 – насіннєве потомство материнського плюсового дерева ♀№22 і батьківського ♂№36 (♀22 x ♂36); D2 – ♀22 x ♂54; D3 – ♀36 x ♂54; D4 – ♀54 x ♂22; D5 – ♀54 x ♂36

Успадковуються всі основні чотири кольори в шишках півсібсів і сібсів, тільки в сібсів шишок з відтинками виявилось значно менше, ніж у півсібсів.

Домінують відтинки в шишок сібсів із зеленуватим і фіолетовим забарвленням у поєднанні з сіро-коричневим і коричневим кольорами. Коричневий колір

з рідкісним червонуватим відтінком виявлений тільки в одного потомка в комбінації D4 (♀₅₄ і ♂₂₂), де є материнський клон №54 (світло-коричневий колір шишок із зеленуватим відтінком), а батьківський – №22 (сіро-коричневий без відтінків), який можливо є проміжний між даними кольорами.

На основі досліджень шишок у більшості потомків домінують сіро-коричневі шишки без відтінків (47,1, 35,0, 25,0, 63,6%), отримані від клонів із шишками: темно-коричневими із червонуватим відтінком, коричневими без відтінків, коричневими із зеленуватим відтінком, світло-коричневими без відтінків відповідно.

ВИСНОВКИ

У клонів та їх потомства виявлено 14 форм апофіза насінних лусок шишок: за класифікацією Правдіна 6 (а, б, в, б₁, б₂, в₂), Мажули – 3 (б₃, в₄, в₅) та новою – 5 (б₄, б₅, б₆, в₁₆, в₁₇).

Гачкувата форма апофіза луски на шишці переважає в більшості клонів (71,4%) і їхніх потомств: півсібсів і сібсів (67,1 і 45,8%), значна кількість сібсів виявлена з гладенькою формою (37,5%).

У дерев клонів на шишці домінує апофіз – в₄-б₁/ба (47,6%); у потомства клонів (півсібсів) – в₅-ав₁/а (42,9%); у сібсів – а та в₁₇-в₁/а (по 37,5%).

За апофізом типу «в₄-б₁/ба» поєднуються всі три типи апофіза (а, б, в); у типів: «в₅-ав₁/а» і «в₁₇в₁/а» – тільки два (а, в).

У клонів домінують шишки сіро-коричневі із зеленуватим відтінком (33,3%); у півсібсів і сібсів – сіро-коричневі без відтінків (33,8 і 79,2%).

У півсібсів домінують сіро-коричневі шишки без відтінків (47,1, 35,0, 25,0, 63,6%), отримані від клонів із шишками: темно-коричневими із червонуватим відтінком, коричневими без відтінків, коричневими із зеленуватим відтінком, світло-коричневими без відтінків відповідно. Сіро-коричневі шишки успадкувані більшістю сібсів (87,5%) – від клонів із сіро-коричневими і світло-коричневими шишками без відтінку й зеленуватими відтінками.

Отже, на основі характеристики насінної луски й кольору шишок у клонів, сібсів і в півсібсів можуть проявлятися такі ознаки в їх насінного потомства, які відсутні в материнських і батьківських клонів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бондарцев, А. С. *Шкала цветов (пособие для биологов при научных и научно-прикладных исследованиях)*. Из-во Академии наук СССР: Москва – Ленинград, 1954; 17 с.

2. Волошинова, Н. О.; Юркевич, О. О.; Лазар, О. Д. *Селекційні методи підвищення продуктивності лісів на Рівненщині*. Рівне, 2004; 100 с.

3. Грицайчук, В. В. Популяционная изменчивость и клоновое семеноводство сосны обыкновенной в Южной Левобережной лесостепи Украины. Дисертація канд. с.-г. наук. Львів, 1979; 224 с.

4. Дишко, В. А., Дишко, С. М. Характеристика морфологічних ознак генеративних органів сосни звичайної у природних і штучних деревостанах України. *Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць*. НЛТУ України: Львів, 2015. Вип. 25.2, с 58–63.

5. Жмурко, С. В.; Жмурко, І. В.; Мацяк, І. П. Мінливість шишок сосни звичайної у географічних культурах Буцинського лісництва. *Наук. вісник НЛТУ України: зб. наук.-тех. праць*. НЛТУ України: Львів, 2013. Вип. 18.9, с 48–52.

6. Мажула, О. С. Вивчення мінливості морфологічних ознак шишок і насіння у природних і штучних популяціях сосни звичайної Волинського Полісся. *Наук. вісник НЛТУ України: зб. наук.-тех. праць*. НЛТУ України: Львів, 2013. Вип. 23.12, с 25–31.

7. Мажула, О. С.; Гордіященко, А. Ю. Вивчення мінливості морфологічних ознак шишок та насіння у дерев природних популяцій сосни звичайної Рівненської області. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво. 2015. Вип. 216(1), с 123–132.

8. Молотков, П. И.; Патлай, И. Н.; Давыдова, Н. И. и др. *Селекция лесных пород*. Лесная промышленность: Москва, 1982; 224 с.

9. Проміжний звіт Поліського філіалу УкрНДІЛГА за 2006 рік по темі №5 «Вдосконалити систему збереження і невиснажливого використання генетичного різноманіття лісових порід». Житомир, 2006.

10. Правдин, Л. Ф. *Сосна обыкновенная. Изменчивость, внутривидовая систематика и селекция*. Наука: Москва, 1964; 190 с.

11. Олексійченко, Н. О.; Шлончак, Г. А.; Базан, Т. А. Мінливість господарсько цінних ознак материнських дерев сосни звичайної у випробувальних культурах. *Агробіологія*, 2012. №8, с 123–126.

12. Тараненко, Ю. М. Особливості вирощування садивного матеріалу сосни звичайної насінням з покращеними спадковими властивостями в Левобережному Лісостепу України. Дисертація канд. с.-г. наук. Харків, 2017; 207 с.

13. Терещенко, Л. І. Внутрішньовидова мінливість та успадкування ознак плюсових дерев сосни звичайної у Харківській області. Автореферат дис. канд. с.-г. наук. Харків. 2006; 20 с.