

УДК 630*165.3

Р.М. ЯЦИК¹, Ю.І. ГАЙДА², В.М. ГУДИМА³, Д.М. ЛЕШКО⁴, М.Є. ГАЙДУКЕВИЧ⁵

МІНЛИВІСТЬ ФЕРТИЛЬНОСТІ КЛОНІВ І ГЕНЕТИЧНА РІЗНОМАНІТНІСТЬ *PICEA ABIES* [L] KARST. ТА *ABIES ALBA* MILL. НА КЛОНОВИХ НАСІННИХ ПЛАНТАЦІЯХ В ПЕРЕДКАРПАТТІ

Досліджено мінливість жіночої та чоловічої фертильності клонів ялини європейської (19 клонів, вік 24 роки) та ялиці білої (30 клонів, вік 26 років) на КНП в Передкарпатті. Визначено середні кількості мікротамакстробілів на клон, сібсовий коефіцієнт (ψ), показник групової спорідненості (Θ), ефективну кількість клонів (N_p), їх відносну частку в загальній кількості клонів (N_c), коефіцієнт інбридингу (F). Як для ялини європейської, з її відносно більшою мінливістю фертильності клонів, так і для ялиці білої з її відносно низькою варіабельністю фертильності, прогнозується певна втрата генетичної мінливості (ΔGD) в потомстві їх КНП, яка обумовлена серед інших причин невисокою вихідною кількістю клонів.

Ключові слова: *Picea abies* [L] Karst, *Abies alba* Mill., клонова насінна плантація, мінливість фертильності, ефективне число клонів, генетична мінливість.

Вступ. Загальна площа лісових масивів в Україні колись становила не менше 26,9 млн га, а лісистість – 44,6% [2, 3]. Загальна площа земель лісового фонду нашої країни становить 10,8 млн га, з яких вкрито лісовою рослинністю 9,5 млн га, що становить 15,7% території України. За площею лісів Україна займає восьме місце серед десяти європейських країн і дев'яте місце за лісистістю [4]. Найбільш лісистим є західний регіон країни (32,2%), де зосереджено її основні лісових ресурсів: понад 40% лісового фонду й близько 60% запасів стиглих і перестоялих насаджень [4]. Унаслідок реалізації Програми "Ліси України" площа вкритих лісом земель до 2015 р. збільшиться на 0,5-0,6 млн га, лісистість зросте з 15,7 до 16,1-16,2%, а загальний запас деревостанів – приблизно на 17% [3]. Дехто взагалі пропонує з метою збереження і відтворення біорізноманіття Карпатського регіону й прилеглих територій збільшити площу лісів у рівнинних і передгірних ландшафтах у 2-3 та 1,5-2 рази відповідно [6].

Для збільшення лісистості необхідні дві умови – наявність площ, призначених для створення лісів, і наявність необхідної кількості високоякісного садивного матеріалу. Забезпечення останнього неможливе без розвитку плюсової селекції і плантаційного лісового насінництва.

В Україні створено досить значну кількість клонових насінних плантацій (КНП) основних лісотвірних автохтонних та інтродукованих порід, площа яких станом на 01.01.2010 р. становить 969,5 га [1, 5]. У Карпатському регіоні ми довели, що за наукового підходу до створення клонових насінних плантацій сос-

ни, ялиці, ялини, модрина і дугласії та високої культури виробництва можна досягти досить відчутних результатів [9, 10]. Найбільшу кількість плантацій тут було створено у 70-80-х роках минулого століття, вже 123,7 га їх атестовано і рослини на них успішно насіннюються. В окремі насінні роки, якими були 2000, 2003 та 2008, в Передкарпатті досягнуто рекордних результатів у врожайності трансплантантів хвойних аборигенних видів – ялиці білої та ялини європейської (отримано, відповідно, близько 125 та 98 кг насіння з 1 га плантації). Але мова йде про плантації першого покоління, на яких представлено вегетативні потомства плюсових дерев, відібраних за фенотипом. Спрогнозувати генетичний ефект від використання насіння таких плантацій досить складно, не маючи інформації про генетичну цінність клонів, мінливість їх фертильності тощо. Під фертильністю тут і далі потрібно розуміти кількість успішних гамет, яку продукує певний клон. Кількісно фертильність оцінюють через число мікротамакстробілів, що формуються на щепках (раметах) кожного клону [17]. Інформація про фертильність клонів допомагає приймати обґрунтовані рішення про видалення неперспективних клонів (так зване генетичне проріджування плантацій), оптимальну чисельність клонів і кількість щеп кожного клону, оптимальну структуру (за клоновим представництвом) партії насіння із плантації [21]. Базовим принципом таких дій повинна бути максимізація генетичного ефекту для забезпечення належного рівня генетичного різноманіття насінного матеріалу.

¹ Роман Михайлович ЯЦИК – член-кореспондент ЛАН України, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, доцент, Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника. Україна, м. Івано-Франківськ. Тел.: 03475-7-37-37; 050-274-36-49. E-mail: uatsykr@ukr.net

² Юрій Іванович ГАЙДА – член-кореспондент ЛАН України, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, доцент, Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва ім. П.С.Пастернака. Україна, м. Івано-Франківськ. Тел.: +38097-228-35-34. E-mail: haydshn@ua.fm

³ Вікторія Мирославівна ГУДИМА – молодший науковий співробітник, Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва ім. П.С.Пастернака. Україна, м. Івано-Франківськ. Тел. 03422-2-52-56. E-mail: vika_hu@mail.ru

⁴ Дмитро Миколайович ЛЕШКО – аспірант, Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника. Україна, м. Івано-Франківськ. Тел.: 0342-71-49-61. E-mail: tiger.ld@rambler.ru

⁵ Марія Євгенівна ГАЙДУКЕВИЧ – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника. Україна, м. Івано-Франківськ. Тел.: 0342-71-49-61. E-mail: mawa.1.o@rambler.ru

В Україні у минулому проведено низку досліджень, спрямованих на вивчення вікової динаміки цвітіння і плодоносіння на КНП [8], розробку способів підвищення їх насінної продуктивності [7]. Однак питання визначення рівня генетичного різноманіття насінного матеріалу під час створення і реконструкції КНП певний час залишалося поза увагою дослідників.

Об'єкти та методика. Для кількісної детермінації факторів, які впливають на потенційну генетичну мінливість насінного матеріалу із КНП ми застосували методичні підходи, які були розроблені і апробовані провідними лісовими генетиками та селекціонерами світу в 90-х роках минулого століття [11, 16, 17, 19].

Емпіричною основою такого методичного підходу є кількісна оцінка формування жіночих і чоловічих стробілів кожним клоном на плантації. Для цього способом випадковості вибирали 5-7 рослин кожного клону і на них навесні в період цвітіння проводили подеревний облік кількості жіночих і чоловічих стробілів методом модельної гілки. Для кожного клону визначали середні значення кількості макро- і мікростробілів, фертильності клонів на усій плантації, коефіцієнти варіації та коефіцієнти фенотипічної кореляції між кількістю жіночих і чоловічих репродуктивних органів.

Для ілюстрації статевої асиметрії під час формування врожаю насіння використовували *індекс чоловічого цвітіння* (maleness index) [17], який розраховували для кожного клону за формулою:

$$M_i = \frac{pm_i}{pf_i + pm_i}, i = \overline{1, N}, \quad (1)$$

де pm_i та pf_i – пропорції між кількістю відповідно чоловічих та жіночих стробілів у i -го клону.

Індекс жіночого цвітіння (female index) розраховували за формулою:

$$FM_i = 1 - M_i, i = \overline{1, N}. \quad (2)$$

Отримані дані за кількістю мікро- і макростробілів у клонів використовували для розрахунку системи показників, які характеризують мінливість фертильності клонів, внесок клонів у репродуктивні процеси на клонівих плантаціях, ймовірність інбридингу і зниження генетичної мінливості в потомстві плантацій.

Показник ψ (*сібсовий коефіцієнт* – sibling coefficient) характеризує мінливість фертильності клонів на плантації за допомогою коефіцієнта варіації кількості стробілів серед клонів, який не залежить від загального числа клонів на плантації [16]. Сібсовий коефіцієнт можна розглядати також як основну характеристику функції щільності ймовірностей фертильності, тобто він інформує про ймовірність, що дві гамети, взяті випадково із усієї кількості гамет на плантації, походять від одного клону, тобто є ідентичними. Ці визначення свідчать, що сібсовий коефіцієнт може бути розрахований через показники ймовірності і варіації.

Сібсовий коефіцієнт для жіночих гамет розраховували за формулою [14]:

$$\psi_f = N \sum_{i=1}^N \left(\frac{f_i}{\sum f_i} \right)^2 = CV_f^2 + 1, \quad (3)$$

де: N – кількість клонів на плантації; f_i – кількість жіночих стробілів на i -му клоні; CV_f – коефіцієнт варіації продукування жіночих стробілів серед клонів.

Сібсовий коефіцієнт для чоловічих гамет розраховували за формулою [14]:

$$\psi_m = N \sum_{i=1}^N \left(\frac{m_i}{\sum m_i} \right)^2 = CV_m^2 + 1, \quad (4)$$

де: N – кількість клонів на плантації; m_i – кількість чоловічих стробілів на i -му клоні; CV_m – коефіцієнт варіації продукування чоловічих стробілів серед клонів.

Сібсовий коефіцієнт для клонів (тобто, загальну мінливість фертильності) визначали за такою формулою [12, 17]:

$$\begin{aligned} \psi_m &= N \sum_{i=1}^N \left(\frac{0,5f_i}{\sum f_i} + \frac{0,5m_i}{\sum m_i} \right)^2 = \\ &= 0,25 \left[N \sum_{i=1}^N \frac{f_i^2}{\sum f_i} + N \sum_{i=1}^N \frac{m_i^2}{\sum m_i} + N \sum_{i=1}^N \frac{2m_i f_i}{\sum m_i \sum f_i} \right] = \\ &= 0,25(CV_m^2 + CV_f^2 + 2rCV_m CV_f) + 1 \end{aligned} \quad (5)$$

За відсутності мінливості фертильності у клонів сібсовий коефіцієнт дорівнює одиниці. Чим більша варіація інтенсивності цвітіння окремих клонів, тим більше цей коефіцієнт відрізняється від одиниці. Іншими словами, чим більше значення ψ , тим більш нерівномірний внесок клонів у формування врожаю насіння на плантації.

Якщо на плантації спостерігається варіація фертильності клонів, то завжди існує певна частка клонів, які продукують значну більшість гамет, ніж інші. У загальному фонді гамет таким чином представлено багато гамет ідентичного походження, які представляють одні і ті ж клони. Для оцінки явища спорідненості гамет використовували *коефіцієнт групової спорідненості* (group coancestry), який відображає ймовірність того, що дві гамети, які способом випадковості вибрані з усієї сукупності гамет, містять ідентичні гени і розраховується за формулою [17]:

$$\Theta = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N p_i^2 \quad \text{або} \quad \Theta = \frac{\Psi}{2N}. \quad (6)$$

Різниця між клонами у здатності формування генеративних органів приводить до того, що деякі з них вилучають з процесу утворення насіння на плантації. Таким чином, загальну кількість клонів на плантації не можна розглядати як ефективну величину синтетичної популяції, якою є клонова насінна плантація. Для визначення фактично ефективного числа клонів важливо знати, яка кількість клонів задіяна як батьківські і материнські особини у формуванні потомства. Показник, який детермінує їх чисельність, отримав назву *ефективна чисельність батьків* (клонів) (effective number of parents), яка аналітично визначається діленням кількості генотипів (клонів) на сібсовий коефіцієнт [17]:

$$N_p = \frac{N}{\Psi} = 1 / \sum_{i=1}^N p_i^2. \quad (7)$$

Окремо визначали ефективну кількість клонів із чоловічим цвітінням, ефективну кількість клонів із жіночим цвітінням і загальну ефективну кількість клонів на плантації. Як бачимо із попередньої формули, за відсутності варіації фертильності клонів ($\psi = 1$), ефективна кількість клонів дорівнює загальній кількості клонів на плантації. Вважають, що мала ефективна кількість клонів буде зменшувати генетичне різноманіття в потомстві плантації. Низьке значення N_p за чоловічим цвітінням може бути підставою для застосу-

вання додаткового (штучного) запилення на клоновій насінній плантації.

Відносна ефективна чисельність батьків (клонів) (relative effective parent number) є похідним показником від попереднього, який наочно ілюструє частку ефективної кількості батьків (клонів) в загальній кількості клонів на плантації [11]:

$$N_r = \frac{N_p}{N} \quad (8)$$

Важливою характеристикою генетичної якості насіння, яке заготовляють на плантації, є ступінь ймовірного (очікуваного) інбридингу в наступному потомстві, рівень якого кількісно описують коефіцієнтом інбридингу. Він відображає ймовірність того, що два гени одного локусу в гомологічних хромосомах ідентичні за походженням [19]. *Очікуваний коефіцієнт інбридингу* (expected inbreeding) в потомстві плантації дорівнює коефіцієнту спорідненості на плантації і розраховувався як функція сібсового коефіцієнта та кількості клонів на плантації [17]:

$$F = \Theta_{\text{клонів}} = \frac{\Psi_{\text{клонів}}}{2N} \quad (9)$$

Для оцінки зміни рівня генетичного різноманіття в потомстві плантації використовували показник відносного генетичного різноманіття врожаю насіння. При цьому припускається, що генетичне різноманіття популяцій, в яких відібрані материнські дерева клонів, дорівнює одиниці. *Відносне генетичне різноманіття насіння* (gene diversity of seed crop) на плантації розраховували як функцію ефективної чисельності батьків (клонів) [16]:

$$GD = 1 - \frac{0,5}{N_p} \quad (10)$$

Величина відхилення GD від 1 інформує про можливе зниження генетичної мінливості в потомстві, вирошеному із насіння плантації.

У 2010 р. ми провели облік чоловічого і жіночого цвітіння на клонових насінних плантаціях ялини європейської (1987 р. закладання, площа 5,7 га) та ялиці білої (1985-1986 років створення, площа 15,0 га). Плантації розташовані на Передкарпатті, на висоті 250 м н.р.м. в насінному господарстві "Велика Кам'янка" Державного підприємства "Коломийське лісове господарство".

Обговорення та результати. На відміну від насінних років, у 2010 р. на КНП ялини європейської спостерігалось слабке і нерівномірне жіноче цвітіння та значно інтенсивніше та рівномірніше чоловіче цвітіння. В середньому на один клон було обліковано 9 макростробілів та 2078 мікростробілів. Мінливість чоловічої фертильності, оцінена через коефіцієнт варіації, була значно меншою (47,1%), ніж жіночої (147,5%). Лише для чотирьох клонів із 19 відзначено утворення макростробілів на двох і більше раменах. У вісім клонів на усіх облікованих щепках жіноче цвітіння було відсутнє. Чоловічі стробіли відзначені для усіх клонів. Їх не було лише на окремих щепках. Виявилось, що середня кількість мікростробілів змінювалася між клонами від 712 до 4008 (табл. 1).

Індекси жіночого і чоловічого цвітіння також ілюструють, що в поточному році жіноче цвітіння на КНП ялини європейської було низької інтенсивності, тоді як чоловіче – більш інтенсивне (рис. 1,а; 1,б).

Конфігурації кривих обох індексів свідчать про те, що більшість клонів є донорами чоловічих гамет. Клонів жіночої сексуалізації не відзначено.

Рис. 1,в ілюструє нерівномірність внеску окремих клонів у формування жіночих гамет. Так, чотири клони ялини європейської, які в ранжованому ряду за кількістю макростробілів займають перші місця, роблять найбільший внесок у загальний фонд жіночих гамет – 72,9%. Рис. 1, г ілюструє, що внесок клонів у загальний пул пилку більш рівномірний. Майже 2/3 кількості чоловічих гамет забезпечують 9 клонів, а решту третину – 10 клонів.

Табл. 1. Показники фертильності клонів на КНП в Передкарпатті

Показники	Picea abies [L] Karst.		Abies alba Mill.	
	♀	♂	♀	♂
Середня кількість стробілів на клон	9,0	2078,3	18,3	2525,5
CV, %	147,5	47,1	58,2	34,5
min – max	0-38,6	712-4008	1,5-46,7	29,8-4590
Коефіцієнт кореляції між кількістю мікроста- макростробілів	0,106		0,071	

Значну мінливість жіночої фертильності клонів на КНП ялини європейської ілюструє сібсовий коефіцієнт, який в 2010 р. дорівнював 3,175 (табл. 2) Для чоловічих гамет він значно менший – 1,222, що ще раз підтверджує більшу рівномірність формування мікростробілів серед клонів ялини європейської. Загальний сібсовий коефіцієнт становить 1,599. Коефіцієнт групової спорідненості цілком логічно також більший для жіночих гамет (0,084 проти 0,032). Нерівномірність жіночого цвітіння на КНП ялини європейської зумовлює невисоку ефективну кількість клонів, які беруть участь у формуванні насіння як материнські особини – лише 6 (або 31,5% від їх загальної кількості). Ефективними донорами чоловічих гамет під час формування урожаю насіння виступатимуть 16 клонів (81,8%). Коефіцієнт інбридингу, який очікується в потомстві з насіння поточного року, невисокий – 0,042. Незначна ефективна кількість клонів як материнських особин може стати причиною певного зниження генетичної мінливості в потомстві з урожаю поточного року. Про це свідчить значне відхилення показника генетичної мінливості для жіночих гамет від одиниці ($\Delta GD_f = -0,167$). Менша мінливість чоловічої фертильності клонів дещо підвищує очікувану генетичну мінливість в майбутньому потомстві КНП ялини ($\Delta GD = -0,084$).

Табл. 2. Деякі генетичні показники КНП в Передкарпатті

Показник	КНП Picea abies [L] Karst. (19 клонів)			КНП Abies alba Mill. (30 клонів)		
	♀	♂	(♀+♂)	♀	♂	(♀+♂)
Ψ	3,175	1,222	1,599	1,339	1,119	1,114
Θ	0,084	0,032	0,042	0,022	0,019	0,019
N_p	6,0	15,5	11,9	22,4	26,8	26,9
N_r	0,315	0,818	0,625	0,747	0,894	0,897
F			0,042			0,019
GD	0,833	0,936	0,916	0,955	0,963	0,963

На плантації ялиці білої, на відміну від КНП ялини європейської, жіноче цвітіння спостерігалось в усіх клонах. Однак міжклонова мінливість жіночої фер-

тильності у ялиці білої виявилася значно меншою (58,3 % проти 147,5 %). Для чоловічого цвітіння різниця між видами в його інтенсивності і рівномірності не така помітна. В середньому на один клон на КНП ялиці білої утворюється дещо більше мікростробілів, ніж

у ялини європейської (2525,5 проти 2078,3), а їх між-клонова варіабельність є меншою (34,5 % проти 47,1 %). Для ялиці також простежується відсутність кореляції між інтенсивністю жіночого і чоловічого цвітіння в межах одного клону (див. табл. 1).

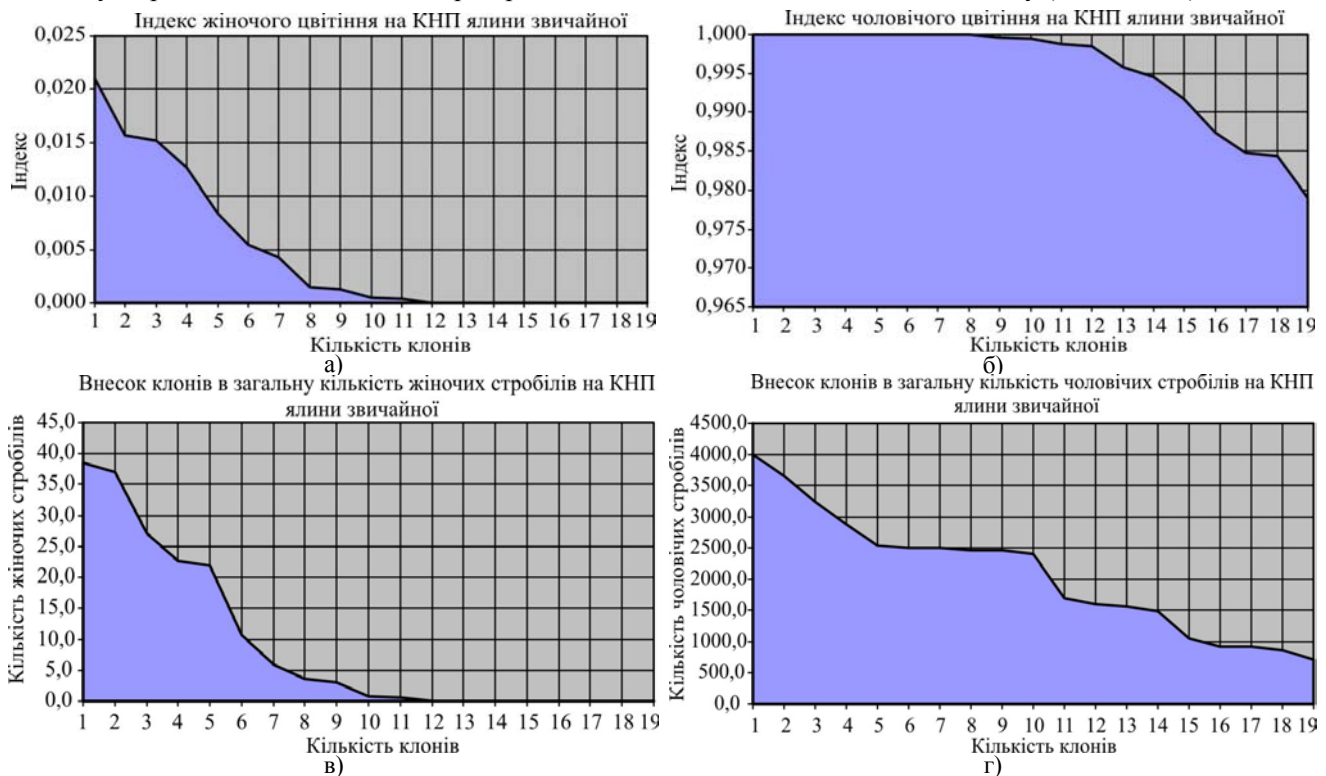


Рис. 1. Індеси жіночого та чоловічого цвітіння, внесок клонів у загальну кількість макро- і мікростробілів на КНП ялини європейської

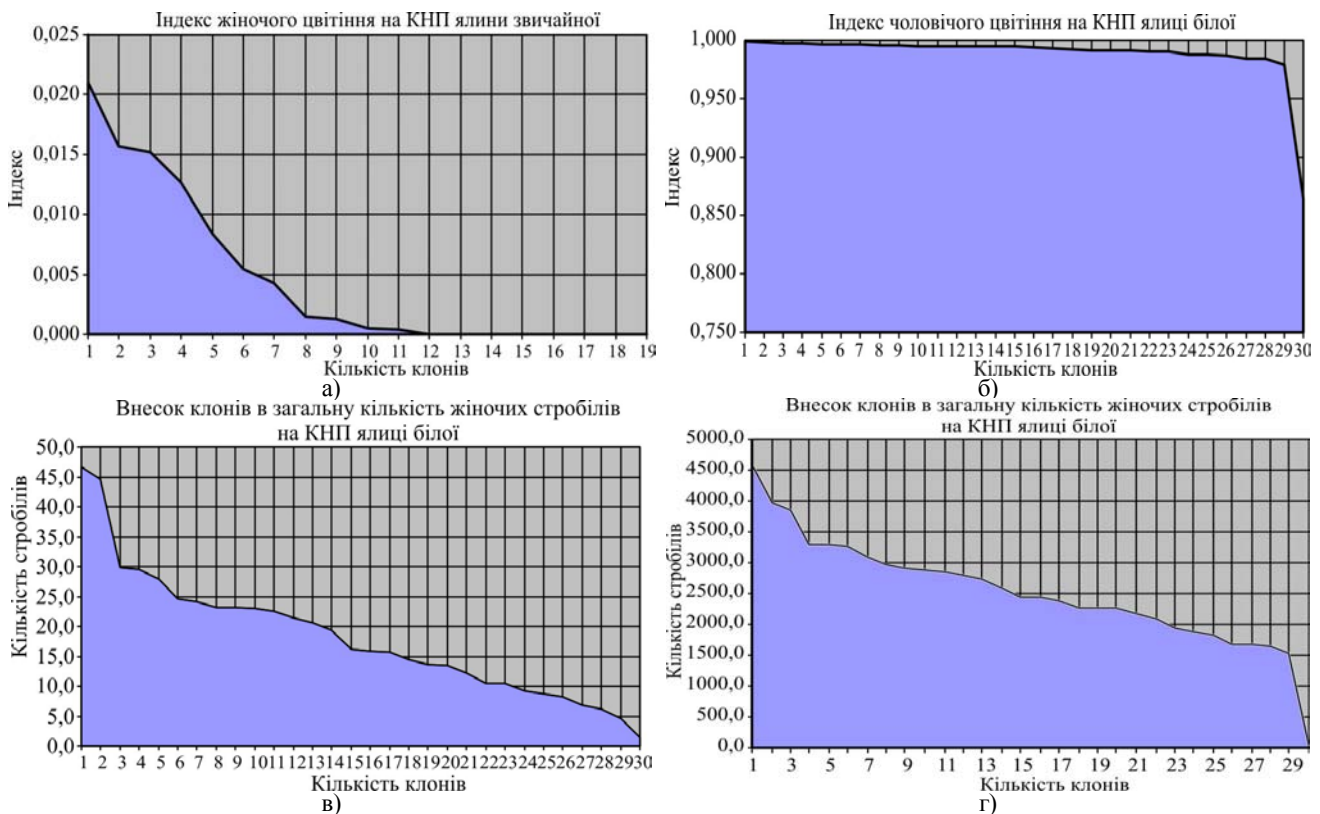


Рис. 2. Індеси жіночого та чоловічого цвітіння, внесок клонів у загальну кількість макро- і мікростробілів на КНП ялиці білої

Більшість клонів ялиці білої характеризуються високим індексом чоловічого цвітіння, тобто вони виконують в основному роль запилювачів. Лише один клон (№ 24) має відносно високий індекс жіночого цвітіння (рис. 2, а; 2, б). Таким чином, статевої асиметрії на КНП ялиці білої в 2010 р. не спостерігалось. Внесок клонів у формування загального фонду чоловічих та жіночих гамет на плантації ялиці нерівномірний, але не до такої міри, як у ялини європейської (рис. 2, в; 2, г).

Значно менша мінливість фертильності клонів у ялиці білої ілюструється також низькими значеннями сібсових коефіцієнтів та коефіцієнтів спорідненості клонів як за окремими типами цвітіння, так і загалом. (див. табл. 2). Зважаючи на це, ефективна чисельність батьків (клонів) на КНП ялиці наближається до фактичної кількості клонів. Так, у формуванні очікуваного урожаю насіння на плантації ялиці брали участь як материнські особини 74,7 % клонів, так і чоловічі – 89,4 %.

Втрата генетичної мінливості в садивному матеріалі, вирощеному з насіння плантації ялиці білої, очікується невисокою. Про це свідчить низький коефіцієнт інбридингу (0,019) та незначне відхилення показника відносної генетичної мінливості від одиниці ($\Delta GD = -0,037$).

Опубліковано цілу низку результатів досліджень мінливості фертильності на насінних ділянках та КНП багатьох видів [12-17]. Доцільність проведення таких робіт зумовлена тим, що попередніми дослідженнями було встановлено значний вплив кількості жіночих і чоловічих стробілів на генетичну структуру потомства плантації [20] та істотну генетичну обумовленість інтенсивності цвітіння клонів [18].

Результати наших досліджень цілком вписуються в масив даних фертильності клонів шпилькових видів. На КНП ялини європейської, незважаючи на її значний вік (24 роки), спостерігається досить висока мінливість жіночої фертильності. Більша міжклонова варіабельність кількості макростробілів у попередніх дослідженнях спостерігалася лише у *Pinus koraiensis* [17].

Мінливість чоловічої фертильності у ялини європейської є найнижчою серед інших видів. Однак висока варіація інтенсивності її жіночого цвітіння зумовила один із найвищих показників загальної мінливості клонів. Відносно високі значення сібсових коефіцієнтів у ялини пояснюють незначну ефективну чисельність клонів на КНП. Висока мінливість фертильності клонів ялини європейської, накладаючись на фактор малої кількості клонів на КНП, може призвести до значної втрати генетичної мінливості в майбутньому потомстві із насіння плантації. Значення GD для КНП ялини європейської є найнижчим серед інших видів.

Мінливість фертильності клонів ялиці білої є невисокою та істотно не відрізняється від інших шпилькових видів. Помітною є лише дещо вища мінливість жіночої фертильності і дещо нижча – чоловічої. Незважаючи на те, що загальна фертильність на КНП ялиці білої виявилася однією з найнижчих серед інших видів, невисока початкова кількість клонів становить певну загрозу зниження генетичного різноманіття в її потомства.

Висновки та узагальнення. Інформація про фертильність клонів на плантаціях дає змогу прогнозувати

зниження генетичної мінливості в їх потомстві, а також планувати комплекс заходів щодо менеджменту КНП. Мінливість фертильності клонів у ялини європейської виявилася вищою, ніж у ялиці білої і є однією з найвищих серед інших шпилькових видів. Причиною втрати частини генетичного різноманіття в майбутніх насадженнях, вирощених із насіння досліджуваних плантацій, є незадовільна кількість клонів на них. Це є ще одним аргументом на користь внесення змін у нормативні документи України стосовно підвищення нижньої межі клонового представництва на КНП хоча б до 30-35 шт. (оптимально – 50 шт.)

ЛІТЕРАТУРА

1. **Галузева Програма** розвитку лісонасіннєвої справи на 2010-2015 р. Затверджена наказом Держкомлісгоспу від 26.02.2010 р., № 47.
2. **Генсірук С.А.** Ліси Західного регіону України : монографія / С.А. Генсірук, М.С. Нижник, Л.І. Копій. – Львів : НТ ім. Шевченка, МО України, УкрДЛТУ, 1998. – 407 с.
3. **Генсірук С.А.** Антропогенні зміни в лісах Українських Карпат і їх наслідки / С.А. Генсірук, О.В. Максимець // Наукові праці Лісівничої академії наук України : зб. наук. праць. – Львів : Вид-во "Львівська політехніка". – 2004. – Вип. 3. – С. 17-21.
4. **Лісове господарство** та деревообробна промисловість України. Довідково бібліографічне видання. – К. : Болгов медіа центр. – 2005. – Вип. 1. – 143 с
5. **Мажула О.С.** Плантаційне насінництво: сучасний стан і перспективи / О.С. Мажула // Лісівництво і агролісомеліорація. – Харків. – 2009. – Вип. 115. – С. 3-10.
6. **Приходько М.М.** Стан лісів та проблеми збереження і відтворення біорізноманіття лісових екосистем в Івано-Франківській області / М.М. Приходько // Лісове та мисливське господарство: сучасний стан та перспективи розвитку. – Житомир. – 2007. – Т. II. – С. 99-101.
7. **Шлончак Г.А.** Ефективність використання клонових плантацій сосни звичайної для потреб лісовідтворення / Г.А. Шлончак, Г.В. Шлончак // Лісівництво і агролісомеліорація. – Харків. – 2008. – Вип. 114. – С. 65-70.
8. **Яцик Р.М.** Деякі підсумки розвитку клонового лісового насінництва хвойних порід у Передкарпатті / Р.М. Яцик, В.І. Ступар, Ю.І. Гайда та інші // Лісівництво і агролісомеліорація. – Харків. – 2008. – Вип. 114. – С. 240-248.
9. **Яцик Р.М.** Збереження лісового генетичного різноманіття і його використання із селекційно-насінницькою метою / Р.М. Яцик, В.І. Парпан, Ю.І. Гайда та ін. // Вісник Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника. – Івано-Франківськ. – 2007. – Вип. VII-VIII. – С. 10-15.
10. **Яцик Р.М.** Еколого-економічні засади розвитку плантаційного клонового насінництва хвойних абсорбентів у лісах Карпатського регіону України / Р.М. Яцик, Ю.І. Гайда, Н.М. Сіщук та інші // Освіта, наука та інновації у лісовому і садово-парковому господарстві України в контексті регіональних та глобальних викликів. – К., 2010. – С. 139-140.
11. **Bila A.D.** Fertility variation in *Milletia stuhlmannii*, *Brachystegia spiciformis*, *Brachystegia bohemii* and *Leucaena leucocephala* and its effects on relatedness in seeds / A.D. Bila, D. Lindgren // Forest genetics. – 1998. – 5(2). – P. 119
12. **Bilir N.** Fertility variation and effective number in the seed production areas of *Pinus radiata* and *Pinus pinaster* / N. Bilir, K.S. Kang, D. Lindgren // Silvae Genetica. – 2003. – 52 (2). – P. 75-77.
13. **Bilir N.** Fertility variation and gene diversity in clonal seed orchards of *Pinus brutia*, *Pinus nigra* and *Pinus sylvestris* in Turkey / N. Bilir, K.S. Kang, H. Ozturk // Silvae Genetica. – 2002. – 51 (2-3). – P. 112-115.
14. **Bilir N.** Fertility variation and status number between a base population and a seed orchard of *Pinus brutia* / N. Bilir, K.S.

Kang, D. Zang, D. Lindgren // *Silvae Genetica*. – 2004. – 53 (4-5). – P. 161-163.

15. Kang K.S. Genetic gain and diversity caused by genetic thinning in a clonal seed orchard of *Pinus densiflora* / K.S. Kang, Y.A. El-Kassaby, W.Y. Choi, S.U. Han, C.S. Kim // *Silvae Genetica*. – 2003. – № 52 (5-6). – P. 220-223.

16. Kang K.S. Fertility variation and its effect on the relatedness of seeds in *Pinus densiflora*, *Pinus thunbergii* and *Pinus koraiensis* Clonal Seed Orchards / K.S. Kang, D. Lindgren // *Silvae Genetica*. – 1998. – № 47 (4). – P. 196-201.

17. Kang K.S. Fertility variation among clones of Korean pine (*Pinus koraiensis* S. et Z.) and its implications on seed orchard management / K.S. Kang, D. Lindgren // *Forest genetics*. – 1999. – № 6 (3). – P. 191-200.

18. Klaer E.D. Variation in flowering and reproductive success in a Danish *Picea abies* (Karst.) seed orchard / E.D. Klaer, H. Wellendorf // *Forest genetics*. – 1997. – № 5. – P. 181-188.

19. Lindgren D. Loss of genetic diversity monitored by status number / D. Lindgren, L. Gea, P. Jefferson // *Silvae Genetica*. – 1996. – № 45 (1). – P. 52-59.

20. O'Reilly C. Effect of pollen period and strobili number on random mating in a clonal seed orchard of *Picea mariana* / C.O'Reilly, W.H. Parker, J.E. Barker // *Silvae Genetica*. – 1982. – № 31(2-3). – P. 90-94.

21. Xie C.Y. Effects of seed orchards inputs on estimating effective population size of seedlots – a computer simulation / C.Y. Xie, J. Wood, M. Stoehr // *Silvae Genetica*. – 1994. – № 43. – P. 145-154.

*Р.М. Яцык, Ю.И. Гайда, В.М. Гудыма,
Д.М. Лешко, М.Е. Гайдукевич*

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ФЕРТИЛЬНОСТИ КЛО- НОВ И ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ *PICEA ABIES* [L.] KARST. И *ABIES ALBA* MILL. НА КЛОНОВЫХ СЕМЕННЫХ ПЛАНТАЦИЯХ В ПРЕДКАРПАТЬЕ

Исследована изменчивость женской и мужской фертильности клонов ели европейской (19 клонов, возраст 24 года) и пихты белой (30 клонов, возраст 26 лет) на клоновых лесосеменных плантациях в Предкарпатье. Определены среднее количество микро- и макростробилов на клон, sibсовый коэффициент

(ψ), показатель групповой совместимости (Θ), эффективное количество клонов (N_p), их относительная доля в общем количестве клонов (N_r), коэффициент инбридинга (F). Как для ели европейской с ее относительно большой изменчивостью фертильности клонов, так и для пихты белой с ее относительно низкой вариабельностью фертильности, прогнозируется некоторая потеря генетической изменчивости (ΔGD) в потомстве их клоновых лесосеменных плантаций, обусловлена, кроме других причин, незначительным исходным количеством клонов.

Ключевые слова: *Picea abies* [L.] Karst, *Abies alba* Mill., клоновая лесосеменная плантация, изменчивость фертильности, эффективное количество клонов, генетическая изменчивость.

*R.M. Yatsyk, Yu.I. Gayda, V.M. Hudyma,
D.M. Leshko, M.E. Gaydukevych*

FERTILITY VARIATION AND GENE DI- VERSITY OF *PICEA ABIES* [L.] KARST. AND *ABIES ALBA* MILL. IN CLONAL SEED ORCHARDS AT PEREDCARPATHIAN RE- GION

The clonally variation in the production of female and male strobili in seed orchard of Norway spruce (19 clones, age 24 years) and European Silver Fir (30 clones, age 26 years) at Peredcarpathian region was studied. Average number of micro- and makrostrobili on clone, sibling coefficient (ψ), group coancestry (Θ), effective number of parents (N_p), relative effective number of parents (N_r), expected inbreeding (F). As for Norway spruce, with its relatively greater variability of fertility clones, so for silver fir, with its relatively low variation fertility, some loss of genetic variability (ΔGD) expected in the progeny of there seed orchards CNR, due, among other causes, to low initial number of clones.

Keywords: *Picea abies* [L.] Karst, *Abies alba* Mill., seed orchard, fertility variation, effective number clones, genetic variability.