



Наукові праці Лісівничої академії наук України  
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>  
<https://doi.org/10.15421/412511>  
Article received 2024.11.17  
Article revised 2024.12.02  
Article accepted 2025.05.12  
Article published 2025.08.29

ISSN 1991-606X print  
ISSN 2616-5015 online  
@ ✉ Correspondence author  
Yuriy Hayda  
[haydshn@ua.fm](mailto:haydshn@ua.fm)  
11 Lvivska st., Ternopil, 46009, Ukraine

УДК 630.16:001.891(477)

## Лісова селекція на основі індивідуального відбору в Україні: quo vadimus?

Ю.І. Гайда<sup>1</sup>, С.А. Лось<sup>2</sup>, Л.І. Терещенко<sup>3</sup>, Г.А. Шлончак<sup>4</sup>, В.В. Митроченко<sup>5</sup>

*Представлено короткий опис історії розвитку лісової селекції в Україні, авторське бачення причин і наслідків аритмічного поступу в реалізації селекційних програм із лісовими деревними видами та зниження інтенсивності імплементації напрацювань лісової селекційної науки. Проаналізовано сильні та слабкі сторони схем розвитку лісового насінництва на основі клонових, родинних і родинно-клонових насінних плантацій, які запроваджують в Україні дотепер. Оцінено сучасний стан селекційно-насінницьких об'єктів лісових деревних видів в Україні. Встановлено, що серед цих об'єктів домінують клонові насінні плантації першого порядку (533,5 га сосни звичайної, 281,8 га дуба звичайного), тоді як клонових і родинних плантацій вищих порядків створено відносно небагато як за кількістю, так і за площею. Запропоновано узагальнену схему реалізації селекційно-насінницьких програм із видами лісових деревних рослин на основі індивідуального відбору, в яку інтегровано чинні схеми розвитку лісового насінництва та використано ідеї і підходи зарубіжних лісових генетиків та селекціонерів, зокрема принцип селекційного циклу. Акцентовано увагу на необхідності інтенсифікації оцінювання потомств плюсових дерев від вільного запилення та спрямованих схрещувань у випробних культурах та створенні плантацій другого і вищого поколінь, що дасть змогу суттєво підвищити генетичний рівень насінної бази основних лісотвірних видів деревних рослин. Подано пропозиції щодо коригування назв насінних плантацій лісових деревних видів з метою гармонізації зі світовими і європейськими тлумаченнями визначень і понять лісової селекції. Окреслено перелік та послідовність практичних кроків і заходів щодо подальшого розвитку лісової селекції та плантаційного насінництва в Україні.*

**Ключові слова:** лісове насінництво; плюсове дерево; клонова насінна плантація; родинна насінна плантація; сібси; півсібси; селекційний цикл; селекційна програма; базова популяція; випробні культури; лісовий репродуктивний матеріал.

<sup>1</sup> Гайда Юрій Іванович – академік Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор. Національний університет «Чернігівська політехніка», вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна; Західноукраїнський національний університет, вул. Львівська, 11, м. Тернопіль, 46009, Україна. E-mail: [haydshn@ua.fm](mailto:haydshn@ua.fm) ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6019-9654>

<sup>2</sup> Лось Світлана Анатоліївна – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник. Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації, вул. Григорія Сковороди, 86, Харків, 61024, Україна. E-mail: [svitlana\\_los@ukr.net](mailto:svitlana_los@ukr.net) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6341-2745>

<sup>3</sup> Терещенко Лариса Іванівна – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник. Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації, вул. Григорія Сковороди, 86, Харків, 61024, Україна. E-mail: [larisa\\_tereshchenko@ukr.net](mailto:larisa_tereshchenko@ukr.net) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5203-518X>

<sup>4</sup> Шлончак Григорій Андрійович – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник. ДП «Клавдієвська ЛНДС» Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації, вул. Вербна, 4, селище Клавдієво-Тарасове Бучанського району Київської області, 07850, Україна. E-mail: [shlonchakga@ukr.net](mailto:shlonchakga@ukr.net) ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0980-9619>

<sup>5</sup> Митроченко Валентина Володимирівна – науковий співробітник. ДП «Клавдієвська ЛНДС» Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації, вул. Вербна, 4, селище Клавдієво-Тарасове Бучанського району Київської області, 07850, Україна. E-mail: [dogma\\_klnds@ukr.net](mailto:dogma_klnds@ukr.net) ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3772-5086>

### Вступ (Introduction).

Лісова селекція в Україні має давню і багату історію. Першими селекційними об'єктами, які були створені на її території, вважають географічні культури сосни звичайної, дуба звичайного, модрина, закладені у 1912-1916 рр. В.Д. Огієвським у Собицькому лісництві на Сумщині (Огієвський, 1916; Терещенко, 2008), а також географічні культури дуба звичайного 1916 р. на території Маріупольської лісової дослідної станції (Патлай, Гайда, 1990). За більш ніж столітній період українські науковці (С.С. П'ятницький, П.І. Молотков, І.М. Патлай, Г.Т. Криницький, В.І. Білоус, Р.М. Яцик, Ю.І. Гайда, Г.А. Шлончак, В.О. Ільїн, С.А. Лось та ін.), реалізували низку успішних селекційних проектів і програм з багатьма лісовими деревними рослинами. При цьому використано різноманітні методи лісової селекції, зокрема штучний відбір, гібридизацію, штучний мутагенез (Ткач та ін., 2013). Найрезультативнішим виявився метод аналітичної селекції, що базується на індивідуальному відборі кращих фенотипів у природних і штучних популяціях лісових деревних видів, який активно почали використовувати в Україні наприкінці 50-х років минулого століття. Інтенсифікація і масштабування таких робіт для більшості основних лісотвірних деревних видів та лісорослинних зон України спостерігалися у 70-80-х роках, унаслідок чого була сформована достатньо розвинута постійна лісонасінна база (ПЛНБ) (Патлай та ін., 1994).

Економічні труднощі 90-х років негативно відобразилися на обсягах та ефективності селекційних програм з лісовими деревними видами. Наукові дослідження продовжувалися і продовжуються сьогодні, про що свідчить значна кількість розроблених відомчих нормативно-правових документів, які регламентують селекційно-насінницьку діяльність – настанов, рекомендацій, методик, методичних вказівок (Лось, 2017; Лось та ін., 2017, 2019a, 2019b, 2019c), однак практична імплементація їх суттєво знизилася.

На початку 2000-х років зацікавленість до лісової селекції з боку лісівників-практиків дещо відновилася, що відобразилося у затвердженні та реалізації двох документів – Галузевих програм розвитку лісонасінної справи на 2010-2015 та на 2016-2020 роки. Аналіз запланованих і реалізованих заходів у рамках цих програм показує, що, з одного боку, вони сприяли кількісному зростанню об'єктів ПЛНБ (Лось та ін., 2014, 2019a; Nayda et al., 2019), але з іншого – у них не були задіяні схеми і технології підвищення генетичного рівня насінної бази лісових деревних видів. Ці програми передбачали використання екстенсивних методів розширення ПЛНБ за рахунок відбору нових плюсових дерев без випробування їхніх потомств та створення переважно родинних насінних плантацій (РНП) і клонових насінних плантацій (КНП) першого порядку.

На сьогодні, в період кардинальних змін у системі управління галуззю, коли у новоствореному ДП «Ліси України» концентруються значні фінансові, матеріальні та організаційні ресурси, з'явилися можливості та перспективи для ефективного розвитку селекції і насінництва видів лісових дерев, зокрема створення і сталого використання селекційно-насінницьких об'єктів підвищеного генетичного рівня. Створення насінних плантацій лісових деревних видів другого та вищих поколінь нині є вкрай необхідним, оскільки, на нашу думку, однією з причин суттєвого зниження зацікавленості лісівників-практиків у продовженні селекційних програм із видами лісових деревних рослин були завищені очікування від реалізації перших етапів таких програм, які базувалися на оптимістичних прогнозах ефектів від використання насіння з насінних плантацій першого покоління. Передбачалося, що плантації першого порядку (першого покоління за міжнародною класифікацією) забезпечать підвищення продуктивності лісових культур на 10-15%, а плантації другого порядку (покоління 1,5 за міжнародною класифікацією) – на 20-30% (Молотков та ін., 1982). Водночас фактичні дані реалізації селекційних програм у провідних країнах у галузі лісової селекції свідчать, що очікуваний селекційний ефект (збільшення запасу стовбурової деревини) у разі використання насіння з нереконструйованих плантацій першого покоління (КНП першого порядку за українською класифікацією) може становити лише 8%, а з реконструйованих (другого порядку) – 13%. Наразі ефект від нереконструйованих плантацій другого покоління може становити вже 18%, а від реконструйованих – 30 % (White, Adams, & Neale, 2007; Eriksson, Ekberg, & Clapham, 2013).

*Актуальність дослідження* полягає в тому, що сучасні виклики, пов'язані зі змінами клімату, реформуванням лісової галузі України та євроінтеграційними процесами, зумовлюють необхідність підвищення ефективності селекційної діяльності та гармонізації вітчизняних підходів до лісового насінництва з європейськими стандартами. Сьогодні на часі є необхідність забезпечення генерування нового імпульсу розвитку лісової селекції в Україні, особливо в напрямі підвищення генетичного рівня таких об'єктів постійної лісонасінної бази, як лісонасінні плантації основних лісотвірних деревних видів. Крім того, нинішній процес гармонізації законодавства України з правом ЄС, зумовлений майбутнім її членством у цій організації, потребує узгодження термінів і понять, які використовують у лісовій селекції та насінництві. Тому важливим завданням на сьогодні є внесення певних змін до визначених раніше схем реалізації селекційних програм із видами лісових деревних рослин на основі методів аналітичної селекції та, відповідно, і класифікації насінних плантацій. На часі також визначення дорожньої карти розвитку

лісової селекції в Україні на основі індивідуального відбору на найближчий період.

*Мета роботи* полягає в опрацюванні узагальненої схеми реалізації селекційно-насінницьких програм на основі індивідуального відбору, що поєднує чинні практики та міжнародні підходи, формулюванні пропозицій щодо змін у класифікації насінних плантацій і визначенні стратегічних напрямів розвитку лісової селекції в Україні.

#### Об'єкти та методика досліджень (Objects and methods).

*Об'єкт досліджень* – процеси, пов'язані з удосконаленням лісової селекції та плантаційного насінництва в Україні. *Предмет досліджень* – сучасний стан і перспективи розвитку лісової селекції та насінництва на основі індивідуального відбору.

Базою досліджень слугують плюсові дерева, клонові і родинні насінні плантації аборигенних та інтродукованих видів, розташовані у різних природних зонах і різних типах лісорослинних умов у межах всієї території України (Патлай та ін., 1994; Ткач та ін., 2013; Лось та ін., 2014; Hayda et al., 2019, Лось та ін., 2019a).

Методичну основу дослідження становив аналіз переваг і певних обмежень чинних схем розвитку

лісового насінництва, стану і генетичного рівня селекційних об'єктів основних деревних видів в Україні (плюсових дерев, архівно-маточних, насінних плантацій та випробних культур (Молотков та ін., 1982; Патлай та ін., 1994; Лось та ін., 2017), а також результатів реалізованих галузевих програм з лісової селекції і насінництва.

На основі аналізу програм з лісової селекції, які реалізовано в різних країнах (White et al., 2007; Program of conserving..., 2011; Eriksson et al., 2013) запропоновано узагальнену схему селекційно-насінницьких програм для основних лісових деревних видів, що базується на використанні методу індивідуального відбору та запропоновані дії, необхідні для інтенсифікації робіт з лісової селекції в Україні.

Використано методи порівняльного аналізу, структурно-функціонального моделювання та системного підходу до побудови селекційних схем, адаптованих до умов України.

#### Результати досліджень (Results).

На сьогодні в Україні є чинними та використовуються, як і у минулому, такі схеми селекційних програм і розвитку насінництва лісових деревних порід (рис. 1-3).

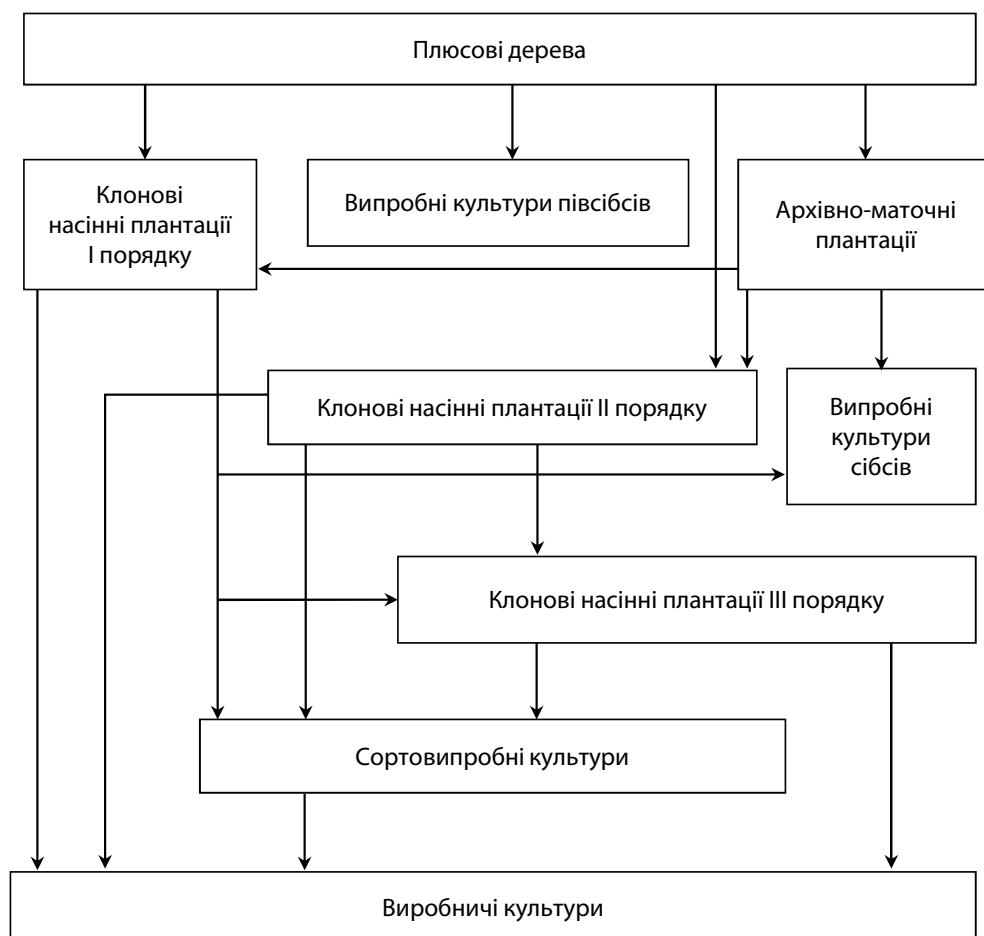


Рис. 1. Схема розвитку насінництва на основі клонових насінних плантацій (Молотков та ін., 1982)

Fig. 1. Diagram of Seed Production Development Based on Clonal Seed Orchard (Molotkov et al., 1982)

Найінтенсивніше в Україні застосовують схему розвитку насадництва на основі клонових насінних плантацій (див. рис. 1). Вона передбачає створення КНП першого порядку щепленням живців із відібраних за фенотипом плюсових дерев (ПД) до проведення порівняльного оцінювання їхньої генетичної цінності у випробних культурах (ВК). Після випробування півсібсів (насінного потомства від вільного запилення) плюсових дерев у таких дослідних культурах, із живців плюсових дерев, які виявили високу загальну комбінаційну здатність (ЗКС), тобто за умов вільного запилення успішно передають потомству цільові селекційні ознаки, створюють КНП другого порядку. Такі самі плантації можна формувати із плантацій першого порядку шляхом їх реконструкції, тобто видалення клонів дерев, які за результатами досліджень у випробних культурах виявили низьку генетичну цінність. КНП третього порядку створюють із пар клонів плюсових дерев, які характеризуються високою специфічною комбінаційною здатністю (СКЗ), тобто здатністю генерувати в їхньому сібсовому потомстві значний гетерозисний ефект. Такі пари визначають після проведення спрямованих схрещувань плюсових дерев та випробування гібридного потомства (сібсів) у випробних культурах. Ці плантації називають ще гібридизаційними.

Саме наведена схема в Україні виявилася найрезультативнішою, однак під час реалізації проявилися і її певні недоліки. По-перше, у випадку створення плантацій першого порядку з невеликої кількості клонів (20-25) плюсових дерев, що й було прописано в рекомендаціях минулих років, плантації другого порядку закладали із ще меншої кількості клонів, що суттєво знижувало генетичне різноманіття у потомстві таких плантацій. По-друге, через поступове звуження селекційної бази за такою схемою неможливо реалізовувати довготривалі селекційні програми. По-третє, така схема не забезпечує гнучкого переходу системи насадництва (за потреби) певної лісової породи від одного типу плантацій до іншого (наприклад, від КНП на першому етапі селекційної програми до РНП на другому).

Схема розвитку насадництва на основі родинних плантацій (див. рис. 2) є простішою за структурою і технологічним втіленням, а отже, потребує найменших витрат. Власне тому цей тип плантацій широко використовували у планових завданнях галузевих програм із лісової селекції 2010 та 2016 рр. РНП створювали або методом безпосереднього висіву насіння плюсових дерев на ділянці, або садінням сіянців (саджанців).

Проте варто зазначити, що сам підхід до закладання родинних плантацій не завжди може забезпечити якісне генетичне оцінювання плюсових дерев, а отже, й адекватну структуру родинних плантацій вищого рівня. Недоліком РНП є пізніше настання репродукції та складність прогнозування інтенсивності плодоношення, тоді як на КНП отримують насіння значно раніше, а інтенсивність

репродукції клонів прогнозують за інтенсивністю плодоношення плюсових дерев.

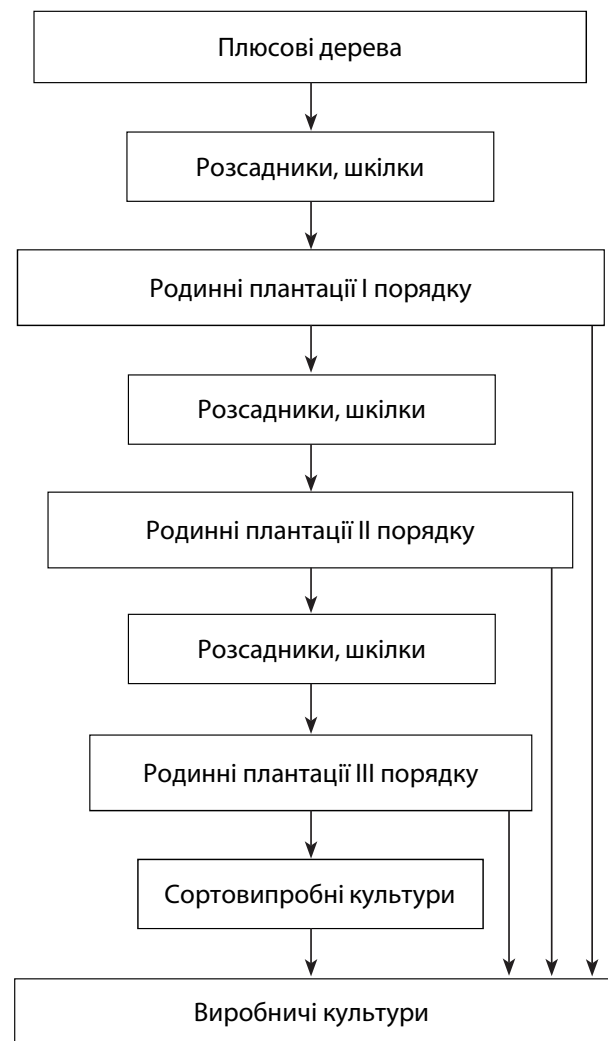


Рис. 2. Схема розвитку насадництва на основі родинних плантацій (Молотков та ін., 1982)

Fig. 2. Diagram of Seed Production Development Based on Family Plantations (Molotkov et al., 1982)

Автори схеми розвитку насадництва на основі родинно-клонових плантацій (див. рис. 3) стверджували, що схема об'єднує принципи створення клонових і родинних плантацій, хоча за своєю суттю мала б розглядатися як продовження першої схеми, тобто схеми насадництва на основі клонових насінних плантацій.

В Україні селекцією методом індивідуального відбору, з використанням трьох зазначених вище схем, у минулому було охоплено значну кількість основних лісотвірних деревних видів, зокрема абригенних – сосни звичайна і кримська, дуби звичайний і скельний, ялина європейська, ялиця біла, бук європейський, ясен звичайний та інтродукованих – модрина європейська і японська, псевдотсуга Мензіса, робінія звичайна, гледичія звичайна. Селекційні програми для більшості з них

розпочиналися із відбору плюсових дерев, створення архівно-маточних плантацій (АМП) та закладання КНП першого порядку. Оцінювання на-

сінних потомств плюсових дерев у випробних культурах також проводилося, але у значно меншому обсязі (рис. 4).

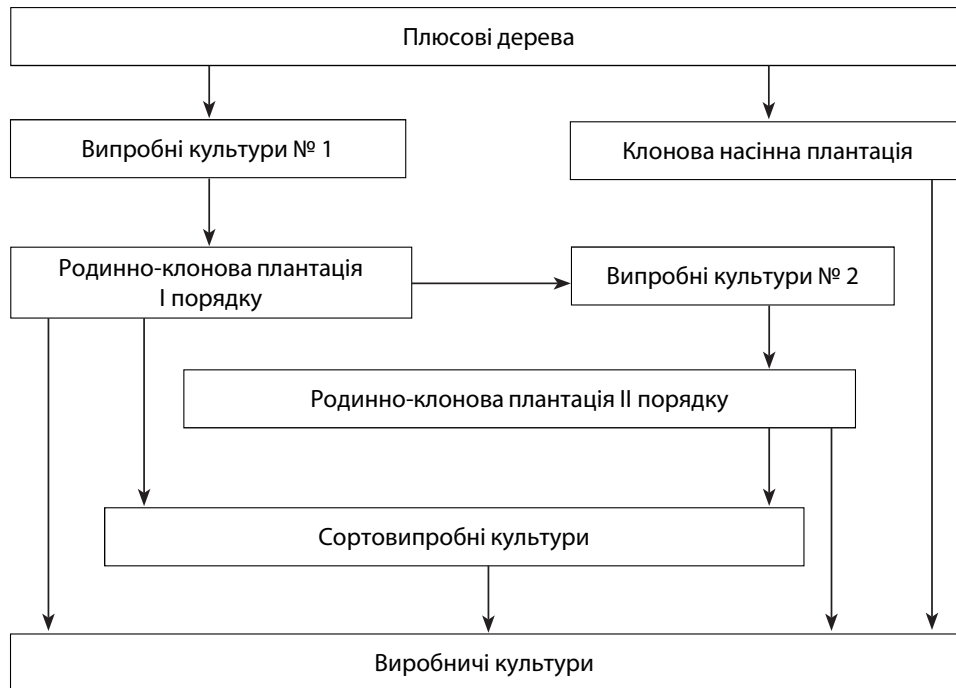


Рис. 3. Схема розвитку насінництва на основі родинно-клонових плантацій (Молотков та ін., 1982)

Fig. 3. Diagram of Seed Production Development Based on Family-Clonal Plantations (Molotkov et al., 1982)

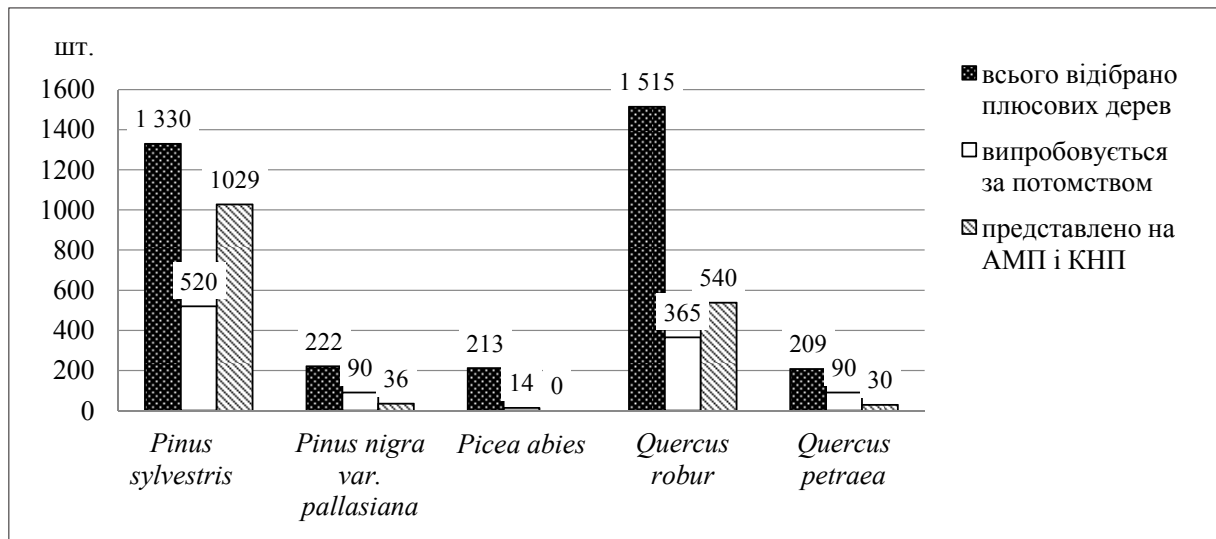


Рис. 4. Представленість плюсових дерев аборигенних та інтродукованих лісових видів у випробних культурах, на архівно-маточних і клонових насінних плантаціях

Fig. 4. Representation of Plus Trees of Indigenous and Introduced Forest Species in Progeny Tests, Clonal Archive and Clonal Seed Orchards

Найбільшого прогресу досягнуто у селекції сосни звичайної та дуба звичайного (Шлончак, Шлончак, 2009; Мажула, 2009; Митроченко, 2009; Андрєсва, 2010; Терещенко, Самодай, Лось, 2011; Лось та ін., 2015, 2017; Дебрінюк, Яворський,

М'якуш, 2021; Терещенко, 2023). За даними табл. 1, серед селекційно-насінницьких об'єктів цих деревних видів домінують КНП першого порядку (533,5 га сосни звичайної та 281,8 га дуба звичайного).

На основі інформації про генетичну цінність плюсових дерев, яку було отримано за результатами випробування їхніх потомств у випробних культурах, створено незначну кількість КНП другого порядку (39,0 га сосни звичайної). Також у випробних культурах здійснено відбір кандидатів

у плюсові дерева та з їх клонів створено родинно-клоніві насінні плантації (РКНП) (9,0 га сосни звичайної та 11,2 га дуба звичайного). Це дає підстави стверджувати, що в Україні є потреба і потенціал у підвищенні генетичного рівня насінної бази основних лісових деревних видів.

**Таблиця 1. Селекційно-насінницькі об'єкти аборигенних та інтродукованих видів лісових деревних рослин в Україні**

**Table 1. Breeding and Seed Production Facilities for Indigenous and Introduced Forest Tree Species in Ukraine**

| Деревний вид                                                                          | Архівно-маточні плантації, га | Випробні культури, га | Клонові насінні плантації, га |              | Родинні плантації, га | Родинно-клоніві плантації, га |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------|--------------|-----------------------|-------------------------------|
|                                                                                       |                               |                       | 1-го порядку                  | 2-го порядку |                       |                               |
| <i>Pinus sylvestris</i> L.                                                            | 20,4                          | 111,1                 | 533,5                         | 39,0         | 96,6                  | 9,0                           |
| <i>Pinus pallasiana</i> ( <i>Pinus nigra</i> ssp. <i>pallasiana</i> ) (Lamb.) Holmboe | 6,4                           | 13,6                  | 35,1                          | –            | –                     | –                             |
| <i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.                                                     | –                             | 0,5                   | 20,4                          | –            | 3,8                   | –                             |
| <i>Larix decidua</i> Mill.                                                            | –                             | –                     | 49,4                          | –            | –                     | –                             |
| <i>Abies alba</i> Mill.                                                               | –                             | –                     | 25,3                          | –            | –                     | –                             |
| <i>Pseudotsuga Menziesii</i> (Mirb.) Franco                                           | –                             | –                     | 10,0                          | –            | –                     | –                             |
| <i>Quercus robur</i> L.                                                               | 17,2                          | 36,5                  | 281,8                         | –            | 60,4                  | 11,2                          |
| <i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.                                                 | –                             | 2,0                   | –                             | –            | –                     | –                             |
| <i>Quercus rubra</i> L.                                                               | –                             | –                     | –                             | –            | 2,0                   | –                             |
| <i>Fagus sylvatica</i> L.                                                             | –                             | –                     | –                             | –            | 16,0                  | –                             |
| <i>Fraxinus excelsior</i> L.                                                          | –                             | 1,0                   | 1,9                           | –            | –                     | –                             |
| <i>Gleditsia triacanthos</i> (L.) f. <i>inermis</i>                                   | 3,7                           | –                     | –                             | –            | –                     | –                             |
| <i>Robinia psevdacacia</i> (L.) (щоголова форма)                                      | 4,4                           | –                     | –                             | –            | –                     | –                             |

Враховуючи багаторічний досвід українських лісових селекціонерів, переваги та недоліки вищезгаданих схем розвитку насінництва на основі різних типів насінних плантацій, а також успішно апробовані зарубіжними науковцями моделі селекційного циклу (White et al., 2007; Program of conserving..., 2011; Eriksson et al., 2013), нами пропонується узагальнена схема селекційно-насінницьких програм для видів лісових деревних рослин, що базується на використанні методу індивідуального відбору (рис. 5). Ця схема побудована у формі спіралі, кожен виток якої відображає один селекційний цикл. Впродовж одного циклу послідовно відбирають (створюють) специфічні популяції. Суть, структура і функції, а отже, визначення таких популяцій відрізняється від класичних фор-

мулювань, які використовують у популяційній біології. Кожен селекційний цикл починається із формування базової популяції. На першому циклі її формують усі лісостани цільового виду в межах селекційної зони (один або декілька лісонасінних районів), тобто регіону, де реалізують певну селекційну програму і проводять селекційну інвентаризацію. Базова популяція (*base population*) – сукупність особин однієї чи декількох природних або штучних популяцій, в якій (яких) здійснюють відбір кращих за фенотиповими ознаками дерев на першому циклі селекційної програми. На наступних, вищих циклах цієї програми базову популяцію формують дерева кращих родин у випробних культурах. Зазвичай базова популяція першого селекційного циклу складається з багатьох тисяч генетично різних дерев.

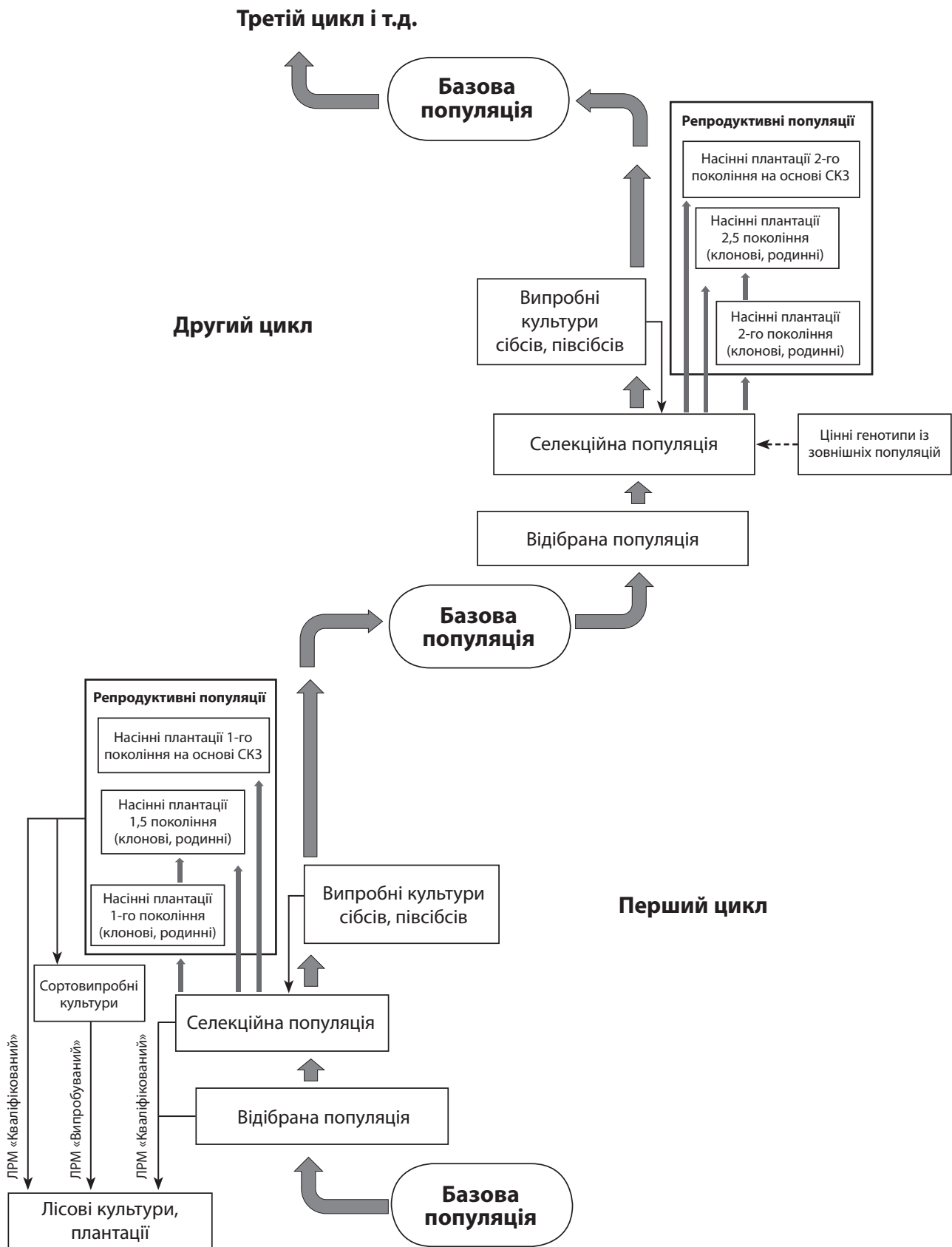


Рис. 5. Схема селекційно-насінницьких програм із видами лісових деревних рослин на основі методу індивідуального відбору

Fig. 5. Diagram of Tree Breeding and Seed Production Programs for Forest Tree Species Based on the Method of Individual Selection

За результатами селекційної інвентаризації (індивідуального відбору) в базовій популяції відбирають плюсові дерева, які разом формують відібрану популяцію. Відібрана популяція (*selected population*) – сукупність особин, відібраних у базовій популяції за однією чи декількома цільовими ознаками. У першому циклі селекційної програми відібрана популяція складається із плюсових дерев, відібраних за фенотипом. Зазвичай таку популяцію складають 100-1000 дерев (найбільше у першому циклі). Усі дерева цієї популяції вносять до Державного реєстру (у майбутньому – в «Реєстр базового лісового матеріалу»).

З частини (рідше – з усіх дерев) відібраної популяції створюють насінні плантації і випробні культури. Такі плюсові дерева формують селекційну популяцію (*breeding population*) – сукупність особин (дерев) відібраної популяції, які схрещують між собою (на КНП, АМП), використовуючи різні системи та схеми схрещування. Зазвичай вона складається із 100-300 генотипів. Саме із плюсових дерев цієї популяції створюють насінні (клонові чи родинні) плантації, а їхнє насінне потомство тестують у випробних культурах.

Репродуктивна популяція (*propagation population*) – сукупність дерев селекційної популяції, яку використовують для отримання селекційно покращеного насіння і створення лісових культур, зокрема плантаційного типу. Репродуктивна популяція може бути представлена різними типами насінних плантацій (кловими на основі загальної або специфічної комбінаційної здатності чи родинними).

Насінні плантації (клонові чи родинні), які створюють із клонів чи півсісів плюсових дерев, відібраних виключно на основі їх видатних фенотипових ознак, вважають плантаціями першого покоління. Після випробування насінних потомств плюсових дерев від вільного запилення (півсісів) у випробних культурах створюють насінні плантації лише із кращих за генетичною цінністю дерев. Такі плантації, тобто плантації другого порядку за схемами на рис. 1 і 2, в узагальненій схемі (див. рис. 5) називаються плантаціями 1,5 покоління.

Після проведення серії схрещувань клонів плюсових дерев на КНП / АМП і випробування їхніх насінних потомств (сісів) у випробних культурах, із пар клонів з високою специфічною комбінаційною здатністю (СКЗ) створюють клонові плантації на основі СКЗ.

Центральним елементом селекційно-насінницької програми з лісовими деревними видами є випробні культури. Основними функціями випробних культур є отримання інформації для: (1) визначення генетичних параметрів вихідної(их) популяції(й), в якій(их) відібрано плюсові дерева; (2) оцінювання генетичної цінності плюсових або кращих нормальних дерев; (3) розрахунку теоретичного і реального селекційного ефектів для прогнозування та оцінювання прогресу від окремих кроків або циклів селекційних програм. Із

кращих насінних потомств плюсових дерев у випробних культурах формують нову базову популяцію для наступного вищого циклу селекційно-насінницької програми. У кращих родинах відбирають плюсові дерева вторинного відбору, з яких послідовно формують відібрану і селекційну популяції і створюють відповідно насінні (клонові чи родинні) плантації 2-го і 2,5 покоління, а також обов'язково – нові випробні культури. Після завершення другого циклу розпочинається третій і т. д.

У запропонованій схемі (див. рис. 5) використано назви насінних плантацій згідно класифікації, прийнятій у міжнародній практиці. Тому у табл. 2 наведено пропозиції щодо зміни назв насінних плантацій, які на сьогодні використовують в Україні ще з часів колишнього СРСР.

**Таблиця 2. Пропозиції щодо зміни назв насінних плантацій лісових деревних видів в Україні**

**Table 2. Proposals for Renaming Seed Orchards of Forest Tree Species in Ukraine**

| Попередня назва                        | Нова назва                               |
|----------------------------------------|------------------------------------------|
| Клонові насінні плантації 1-го порядку | Клонові насінні плантації 1-го покоління |
| Клонові насінні плантації 2-го порядку | Клонові насінні плантації 1,5 покоління  |
| Родинно-клонові плантації 1-го порядку | Клонові насінні плантації 2-го покоління |
| Родинно-клонові плантації 2-го порядку | Клонові насінні плантації 2,5 покоління  |
| Родинні плантації 1-го порядку         | Родинні плантації 1-го покоління         |
| Родинні плантації 2-го порядку         | Родинні плантації 1,5 покоління          |
| Родинні плантації 3-го порядку         | Родинні плантації 2-го покоління         |

### Дискусія (Discussion).

Запропоновані зміни до схем розвитку насінництва лісових деревних видів та назв насінних плантацій, на наш погляд, потребують широкого обговорення серед науковців і фахівців, які займаються лісовою селекцією в Україні. Лише після їхнього схвалення такі зміни доцільно впроваджувати у лісову науку і практику.

Ефективність запропонованої схеми реалізації селекційних програм можлива за умови системного випробування насіння від плюсових дерев у контрольованих умовах. В українській практиці такі випробування мали обмежене охоплення через нестачу ресурсів, проте окремі приклади, зокрема

щодо сосни звичайної та дуба звичайного, засвідчують позитивну динаміку результатів відбору (Лось та ін., 2015; Терещенко, 2023). Крім того, застосування принципу специфічної комбінаційної здатності (СКЗ) під час створення клонів плантацій третього порядку створює умови для точнішого контролю передачі цільових ознак (Шлончак, Митроченко, 2024).

Провідні програми лісової селекції в Канаді, Швеції, Фінляндії, Новій Зеландії та США широко впроваджують циклічні схеми селекції, які забезпечують безперервний генетичний прогрес через багаторазове повторення відбору, оцінювання та відтворення на кожному новому етапі. Такі схеми мають «спіральну» або «замкнену» структуру, де кожен новий цикл базується на результатах попереднього (El-Kassaby, & Lstibůrek, 2009). Особливо ефективними виявилися інтегровані моделі, які поєднують традиційне оцінювання потомства з генотиповими методами відбору (GS/MAS) (Grattapaglia, & Resende, 2011, Isik et al., 2016).

Наприклад, у Польщі програма збереження й поліпшення лісових генетичних ресурсів 2011-2035 рр. передбачає перехід до інтегрованого підходу з багаторівневим оцінюванням генотипів (Program of conserving..., 2011). У Швеції циклічна селекція ялини європейської триває вже понад 80 років: перше покоління відбирали фенотипово, друге – з урахуванням результатів польових випробувань, третє – із залученням молекулярно-генетичних маркерів (Chen et al., 2019, 2021; Nayatgheibi et al., 2025). У Канаді в рамках програми генетичного поліпшення хвойних дерев систематично застосовують схеми *recurrent selection* у поєднанні з *clonal replication*, що дає змогу підтримувати високий рівень адаптації та генетичної різноманітності (Thomas et al., 2024). В Україні можна адаптувати ці моделі, інтегруючи їх у запропоновану схему селекційного циклу.

Особливої уваги заслуговує потенціал технологій високопродуктивного фенотипування (*high-throughput phenotyping*), що дозволить істотно зменшити часові та фінансові витрати на оцінювання численних генотипів у польових умовах (Mazis et al., 2020). Поєднання цих технологій із аналізом GxE-взаємодій (генотип  $\times$  середовище) є ефективним інструментом у забезпеченні стабільного генетичного прогресу за умов змінного клімату (Bian et al., 2022).

Lstibůrek, García, & Steffenrem (2023) також пропонують новий підхід до селекційного процесу з лісовими видами *rolling front landscape breeding*, який передбачає безперервну генетичну оцінку, інтелектуальне використання геноміки, високошвидкісне фенотипування з дронів, а також математичну оптимізацію, яка дозволяє просторове розподілення генотипів та своєчасну їхню зміну, щоб постійно адаптувати програму селекції до мінливих екологічних умов. У Новій Зеландії реалізована стратегія «rolling front» у програмі

селекції сосни промислової (*Pinus radiata* D. Don), яка дає можливість щорічно отримувати комерційно придатне насіння на базі останніх досягнень селекції (Dungey et al., 2009).

Отже, сучасні успішні моделі лісової селекції поєднують циклічність, модульність, адаптивність та геномну підтримку, що дає змогу прискорити генетичний прогрес, зменшити ризики генетичної ерозії та підвищити ефективність ресурсного використання. Інтеграція таких моделей у вітчизняну систему можлива на основі запропонованої схеми, з поступовим оновленням нормативної бази та інфраструктури селекційних центрів.

Таким чином, для інтенсифікації робіт із лісової селекції в Україні необхідно здійснити такі кроки: 1) Опрацювати і затвердити Стратегію розвитку лісової селекції в Україні до 2050 року. У Стратегії, на основі оцінки фінансового, кадрового та наукового потенціалу, попиту на лісовий репродуктивний матеріал видів деревних рослин, визначити оптимальний перелік цільових деревних видів і селекційних зон для продовження селекційних програм; 2) Здійснити інвентаризацію та оцінити стан наявних плюсових дерев, архівно-маточних, насінних плантацій усіх типів і порядків, випробних культур; 3) На засадах, визначених у Стратегії розвитку лісової селекції цілей і завдань, розробити короткотермінові (5-10-річні) галузеві програми з лісової селекції і насінництва пріоритетних деревних видів, обов'язковою складовою яких мають бути підпрограми тестування базового лісового матеріалу (зокрема плюсових дерев, насінних плантацій) у випробних культурах; 4) Реалізацію селекційних програм із лісовими деревними видами повинні здійснювати фахівці Лісових селекційно-насінних центрів (ЛСНЦ) ДП «Ліси України» за науково-методичної та організаційної підтримки галузевих науково-дослідних інститутів та ДО «Український лісовий селекційний центр». Селекційна діяльність ЛСНЦ має передбачати виконання комплексу робіт щодо відбору ПД, створення, моніторингу та менеджменту АМП, КНП, РНП, ВК; 5) Забезпечити науковий супровід процесу реалізації Стратегії розвитку лісової селекції науково-дослідними інститутами та фахівцями лісового профілю університетів шляхом фінансування наукових тем за рахунок держбюджету, господарств, національних і міжнародних грантів; 6) Продовжити науково-дослідні роботи з використанням методів синтетичної селекції, зокрема гібридизації, та тестування отриманих селекційних зразків, а також із застосуванням молекулярно-генетичних методів для ідентифікації і паспортизації плюсових дерев, клонів, гібридів, сортів, клонів насінних плантацій.

### Висновки (Conclusions).

1. В Україні нагромаджено значний досвід і досягнуто вагомих наукових результатів у сфері лісової селекції, зокрема у напрямі використання методу індивідуального відбору. Однак багато селек-

ційних програм з видами лісових деревних рослин реалізовано лише на початкових етапах, що зумовило недостатньо високий генетичний рівень існуючої лісонасінної бази.

2. Аналіз чинних схем розвитку насадництва (на основі клонових, родинних та родинно-клонових плантацій) виявив як їхні переваги, так і обмеження, зокрема в аспектах гнучкості, довгострокового ефекту та збереження генетичної різноманітності.

3. Запропонована узагальнена схема селекційно-насадницьких програм на основі методу індивідуального відбору дає змогу забезпечити перманентність селекційного процесу; гнучкість у виборі структури стратегії селекції; можливу варіабельність селекційного процесу для різних за своїми біологічними особливостями видів лісових деревних рослин; недопущення суттєвого звуження генетичної мінливості у базових популяціях; інтегрування з діючою в ЄС класифікацією лісового репродуктивного матеріалу.

4. Існує потреба гармонізувати українську термінологію та класифікацію щодо насадницьких плантацій з міжнародною, що є важливою складовою у контексті євроінтеграційних процесів.

5. Подальший розвиток лісової селекції в Україні повинен стати одним із пріоритетних заходів державної лісової політики, що потребує опрацювання Стратегії розвитку лісової селекції до 2050 року, коротко- та середньотермінових галузевих програм із лісової селекції та насадництва, використання ресурсного потенціалу лісових селекційно-насадницьких центрів ДП «Ліси України».

6. Стратегічним чинником підвищення якості наукових розробок у сфері лісової селекції та насадництва, інтеграції українських досліджень у міжнародний науковий простір є створення (модернізація) та розвиток інфраструктури молекулярно-генетичних лабораторій в установах вищої освіти та науково-дослідних інститутах лісового профілю, що є необхідною умовою для ідентифікації та генетичної паспортизації плюсових дерев, клонів, гібридів, сортів, клонових насадницьких плантацій; моніторингу генетичної різноманітності та збереження цінних генотипів; підтвердження походження селекційного та репродуктивного матеріалу; впровадження методів маркер-асоційованого відбору (Marker Assisted Selection, MAS) та генотипової селекції (Breeding Without Breeding, BWB) в програми лісової селекції.

#### Конфлікт інтересів (Conflicts of Interest).

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

#### Список літератури (References)

Andreieva, V.V. (2010). *Forestry selection estimation of half sibs and sibs progeny of Scotch Pine in the conditions of Western Polissya*. Abstract of the PhD dissertation, Ukrainian National Forestry University.

- Lviv, Ukraine. Retrieved from <https://uacademic.info/ua/document/0410U005898> [Андреева, В.В. (2010). Лісівничо-селекційна оцінка півсібсових і сібсових потомств сосни звичайної в умовах Західного Полісся: автореф. дис. ... канд. біол. наук: 06.03.01. Львів, Національний лісотехнічний університет України] (in Ukrainian)
- Bian, L., Zhang, H., Ge, Y., Čepl, J., Stejskal, J., & EL-Kassaby, Y.A. (2022). Closing the gap between phenotyping and genotyping: review of advanced, image-based phenotyping technologies in forestry. *Annals of Forest Science*, 79(22). <https://doi.org/10.1186/s13595-022-01143-x>
- Chen, Z.Q., Baisan, J., Jin Pan, J., Westin, J., García, Gil M.R., & Wu, H.X. (2019). Increased Prediction Ability in Norway Spruce Trials Using a Marker X Environment Interaction and Non-Additive Genomic Selection Model. *Journal of Heredity*, 110(7), 830-843. <https://doi.org/10.1093/jhered/esz061>
- Chen, Z.Q., Zan, Y., Milesi, P., Zhou, L., Chen, J., Li, L. ... Wu, H.X. (2021). Leveraging breeding programs and genomic data in Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.) for GWAS analysis. *Genome Biology*, 22, 179. <https://doi.org/10.1186/s13059-021-02392-1>
- Debryniuk, Iu.M., Yavorskyi, M.V., & M'iakush, I.I. (2021). *Selection inventory of permanent forest seed base objects of Busk Forestry Enterprise and ways of restoring genetic resources of main forest-forming species*. Lviv: Manuscript Company. [https://manusbook.com/9071\\_Debryniuk\\_Selection\\_Busk/148/](https://manusbook.com/9071_Debryniuk_Selection_Busk/148/) [Дебринюк, Ю.М., Яворський, М.В., М'якуш, І.І. (2021). *Селекційна інвентаризація об'єктів постійної лісонасінної бази ДП «Буське лісове господарство» та шляхи відтворення генетичних ресурсів основних лісотвірних порід*. Львів: Компанія «Манускрипт». 154 с.] (in Ukrainian)
- Dungey, H.S., Brawner, J.T., Burger, F., Carson, M., Henson, M., Jefferson, P. & Matheson, A.C. (2009). A New Breeding Strategy for *Pinus radiata* in New Zealand and New South Wales. *Silvae Genetica*, 58(1-2), 28-38. <https://doi.org/10.1515/sg-2009-0004>
- El-Kassaby, Y.A., & Lstibůrek, M. (2009). Breeding without breeding. *Genetics Research*, 91(2), 111-120. <https://doi.org/10.1017/S001667230900007X>
- Eriksson, G., Ekberg, I., & Clapham, D. (2013). *Genetics Applied to Forestry*. An Introduction (3th ed.). SLU, Uppsala. P. 206. [https://pub.epsilon.slu.se/12141/1/eriksson\\_et\\_al\\_150423.pdf](https://pub.epsilon.slu.se/12141/1/eriksson_et_al_150423.pdf)
- Grattapaglia, D., & Resende, M.D.V. (2011). Genomic selection in forest tree breeding. *Tree Genetics & Genomes*, 7, 241-255. <https://doi.org/10.1007/s11295-010-0328-4>
- Hayatgheibi, H., Hallingbäck, H.R., Gezan, S.A., Lundqvist, S.-O., Grahn, T., Scheepers, G., & García-Gil, M.R. (2025). Cross-generational genomic prediction of Norway spruce (*Picea abies*) wood properties: an evaluation using independent validation.

- BMC Genomics*, 26, 680. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12278512>
- Hayda, Yu., Los, S., Yatsyk, R., Tereshchenko, L., Shlonchak, G., Mytrochenko, V., ... & Mohytych, V. (2019). Seed orchards in Ukraine: past, present and prospects for the future. *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry*, 61(4), 284-298. <https://doi.org/10.2478/ffp-2019-0028>
- Isik, F., Bartholomé, J., Farjat, A., Chancerel, E., Raffin, A., ... & Bouffier, L. (2016). Genomic selection in maritime pine. *Plant Science*, 242, 108-119. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2015.08.006>
- Los, S.A. (2017). Dynamics of reproductive processes on English oak (*Quercus robur* L.) clonal seed orchards in the left-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 15, 64-72. <https://doi.org/10.15421/411708> [Лось, С.А. (2017). Динаміка репродуктивних процесів на клонових насінних плантаціях дуба звичайного (*Quercus robur* L.) у Лівобережному Лісостепу України. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 15, 64-72] (in Ukrainian)
- Los, S.A., Hayda, Yu.I., Tereshchenko, L.I., Yatsyk, R.M., Blystiv, V.I., Vysotska, N.Yu., ... & Neiko, I.S. (2019a). Forest tree breeding and seed production: origins, current state and prospects. In S.M. Nikolaienko (Ed.), *Forest restoration and forest melioration in Ukraine: origins, current state, present challenges and future prospects in the Anthropocene*, 11-44). Kyiv: Editorial and Publishing Department of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. [Лось, С.А., Гайда, Ю.І., Терещенко, Л.І., Яцик, Р.М., Блистів, В.І., Висоцька, Н.Ю., ... Нейко, І.С. (2019а). Лісова селекція і насінництво: витоки, сучасний стан та перспективи. В кн.: *Відтворення лісів та лісова меліорація в Україні: витоки, сучасний стан, виклики сьогодення та перспективи в умовах антропогену* / За заг. ред. Ніколаєнка С.М. Київ: Редакційно-видавничий відділ НУБіП України, 11-44] (in Ukrainian)
- Los, S.A., Tereshchenko, L.I., Gayda, Yu.I., Ustimenko, P.M., Yatsyk, R.M., Chernyavsky, M.V., ... Jurova, P.T. (2014). *State forest genetic resources in Ukraine*. Kharkiv: TOV Planeta-print. [https://uriffm.org.ua/media/uploads/2023/01/31/fgr\\_fao\\_report\\_ukraine.pdf](https://uriffm.org.ua/media/uploads/2023/01/31/fgr_fao_report_ukraine.pdf) [Лось, С.А., Терещенко, Л.І., Гайда, Ю.І., Устименко, П.М., Яцик, Р.М., Чернявський, М.В., ... Журова, П.Т. (2014). *Стан лісових генетичних ресурсів в Україні*. Харків: ТОВ «Планета-принт». 137 с.] (in Ukrainian)
- Los, S.A., Tereshchenko, L.I., Hayda, Yu.I., Shlonchak, H.A., Mitrochenko, V.V., Shlonchak, H.V., ... Danchuk, O. T. (2017). *Guidelines for forest seed production*. Kharkiv: Ukrainian Order "Badge of Honour" G.M. Vysotsky Research Institute of Forestry and Forest Melioration. [http://ucfb.info/fileadmin/user\\_upload/Настанови.pdf](http://ucfb.info/fileadmin/user_upload/Настанови.pdf) [Лось, С.А., Терещенко, Л.І., Гайда, Ю.І., Шлончак, Г.А., Мітроченко, В.В., Шлончак, Г.В., ... Данчук, О.Т. (2017). *Настанови з лісового насінництва*. Харків, УкрНДІЛГА. 107 с.] (in Ukrainian)
- Los, S.A., Tereshchenko, L.I., Shlonchak, H.A., Samoday, V.P., & Neiko, I.S. (2015). Results of pine and oak plus trees selection in the plains part of Ukraine and Crimea in 2010-2014. *Forestry and Forest melioration*, 126, 139-147. <http://jnas.nbu.gov.ua/article/UJRN-0000538173> [Лось, С.А., Терещенко, Л.І., Шлончак, Г.А., Самодай, В.П., Нейко, І.С. (2015). Результати відбору плюсових дерев сосни і дуба в рівнинній частині України та в Криму у 2010-2014 рр. *Лісівництво і агролісомеліорація*, 126, 139-147] (in Ukrainian)
- Los, S.A., Tereshchenko, L.I., Torosova, L.O., Hayda, Yu.I., Vysotska, N. Yu., Yatsyk, R.M., ... & Dyshko, V.A. (2019b). *Methodology of variety testing of forest tree species: Departmental testing*. Kharkiv: the G.M. Vysotsky Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration. <https://forest.gov.ua/storage/app/sites/8/perelik-dokumentiv-shcho-shvaleni-naukovo-tehnichnoyu-radoyu/t13-methodology-variety-testing.pdf> [Лось, С.А., Терещенко, Л.І., Торосова, Л.О., Гайда, Ю.І., Висоцька, Н.Ю., Яцик, Р.М., ... Дишко В.А. (2019б). *Методика сортовипробування лісових деревних порід*. Відомче випробування. Харків, УкрНДІЛГА. 37 с.] (in Ukrainian)
- Los, S.A., Tereshchenko, L.I., Torosova, L.O., Hayda, Yu.I., Vysotska, N. Yu., Yatsyk, R.M., ... & Kolchanova, O.V. (2019c). *Program of variety testing of forest tree species in Ukraine*. Kharkiv: the G.M. Vysotsky Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration. <https://forest.gov.ua/storage/app/sites/8/perelik-dokumentiv-shcho-shvaleni-naukovo-tehnichnoyu-radoyu/t13-variety-testing-programme.pdf> [Лось, С.А., Терещенко, Л.І., Торосова, Л.О., Гайда, Ю.І., Висоцька, Н.Ю., Яцик, Р.М., ... Колчанова, О.В. (2019с). *Програма сортовипробування лісових деревних порід в Україні*. Харків: УкрНДІЛГА. 25 с.] (in Ukrainian)
- Lstibůrek, M., García Gil, M.R., & Steffenrem, A. (2023). Rolling front landscape breeding. *Annals of Forest Science*, 80, 36. <https://doi.org/10.1186/s13595-023-01203-w>
- Mazis, A., Choudhury, S.D., Morgan, P.B., Stoeger, V., Hiller, J., Ge, Y., & Awada, T. (2020). Application of high-throughput plant phenotyping for assessing biophysical traits and drought response in two oak species under controlled environment. *Forest Ecology and Management*, 465, 118101. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112720300906>
- Mazhula, O.S. (2009). Plantation seed production: current state and prospects. *Forestry and Forest Melioration*, 111, 3-10. <http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/16408/01-Mazhula.pdf?sequence=1> [Мажула, О.С. (2009). Плантаційне насінництво: сучасний стан і перспективи. *Лісівництво і агролісомеліорація*, 111, 3-10] (in Ukrainian)

- Molotkov, P.I., Patlai, I.N., Davydova, N.I., Shchepotiev, F.L., Iroshnikov, A.I., Mosin, B.I., & Miliutin, L.I. (1982). *Breeding of forest tree species*. Moscow: Forest industry. <https://www.twirpx.com/file/1594603/> [Молотков, П.И., Патлай, И.Н., Давыдова, Н.И., Щепотьев, Ф.Л., Ирошников, А.И., Мосин, Б.И., Милютин, Л.И. (1982). *Селекция лесных пород*. Москва: Лесная промышленность, 224 с.] (in Russian)
- Mytrochenko, V.V. (2009). Regional principle of using genetically improved seeds of Scotch pine. *Forestry and Forest melioration*, 115, 59-64. <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/16417/10-Mytrochenko.pdf?sequence=1> [Митроченко, В.В. (2009). Регіональний принцип використання генетично покращеного насіння сосни звичайної. *Лісівництво і агролісомеліорація*, 115, 59-64] (in Ukrainian)
- Ohievskyi, V.D. (1916). On the origin of seeds. In *Collection of articles on forestry in honor of the 25th anniversary of M.M. Orlov's work* (pp. 207-226). St. Petersburg. [Огиевский, В.Д. (1916). К вопросу о происхождении семян. Сб. статей по лесному хозяйству в честь двадцатипятилетия деятельности М.М. Орлова. Петербург. 207-226] (in Russian)
- Patlay, I.M., Molotkov, P.I., Hayda, Yu.I., Davydova, N.I., Zhurova, P.T., Mazhula, O.S., ... & Sverdlova, O.I. (1994). The permanent forest seed base of major native and introduced tree species in Ukraine on a breeding-genetic basis. *Forestry and Forest Reproduction. Review Information*, 1. Moscow: VNIITslesresurs. <https://dspace.wunu.edu.ua/handle/316497/9607> [Патлай, И.М., Молотков, П.И., Гайда, Ю.И., Давыдова, Н.И., Журова, П.Т., Мажула, О.С., ... Свердлова, О.И. (1994). Постоянная лесосеменная база основных лесообразующих и интродуцированных пород Украины на селекционно-генетической основе. *Лесоводство и лесоразведение. Обзорная информация*, 1. Москва: ВНИИЦлесресурс. 32 с.] (in Russian)
- Patlai, I.M., & Hayda, Yu.I. (1990). Testing of climatic and edaphic ecotypes of English oak in the Azov steppe. *Forestry and Forest Melioration*, 81, 66-70. [Патлай, И.Н., Гайда, Ю.И. (1990). Испытание климатических и почвенных экотипов дуба черешчатого в Приазовской степи. *Лесоводство и агролесомелиорація*, 81, 66-70] (in Russian)
- Program of conserving forest genetic resources and breeding of trees in Poland for the years 2011-2035. (2011). [https://www.academia.edu/22672163/Program\\_of\\_conserving\\_forest\\_genetic\\_resources\\_and\\_breeding\\_of\\_trees\\_in\\_Poland\\_for\\_the\\_years\\_2011\\_2035](https://www.academia.edu/22672163/Program_of_conserving_forest_genetic_resources_and_breeding_of_trees_in_Poland_for_the_years_2011_2035)
- Shlonchak, H.A., & Mytrochenko, V.V. (2024). Inheritance of characteristics of plus trees of Scots pine by seed progeny in trial plantations. In *V.M. Vynogradov Scientific Readings*, Kherson-Kropyvnytskyi, 62-63. [https://www.ksau.kherson.ua/files/konferencii/2024/06/mater\\_07\\_06\\_24\\_1.pdf](https://www.ksau.kherson.ua/files/konferencii/2024/06/mater_07_06_24_1.pdf) [Шлончак, Г.А., Митроченко, В.В. (2024). Успадкування характеристик плюсових дерев сосни звичайної насіннєвими потомствами у випробувальних культурах. *Наукові читання імені В.М. Виноградова*, Херсон-Кропивницький, 62-63] (in Ukrainian)
- Shlonchak, H.A., & Shlonchak, H.V. (2009). Effectiveness of using of clone seed orchards of Scotch pine for needs of afforestation. *Forestry and Forest Melioration*, 115, 65-70. <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/16418?show=full> [Шлончак, Г.А., Шлончак, Г.В. (2009). Ефективність використання клонівих плантацій сосни звичайної для потреб лісовідтворення. *Лісівництво і агролісомеліорація*, 115, 65-70] (in Ukrainian)
- Tereshchenko, L.I. (2008). Analysis of V.D. Ohievskyi's research results on geographic cultures of Scots pine. *Forestry and Forest Melioration*, 114, 254-258. <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/16401> [Терещенко, Л.І. (2008). Аналіз результатів дослідження географічних культур сосни звичайної В.Д. Огієвського. *Лісівництво і агролісомеліорація*, 114, 254-258] (in Ukrainian)
- Tereshchenko, L.I. (2023). Selection and conservation of Scots pine plus trees in Chernihiv Polissia and the forest steppe part of Ukraine. *Forestry and Forest Melioration*, 143, 73-84. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.143.2023.73> [Терещенко, Л.І. (2023). Відбір та збереження плюсових дерев сосни звичайної в умовах Чернігівського Полісся та лісостепової частини України. *Лісівництво і агролісомеліорація*, 143, 73-84] (in Ukrainian)
- Tereshchenko, L.I., Samoday, V.P., & Los, S.A. (2011). Results of research of the first in Ukraine Scotch pine progeny tests. *Forestry and Forest Melioration*, 118, 128-136. <https://forestry-forestmelioration.org.ua/index.php/journal/issue/view/15/118-pdf> [Терещенко, Л.І., Самодай, В.П., Лось, С.А. (2011). Результати дослідження перших в Україні випробних культур сосни звичайної. *Лісівництво і агролісомеліорація*, 118, 128-136] (in Ukrainian)
- Thomas, B.R., Stoeher, M., Schreiber, S.G., Benowicz, A., Schroeder, W.R., Soolanayakanahally, R., ... Perron, M. (2024). Tree improvement in Canada – past, present and future, 2023 and beyond. *The Forestry Chronicle*, 100(1), <https://doi.org/10.5558/tfc2024-004>
- Tkach, V.P., Los, S.A., Tereshchenko, L.I., Torosova, L.O., Vysotska, N. Yu., & Volosianchuk, R.T. (2013). Present state and prospects for development of forest tree breeding in Ukraine. *Forestry and Forest Melioration*, 123, 3-12. <https://forestry-forestmelioration.org.ua/index.php/journal/issue/view/10/123-pdf> [Ткач, В.П., Лось, С.А., Терещенко, Л.І., Торосова, Л.О., Висоцька, Н.Ю., & Волосянчук, Р.Т. (2013). Сучасний стан і перспективи розвитку лісової селекції в Україні. *Лісівництво і агролісомеліорація*, 123, 3-12] (in Ukrainian)
- White, T.L., Adams, W.T., & Neale, D.B. (2007). *Forest Genetics*. CABI Pub. 682 p. <https://doi.org/10.1079/9781845932855.0000>

## Forest tree breeding based on individual selection in Ukraine: quo vadimus?

Yu. Hayda<sup>1</sup>, S. Los<sup>2</sup>, L. Tereshchenko<sup>3</sup>,  
H. Shlonchak<sup>4</sup>, V. Mitrochenko<sup>5</sup>

This paper provides a concise overview of the history of forest tree breeding in Ukraine, highlighting the author's perspective on the causes and consequences of irregular progress in the implementation of breeding programs and the declining intensity of applying scientific advances in forest genetics and breeding. Among the wide range of methods, analytical selection-based on the individual selection of the best phenotypes in natural and artificial populations – has proven to be the most effective. This approach was introduced in Ukraine in the late 1950s, expanded considerably in the 1970s and 1980s, and experienced renewed growth during the second decade of the 2000s, leading to the establishment of a well-developed permanent forest seed base (PFSB). At present, first-generation seed orchards predominate within this base which makes it possible to increase seed orchards productivity by 8-13%.

<sup>1</sup> *Yuriy Hayda* – Full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor habil. (Agricultural Sciences), professor. National University “Chernihiv Polytechnic”, 95 Shevchenko st., Chernihiv, 14027, Ukraine; West Ukrainian National University, 11 Lvivska st., Ternopil, 46009, Ukraine. E-mail: haydshn@ua.fm ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6019-9654>

<sup>2</sup> *Svitlana Los* – Corresponding Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, PhD in Agricultural Sciences, Senior Researcher, the G.M. Vysotsky Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration, 86 Hryhoriy Skovoroda st., Kharkiv, 61024, Ukraine. E-mail: svitlana\_los@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6341-2745>

<sup>3</sup> *Larysa Tereshchenko* – PhD in Agricultural Sciences, Senior Researcher, the G.M. Vysotsky Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration, 86 Hryhoriy Skovoroda st., Kharkiv, 61024, Ukraine. E-mail: larisa\_tereshchenko@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5203-518X>

<sup>4</sup> *Hryhoriy Shlonchak* – PhD in Agricultural Sciences, Senior Researcher, State Enterprise “Klavdiyevska Forest Research Station” of the Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration, 4 Verbna st., Klavdiievo-Tarasove, Bucha District, Kyiv Region, 07850, Ukraine. E-mail: shlonchakga@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0980-9619>

<sup>5</sup> *Valentyna Mytrochenko* – Senior Researcher, State Enterprise “Klavdiyevska Forest Research Station” of the Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration, 4 Verbna st., Klavdiievo-Tarasove, Bucha District, Kyiv Region, 07850, Ukraine. E-mail: dogma\_klnds@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3772-5086>

A detailed analysis of the strengths and weaknesses of the current seed production development schemes in Ukraine was made. The first-order clonal seed orchards occupy an area of 533.5 ha of Scots pine and 281.8 ha of English oak, while higher-order clonal and seedling seed orchards remain relatively scarce both in numbers and area. A generalized scheme for implementing breeding and seed-production programs for forest tree species based on individual selection is proposed. This scheme integrates existing seed production development models and incorporates concepts and approaches from international forest geneticists and breeders. It is structured in a spiral format, with each turn representing one breeding cycle. Each breeding cycle begins with the formation of a base population. Plus trees are selected within the base population, forming the selected population based on the results of selection inventory (individual selection). The seed orchards and progeny trials are established from part (or less commonly, the entire) selected population. These plus trees constitute the breeding population. Seed orchards (clonal or family-based) established from clones or half-sibs of plus trees, selected solely on the basis of their outstanding phenotypic traits, are considered first-generation seed orchards.

A new base population for the next, higher cycle of the improvement and seed production program is formed from the best seed progenies of plus trees in the progeny trials. In the best families, plus trees of secondary selection are identified, from which the selected and breeding populations are subsequently formed, and corresponding seed orchards (clonal or family-based) of the 2nd and 2.5 generations, as well as new progeny trials, are established. After the completion of the second cycle, the third one begins, and so on.

Thus, according to this scheme, it is necessary to intensify testing of the progeny of sibs and half-sibs of plus trees, as well as to create the second- and higher-generation seed orchards, which would significantly enhance the genetic quality of the seed base of the main forest-forming tree species. In addition, recommendations are provided for revising the terminology used for seed orchards of forest tree species in order to bring it into line with international and European definitions and interpretations in the field of forest genetics. Finally, a sequence of practical steps is outlined for advancing forest tree breeding and seed orchards production in Ukraine.

**Key words:** forest seed production; plus tree; clonal seed orchard; seedlings seed orchard; sibs; half-sibs; breeding cycle; breeding program; base population; progeny tests; forest reproductive material.