



**Л. І. ТЕРЕЩЕНКО<sup>1</sup>, О. Б. ПРИХОДЬКО<sup>2</sup>, С. А. ЛОСЬ<sup>1</sup>**  
**ДОСЛІДЖЕННЯ УКРАЇНСЬКИХ ЕКОТИПІВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ**  
**В ГЕОГРАФІЧНИХ КУЛЬТУРАХ 1975–1976 РОКІВ СТВОРЕННЯ НА ДОНЕЧЧИНІ**

<sup>1</sup>Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

<sup>2</sup>Державне підприємство «Лиманське лісове господарство»

Наведено результати обстеження екотипів сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) українського походження в географічних культурах 1975–1976 років створення в умовах ДП «Лиманське лісове господарство» Донецької області – одного з об'єктів євразійської транснаціональної мережі географічних культур. Визначено показники збережуваності, висоти, діаметра, прямизни стовбура, стану та наявності репродукції дерев. Динаміку росту 22 повторностей екотипів від 3 до 46 років визначено за допомогою кореляційного та регресійного аналізів. Виявлено, що в жорстких степових умовах збережуваність екотипів українських походжень становила 28,9 %. За продуктивністю деревостан характеризувався у середньому III класом бонітету, за варіантами – від I до V. Частка прямостовбурих дерев у варіантах становила від 0 до 24,6 %. Стан і репродукція більшості презентованих екотипів є задовільними. Перспективними для лісового господарства в умовах Байрачного Степу є Черкаський, Київський, Сумський боровий, Харківський екотипи. Кращі дерева цих походжень рекомендовано розмножити вегетативним шляхом для створення клонової насінної плантації.

Ключові слова: *Pinus sylvestris* L., збережуваність екотипів, ріст культур сосни, розвиток насаджень, стан екотипів.

**Вступ.** Одним із найперспективніших і найдієвіших сучасних підходів до вивчення реакції деревних рослин на зміну кліматичних умов місць росту є дослідження географічних культур (ГК). Такі дослідження стають найважливішою, а часто й єдиною підставою для рекомендацій щодо переміщення репродуктивного матеріалу. Визначення стійких кліматипів (походжень або провенієнцій) необхідне для створення стійких лісів, особливо в умовах зміни клімату.

В Україні діяльність зі створення та вивчення географічних культур лісових деревних рослин має понад 100-річну історію. Перші ГК сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) закладено В. Д. Огієвським у 1912–1916 рр. у Собицькому лісництві ДП «Шосткинське ЛГ» Сумської області (Tereshchenko et al. 2008). Надалі роботи зі створення й дослідження ГК було продовжено, а методика їхнього закладання та вивчення стала більш досконалою. Нині в Україні наявні 38 ділянок ГК 14 видів, підвидів і родових комплексів лісових деревних рослин. На площі 207 га випробовують 1 201 провенієнцію (State of forest genetic resources 2014).

У 1974–1977 рр. розпочато створення найбільшої євразійської транснаціональної мережі географічних культур сосен звичайної та кедрової (*Pinus sibirica* Du Tour), ялини звичайної (*Picea abies* (L.) H.Karst.), ялиці білої (*Abies alba* Mill.), різних видів модрин (*Larix*), дуба звичайного (*Quercus robur* L.) в 111 пунктах, яка за масштабністю не має аналогів у світі. Згідно з Програмою та методикою робіт (The study 1972) передбачалося проведення останнього обстеження ГК у віці 100 років.

Мережа ГК сосни звичайної об'єднала 33 пункти, де презентовано 113 походжень (Shutayev & Giertych 1997). Українські екотипи висаджено на 16 ділянках (Shutyaev & Giertych 1997, 2000). На території України об'єкти держмережі загальною площею 93,3 га закладено під керівництвом І. М. Патлая та П. Т. Журової у Херсонській, Житомирській, Львівській, Харківській і Донецькій областях (Patlay et al. 1992).

Найширше узагальнення результатів досліджень всесоюдної мережі ГК сосни звичайної 1975–1977 рр. створення зроблено А. Шутяєвим і М. Гертихом (Shutyaev & Giertych 1997, 2000). У цих роботах проаналізовано збережуваність, ростові характеристики, прямизну стовбурів. За першими двома показниками автори запропонували поділ території євразійського ареалу на регіони, які були позначені літерами від А до J. Усі українські екотипи увійшли до регіону С (Західно-континентальний), – на європейських територіях

популяції з цього регіону характеризуються найкращим ростом у висоту, проте на півночі, крайньому сході та півдні євразійського континенту показники їхньої збережуваності були набагато гіршими. Лише екотип № 40 (Донецький) потрапив до регіону Н (Південний) – варіанти швидкорослі на місцевому рівні, але не підлягають переміщенню на будь-яку відстань і в будь-якому напрямку. Відповідно до поділу на області за прямизною стовбура (I–IV) всі українські екотипи увійшли до регіону IV, – популяції характеризуються кривими стовбурами майже в усіх місцях випробування (Shutyaev & Giertych 2000).

Результати досліджень ГК у наступні роки, в яких презентовані українські походження, опубліковано в Литві (Abraitis & Eriksson 1996), Білорусі (Fomin et al. 2013), Казахстані (Marushchak 2007), у регіонах РФ (Yurchenko 2005, Kuzmina & Kuzmin 2010, 2017, Nikolaeva et al. 2015, Khakimova 2017), в Україні (Gerushinsky et al. 1983, Gut 1986, Gerushinsky & Krynytsky 1995, Zhurova 2011, 2017).

На ділянці ГК сосни в Литві серед 41 кліматипу, які походять з європейської частини Євразії, найкращим за діаметром та об'ємом стовбура у 20 років виявилось потомство сумського походження, проте дослідники відзначають низький рівень достовірності дослідів, закладеного на одній ділянці (Abraitis & Eriksson 1996).

У ГК 36-річного віку, розташованих у районі хвойно-широколистяних лісів європейської частини РФ (Псковська область), визначено, що у міру віддалення місць заготівлі насіння на північ і схід збережуваність культур збільшується, однак ріст за висотою уповільнюється, а продуктивність знижується (Nikolaeva et al. 2016).

Як зазначають російські дослідники (Kuzmina & Kuzmin 2017), слід більше покладатися на фактичні дані, ніж на закономірності, визначені раніше. В умовах південної тайги (Красноярський край, РФ) реакція кліматипів сосни на екологічні чинники виявилася в різних збережуваності та уразливості до грибних патогенів: відбувалася елімінація не лише південних, західних, зокрема й українських, але й деяких російських північно-європейських походжень.

У віці 40 років в умовах Татарстану (район хвойно-широколистяних лісів європейської частини РФ) потомства українського походження (Ровенський та Київський екотипи) характеризувалися збережуваністю дещо гіршою, ніж більшість варіантів дослідів (12 варіантів), за висотою росли на рівні середніх, за діаметром – на рівні кращих варіантів (Khakimova 2017).

У Республіці Башкортостан (лісостеповий район європейської частини РФ) збережуваність потомств західного походження у 36-річному віці не перевищувала 16 %, тоді як середня по ділянці становила 19,7 % (Nikolaeva et al. 2015). Рівненський, Київський, Сумський екотипи у молодому віці були пошкоджені пагонов'юном (*Rhyacionia buoliana*) і лосем, частка викривлених різною мірою стовбурів становила понад 60 %. Серед 36 варіантів показники діаметра трьох українських екотипів перевершували середнє значення на ділянці, а Сумський екотип виявився серед кращих за висотою.

В умовах сухого степу Нижнього Поволжя (Волгоградська область, РФ) у віці до 10 років О. П. Іозус та О. В. Морозова (Iozus & Morozova 2015) помітили значні відмінності росту й розвитку 35 варіантів. Серед них сім українських характеризувалися високими таксаційними показниками та доброю збережуваністю: Прикарпатський (у авторів – Південно-Західна лісова зона) був найкращим, а група кліматипів Лісостепової зони України (авторами до неї віднесено Львівський і Житомирський екотипи) посідала другу позицію. У віці 26 років найкращу збережуваність (56–72 %) мала група екотипів із Центральної України (Житомирський, Сумський, Київський, Черкаський). До кращих за ростом (друга позиція) віднесено варіанти Прикарпатський і Київський ( $H = 10,1$  м в обох варіантах,  $D = 13,4$  та  $13,6$  см відповідно), які дещо поступалися варіантам із Казахстану (Yurchenko 2005). Прикарпатський екотип був найкращим упродовж 1986–2006 рр. У 30-річному віці відмінності таксаційних показників більшості кліматичних екотипів, що мали місце у

молодому віці, значною мірою зменшилися, різниця між багатьма зонами та кліматипами не перевищувала меж похибки досліду (Iozus & Morozova 2015).

П. Т. Журовою обстежено три ділянки мережі ГК в Україні у 5-, 10-, 15- та 20-річному віках, результати досліджень узагальнені й опубліковані (Zhugova 2011, 2017). Виявлено, що в різних типах лісорослинних умов (Житомирська область, В<sub>2-3</sub>; Харківська, В<sub>2</sub>; Донецька, А<sub>1-2</sub>) місцева сосна перевершувала за ростом контроль і решту походжень, які за ростом наближалися до місцевих, в умовах сухого бору характеризувалися вдвічі меншою висотою, ніж в умовах субору. За результатами багаторічних досліджень українських походжень відібрано перспективні екотипи для лісорозведення в умовах сухих і свіжих борів та суборів (А<sub>1</sub>, А<sub>2</sub>, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>) Пристепових борів та Лівобережного Лісостепу: Полтавський, Черкаський, Сумський і Київський. Харківський (ізіумський) екотип суборевої форми виявився перспективним для умов Лівобережного Лісостепу, Пристепових борів і Південного Степу України. Зазначені екотипи передано для Державного сорто випробування (Patlay et al. 1992).

Результати дослідження ГК сосни звичайної значно розширюють інформацію щодо географічної мінливості виду, її закономірностей, а також сприяють уточненню лісонасінного районування, виявленню кращих походжень і наданню їм статусу сортів-популяцій. В Україні на ділянках мережі ГК 1975–1976 рр. дослідження не проводили понад 20 років. Тому необхідність визначення їхнього сучасного стану, показників продуктивності та якісних показників не викликає сумніву. Особливо важливо це з огляду на сучасну тенденцію зміни клімату, за якої розвиток соснових деревостанів ускладнений низкою різноманітних чинників.

*Метою дослідження* було визначити сучасний стан, динаміку росту й розвитку українських екотипів у географічних культурах сосни звичайної в ДП «Лиманське ЛГ» Донецької області, відібрати походження, перспективні для створення лісових культур у регіоні.

**Матеріали й методи.** ДП «Лиманське ЛГ» розташоване у північній частині Донецької області, в зоні Байрачного Степу. У лісовому фонді підприємства домінують чисті соснові деревостани штучного походження, найрозповсюдженіші ТЛУ – свіжі й сухі бори та свіжі субори (Prikhodko et al. 2019). Основними чинниками, які негативно впливають на стан лісів, є посухи, зміна рівня ґрунтових вод, ураження хворобами, пошкодження комахами та пожежами.

У ДП «Лиманське ЛГ» у ГК презентовано два блоки кліматичних екотипів (ще один – в ДП «Ізіумське ЛГ» – у цій роботі не аналізували). Ґрунт ділянки – дерново-підзолистий, супіщаний. ТЛУ – від А<sub>0</sub> до А<sub>2</sub> (То carry out selection 1994). Рельєф нерівний, із пагорбками та мікропідвищеннями.

Створення ГК та дослідження впродовж перших 20 років відбувалися за безпосередньої участі П. Т. Журової. У 1975 р. висаджено 45 варіантів. Кількість однорічного садивного матеріалу українського походження становила від 345 шт. (Сумський боровий) до 1 556 шт. (Харківський). Розміщення садивних місць у рядах дещо різнилося, для більшості варіантів застосовано схему садіння 2,5 × 0,7 м. Через посушливий вегетаційний період 1975 р. частина рослин загинула та навесні 1976 р. проведено доповнення, середня збережуваність наприкінці року становила 88,7 % (Study of the geographical and ecological variability 1976). До 20-річного віку культури рівномірно зріджували, відсталі за ростом рослини практично не вибирали. Зниження збережуваності рослин у цей період викликане їхнім всиханням під час посух, ураженням шютте звичайним (*Lophodermium seeditiosum* Mint.), пошкодженням дикими хребетними тваринами та комахами. Дані щодо доглядів у культурах надалі відсутні. На час обстеження ГК (2020 рік) повнота культур виявилася нерівномірною, на площі були наявні сухостій та повалені дерева.

Восени 2020 р. в культурах 46-річного віку обстежено варіанти з України, Прибалтики, Білорусі, Російської Федерації та Казахстану. У цій роботі проаналізовано лише українські

походження. Характеристику материнських деревостанів зазначених екотипів наведено в таблиці 1. На жаль, стосовно деяких походжень відсутня повна інформація.

Таблиця 1

**Характеристика материнських деревостанів екотипів українського походження, презентованих у географічних культурах сосни звичайної 1975–1976 рр. створення**

Код – екотип (лісорослинна зона)	Лісонасінний район, підрайон (Guidelines for forest seed production 2017)	Материнське насадження		
		Лісове господарство	Вік, років, походження	ТЛІУ, бонітет
33 – Рівненський (Волинське Полісся)	Поліський, Волинсько-Житомирський	Дубровицьке	75, природне	V <sub>3</sub> , I
34 – Львівський (Мале Полісся)		Радохівське ЛМГ	н/д, природне	н/д
35 – Житомирський (Житомирське Полісся)		Олевське	90, природне	V <sub>2</sub> , II
36 – Прикарпатський	Карпатський	Надвірнянське	н/д, природне	н/д
37 – Київський (Київське Полісся)	Поліський, Київсько-Чернігівський	Бориспільське	80, природне	V <sub>2</sub> , I
38 – Сумський (Східне Полісся)		Свеське	65 та 90, природне	V <sub>2</sub> , I
38а – Сумський боровий (Східне Полісся)		Свеське	60, н/д	A <sub>1</sub> , III
39 – Черкаський (Правобережний лісостеп)	Дніпровського правобережно-степовий, Подільський лісостеповий	Черкаське	105, природне	V <sub>2</sub> , I <sup>a</sup>
32 – Харківський (Лівобережний степ)	Дніпровський лівобережно- степовий, Ізюмсько- Старобільський	Ізюмське	молодняк, н/д	A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> , I–III
40 – Донецький (Лівобережний степ)		Слов'янське	молодняк, природне	н/д

Примітка: н/д – немає даних.

Контрольний варіант – екотип ізюмського походження (Харківський), у географічних культурах представлений трьома повторностями. Мікроумови першої та другої повторностей (К-1 та К-2) наближені до A<sub>1-2</sub> та A<sub>2</sub> відповідно, а третьої (К-3) – до A<sub>0-1</sub> (пагорб) (To carry out selection 1994). На мікропідвищенні розташовані повторності варіантів № 34-I, 35-I та 38а-II, які характеризувалися невисокою збережуваністю (від 8,5 до 13,5 %), тому ростові показники цих повторностей порівнювали з К-3, решти – з К-1 та К-2. Через фрагментарність даних, наведених у звітах, не для всіх варіантів виявилось можливим порівняти сучасні результати з попередніми.

Екотипи досліджували шляхом суцільного або часткового обліку рослин на ділянках (залежно від площі варіанта). Середні показники збережуваності, висоти, діаметра, якісні характеристики, стан і ступінь репродукції дерев визначали в межах повторностей.

Збережуваність рослин розраховували у відсотках як відношення кількості живих дерев на час обстеження до кількості рослин на час осінньої інвентаризації 1976 р. (після доповнення). Інтенсивність природного зрідження варіантів визначали за частками сухостійних і повалених дерев.

Висоту дерева вимірювали за допомогою електронного висотоміра, діаметр стовбура – мірною вилкою на висоті 1,3 м від поверхні ґрунту. Показник прямоствуровості (Methods of forest trees varietal testing 2019) у варіанті розраховували як відношення кількості живих дерев із прямими стовбурами до загальної кількості живих дерев у варіанті. Визначення стану (індексу стану) базується на розподілі дерев за категоріями стану і є середньозваженим показником (Volosyanchuk et al. 2003). Для екотипів визначали частку дерев із шишками від загальної кількості живих дерев.

Дані щодо росту сосен у віці 3, 4, 10, 15 і 46 років для 22 повторностей проаналізовано за допомогою кореляційного та регресійного аналізу.

**Результати та обговорення.** Попередніми дослідженнями (Study of the geographical and ecological variability 1976, To carry out selection 1994) визначено, що в жорстких ґрунтово-кліматичних умовах Пристепових борів, у сухих і дуже сухих ТЛУ, на ріст культур сосни великий вплив має мікрорельєф ділянки, внаслідок чого виявлено значні відмінності за ростом окремих географічно близьких потомств. Нині в невеликих улоговинах домінують береза повисла (*Betula pendula* Roth.) та осика (*Populus tremula* L.). Наявний нечисленний самосів сосни та поодинокі екземпляри дуба звичайного (3 шт. на 10 га). На пагорбках та мікропідвищеннях представлена лише сосна звичайна.

Середній показник збережуваності повторностей українських походжень – 28,9 % із варіюванням від 8,5 % (№ 38а-I) до 63,6 % (№ 32-III), що незначно відрізняється від середнього значення всіх варіантів у ГК – 27,7 %.

Інтенсивність зрідження у варіантах (природний відпад), враховуючи відсутність заходів догляду за культурами в останнє десятиліття, була порівняно невисокою. У середньому в ГК 4,6 % дерев виявилися сухостійними та поваленими (варіювання від 0 до 20 %), а серед українських походжень – від 0 (№ 38-II, 38а-II) до 8,6 % (№ 36-II), середнє для українських варіантів – 3,6 %.

Коефіцієнт варіації висот і діаметрів екотипів за повторностями – середній і підвищений (18,3 та 26,6 % за шкалою Мамаєва відповідно), що зумовлене як рельєфом ділянки, так і походженням (рис. 1).



**Рис. 1 – Черкаський (ліворуч) та Рівненський (праворуч) екотипи сосни звичайної у географічних культурах у ДП «Лиманське ЛГ»**

У процесі порівняння показників середньої висоти повторностей із К-1 та К-2 виявлено, що лише II повторність Черкаського екотипу (№ 39-II) істотно перевершує контрольні та є однією з найкращих серед 40 варіантів, представлених у ГК.

Ростові показники в Сумського борового (№ 38а-I) та двох повторностей Київського екотипу (№ 37-II та 37-III) були на рівні контролю (К-1 та К-2) (табл. 2). Середня висота решти варіантів істотно поступалася контролю.

За середнім діаметром жодна повторність істотно не перевершувала К-1. Істотно поступалися йому Прикарпатський та Сумський екотипи (№ 36-I та 38-I), у решти варіантів

показники були на рівні контролю. Об'єм стовбура середнього дерева в культурах становив  $0,11 \text{ м}^3$ ; беззаперечним лідером за цією ознакою визнано II повторність Київського екотипу ( $0,23 \text{ м}^3$ ). За продуктивністю дві з трьох повторностей Київського екотипу перевершили контроль, а третя не поступалася йому.

Таблиця 2

Показники збережаності та росту українських екотипів за повторностями у 46-річному віці

Код, екотип, повторність	Збережуваність, %	Середня висота, м		Середній діаметр, см		Об'єм стовбура середнього дерева, $\text{м}^3$	Бонітет
		<i>M</i>	<i>m</i>	<i>M</i>	<i>m</i>		
32 Харківський-I, К-1	52,6	15,0	0,28	15,6	0,70	0,15	II
32 Харківський-II, К-2	63,3	15,0	0,44	14,6	0,75	0,13	II
32 Харківський-III, К-3	13,6	10,8	0,45	17,7	1,17	0,16	III
33 Рівненський	12,1	9,2	0,46	15,0	0,85	0,12	IV
34 Львовський-I	22,9	6,8	0,50	12,2	0,55	0,06	V
34 Львовський-II	45,8	10,8	0,42	13,9	0,75	0,10	III
35 Житомирський-I	9,4	6,4	0,56	13,9	1,44	0,07	V
35 Житомирський-II	40,4	9,9	0,41	13,9	1,20	0,09	IV
36 Прикарпатський-I	10,3	6,5	0,49	11,1	0,88	0,05	V
36 Прикарпатський-II	12,5	12,6	0,49	15,2	0,52	0,13	III
36 Прикарпатський-III	49,1	9,6	0,13	13,1	0,72	0,08	IV
37 Київський-I	26,5	10,9	0,57	17,0	0,95	0,14	III
37 Київський-II	20,2	16,7	0,36	18,4	1,16	0,23	I
37 Київський-III	36,2	14,6	0,39	16,5	0,86	0,16	II
38а Сумський боровий-I	11,0	14,2	0,48	17,4	1,10	0,18	II
38а Сумський боровий-II	20,0	6,7	0,37	11,9	0,64	0,05	V
38 Сумський-I	27,8	8,5	0,72	11,9	0,78	0,06	IV
38 Сумський-II	8,5	8,8	0,69	14,9	1,33	0,10	IV
39 Черкаський-I	21,4	8,3	0,31	15,4	1,15	0,10	IV
39 Черкаський-II	48,4	17,4	0,58	15,1	0,86	0,16	I
40 Донецький-I	29,8	11,6	0,48	15,2	0,84	0,12	III
40 Донецький-II	48,5	11,8	0,38	15,0	0,85	0,12	III

Контрольний варіант К-3 поступався за висотою К-1 та К-2, але був кращим за діаметром та об'ємом стовбура середнього дерева. Розташовані на мікропідвищеннях повторності Київського (№ 34-I) та Сумського борового (№ 38 а-II) екотипів характеризувалися істотно нижчими середніми показниками висоти й діаметра, порівнюючи з К-3, а Житомирського (№ 35-I) – лише за висотою. Контрастні умови росту повторностей екотипів вплинули на продуктивність – різниця між ними становить 2–3 класи. Так, наприклад, Черкаський-I та Сумський боровий-II (№ 39-I та 38а-II) розташовані на пагорбку, а Черкаський-II та Сумський боровий-I – у мікропониженні. Серед українських екотипів відсутні такі, всі повторності яких характеризувалися високими ростовими показниками.

Коефіцієнт лінійної парної кореляції Пірсона між показниками збережаності та висоти повторностей виявився статистично значущим ( $r = 0,48 \pm 0,111$ ;  $\alpha = 0,05$ ;  $df = 22$ ;  $t_{Sr} = 2,06$ ;  $t_{\phi} = 2,43$ ). Зв'язок виявився прямим і помірним за шкалою Чеддока (Eddous & Stensfild 1997). Кореляції «збережуваність – діаметр», «збережуваність – об'єм стовбура середнього дерева» – незначущі ( $r = -0,05$ ;  $r = 0,10$ ).

Найкращі за висотою у віці 46 років варіанти, відповідно до попередніх досліджень (Study of the geographical and ecological variability 1976), у дворічному віці належали до

різних за інтенсивністю росту груп: середня висота сіянців Черкаського еко типу становила 15,6 см і була в 1,7 разу вищою, ніж Київського (9,0 см). Середній показник висоти сіянців на ділянці розсадника становив 11,1 см. Зв'язки показників висоти еко типів на ділянці ГК за повторностями у 3, 4, 10, 15 та 46 років наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

## Коефіцієнти кореляції середньої висоти повторностей еко типів у різному віці

Вік	3 роки	4 роки	10 років	15 років	46 років
3 роки	1	–	–	–	–
4 роки	0,93*	1	–	–	–
10 років	0,38	0,23	1	–	–
15 років	0,40	0,29	0,75*	1	–
46 років	0,08	0,05	0,76*	0,70*	1

\*Достовірні на рівні значущості  $\alpha = 0,05$ .

Статистично доведені взаємозв'язки між середніми висотами у 10- та 46-річному віці свідчать про відносну стабілізацію рангового положення, починаючи з 10-річного віку. За відсутності інтенсивних заходів догляду в культурах виявлено високий позитивний зв'язок показників висот у 10 і 15 років, що свідчить про порівняно стабільний темп росту еко типів у цей віковий проміжок. Деяке зниження коефіцієнта кореляції для 15 та 46 років може бути спричинене посиленням конкурентних взаємовідносин.

Методом регресійного аналізу оцінено лінійність зв'язку показників висоти однойменних повторностей у 10 та 46 років ( $\alpha = 0,05$ ,  $df = 21$ ). Отримано рівняння регресії:  $y = 4,5213x + 4,1655$ . Перевірка значущості моделі регресії з використанням  $F$ -критерію Фішера засвідчила, що знайдена оцінка рівняння є статистично надійною ( $F_{\text{факт.}} = 28,1$ ;  $F_{\text{теор.}} = 4,35$ ), проте точність підбору рівняння є середньою – коефіцієнт детермінації  $R^2 = 58,39$  %. Отже, на 41,61 % зміна висоти у 46 років зумовлена факторами, які в моделі не враховано. До аналізу не залучено дані щодо висот у 15-річному віці через їхню фрагментарність. Спрогнозувати ріст варіантів за діаметром у 46-річному віці на основі даних обмірів у 15 років ( $r = 0,52$ ) виявилось можливим лише на 27,1 % ( $R^2$ ) – саме настільки загальне варіювання діаметра у 46 років статистично зумовлене його змінами у 15-річному віці.

Друга половина вегетаційного періоду 2020 р. була аномально посушливою. Спалах чисельності звичайного соснового пильщика (*Diprion pini* L.) спричинив втрату деревами хвої та всихання гілок. На хвої також виявлено соснову буру попелицю (*Cinara pinea* Mordv), щитівку соснову веретеноподібну (*Anamaspis loewi* Colvee), галицю червону соснову (*Thecodiplosis brachyntera* Schwaegr.). Як наслідок, частка дерев відмінного та доброго стану становила від 15,5 до 66,7 %, а частка сухих дерев у варіантах – від 1 до 5 %. Середній індекс стану варіантів у ГК – 3,1 бала (від 2,5 до 3,6). Половина українських еко типів характеризувалася саме таким станом (табл. 4). Від антропогенного чинника (видалення верхівок) потерпало 9,7 % дерев.

Якість стовбурів є однією з найважливіших ознак під час оцінювання й визначення перспективних кліматичних еко типів. За часткою прямостовбурових дерев походження в ГК значно різнилися – від 0 до 51 % (у середньому 17,2 %). Серед українських еко типів найбільше сосен із прямими стовбурами виявлено в Київського (№ 37) та Сумського борового (№ 38а) – 24,6 і 21,9 % відповідно. Для інших повторностей еко типів і контрольного варіанта ця частка була меншою, а в Рівненському еко типі прямостовбурові дерева були відсутні (див. табл. 4). Причинами значної кількості дерев із низькою якістю стовбурів можуть бути їхнє нерівномірне розміщення у варіантах (висока конкуренція або вільне стояння) або наслідки абіотичного, біотичного чи антропогенного впливу.

Важливою ознакою, яка характеризує адаптацію екотипів у нових умовах росту, є наявність насінноношення. Для варіантів ГК середня частка дерев із шишками становила 15,6 %. До кращих за цим показником серед українських належать повторності восьми екотипів, дерев із шишками – від 20,0 до 53,3 %, у решти повторностей частка дерев із шишками була меншою або взагалі без них (див. табл. 4).

Таблиця 4

**Характеристика українських екотипів за станом, якістю стовбурів і репродукцією**

Код, екотип	Стан, бали				Частка дерев, %							
					прямоствобурових				із шишками			
	I	II	III	сер.*	I	II	III	сер.*	I	II	III	сер.*
32 Харківський	3,1	2,9	2,9	2,9	13,9	16,2	13,0	14,6	2,5	5,3	53,3	11,8
33 Рівненський	3,1	–	–	3,1	0	–	–	0	20,0	–	–	20,0
34 Львівський	3,2	3,1	–	3,2	5,9	5,9	–	5,9	12,3	30,3	–	18,9
35 Житомирський	3,0	3,3	–	3,1	0	16,7	–	12,9	35,0	0	–	15,8
36 Прикарпатський	3,6	3,1	3,5	3,4	0	9,3	0	6,4	11,0	0	20,0	3,3
37 Київський	3,5	3,0	2,9	3,1	15,8	23,5	30,3	24,6	5,6	0	2,9	2,9
38а Сумський боровий	2,9	3,8	–	3,3	35,2	6,7	–	21,9	29,4	37,9	–	34,8
38 Сумський	3,5	3,3	–	3,4	11,8	0	–	6,9	6,9	20,0	–	11,4
39 Черкаський	3,4	3,0	–	3,1	0	13,0	–	11,1	35,7	4,8	–	17,1
40 Донецький	3,1	3,1	–	3,1	12,0	0	–	5,6	6,1	6,8	–	6,5

\*Середнє по екоципу.

Отже, до кращих за продуктивністю віднесено два контрольні варіанти (К-1, К-2), Черкаський (№ 39-II), Київський (№ 37-II, 37-III) та Сумський боровий (№ 38а-I). Серед них найбільше якісних стовбурів у повторностей Київського екоципу та Сумського борового (№ 38а-I) (див. табл. 4). Стан більшості представлених варіантів задовільний. Дерев з шишками наявні в усіх екоципах. Варіант місцевого походження (Донецький) характеризувався доброю збереженістю та за ростовими показниками посів проміжну позицію. Він є найбільш адаптованим до умов регіону, тому для збереження місцевого генофонду найкращі дерева цього екоципу також рекомендовано розмножити на плантації. Використання насіння сосни Сумського (ТЛУ В<sub>2</sub>), Рівненського, Прикарпатського та Львівського екоципів для створення продуктивних насаджень в умовах Байрачного Степу є небажаним.

Презентований цінний генофонд українських популяцій слід у подальшому зберігати та вивчати адаптаційний потенціал екоципів. Згідно з Регіональною програмою «Ліси Донеччини» на 2018–2022 роки (Regional programme 2018), серед основних проблем лісового господарства й захисного лісорозведення є низький рівень розвитку лісонасінневої та лісорозсадницької баз. Покращити ситуацію можливо шляхом створення клонової насінної плантації сосни звичайної із залученням найкращих дерев екоципів українського походження. За результатами наших досліджень рекомендовано розмножити вегетативно найкращі дерева варіантів Черкаський (№ 39-II), Київський (№ 37-II, 37-III), Сумський боровий (№ 38а-I) та контроль (К-1, К-2) і створити клонову насінну плантацію з метою отримання насіння для створення нових насаджень.

**Висновки.** Географічні культури сосни звичайної, створені у 1975–1976 рр. у ДП «Лиманське ЛГ», є унікальним науковим об'єктом, призначенням якого є не лише оцінювання адаптаційної здатності сосни звичайної до нових кліматичних умов, але й визначення джерел насіння для створення продуктивних і стійких деревостанів у регіоні.

В умовах свіжуватого бору збереженість українських походжень сосни звичайної становила 28,9 %, за повторностями – від 8,5 до 63,6 %. Сучасний стан екоципів задовільний. Продуктивність екоципів характеризувалася в середньому III класом бонітету, за варіантами – від I до V. Частка прямоствобурних варіантів українського походження становила від 0 до 24,6 %. Показники висоти однойменних повторностей варіантів у 46 років



на 58,4 % лінійно пов'язані з їхньою висотою у 10-річному віці, тоді як на основі даних обмірів діаметрів у 15 років спрогнозувати ріст варіантів у 46-річному віці можливо лише на 27,1 %.

Перспективними для лісового господарства в умовах Байрачного Степу є чотири екотипи українського походження (Черкаський, Київський, Сумський боровий, Харківський) із 10 обстежених. Їх, а також Донецький, рекомендовано залучити до відбору плюсових дерев для створення клонової насінної плантації. Використання насіння сосни Сумського (ТЛУ В<sub>2</sub>), Рівненського, Прикарпатського та Львівського екотипів для створення продуктивних насаджень є небажаним. Представлений генофонд українських популяцій потребує подальшого збереження та вивчення адаптаційного потенціалу екотипів.

#### **ПОСИЛАННЯ – REFERENCES**

*Abraitis, R. and Eriksson, G.* 1996. *Pinus sylvestris* L. East European populations: growth and behavior in one Lithuanian field trial. *Baltic forestry*, 2(6): 28–35.

*Eddous, M. and Stensfeld, R.* 1997. *Methods of decision-making* [edited by I. I. Yeliseyeva]. Moscow, Audit, YUNITI, 590 p. (in Russian).

*Fomin, E. A., Sidor, A. I., Veras, S. N.* 2013. Dynamics of preservation of Scots pine climatypes in provenance test [Electronic resource]. *Proceedings of BSTU. Reforestation and afforestation series*, 1(157): 191–195. Available at: <https://elib.belstu.by/handle/123456789/2586> (accessed 20.07.2021) (in Russian).

*Gerushinsky, Z. Yu. and Krynytsky G. T.* 1995. Provenance test of Scots pine growth in Lviv Roztocze. Lviv, 18 p. (in Ukrainian).

*Gerushinsky, Z. Yu., Krynytsky, G. T., Gut, R. T., Bozhok, A. A.* 1983. Provenance test of Scots pine growth in Lviv Roztocze. Lviv, 48 p. (in Ukrainian).

Guidelines for forest seed production. 2017. [Los, S. A., Tereshchenko, L. I., Gaida, Y. I., Shlonchak, G. A., Mytrochenko, V. V. et al.]. Kharkiv, URIFFM, 107 p. (in Ukrainian).

*Gut, R. T.* 1986. Biological features of Scots pine provenance in the conditions of Lviv Roztochye. Extended abstract of PhD thesis. Kyiv, 22 p. (in Ukrainian).

*Iozus, A. P. and Morozova, E. V.* 2015. Features of the growth and development of provenance pine test outside their natural habitat in the dry steppe of the Lower Volga [Electronic resource]. *Basic research*, 7: 24–28. Available at: <https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=38719> (accessed 20.07.2021) (in Russian).

*Khakimova, Z. G.* 2017. Provenance test of Scots pine in Zelenodolsk forestry of the Republic of Tatarstan. *Bulletin of the Omsk State Agrarian University*, 3: 102–107 (in Russian).

*Kuzmina, N. A. and Kuzmin, S. R.* 2010. Selection of promising Scots pine climatypes in provenance trial in Krasnoyarsk Priangarye. *Conifers of the boreal zone*, XXVI(1–2): 115–119 (in Russian).

*Kuzmina, N. A. and Kuzmin, S. R.* 2017. Analysis of Scots pine climatypes growth dynamics in the provenance trial in Central Siberia. *Sib. J. For. Sci.*, 2: 31–39 (in Russian).

*Marushchak, V. N.* 2007. Bioecological characteristics of Scots pine climatypes in. Extended abstract of PhD thesis. Yekaterinburg, 22 p. (in Russian).

Methods of forest trees varietal testing. Departmental test (new edition). 2019. [Los, S. A., Tereshchenko, L. I., Torosova, L. O., Gayda, Y. I., Vysotska, N. Yu. et al.]. Kharkiv, URIFFM, 37 p. (in Ukrainian).

*Nikolaeva, M. A., Krestyanov, A. A., Kamatov, D. E., Yamaleev, O. A.* 2015. The use of geographic variability in the breeding of conifers in the Republic of Bashkortostan. *Conifers of the boreal zone*, XXXIII(1–2): 30–37 (in Russian).

*Nikolaeva, M. A., Zhigunov, A. V., Golikov, A. M.* 2016. 36 years of experience in studying the provenance test of Scots pine in Pskov region. *Izvestiya of higher educational institutions. Lesnoy Zhurnal (Russian Forestry Journal)*, 5: 22–33 (in Russian).

*Patlay, I. M., Zhurova, P. T., Gayda, Yu. I.* 1992. Selection and preliminary evaluation of candidates for varieties of the main forest-forming species in Ukraine. *Forestry and Forest Melioration*, 85: 7–11 (in Ukrainian).

*Prikhodko, O. B., Pasternak, V. P., Yarotsky, V. Yu.* 2019. Condition, structure and productivity of pine forests of State Enterprise “Lymanske Forest Economy”. *Forestry and Forest Melioration*, 135: 24–29 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.24>

Regional programme “Forests of Donetsk region” for 2018–2022 [Electronic resource]. Approved on October 8, 2018 № 1212/5-18, Kramatorsk, 27 p. Available at: <https://dn.gov.ua/storage/app/sites/1/publicinfo/LegalAct/100-21.pdf> (accessed 30.07.2021) (in Ukrainian).

*Shutyayev, A. M. and Giertych, M.* 1997. Height growth variation in a comprehensive Eurasian provenance experiment of (*Pinus sylvestris* L.). *Silvae Genetica*, 46 (6): 332–349.

*Shutyayev, A. M. and Giertych, M.* 2000. Genetic Subdivisions of the Range of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Based on a Transcontinental Provenance Experiment. *Silvae Genetica*, 49(3): 137–151.

State of forest genetic resources in Ukraine. 2014 [Los, S. A., Tereshchenko, L. I., Gayda, Yu. I., Ustimenko, P. M., Yatsyk, R. M. et al.]. Kharkiv, Planeta-print, 138 p.

Study of the geographical and ecological variability of the main forest-forming species, the development of forest seed zoning to increase the productivity of stands. 1976. Interim report on topic 42. Kharkiv, URIFFM, 233 p. (in Ukrainian).

*Tereshchenko, L. I., Samoday, V. P., Moroz, V. V.* 2008. Current state and prospects of V. D. Ogievsky provenance testing and other selection objects of Scots pine in Sobitsky Forestry of SE “Shostkynske Forestry” in Sumy region. Kharkiv, URIFFM, 126 p. (in Ukrainian).

The study of existing and creation of new provenance testing: Programme and methods of work. 1972. E. P. Prokazin (Ed.). Pushkino, VNIILM, 52 p. (in Russian).

To carry out selection, variety breeding, variety testing and propagation of valuable aboriginal and non-native forest tree species to create plantations of different purposes. 1994. Interim report on topic 13. Kharkiv, URIFFM, 194 p. (in Ukrainian).

*Volosyanchuk, R. T., Los, S. A., Torosova, L. O., Kuznecova, T. L., Tereshchenko, L. I., Neyko, I. S., Grygoryeva, V. G.* 2003. Methodological approaches to the estimation of gene pool conservation *in situ* units of the broadleaves tree species and their actual conditions in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Forestry and Forest Melioration*, 104: 50–57 (in Ukrainian).

*Yurchenko, V. V.* 2005. Planted pine stands on the sands in Volgograd region. Extended abstract of PhD thesis. Voronezh, 22 p. (in Russian).

*Zhurova, P. T.* 2011. Perspective provenance of Scots pine in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe and steppe forests of Ukraine. In: Prospects for the development of forestry and horticulture. Proceedings of 1<sup>st</sup> International Scientific Conference. Uman, p. 61–64 (in Ukrainian).

*Zhurova, P. T.* 2017. Results of 35-year researches of ecological provenance test of Scots pine in the conditions of steppe forests of Pridintsy and Donetsk steppe. In: Current state and protection of natural complexes in the Siversky Donets basin. Proceedings of the Scientific and Practical Conference. Svyatogirsk, Iss. 5: 72–74 (in Ukrainian).

Tereshchenko L. I.<sup>1</sup>, Prikhodko O. B.<sup>2</sup>, Los S. A.<sup>1</sup>

RESEARCH OF SCOTS PINE UKRAINIAN ECOTYPES IN PROVENANCE TEST ESTABLISHED IN 1975–1976 IN DONETSK REGION

<sup>1</sup>*Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky*

<sup>2</sup>*Lyman State Forest Enterprise*

The paper outlines the results of the research of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) ecotypes of Ukrainian origin in provenance test of 1975–1976 in the conditions of Lyman State Forest Enterprise in Donetsk region which is the only one object in the Eurasian transnational network. The characteristics of preservation, height, diameter, stem straightness, condition and presence of reproduction of trees were defined. The growth dynamics of 22 replications of ecotypes from 3 to 46 years old were assessed using correlation and regression analyses. It is established that in severe steppe conditions, viability of Ukrainian origins was 28.9 %. The pine stand productivity was characterized on average by site index III and from I to V according to Ukrainian ecotypes. The proportion of straight-trunked trees in variants was from 0 to 24.6 %. The condition and reproduction of most of the represented ecotypes were satisfactory. Ecotypes from Cherkasy, Kyiv, Sumy (pine forest site), Kharkiv and Donetsk regions were found to be promising for forestry in ravine steppe conditions. The best trees of these origins were recommended to propagate vegetatively for establishing clonal seed orchards.

**Key words:** *Pinus sylvestris* L., ecotype survival, pine growth, stand development, ecotype condition.

*E-mail: tel@uriffm.org.ua*

*Одержано редколегією 25.08.2021*