



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

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/412423>

Article received 2023.12.22
Article accepted 2024.10.18

ISSN 1991-606X print

ISSN 2616-5015 online

@ ✉ Correspondence author

Svitlana Raspopina

s_raspopina@ukr.net

86 Hryhoriy Skovoroda st., Kharkiv, 61024, Ukraine

УДК 630*2(292.486:477)

Еколого-лісівнича оцінка відповідності складу запроектованих під лісорозведення лісових культур типам лісорослинних умов у степовому кліматі України

С. П. Распопіна¹, А. А. Суска², Ю. М. Біла³, В. В. Горошко⁴

Проаналізовано динаміку лісорозведення в Україні та показники приживлюваності й збережуваності 1-3-річних лісових культур у степових регіонах (за даними Державного агентства лісових ресурсів України). Найменші значення цих показників встановлено у лісгосподарських підприємствах Дніпропетровської, Донецької, Миколаївської, Херсонської та Запорізької областей. Зокрема на Дніпропетровщині впродовж останнього п'ятиріччя фактична середня приживлюваність лісових культур не перевищувала 41%, що в 1,7 рази нижче ніж нормативний показник (70%). Домінуючою причиною загибелі лісових культур (97,3% випадків), як і в інших степових областях, є посуха.

Проаналізовано проекти створення лісових культур у філії «Петриківське лісове господарство» ДП «Ліси України» за 2023 р. щодо відповідності складу запроектованих лісових культур конкретним типам лісорослинних умов. За результатами аналізу динаміки температурного режиму Дніпропетровської обл. за період 2010-2023 рр. встановлено, що під час найбільш активної вегетації (з травня по вересень) екстремально високі температури в середньому зареєстровані впродовж сорока семи днів. При цьому середня кількість днів з температурою від 30 до 35°C становила тридцять п'ять, а з температурою 35-40°C – дванадцять. З огляду на тенденцію посилення посухи та низьку збережуваність деревних рослин у лісових культурах, створених під час лісорозведення, а також зважаючи на результати проведеного аналізу проектів лісових культур, запропоновано шляхи оптимізації складу лісових культур для філії «Петриківське лісове господарство» ДП «Ліси України», запровадження яких може бути ефективним і для інших лісгосподарських підприємств степових регіонів.

Ключові слова: степові ліси; екологічна невідповідність; приживлюваність; сосна звичайна; сосна кримська; посухостійкість.

¹ Распопіна Світлана Петрівна – академік Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, завідувачка лабораторії лісового ґрунтознавства УкрНДІЛГА ім. Г. М. Висоцького, вул. Григорія Сковороди, 86, Харків, 61024, Україна; доцент кафедри лісових культур, меліорацій та садово-паркового господарства. Державний біотехнологічний університет, п/в «Докучаєвське – 2» Харківської обл., 62483, Україна. E-mail: s_raspopina@ukr.net ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1880-9364>

² Суска Анастасія Анатоліївна – доктор економічних наук, професор, декан факультету лісового господарства, технологій деревообробки та землеустрою. Державний біотехнологічний університет, п/в «Докучаєвське – 2» Харківської обл., 62483, Україна. E-mail: n.suscka@gmail.com ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7465-1776>

³ Біла Юлія Миколаївна – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, завідувачка кафедри лісових культур, меліорацій та садово-паркового господарства. Державний біотехнологічний університет, п/в «Докучаєвське – 2» Харківської обл., 62483, Україна. E-mail: belay_1980@ukr.net ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1446-8168>

⁴ Горошко Віталій Віталійович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри лісівництва та мисливського господарства. Державний біотехнологічний університет, п/в «Докучаєвське – 2» Харківської обл., 62483, Україна. E-mail: lesovodhnau@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8186-6214>

Вступ (Introduction). Ліси у степових умовах є нетиповою, але водночас дуже важливою рослинною формацією, що виконує низку різнобічних функцій, зокрема, ґрунто- та водозахисну, екологічну, кліматорегуляторну, соціальну, рекреаційну, естетичну тощо. Ліси представлені різними типами природних угруповань, зокрема, дібровами на вододілах, байрачними лісами, березово-осиковими гаями на пісках та у западинах, сосновими борами на пісках, осичниками у пониженнях, заплавами лісами тощо. Типовим явищем степового ландшафту є розвинена долинно-балкова мережа, схили та вершини якої зайняті байрачними лісами, де ростуть дуб звичайний і його супутники, зокрема клени татарський і гостролистий, ясен, в'яз, липа, береза, а в кущовому ярусі поширені ліщина, бруслина, жостір, жимолость, терен тощо. Типовою особливістю природного степового ландшафту є значний розвиток чагарникової рослинності.

Видатний вчений у галузі пізнання лісових насаджень степової зони О.Л. Бельгард (1971) наголошував, що ліси у Степу здебільшого опиняються в умовах географічної невідповідності, тобто за межами лісової кліматично-географічної зони. Залежно від ґрунтово-підґрунтових умов, вони утворюють ряд від виразної екологічної невідповідності (дуже сухі й солончакові землі), далі – до відносної екологічної невідповідності (сухі, солонцюваті й мокрі позиції), до відносної екологічної відповідності (свіжуваті й сирі місцезростання) та нарешті – до виразної екологічної відповідності (свіжі й вологі гігרותопи). Тільки в останньому випадку можливе формування стійкого, життєздатного та довговічного лісового фітоценозу, що у степових умовах трапляється вкрай рідко.

Природні степові ліси формуються там, де умови відповідають їхнім екологічним потребам, насамперед – за зволоженням. Натепер переважну частину степових лісів створено штучно. У науковій літературі значною мірою представлена інформація щодо технологій вирощування садивного матеріалу та створення лісових культур, зокрема на згарищах в умовах Степу. Так, широко висвітлені питання важливості обробітку ґрунту, зокрема глибокого розпушування (Горейко, 2017; Назаренко та ін., 2020; Sikström et al., 2020), густоти створення лісових насаджень (Groot, & Cortini, 2016) та догляду (боротьба з бур'янами) за ними (Горейко, 2017; Назаренко та ін., 2020), використання механічних, хімічних, біологічних обробок або їхніх комбінацій на етапі початкового розвитку лісових культур (Wiensczyk et al., 2011). Ефективність лісовідновлення значною мірою залежить також від якості садивного матеріалу (Grossnickle, 2005; Горейко, 2017; Маурер та ін. 2009, 2019; Назаренко, Головащенко, Котовська, 2020), зокрема його селекційної цінності (Depardieu et al., 2020). Загалом процес виробництва садивного матеріалу повинен базуватися на комплексному підході та враховувати всі фак-

тори, що забезпечують його якість (Bhadouria et al., 2016). В Україні штучне лісовідновлення основних лісоутворювачів – сосни звичайної та дуба звичайного все частіше здійснюють садивним матеріалом із закритою кореневою системою, зокрема в індивідуальних контейнерах з агроволокна, за технологією, що передбачає підживлення субстрату різноманітними мінеральними, органічними добривами та мікробними препаратами (Даниленко та ін., 2021). Використання цієї технології значною мірою сприяє високій приживлюваності лісових культур. Однією із важливих умов забезпечення життєздатності новостворених лісових культур у посушливих регіонах є також врахування екологічних особливостей лісових видів на всіх стадіях їхнього розвитку (Булат, Башеванжи, 2015), відповідності культур типам лісорослинних умов з акцентом на створення складних мішаних насаджень, які є стійкішими ніж чисті (Вакулюк, 1993; Barrette et al., 2014; Маурер та ін., 2009, 2019).

Комплексний підхід до проблеми всихання щойно створених лісових культур родини *Pinaceae* на піщаних землях південної частини України дав змогу науковцям (Назаренко та ін., 2020) встановити основні фактори, що призводять до загибелі культур. Насамперед, це використання нерайонованого та нестандартного садивного матеріалу; несвоєчасний і недостатньої якості обробіток ґрунту; зневоднення кореневої системи сіянців у період між їхнім викопуванням та садінням; травмування кореневої системи сіянців хвойних порід під час механізованого викопування в розсаднику або ж підгін сіянців під «стандарт» садивної машини шляхом обрубання частини коріння; загибання коренів сіянців під час садіння; невідповідність культур типам лісорослинних умов (при цьому культури, створені в умовах A_0 - A_1 , з високою ймовірністю приречені на загибель); ураження сіянців збудниками хвороб і пошкодження комахами; несприятливі погодні умови не лише у рік садіння, але й у попередній рік (відсутність вологи у ґрунті в осінній період не компенсують опади зимового періоду, тому рішення щодо створення лісових культур необхідно ухвалювати тільки у разі наявності достатнього вмісту вологи в ґрунті, а за її дефіциту краще відмовитись від створення культур); опіки кореневої шийки через високі температури поверхні ґрунту, особливо на голих південних схилах піщаних пагорбів і горбів.

Отже, успішне формування життєздатних лісових насаджень в умовах екологічної невідповідності середовища можливе шляхом застосування комплексного підходу, що враховує абіотичні, біотичні та антропогенні чинники на всіх етапах лісовирощування. Одним із таких обов'язкових чинників, який потрібно брати до уваги вже на початковому етапі лісорозведення, зокрема під час проєктування лісових культур, є відповідність асортименту лісових культур типам лісорослинних умов. Цей лісокультурний аспект є особливо

актуальним у контексті реалізації кліматично адаптованого степового лісівництва і потребує додаткового вивчення.

Об'єкти і методика досліджень (Objects and methods). Об'єкт дослідження – еколого-лісівничий аналіз відповідності запроєктованих лісових культур типам лісорослинних умов у степовому кліматі на прикладі філії «Петриківське лісове господарство» ДП «Ліси України». Предмет досліджень – склад створюваних лісових насаджень в умовах сухого клімату.

Оцінювання відповідності типів лісових культур лісорослинним умовам проводили керуючись принципами лісознавства, лісової екології, лісівничо-екологічної типології Погребняка – Воробйова щодо єдності екологічних властивостей лісоутворювачів та едафо-кліматичних умов (Погребняк, 1955; Остапенко, 2003), а також враховуючи сучасні підходи ведення лісового господарства на принципах наближеного до природи багатофункціонального, екологічно орієнтованого та кліматично адаптованого лісівництва, яке задовольняє потреби як лісової галузі, так і суспільства (Маурер та ін., 2009, 2019; Криницький, Чернявський, 2015; Юхновський та ін., 2019).

Результати (Results). Загальна лісистість України становить 15,9%, а її степової частини – 5,3%, зокрема Дніпропетровської області – 5,9, Донецької – 7,1, Луганської – 11,1, Миколаївської – 4,2, Одеської – 6,5 та Херсонської – 4,8% (Публічний звіт..., 2023). Зважаючи на те, що упродовж останніх двох років на території нашої держави триває повномасштабна війна, розпочата російською федерацією, а інтенсивні бойові дії відбуваються значною мірою у степовій частині України, то цілком ймовірно, що її фактична лісистість є значно нижча ніж зазначена вище. Загалом від початку війни різною мірою пошкоджено близько 30% лісів.

Одним із основних стратегічних завдань лісового господарства України є підвищення лісистості до оптимального рівня – 20%, яке можливе

шляхом розширеного створення лісів (лісорозведення). Водночас, у степовому середовищі йдеться не про масивне, а про захисне лісорозведення, тобто локальне (смугове) заліснення деградованих і малопродуктивних земель. У цих умовах велими перспективним є впровадження агролісівництва (agroforestry) – доволі нового напрямку господарювання, який поєднує у собі одночасне вирощування деревних рослин і сільськогосподарських культур на одній ділянці (Біла, Ткач, Юхновський, 2018; Гладун та ін., 2019; Юхновський та ін. 2019; Mosquera-Losada et al., 2012). Аналіз обсягів лісорозведення в Україні впродовж останніх 20 років (Публічний звіт..., 2023) свідчить про їхню доволі значну амплітудність – від 1,7 тис. га у 2022 р. до 31,1 тис. га у 2009 р. за середнього значення $11,2 \pm 4,21$ тис. га на рік (рис. 1).

Найвищі темпи лісорозведення відбувалися впродовж 2007-2013 рр., тобто під час реалізації державної політики з підвищення лісистості України, зокрема, виконання завдань Державної цільової програми «Ліси України» на 2010-2015 роки (Державна цільова програма..., 2009). У цей період середня річна площа лісорозведення становила $22,2 \pm 5,17$ тис. га (24% від загальної площі створених лісів). Упродовж 2014-2022 рр. через низку причин (Распопіна та ін., 2019), площа лісорозведення значно знизилася – до $2,9 \pm 1,13$ тис. га на рік, проте, незважаючи на збройну агресію РФ, у 2023 р. вона зросла більш ніж утричі та досягла 9,3 тис. га (див. рис. 1).

Створення лісів у степових умовах як під час їхнього відновлення, так і тим більше лісорозведення, було та залишається складною проблемою. На сьогодні фактична приживлюваність лісових культур не досягає нормативної величини (70%). Зокрема, середнє значення показника приживлюваності 1-3-річних лісових культур, створених упродовж 2016-2018 рр. шляхом лісовідновлення становила 66,4, а лісорозведення – тільки 60,9 % (Публічний звіт..., 2018).

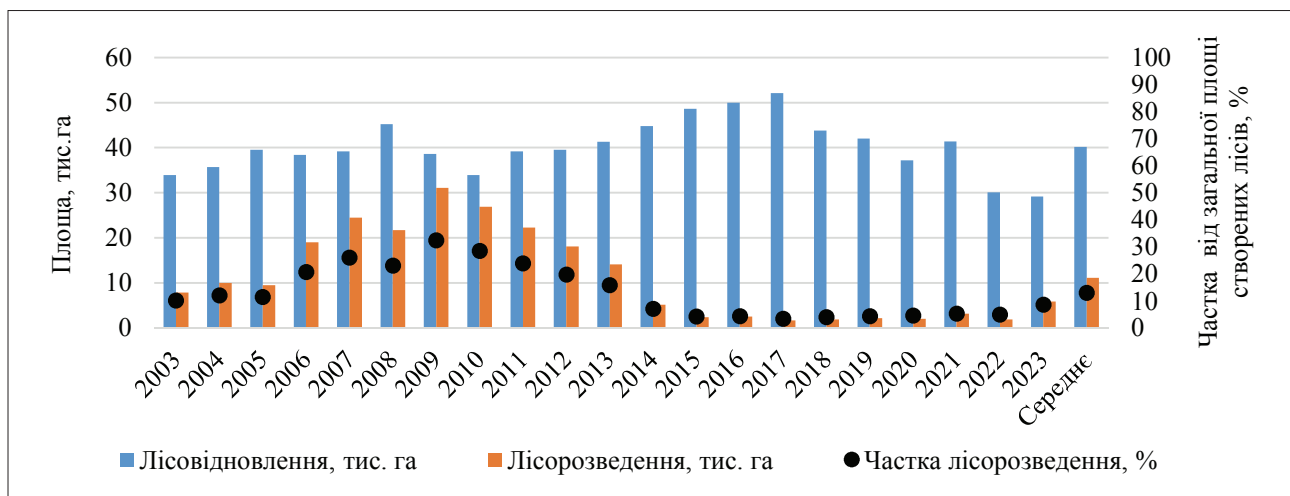


Рис. 1. Площі лісовідновлення та лісорозведення в Україні (2003-2023 рр.)

Fig. 1. Areas of reforestation and afforestation in Ukraine (2003-2023)

Ще складнішою проблемою, ніж приживлюваність, є збережуваність лісових культур (рис. 2). Так, станом на 01.01.2018 р. загинуло 996 га культур попередніх років створення, з яких 610 га (тобто 61,2%) – на прийнятих землях. Основною причиною їхньої загибелі (66,3% від загальної площі загиблих культур) є посуха.

Еколого-лісівничу відповідність складу лісових культур типам лісорослинних умов у степовому кліматі вивчали на прикладі запроєктованих (на 2023 рік) лісових культур на нелісових землях, наданих у постійне користування філії «Петриківське лісове господарство» ДП «Ліси України». Господарство територіально розташоване у південній частині Придніпровської низовини на Дніпро-

петровщині. Згідно із зонуванням території України за рівнем успішності природного поновлення, воно знаходиться у зоні недостатнього природного насінного поновлення головних едификаторів, де набули поширення типи лісу – сухі байрачні берестово-чорнокленові та чорнокленові діброви, а також сухі та свіжі дубово-соснові субори (Маурер та ін., 2019).

Ліси представлені другою і третьою категоріями – рекреаційно-оздоровчі (ліси у межах населених пунктів, 1 і 2 поясів зон санітарної охорони джерел водопостачання, лісопаркова частина лісів зелених зон, рекреаційно-оздоровчі ліси поза межами зелених зон), а також захисні, зокрема протиерозійні ліси.

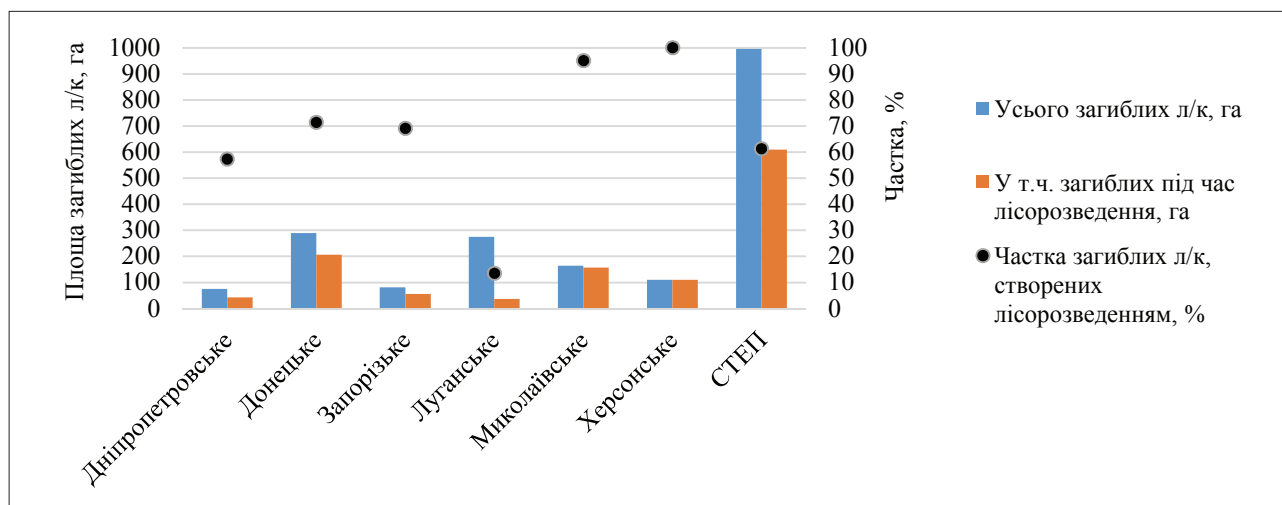


Рис. 2. Площа загиблих лісових культур за степовими регіонами (на 01.01.2018 р.)

Fig. 2. Areas of dead forest crops in the Steppe regions (as of January 1, 2018)

Створення лісів у зазначеному лісгоспі відбувається як шляхом лісовідновлення, так і лісорозведення. У 2023 р. було заплановано створення лісових культур загальною площею 512,45 га, з яких майже 87% (444,05 га) – це нові ліси на галявинах і пустищах. На лісовідновлення зрубів і ділянок, некритих лісовою рослинністю (рідколісся, згарища, загиблі насадження), припадає лише 13% або 68,4 га, тобто у 6,5 рази менше ніж лісорозведення. Ефективність лісорозведення залежить від комплексу факторів, серед яких одним із провідних на початковому етапі цього процесу є якісне оцінювання типів лісорослинних умов, а також відповідність ним запроєктованих деревних видів.

Аналіз типів лісорослинних умов (ТЛУ), де проводитиметься лісорозведення, свідчить, що найбільші площі займають сухі суборові умови (ТЛУ – В₁) – 159,2 га, далі за зменшенням поширеності йдуть сухі борові (А₁) – 84 га, свіжі суборові (В₂) – 72,5 га, свіжі борові (А₂) – 44,1 та сухі сугрудові (С₁) умови – 31,6 га (рис. 3). Загальна частка зазначених вище типів становить 89%, інші типи лісорослинних умов трапляються менш часто. Серед трофотопів переважають порівняно бідні (суборові) та бідні (борові) умови (53,1 та 29,3%

площі відповідно). Багатших умов майже удвічі менше (рис. 3).

Найважливішою умовою досягнення задовільних показників приживлюваності та збережуваності деревних рослин у лісових культурах, особливо у степових регіонах, є достатній рівень вологості ґрунту. Аналіз даних свідчить, що серед залісованих земель переважають сухі ділянки (65%). Площа свіжих умов удвічі, а вологих – більш ніж у двадцять разів менша, ніж площа сухих типів лісорослинних умов (див. рис. 3). На переважній площі цих земель підприємством заплановано створити чисті лісові культури сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) (237,4 га) та сосни кримської (*Pinus pallasiana* Lamb.) (123,2 га), питома вага яких становить 54 та 28% відповідно. Щодо інших деревних видів, то частка культур дуба звичайного (*Quercus robur* L.) займатиме 9%, робінії звичайної (*Robinia pseudoacacia* L.) – 5, тополі (*Populus* L.) – 3, клена гостролистого (*Acer platanoides* L.) – 1, липи широколистої (*Tilia platyphyllos* Scop.) – 0,3% (рис. 4). Таким чином, серед запроєктованих культур абсолютно переважають хвойні деревні види – 82%, тоді як питома вага листяних становить лише 18%.

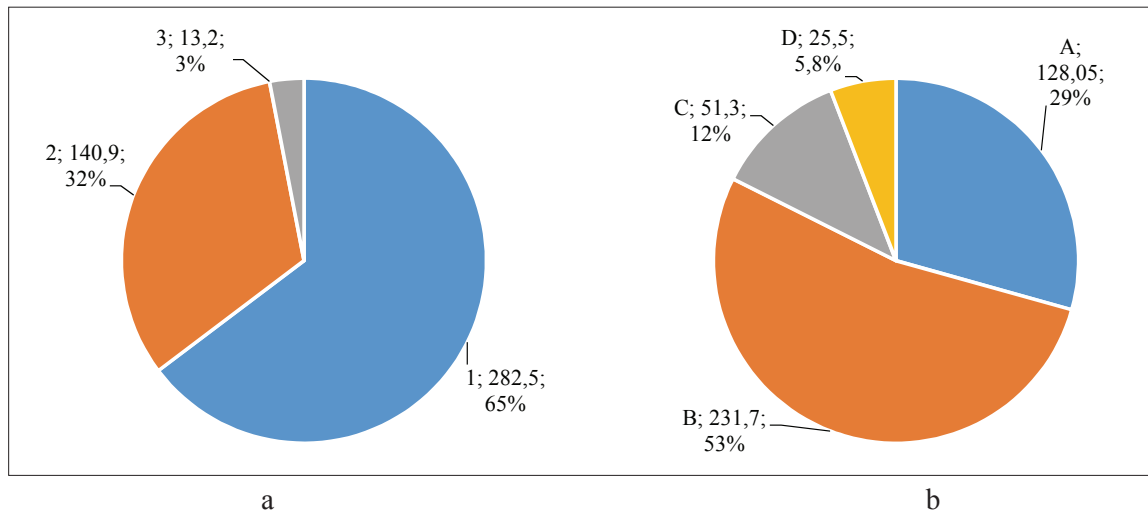


Рис. 3. Диференціація земель, запроєктованих під створення лісових культур, за групами вологості і трофності типів лісорослинних умов (площа, га; частка, %): а) – за вологістю; 1 – А₁, В₁, С₁, D₁; 2 – А₂, В₂, С₂, D₂; 3 – С₃, D₃; б) – за трофністю

Fig. 3. Differentiation of lands intended for the planting of forest crops according to groups of soil moisture and soil nutrient status of the forest site conditions а) – by moisture (hygrotops): 1 – А₁, В₁, С₁, D₁; 2 – А₂, В₂, С₂, D₂; 3 – С₃, D₃; б) – by soil nutrient status (trophotops)

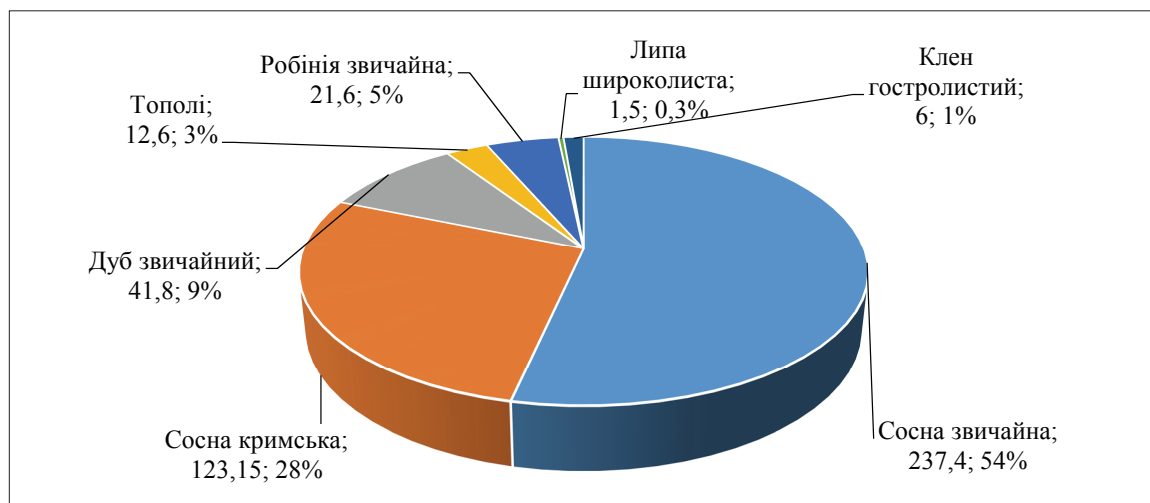


Рис. 4. Розподіл запроєктованих під лісорозведення площі за деревними видами (площа, га; частка площі, %)

Fig. 4. Distribution of areas planned for afforestation by forest tree species

Загальновідомо, що сухі умови на ділянках, відведених під лісорозведення, витримують найбільш посухостійкі деревні види, зокрема сосна звичайна та сосна кримська, дуб звичайний, робінія звичайна, які й заплановано висадити на землях філії «Петриківське ЛГ». Водночас, за даними ДАЛР України фактична середня приживлюваність лісових культур на Дніпропетровщині упродовж останнього п'ятиліття не перевищувала 41%, що в 1,7 рази нижче ніж нормативний показник (70%). При цьому домінуючою причиною загибелі лісових культур (у 97,3% випадків) є посуха.

Зауважимо, що за оцінками кліматологів, останні 20 років для Степу України виявилися найбільш екстремальними за повторюваністю аномальних погодних явищ, кількість яких збільшилася

утричі (від 23 до 70%) (Пічура та ін., 2022). Загалом середньорічний показник температури повітря з 1945 по 2019 рр. збільшився на 3,5°C, сумарна кількість атмосферних опадів упродовж цього періоду варіювала в межах 186-778 мм, а вже останнє 20-ліття характеризується зменшенням їхньої кількості до 300-500 мм, тобто на 40%. За даними В.І. Пічура та ін. (2022), за умов збереження тенденцій потепління, тренд – циклічне підвищення середньорічної температури щорічно становитиме 0,06°C (з ймовірністю 93%) й до 2030 року досягне 12,9±0,2°C. Щодо опадів, то з ймовірністю 80% їхня кількість у середньому щорічно буде зменшуватися на 62,0 мм й до 2030 року становитиме 427±50 мм. За даними Ю.В. Лихолат та ін. (2019), середньорічна кількість опадів у степовому

Придніпров'ї становила 472 мм, у посушливі роки зменшуючись до 250 мм, а кількість днів з опадами на рік варіювала від 125 до 160.

Проведений нами аналіз температурного режиму Дніпропетровщини (за даними метеостанції 330004 (UKDD) за період 2010-2023 рр. (*Weather*) свідчить, що упродовж найінтенсивнішої вегетації (з травня по вересень) екстремально високі температури в середньому реєструють упродовж сорока семи днів, зокрема з температурою від 30 до 35°C – тридцять п'ять, а з температурою 35-40°C – дванадцять. Вочевидь, що для щойно висаджених на лісокультурну площу саджанців такі умови є стресовими. Особливо це стосується тендітних рослин сосни звичайної, які часто за таких температур отримують опіки.

Ще одним потужним кліматичним явищем, що спричиняє загибель новостворених лісових культур сосни звичайної є суховії, які завдають їм як прямої травматичної дії, так і опосередковано впливають на всихання, провокуючи посилення транспірації рослин через наростання посушливості ґрунту.

Дискусія (Discussion). До 2035 р. лісистість України має зрости до 18%, що передбачає створення лісів на землях, які раніше не були вкриті лісовою рослинністю, насамперед, на малопродуктивних і деградованих ділянках. У нашій країні є значний резерв таких земель. Зокрема площа земель, що перебувають на етапі консервації, становить 22,7 тис. га, а земель, де потрібна консервація – 865,4 тис. га, з яких деградовані ґрунти займають 368,3 тис. га, малопродуктивні – 463,1, техногенно забруднені – 34,0, техногенно порушені, які підлягають рекультивції – 143,8 тис. га. Реалізація численних державних програм щодо зупинення деградації й опустелювання ґрунтового покриву, збільшення лісистості території, насамперед стосуються південної та південно-східної частин України, тобто земель з найвищим рівнем розораності та, відповідно, антропогенної трансформації. Так, зокрема під час дії згаданої вище Державної цільової програми «Ліси України» лісгоспам під лісорозведення передано близько 210 тис. га деградованих і малопродуктивних земель, з яких 190932 га або 91%, розташовані у Степу.

Існуючі й прогнозовані тренди кліматичних змін, які відбуваються у степових регіонах, а також статистичні дані Державного агентства лісових ресурсів України щодо низької приживлюваності лісових культур, створених під час лісорозведення, є підґрунтям задля опрацювання та впровадження адаптивно-кліматичних заходів у галузі лісового господарства. Одним із таких заходів у контексті кліматично адаптованого лісорозведення є оптимізація асортименту створюваних лісових культур з урахуванням їхнього цільового призначення, екологічних потреб та умов середовища. Склад лісових порід, що застосовується лісгосподарськими підприємствами під час лісовиро-

щування та лісорозведення, здебільшого залишається сталим, незважаючи на значні зміни природних та інших умов. Насамперед це стосується одного з головних лісоутворювачів – сосни звичайної, яка є найтипівішим представником оліготрофних і ксерофітних лісових деревних видів та характеризується широким ареалом розповсюдження й значною пластичністю до природного середовища. Втім у науковій періодиці все частіше з'являються повідомлення щодо її уразливості у південній і південно-східній частинах України до тривалих атмосферної й ґрунтових посух, екстремально високих температур повітря, шкідливих комах і збудників хвороб (Шлапак, 2003; Поляков, Суслова, 2004; Приходько та ін., 2022). Деякі автори рекомендують узагалі утримуватися від створення насаджень сосни на відкритому незахищеному просторі (Терещенко, Лось, 2014) та у ТЛЮ А₀, А₁ (Назаренко та ін., 2020). Водночас, результати досліджень щодо адаптаційної здатності лісових деревних видів до кліматичних змін доводять перспективність використання у сухому жаркому кліматі *P. nigra*, яку пропонується вводити до складу культур як на легких (піщаних) (Шлапак, 2003), так і важких (суглинкових) ґрунтах (Орловська, Марчук, 2008). Порівнянням стійкості видів родини *Pinaceae* у південному та південно-східному Степу встановлено, що обираючи поміж сосною звичайною та сосною кримською, варто віддавати перевагу *P. pallasiana*, яка хоча й дещо поступається у рості *P. sylvestris*, втім є стійкішою щодо пошкодження шкідниками та ураження хворобами (Поляков, Суслова 2004; Соломаха, Поляков, Суслова, 2009), а *P. sylvestris* доцільніше вводити в культури як супутній вид (Шлапак, 2003).

В умовах південно-східного Степу на дрібних дернових ґрунтах зі складним пересічним рельєфом *P. pallasiana*, завдяки своїй посухостійкості та пластичності до ґрунтових умов, є перспективнішим видом, ніж навіть *Q. robur* (Бородавка, 2015). Ще однією дуже важливою перевагою *P. pallasiana* у сухому кліматі Степу є її краща приживлюваність і збережуваність на другий рік після створення лісових культур, яка досягає 65,6% проти 50,3% у *P. sylvestris* (Булат, Башчеванжи, 2015).

Доволі цікавими є результати дослідження Л.С. Савельєвої (1975) щодо взаємодії кореневих систем деревних рослин і кущів у захисних насадженнях степового клімату. Так, наприклад, корені певних деревних видів вільно проникають у зону ризосфери одне одного, переплітаються, скручуються, тісно стикаються, водночас уникаючи коренів інших деревних видів, заглиблюючись нижче або поширюючись у бік від нього. Зокрема, коренева система дуба звичайного тісно взаємодіє з коренями ясени зеленого, абрикоса, шовковиці, смородини золотавої, втім уникає контакту з коренями клена гостролистого, карагани, в'яза шорсткого. Знання взаємодії кореневих систем деревних порід відкриває широкі можливості у визначенні ступеня потенційної життєздатності рослинного організму,

добору та змішування деревних видів для захисних лісових смуг, створенні довговічних і стійких лісових насаджень.

Вагомим чинником ризику та причиною ослаблення лісових культур на початковому етапі їхнього створення є використання осінніх термінів садіння, а також орієнтація на головний вид, а не на склад і форму корінних деревостанів відповідного типу лісу (Маурер та ін., 2019). Втім у степових умовах орієнтацію на корінні деревостани здебільшого неможливо реалізувати через їхню відсутність. Зауважимо, що якщо йдеться про створення різноцільових захисних лісонасаджень, на яке й спрямоване степове лісорозведення, поділ лісових порід на головні та супутні є доволі умовним, оскільки один і той самий деревний вид у різних умовах може бути як головним, так і супутнім. Окрім того, у степових умовах, де чітко простежується виразна екологічна невідповідність середовища щодо формування життєздатних лісових насаджень, потрібно значну увагу приділяти складу деревних порід, уникаючи монокультур та віддаючи перевагу мішаним насадженням. У степовому кліматі набувають особливого значення такі властивості деревних видів, як посухо- та жаростійкість, солевитривалість, здатність до тимчасового гальмування росту, стійкість до шкідників і збудників хвороб, відновлення кореневими паростками тощо.

Висновки (Conclusions). В умовах глобальних кліматичних змін лісогосподарським підприємствам України, особливо розташованим у степових регіонах, потрібно орієнтуватися на кліматично адаптоване ведення лісового господарства, впроваджуючи його підходи вже на етапі проектування лісових культур. Лісогосподарським підприємствам у степовому кліматі потрібно ширше застосовувати посухостійкі листяні деревні види, новостворені культури за участю яких є стійкішими, ніж хвойні, до тривалих періодів екстремально високих температур упродовж вегетаційного періоду. Так, у сухих бідних і порівняно бідних типах лісорослинних умов домішкою до сосни звичайної може бути робінія звичайна (за винятком понижених елементів рельєфу, де робінія вимерзає), а в сухих сугрудових і грудових умовах до дуба звичайного – абрикос звичайний (*Prunus armeniaca* L.), шовковиця біла (*Morus alba* L.), які виявляють посухо- та жаростійкість і деяку солевитривалість. Зауважимо, що Державною регуляторною службою України (повідомлення від 20.09.2023) скасовано Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 03.04.2023 № 184 «Про затвердження переліку інвазійних видів дерев із значною здатністю до неконтрольованого поширення», в якому робінію було віднесено до інвазійних видів (Державна регуляторна служба ..., 2023). Доцільно обмежити використання сосни звичайної, надаючи пріоритет сосні кримській, саджанці та культури якої є стійкішими до тривалої посухи, високих тем-

ператур, шкідливих комах і збудників хвороб, а також можливе введення сосни чорної (*Pinus nigra* J.F. Arnold.). У дуже сухих борових умовах альтернативою деревним видам має стати чагарникова рослинність.

Список літератури (References)

- Бельгард, А. Л. (1971). *Степное лесоведение*. Москва: Лесная промышленность. [Belgard, A. L. (1971). *Steppe forestry*. Moscow: Forest industry] (in Russian)
- Біла, Ю. М., Ткач, Л. І., Юхновський, В. Ю. (2018). *Формування лісомеліоративного комплексу екологічно збалансованих агроландшафтів Байрачного Степу*. Київ: Видавництво Кондор. [Bila, Yu. M., Tkach, L. I., & Yukhnovsky, V. Yu. (2018). *Formation of a forest reclamation complex of ecologically balanced agrolandscapes of the Bayrachny Steppe*. Kyiv: Condor Publishing House] (in Ukrainian)
- Бородавка, В. О. (2015). *Ліси Донеччини: науково-інформаційний довідник*. Луцьк: Ініціал. [Borodavka, V. O. (2015). *Forests of Donetsk region: scientific and informational guide*. Lutsk: Initial] (in Ukrainian)
- Буллат, А. Г., Басчеванжи, А. О. (2015). Вивчення стану та росту лісових культур сосни в умовах степу на прикладі державного підприємства «Приморське лісове господарство». *Науковий вісник НЛТУ України*, 25(10), 104-108. [Bulat, A., & Baschevanzhi, A. (2015). A study of the status and growth of pine plantations in the steppe conditions on an example of state enterprises "Primorsk Forestry District". *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 25(10), 104-108. <https://doi.org/10.15421/40251015>]
- Вакулюк, П. Г. (1993). *Підвищення продуктивності і якості лісів України лісокультурними методами*. Київ: Урожай. [Vakulyuk, P. G. (1993). *Increasing the productivity and quality of forests of Ukraine by silvicultural methods*. Kyiv: Urozhay] (in Ukrainian)
- Гладун, Г. Б., Юхновський, В. Ю., Суска, А. А., Горошко, В. В., Сидоренко, С. В. (2019). Відтворення лісів та лісова меліорація в Україні: витоки, сучасний стан, виклики сьогодення та перспективи в умовах антропоцену. За заг. ред. проф. Ніколаєнка С. М. *Лісомеліоративна справа в Україні: витоки, сучасний стан, виклики сьогодення та перспективи*, 269-283. Київ: Ліра-К. [Gladun, G. B., Yukhnovsky, V. Yu., Suska, A. A., Horoshko, V. V., & Sydorenko, S. V. (2019). Forest restoration and forest melioration in Ukraine: beginning, current state, challenges of the present and prospects in the conditions of the anthropocene. In S. M. Nikolayenko (Ed.). *Forestry melioration industry in Ukraine: beginning, modern state, present challenges and prospects*, 269-283. Kyiv: Lira-K] (in Ukrainian)
- Горейко, В. А. (2017). Биогеоценотическая устойчивость лесных культурбиогеоценозов в Степи Украины. *Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель*, 46, 130-136. [Goreiko, V. A. (2017). Biogeocenotic stability of forest cultural

- biogeocenoses in the Steppe of Ukraine. *Issues of steppe forestry and forest reclamation of soils*, 46, 130-136. <https://doi.org/10.15421/411721> (in Russian)
- Даниленко, О.М., Ющик, В.С., Румянцев, М.Г., Мостепанюк, А.А. (2021). Особливості росту та стану соснових культур, створених різним садивним матеріалом, у Південно-східному Лісостепу України. *Науковий вісник НЛТУ України*, 31(1), 26-29. [Danylenko, O.M., Yushchuk, V.S., Rumiantsev, M.H., & Mostepaniuk, A.A. (2021). Some features of the growth and condition of pine plantations created by different planting material in the South-eastern Forest-steppe of Ukraine. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 31(1), 26-29. <https://doi.org/10.36930/40310104>] (in Ukrainian)
- Державна регуляторна служба України. Повідомлення від 20 вересня 2023 року № 1. Про необхідність скасування регуляторного акта. [State Regulatory Service of Ukraine. Notification dated September 20, 2023 No. 1. On the need to cancel the regulatory act. Retrieved from https://uncg.org.ua/wp-content/uploads/2023/10/povidomlennya_invazijni_dereva_ocr_z_kep.pdf] (in Ukrainian)
- Державна цільова програма «Ліси України» на 2010-2015 роки (2009). Київ: Кабінет міністрів України. [State Target Program "Forests of Ukraine" for 2010-2015 (2009). Kyiv: Cabinet of Ministers of Ukraine. Retrieved from: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/977-2009-п>] (in Ukrainian)
- Криницький, Г.Т., Чернявський, М.В. (2015). Наближене до природи лісівництво – основа сталого ведення лісового господарства в Карпатському регіоні (досвід України і Словаччини). *Лісівництво і агролісомеліорація*, 126, 52-59. [Krynitsky, G.T., & Chernyavsky, M.V. (2015). Close to nature forestry is the basis of sustainable forest management in the Carpathian Region (Experience of Ukraine and Slovakia). *Forestry and Forest Melioration*, 126, 52-59. Retrieved from <https://forestry-forestmelioration.org.ua/index.php/journal/article/view/178/169>] (in Ukrainian)
- Лихолат, Ю.В., Хромих, Н.О., Дідур, О.О., Оковитий, С.І., Матюха, В.Л., Савосько, В.М., Лихолат, Т.Ю. (2019). Сучасний стан антропогенної трансформації екосистем степового Придніпров'я. Кривий Ріг: ФОП Чернявський Д.О. [Lykholat, Y.V., Khromykh, N.O., Didur, O.O., Okovityu, S.I., Matyukha, V.L., Savosko, V.M., & Lykholat, T.Y. (2019). *The current state of anthropogenic transformation of the steppe Dnieper' ecosystems*. Kryvyi Rih: Publishing house Cherniavskyi D.] (in Ukrainian)
- Маурер, В.М., Гордієнко, М.І., Бровко, Ф.М. Фучило, Я.Д., Пінчук, А.П., Кичиліук, О.В. Іванюк, І.В. (2009). *Теоретичні та технологічні основи відтворення лісів на засадах екологічно орієнтованого лісівництва: науково-методичні рекомендації*. Київ: Видавничий центр НУБіП України. [Maurer, V.M., Gordienko, M.I., Brovko, F.M. Fuchilo, Ya.D., Pinchuk, A.P., Kichilyuk, O.V., & Ivanyuk, I.V. (2009). *Theoretical and technological foundations of forest reproduction based on environmentally oriented forestry: scientific and methodological recommendations*. Kyiv: National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Retrieved from https://wood.openforest.org.ua/wp-content/uploads/2020/02/nti_2.pdf] (in Ukrainian)
- Маурер, В.М., Ведмідь, М.М., Гузь, М.М., Распопіна, С.П., Романовський, В.Ф., Чигринець, В.П. ..., Кайдик, О.Ю. (2019). Відтворення лісів та лісова меліорація в Україні: витоки, сучасний стан, виклики сьогодення та перспективи в умовах антропогену. За заг. ред. проф. Ніколаєнка С.М. *Відтворення лісів в Україні: витоки, виклики сьогодення, головні завдання та шляхи їх вирішення в умовах антропогену*, 77-118. Київ: Ліра-К. [Maurer, V.M., Vedmid, M.M., Guz, M.M., Raspopina, S.P., Romanovskiy, V.F., Chyhrynets, V.P. ..., Kaidyk, O.Yu. (2019). Forest restoration and melioration in Ukraine: origins, current state, challenges of the present and prospects in the Anthropocene. In S.M. Nikolayenko (Ed.), *Forest restoration and forest melioration in Ukraine: origins, challenges of the present, main tasks and ways to solve them in the conditions of Anthropocene*, 77-118. Kyiv: Lira-K] (in Ukrainian)
- Назаренко, С.В., Головащенко, М.Ф., Котовська, Ю.С. (2020). Щодо чинників впливу на збереженість лісових культур сосни на згарищах в умовах Олешківських пісків. *Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*, 73, 85-92. [Nazarenko, S.V., Golovashchenko, M.F., & Kotovska, Yu.S. (2020). As for the factors influencing the safety of pine forest crops in fires in the Oleshkovsky Sands. *Irrigated agriculture: interdepartmental thematic scientific collection*, 73, 85-92. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.73.16>] (in Ukrainian)
- Орловська, Т.В., Марчук, О.О. (2008). Досвід вирощування сосни чорної австрійської у Байрачному степу України. *Лісівництво і агролісомеліорація*, 112, 281-285. [Orlovska, T.V., & Marchuk, O.O. (2008). Experience of austrian pine growing in the Steppe of Ukraine. *Forestry and Forest Melioration*, 112, 281-285. Retrieved from <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/16310/44-Orlovska.pdf?sequence=1>] (in Ukrainian)
- Остапенко, Б.Ф. (2003). Типи лісу рівнинної території України. *Науковий вісник НЛТУ України*, 13(3), 27-42. [Ostapenko, B.F. (2003). Forest types of the plain territory of Ukraine. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University of Ukraine*, 13(3), 27-42. Retrieved from https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2003/13_3/27_Ostapenko_13_3.pdf] (in Ukrainian)
- Пічура, В.І., Потравка, Л.О., Рутта, О.В. (2022). Просторово-часовий аналіз і прогноз кліматичних змін у зоні Степу України. *Екологічні науки*, 6(45), 110-118. [Pichura, V., Potraka, L., Rutta, O. (2022). Spatial and temporal analysis and prognosis of climatic changes in the Steppe zone of Ukraine. *Ecological Sciences*, 6(45), 110-118. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.6-45.18>] (in Ukrainian)

- Погребняк, П. С. *Основы лесной типологии* (1955). Киев: Изд-во АН УССР. [Pogrebnyak, P.S. (1955). *Basics of forest typology*. Kyiv: Publishing House of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR] (in Russian)
- Поляков, А. К., Суслowa, О. П. (2004). *Хвойные на юго-востоке Украины*. Донецк: Норд-Пресс. [Polyakov, O.K., & Suslova, O.P. (2004). *Conifers in the south-east of Ukraine*. Donetsk: Nord-Press] (in Russian)
- Приходько, О. Б., Пастернак, В. П., Пивовар, Т. С., Яроцький, В. Ю., Лялін, О. І. (2022). Особливості динаміки таксаційних показників і стану лісів у Придніпровському Степу в контексті зміни клімату. *Лісівництво і агролісомеліорація*, 141, 23-32. [Prykhodko, O., Pasternak, V., Pyvovar, T., Yarotskyi, V., & Lialin, O. (2022). Features of forest mensuration characteristics and health condition dynamics in Prydniprovsky Steppe of Ukraine: climate change context. *Forestry and Forest Melioration*, 141, 23-32. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.141.2022.23>] (in Ukrainian)
- Публічний звіт державного агентства лісових ресурсів України за 2018 рік (2018). Київ: ДАЛР України. [Public report of the head of the State Forestry Agency of Ukraine in 2018 (2018). Kyiv: State Forestry Agency of Ukraine. Retrieved from http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=199049&cat_id=32888] (in Ukrainian)
- Публічний звіт державного агентства лісових ресурсів України за 2023 рік (2023). Київ: ДАЛР України. [Public report of the head of the State Forestry Agency of Ukraine in 2023 (2023). Kyiv: State Forestry Agency of Ukraine. Retrieved from <https://forest.gov.ua/agentstvo/komunikaciyi-z-gromadskisty/publicni-zviti-derzhlisagentstva>] (in Ukrainian)
- Распопина, С. П., Ведмідь, М. М., Біла, Ю. М., Горошко, В. В. (2019). Стан та основні проблеми лісорозведення в Україні. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 10(4), 64-72. [Raspopina, S.P., Vedmid, M.M., Bila, Y.M., & Horoshko, V.V. (2019). Conditions and main problems of afforestation in Ukraine. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 10(4), 64-72. <https://doi.org/10.31548/forest2019.04.064>] (in Ukrainian)
- Савельева, Л. С. (1975). *Устойчивость деревьев и кустарников в защитных лесных насаждениях*. Москва: Лесная промышленность. [Savelyeva, L.S. (1975). *Stability of trees and shrubs in protective forest plantations*. Moscow: Forestry industry] (in Russian)
- Соломаха, Н. Г., Поляков, О. К., Суслowa, О. П. (2009). Випробування видів сосен у Донецькому Ботанічному саду НАН України: результати та перспективи. *Лісівництво і агролісомеліорація*, 116, 200-203. [Solomaha, N.G., Polyakov, O.K., & Suslova, O.P. (2009). Test of pine species in Donetsk Botanical Garden: results and perspectives. *Forestry and Forest Melioration*, 116, 200-203. Retrieved from <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/16489/31-Solomaha.pdf?sequence=1>] (in Ukrainian)
- Терещенко, Л. І., Лось, С. А. (2014). Розширене відтворення лісових ландшафтів Дніпропетровщини із залученням селекційних підходів. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*, 1(33), 120-123. [Tereshchenko, L.I., & Los, S.A. (2014). Expanded reproduction of forest landscapes of the Dnepropetrovsk region using selection approaches. *Bulletin of the Dnepropetrovsk State Agrarian-Economic Universitet*, 1(33), 120-123. Retrieved from [vddau_2014_1_26\(1\).pdf](http://vddau_2014_1_26(1).pdf)] (in Ukrainian)
- Шлапак, В. П. (2003). Особливості заліснення Нижньодніпровських пісків культурами інтродукованих видів роду *Pinus* L. *Лісівнича академія наук України: наукові праці*, 2, 71-74. [Shlapak, V.P. The features of forest plantings on the sandy soil of the lower Dnieper by introduced species of the genus *Pinus* L. *Forestry Academy of Sciences of Ukraine: Scientific works*, 2, 71-74. Retrieved from http://base.dnsgb.com.ua/files/journal/Nauk-Praci-LANU/2003_2/LAN_2_All.pdf] (in Ukrainian)
- Юхновський, В. Ю., Гладун, Г. Б., Соваков, О. В., Лобченко, Г. О. (2019). Відтворення лісів та лісова меліорація в Україні: витоки, сучасний стан, виклики сьогодення та перспективи в умовах антропогену. За заг. ред. проф. Ніколаєнка С. М. *Сучасний стан, проблеми і перспективи розвитку агролісівництва в Україні*, 269-283. Київ: Ліра-К. [Yukhnovsky, V.Yu., Gladun, G.B., Sovakov, O.V., & Lobchenko, G.O. (2019). Forest restoration and forest melioration in Ukraine: beginning, current state, challenges of the present and prospects in the conditions of the anthropocene. In S.M. Nikolayenko (Ed.). *Current state, problems and prospects for the development of agroforestry in Ukraine*, 269-283. Kyiv: Lira-K] (in Ukrainian)
- Weather: веб-сайт. URL: <https://en.tutiempo.net/climate/ukraine.html>
- Barrette, M., Leblanc, M., Thiffault, N., Paquette, A., Lavoie, L., Bélanger, L., ... Deshaies, M.-É. (2014). Issues and solutions for intensive plantation silviculture in a context of ecosystem management. *The Forestry Chronicle*, 90(6), 748-762. <https://doi.org/10.5558/tfc2014-147>
- Bhadouria, R., Singh, R., Srivastava, P., & Raghubanshi, A.S. (2016). Understanding the ecology of tree-seedling growth in dry tropical environment: a management perspective. *Energy, Ecology and Environment*, 1, 296-309. <https://doi.org/10.1007/s40974-016-0038-3>
- Depardieu, C., Girardin, M.P., Nadeau, S., Lenz, P., Bousquet, J., & Isabel, N. (2020). Adaptive genetic variation to drought in a widely distributed conifer suggests a potential for increasing forest resilience in a drying climate. *New Phytologist*, 227(2), 427-439. <https://doi.org/10.1111/nph.16551>
- Groot, A., & Cortini, F. (2016). Effects of initial planting density on tree and stand development of planted black spruce up to age 30. *The Forestry*

- Chronicle*, 92(2), 200-210. <https://doi.org/10.5558/tfc2016-039>
- Grossnickle, S.C. (2005). Importance of root growth in overcoming planting stress. *New Forests*, 30(2-3), 273-294. <https://doi.org/10.1007/s11056-004-8303-2>
- Mosquera-Losada, M.R., Moreno, G., Pardini, A., McAdam, J.H., Papanastasis, V., Burgess, P.J., ... Rigueiro-Rodríguez, A. (2012). Past, present, and future of agroforestry systems in Europe in agroforestry – the future of global land use. In Nair, P.K. Ramachandran; Garrity, Dennis (Eds.). *Agroforestry – The Future of Global Land Use*, 286-312. Berlin: Springer. http://www.agroof.net/agroof_ressources/documents/201210_eu_agroforesterie.pdf
- Sikström, U., Hjelm, K., Holt Hanssen, K., Saksa, T., & Wallertz, K. (2020). Influence of mechanical site preparation on regeneration success of planted conifers in clearcuts in Fennoscandia – a review. *Silva Fennica*, 54(2), 1-35. <https://doi.org/10.14214/sf.10172>
- Wiensczyk, A., Swift, K., Morneau, A., Thiffault, N., Szuba, K., ... Bell, F.W. (2011). An overview of the efficacy of vegetation management alternatives for conifer regeneration in boreal forests. *The Forestry Chronicle*, 87(2), 175-200. <https://doi.org/10.5558/tfc2011-007>

Ecological and forestry assessment of the compliance of the composition of forest crops designed for afforestation with the types of forest site conditions in the Steppe climate of Ukraine

S. Raspopina¹, A. Suska², Yu. Belay³, V. Goroshko⁴

The dynamics of afforestation (over the last twenty years) in Ukraine and the indicators of survival and preservation of 1-3-year-old forest crops in the steppe regions (according to the data of the State Agency of Forest Resources of Ukraine) were analyzed. It is shown that particularly low rates of preservation of woody plants are characteristic of forest crops created during afforestation in forestry enterprises of Dnipropetrovsk, Donetsk, Mykolaiv, Kherson and Zaporizhzhya regions. The main cause of low survival rates and preservation of crops is drought. In particular, in Dnipropetrovsk region over the last five years, the actual average survival rate of forest crops did not exceed 41 %, which is 1.7 times lower than the standard indicator (70 %). The dominant cause of forest crops mortality (97.3 % of cases), as in other steppe areas, is drought. The projects for the creation of forest crops at the Branch "Petrikivske Forestry" of the State Specialized Forest Enterprise "Forests of Ukraine" (Dnipropetrovsk region) for the year 2023 were analyzed from the point of view of the compliance of

the composition of the projected forest crops with the existing types of forest site conditions. A study of the dynamics of the temperature regime in Dnipropetrovsk region for the period 2010-2023 showed that during the most active growing season (from May to September), extremely high temperatures last for an average of 47 days. Moreover, the average number of days with temperature from 30 to 35° C is 35, and with temperatures of 35-40°C is 12 days. Considering the low viability of forest crops created during afforestation, as well as the tendency towards increased drought, ways to optimize the composition of forest crops have been proposed. Forestry enterprises in the conditions of the steppe climate, which are focused on the creation of protective, recreational, sanitary and other forest stands, are recommended to use more widely drought-resistant broad-leaved species, the seedlings of which are more resistant than conifers to long periods of high temperatures. For example, it is recommended to use *Robinia pseudoacacia* more widely in dry relatively fertile forest site conditions (FSC – C₁) and in relatively infertile conditions (B₁) (except for lowland relief elements). In dry relatively fertile or fertile forest site conditions (C₁, D₁), *Quercus robur* should be supplemented with *Prunus armeniaca* and *Morus alba*, which exhibit high drought and heat resistance. It is advisable to limit the use of *Pinus sylvestris*, giving preference to *Pinus pallasiana*, whose sprouts, seedlings, and elder trees are more resistant to drought, insect pests and pathogens. In very dry infertile forest site conditions (B₀), an alternative to forest plantations should be shrubby vegetation.

Key words: steppe forests; ecological incompatibility; survival; *Pinus sylvestris* L.; *Pinus pallasiana* Lamb.; resistance to drought.

¹ Svitlana Raspopina – Full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor Habil. (Agricultural Sciences), the G.M. Vysotsky Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration, 86 Hryhoriy Skovoroda st., Kharkiv, 61024, Ukraine. Associate Professor at the Department of Forest Plantations, Land Reclamation, Landscape Architecture and Park Management; State Biotechnological University, 44 Alchevskiyh st., Kharkiv, 61002, Ukraine. E-mail: s_raspopina@ukr.net ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1880-9364>

² Anastasiia Suska – Doctor of Economic Sciences, professor, Dean of the Faculty of Forestry, Woodworking Technologies and Land Management, State Biotechnological University, the village of Dokuchaevske – 2, Kharkiv region, 62483, Ukraine. E-mail: n.suscka@gmail.com ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7465-1776>

³ Yulia Belay – PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor at the Department of Forest Plantations, Land Reclamation, Landscape Architecture and Park Management. State University of Biotechnology, the village of Dokuchaevske – 2, Kharkiv region, 62483, Ukraine. E-mail: belay_1980@ukr.net ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1446-8168>

⁴ Vitalii Goroshko – PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor at the Department of Forestry and Hunting. State University of Biotechnology, the village of Dokuchaevske – 2, Kharkiv region, 62483, Ukraine. E-mail: lesovodhnau@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8186-6214>