

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН В УМОВАХ ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ ЗА ВИРОЩУВАННЯ СІЯНЦІВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ (*PINUS SYLVESTRIS* L.)

О.М. Нагорнюк¹, С.І. Матковська², Б.В. Матвійчук²,
О.В. Іщук², М.М. Світельський²

¹ Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: opagornuk@ukr.net; ORCID: 0000-0002-6694-9142

² Поліський національний університет (м. Житомир, Україна)
e-mail: matkovska@ukr.net; ORCID: 0000-0002-8019-5498
e-mail: bogdanmatviychuk@ukr.net; ORCID: 0000-0002-7872-2420
e-mail: ischuko@ukr.net; ORCID: 0000-0002-8993-8366
e-mail: svitmm71@ukr.net; ORCID: 0000-0003-1501-4168

Наведено результати досліджень екологічного значення регуляторів росту рослин на ріст сіянцив сосни звичайної в умовах закритого ґрунту — теплицях Соболівського лісництва Дочірного підприємства «Романівський лісгосп АПК» Житомирського обласного комунального агролісгосподарського підприємства «Житомироблагроліс» Житомирської обласної ради. Під час проведення дослідів використовувались препарати гуматикалію, Епін (виробник Агріфлекс), Альга-600. Здійснено агрохімічний аналіз ґрунту в теплицях дослідного господарства. Вивчення впливу регуляторів росту на екологічний стан рослин, їх сходи та сіянці відбувалось впродовж вегетаційного періоду 2021 р. Вивчено вплив регуляторів росту рослин на насіння сосни звичайної за підготовки насінневого матеріалу до посіву, виявлено найбільшу ефективність передвисівного намочування насіння сосни звичайної у водних розчинах регуляторів росту у досліді з гуматамикалію та Епіном. З'ясовано, що за обробки сіянці у теплицях найбільший стимулювальний ефект досягається за використання розчинів Епіну та гуматів калію за концентрації 5 мг/дм³ розчину, оцінено екологічний вплив на біометричні показники: висоту, діаметр кореневої шийки сіянці. Встановлено, що в хвої сосни звичайної обробленої гуматами калію вміст α -, β -хлорофілів сягає 70,4 мг/100 г сирої маси, разом із тим у хвої сосни звичайної обробленої регулятором росту Альга-600 цей показник становить 49,0 мг/100 г сирої маси та наближується до показників контрольної ділянки. За показниками накопичення α , β — хлорофілів можна прогнозувати, що сіянці оброблені гуматами калію та Епіном будуть продуктивніші за інші та не нестимуть екологічної шкоди довкіллю. Рекомендовано для агролісгосподарських підприємств, зокрема, Житомирського Полісся, а саме для Дочірного підприємства «Романівський лісгосп АПК» Житомирського обласного комунального агролісгосподарського підприємства «Житомироблагроліс» Житомирської обласної ради в умовах закритого ґрунту для отримання високоякісного посадкового матеріалу сосни звичайної використовувати стимулятори росту Епін та гумати калію з дотриманням сучасних вимог збалансованого розвитку сільськогосподарського виробництва як складової екологічної безпеки України.

Ключові слова: *Pinus sylvestris* L., насіння, сіянці, екологічне значення впливу гуматів, збалансований розвиток, екологічна безпека агролісгосподарської продукції.

ВСТУП

У сучасному світі глобальних обсягів набирає необхідність відтворення лісових культур і заліснення територій із залученням земель різного господарського при-

значення. Це питання в Україні нині надзвичайно актуальне (рис. 1).

Здійснення щорічних масштабних робіт нахшталт Всеукраїнської акції «Створюємо ліси разом», «Озеленення планети» — 1 000 000 дерев за день, із заліснення та озелення потребує збільшення обсягів ви-

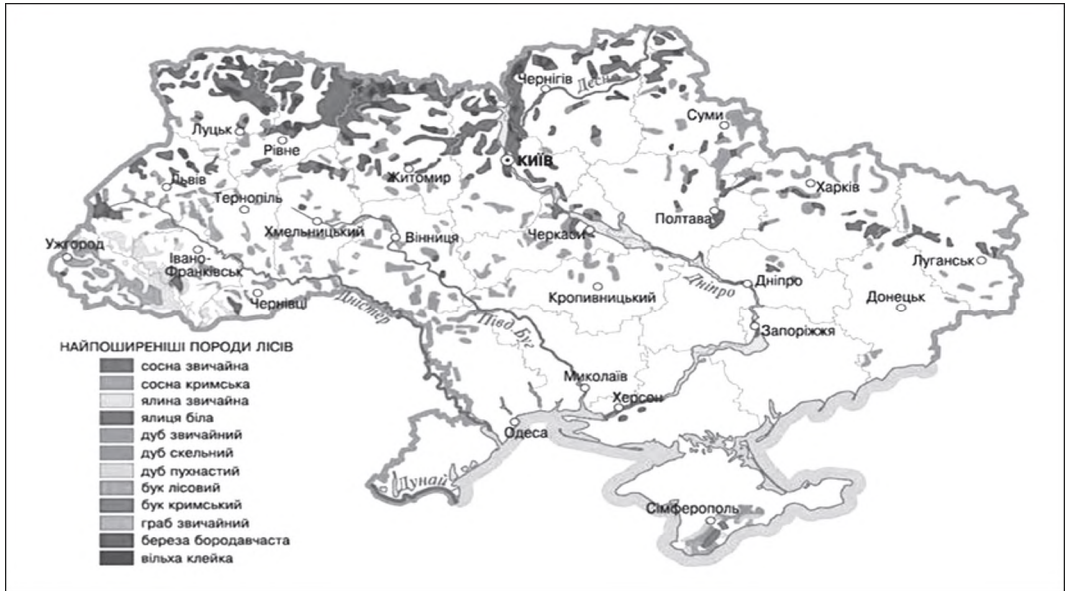


Рис. 1. Лісові ресурси України

рощування посадкового матеріалу головних лісоутворювальних порід. Саме тому актуальними є питання вирощування високоякісного садивного матеріалу сосни звичайної із використанням регуляторів росту рослин в умовах закритого ґрунту в Правобережному Поліссі України (рис. 2).

Метою роботи було удосконалення інтенсифікації вирощування садивного матеріалу у тепличних комплексах сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) за відтворен-

ня лісів у Романівському, Баранівському, Чуднівському, Пулинському, Новоград-Волинському р-нах Житомирської обл. Завданням досліджень було оцінити екологічну ефективність застосування нових регуляторів росту рослин та оптимальні норми їх витрат запередвисівної обробки насіння, визначити вміст α -, β -хлорофілів у хвої сіяньців сосни звичайної, провести дослідження інтенсивності росту сіяньців залежно від виду стимуляторів росту.



Рис. 2. Сучасний стан лісів України і лісовідтворення, європейський досвід

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Проблемою вивчення особливостей впливу на ростові характеристики садивного матеріалу сосни звичайної в умовах відкритого ґрунту займалися такі вчені, як: Урушадзе О.Т., Урушадзе Т.Ф., Ящук І.В., Шлончак Г.А., Савущик М.П., Фурдичко О.І., Дребот О.І., Мороз В.В. та ін. [1–6]. Вчені-лісівники вивчали вплив стимуляторів росту Епін екстра, Гумат ультра, Стімпо та Мегафол на насіння методом передпосівного обробити водними препаратами, а також агроекологічне значення їх використання з точки зору ефективності впливу на розвиток рослин тамінімізації забруднення довкілля. Вешицький В.А., Дульнев П.Г. вивчали особливості застосування регуляторів росту рослин за вирощування садивного матеріалу деревних порід безпосередньо у відкритому ґрунті методом обприскування саджанців деревних порід [7]. Вченими Угаровим В.Н., Борисовою В.В. було досліджено використання препарату Байкал ЕМ-1-У для вирощування саджанців сосни звичайної в умовах відкритого та закритого ґрунту [8]. Особливостям вирощування садивного матеріалу сосни звичайної насінням із покращеними спадковими властивостями у Лівобережному Лісостепу України було присвячено роботу Тараненка Ю.М. [9]. Водночас ґрунтовних досліджень вирощування садивного матеріалу сосни звичайної у полікарбонатних теплицях Правобережного Полісся України, зокрема у регіоні Житомирського Полісся не проводилось, тому актуальність вивчення питань впливу регуляторів росту рослин на ріст сіянців сосни звичайної в умовах закритого ґрунту є безперечною з огляду на екологічну безпеку і збереження якості природного середовища.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Досліди з вирощування садивного матеріалу сосни звичайної закладали у теплицях Соболівського лісництва Дочірнього підприємства «Романівський лісгосп

АПК» ЖОКАП «Житомироблагроліс» ЖОР. У дослідженнях використовували насіння *Pinus sylvestris* L., зібране у лісових насадженнях Романівського р-ну Житомирської обл. Насіння перед висіванням намочували на 24 год у воді (контроль) та водних розчинах регуляторів росту рослин: гумати калію, Епін (виробник Агріфлекс), Альга-600. Насіння висівали в теплицях Соболівського лісництва Дочірнього підприємства «Романівський лісгосп АПК» ЖОКАП «Житомироблагроліс» ЖОР, загортали ґрунтом із наступним його ущільненням. Сходи сосни обприскували у двократній повторності за допомогою пульверизатора, водними розчинами регуляторів росту рослин у фазі масового розгортання хвої та початку росту осьового пагона – 23 травня 2021 р., 14 липня 2021 р., також 8 серпня 2021 р. з розрахунку 300 мл розчину відповідної концентрації на 1 м² посівної стрічки [10–12].

Кожний варіант досліду розміщували на триметрових висівних десятирядкових стрічках. Вивчали ефективність комплексного застосування біогумусу з передвисівним намочуванням насіння сосни у розчинах гуматів калію (концентрація 2 та 5 мг/дм³), з обприскуванням сходів водними розчинами гумату калію (2 та 5 мг/дм³) у період масового розгортання хвої та на початку росту осьового пагона, а також гормоном росту Епіном шляхом намочування насіння сосни у розчинах (концентрація 2 та 5 мг/дм³), та обприскуванням сходів (концентрація 2 та 5 мг/дм³). Препарат Альга-600, морські водорості вносили шляхом намочування насіння сосни у розчинах (концентрація 2 та 5 мг/дм³), обприскуванням сіянців за фазами росту сходів (масове розгортання хвої, формування верхньої бруньки). Вміст хлорофілу визначали згідно з загальноприйнятими методиками [13; 14].

Наприкінці вегетаційного періоду у кожному варіанті дослідів заміряли висоту надземної частини сіянців, діаметр кореневої шийки, довжину кореневої системи, а також показники маси, зокрема стовбурця, хвої, кореневої системи.

Обробку отриманих результатів проводили методами варіаційної статистики з використанням пакетів Microsoft Word та Microsoft Excel [15–17].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Відбір та агрохімічний аналіз ґрунту у теплицях Соболівського лісництва Дочірнього підприємства «Романівський лісгосп АПК» відбувався у березні 2021 р.

Проведені дослідження щодо вмісту азоту, фосфору й калію, органічної речовини та обмінної кислотності у ґрунті свідчать, що ґрунти у теплицях містять достатню кількість поживних речовин для вирощування високоякісного еколого-безпечногосадивного матеріалу, нейтральну і наближену до лужної ґрунтового кислотність (табл. 1).

Рухомі форми фосфору та калію знаходяться в ґрунті в достатній кількості, вміст органічної речовини ґрунту є оптимальним для вирощування сіянців сосни звичайної в тепличних умовах (рис. 3).

На підставі здійснених досліджень встановлено ефективність передвисівного намочування насіння сосни звичайної у водних розчинах регуляторів росту у досліді з гуматами калію найбільш достовірним за t-критерієм виявився вплив на висоту та діаметр кореневої шийки сіянцівза концентрації препарату 5 мг/дм³ (рис. 4). Висота сіянців перевершувала контроль на 15%, діаметр — на 21–36%.

У всіх варіантах досліді маса коріння перевершувала контроль на 39–47%, а маса

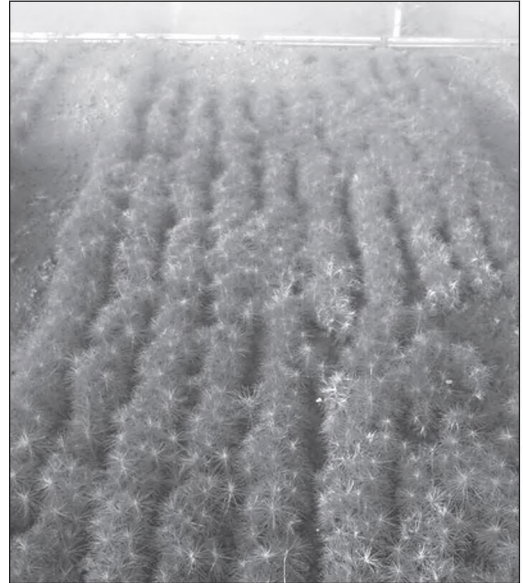


Рис. 3. Загальний вигляд сіянців сосни звичайної на контрольній ділянці

всього сіянцю — на 21–35%, стан сіянців у вересні 2019 р. у теплицях представлено на рис. 4; 5.

Гумати калію із концентрацією у розчині 2 мг/дм³ порівняно з контролем мав вплив на висоту сіянців, яка перевершувала контроль на 11%, а діаметр стовбурців біля кореневої шийки та довжина коріння — на 14%.

У розчинах Епіну ефективніша концентрація 5 мг/дм³. У цьому варіанті висота сіянців перевершує контроль на 14%, діаметр стовбурців — на 15, маса коріння — 23, сіянцю загалом — 31% (табл. 2).

Таблиця 1. Основні агрохімічні властивості тепличного ґрунту

Варіант досліді	Обмінна кислотність, рН	Гумус за Тюрнімом, %	N, що легко гідролізується, за Тюрнімом-Коновою, мг/100 г ґрунту	Рухомі форми за Чиріковим, мг/100 г ґрунту	
				P ₂ O ₅	K ₂ O
Теплиця № 1 (накриття плівкою)	6,7	4,2	147,0	202	100
Теплиця № 2 (полікарбонатне накриття)	5,9	5,3	152,0	230	124
Теплиця № 3 (накриття плівкою)	4,1	4,6	106,0	190	96



Рис. 4. Сіянци сосни звичайної, оброблені 5% розчином гуматів калію у теплиці «Соболівського лісництва» ДП «Романівський лісгосп АПК»



Рис. 5. Загальний вигляд сіянців сосни звичайної, оброблених у 2-х кратній повторності розчином 5% Епіну (Агріфлекс)

Таблиця 2. Біометричні показники однорічних сіянців сосни у дослідях з передвисівним намочуванням насіння у розчинах з регуляторами росту рослин

Концентрація, мг/дм ³	Лінійні показники			
	загальна висота		діаметр кореневої шийки	
	М ± m, см/%	tst	М ± m, мм/%	tst
Контроль	9,7±0,23 / 100	—	2,9±0,04 / 100	—
Гумати калію				
2,0	11,3±0,33 / 100	3,80	3,1±0,05 / 100	5,16
5,0	12,3±0,29 / 100	4,11	3,3±0,06 / 100	6,28
Епін (Агріфлекс)				
2,0	10,2±0,34 / 100	1,19	3,0±0,04 / 100	3,67
5,0	11,3±0,27 / 100	1,57	2,9±0,04 / 100	2,17
Альга-600				
1,0	9,7±0,27 / 100	1,63	2,8±0,04 / 100	2,17
2,0	8,9±0,27 / 100	3,15	3,0±0,05 / 100	2,07

Примітка: tst = 1,21 (P=0,85); tst =1,73 (P=0,79).

У розчинах Альги-600 істотної різниці між обробленим матеріалом та контролем не виявлено. За намочування насіння сосни у розчинах із ростовими стимуляторами ефективнішим є варіант із нормою витрати 5 мг/дм³.

Середні показники сіянців *Pinus sylvestris* L. контрольної групи становлять 9,7 см за загальною висотою та 2,9 мм у кореневої шийки, загальний вигляд сіянців, які піддавались обробці Епіном наведено на рис. 5.

Зелені пігменти хвої α-, β-хлорофіли відіграють важливу роль у процесі фотосинтезу, оскільки вони є первинними акцепторами сонячної енергії. Вміст хлорофілів залежить від багатьох чинників, зокрема: мінерального живлення рослини, температури та вологості навколишнього середовища, походження рослини. Від кількісного складу хлорофілів залежить інтенсивність фотосинтезу, а від значення кількісного складу α-хлорофілів можна стверджувати про продуктивність певного виду рослин.

Таблиця 3. Вміст хлорофілу в хвої сіянців сосни звичайної залежно від обробки стимулювальними препаратами, мг/100 г

Назва препарату	α -662	β -664	Каротиноїди-440
Контроль	34,8	47,2	575,3
Гумати калію	47,1	70,4	756,4
Епін (брасинолід)	45,9	50,1	693,8
Альга-600	24,1	49,0	589,8

Дослідження вмісту хлорофілу в хвої сосни звичайної проводилися восени 2021 р., відбиралась хвоя на всіх досліджуваних ділянках.

Згідно із отриманими даними (табл. 3), у хвої міститься найбільша кількість α -хлорофілів, зокрема 45,7–47,1 мг/100 г сирової маси в сіянцях, оброблених гуматами калію, а найменше α -хлорофілів у хвої сіянців, оброблених Альгою-600 — 24,1–40,2 мг/100 г сирової маси.

Нагомість існує залежність між кількістю α -хлорофіліву хвої та продуктивністю. Згідно з отриманими результатами можна прогнозувати, що сіянці оброблені гуматами калію та Епіном, будуть продуктивніші за інші.

За вмістом β -хлорофілів можна стверджувати про інтенсивність процесів фотосинтезу у хвої *Pinus sylvestris* L. Так, у останньої, обробленої гуматами калію вміст β -хлорофілів сягає 70,4 мг/100 г сирової маси, а в хвої сосни звичайної, обробленої препаратом Альга-600 цей показник становить 49,0 мг/100 г сирової маси та наближується до показників контрольної ділянки. Отже, можна припустити, що фотосинтез інтенсивніше протікає в хвої сіянців оброблених гуматами калію.

За результатами досліджень вмісту α - і β -хлорофілів, із метою вирощування поліпшеного посадкового матеріалу в теплицях ДП «Романівське ЛГ» рекомендовано використовувати 5% розчин гуматів калію та Епін (Агріфлекс).

ВИСНОВКИ

За результатами досліджень зроблені такі висновки та розроблені рекомендації

Дочірньому підприємству «Романівський лісгосп АПК».

Надані результати досліджень з інтенсифікації вирощування садивного матеріалу і створення культур сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) показали екологічно збалансовані норми витрат та ефективність застосування регуляторів росту рослин щодо водорозчинних гідрофільних полімерів, приживлюваності, збереженості й росту культур сосни.

Згідно з агрохімічним аналізом, ґрунти у теплицях містять достатню кількість поживних речовин для вирощування високоякісного садивного матеріалу, нейтральну та наближену до лужної ґрунтового кислотності.

Виявлено, що найбільшу ефективність передвисівного намочування насіння сосни звичайної у водних розчинах регуляторів росту у досліді з гуматами калію, за *t*-критерієм має розчин з концентрацією препарату 5 мг/дм³. Так, за отриманими даними, висота сіянців перевершувала контроль на 15%, а діаметр — на 21–36%. За використання розчинів Епіну найбільший ефект виявлено за концентрації 5 мг/дм³. У цьому варіанті висота сіянців перевершує контроль на 14%, діаметр стовбурців — на 15, маса коріння — 23%. У хвої сосни звичайної обробленої гуматами калію вміст α -, β -хлорофілів сягав 70,4 мг/100 г сирової маси, а в хвої *Pinus sylvestris* L., обробленої препаратом Альга-600, цей показник становив 49,0 мг/100 г сирової маси та наближується до показників контрольної ділянки.

Відтак існує залежність між кількістю α - і β -хлорофіліву хвої та її продуктивні-

стю, за отриманими результатами можна прогнозувати, що сіянці оброблені гуматами калію та Епіном будуть продуктив-

ніші за інші. Отже, процеси фотосинтезу інтенсивніше протікають у хвої сіянців, оброблених гуматами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Яшук І.В., Шлончак Г.А. Досвід вирощування саджанців сосни звичайної за допомогою регуляторів росту рослин у Клавдійському лісгоспі. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2019. С. 43–46.
2. Урушадзе О.Т. та ін. Агролісівництво: еколого-збалансований розвиток: навч. посіб. / за ред. О.І. Фурдичка. Тбілісі; Київ; Херсон: ВД «Гельветика», 2019. 482 с.
3. Фурдичко О.І., Дребот О.І., Кучма Т.Л., Ільєнко Т.В. Оцінювання екосистемних послуг лісів за даними дистанційного зондування Землі. *Агро-екологічний журнал*. 2019. № 4. С. 6–16. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2019.189436>
4. Фурдичко О.І., Дребот О.І., Бобко А.М. Ліс і лісові екосистеми у складі земель лісогосподарського призначення. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 10. С. 56–60. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2019.163236>
5. Мороз В.В., Шумиґай І.В. Зниження вуглецепоглинальної здатності деревостанів Київського Полісся через загибель соснових лісів. *Агро-екологічний журнал*. 2020. № 1. С. 116–121. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2020.201281>
6. Михальська О.М., Бельдій Н.М., Дем'янюк О.С. Агро-екологічна оцінка застосування регуляторів росту рослин для вирощування овочевих культур. *Агро-екологічний журнал*. 2013. № 2. С. 71–75.
7. Вешицький В.А., Дульнєв П.Г., Сірик В.В. Проблеми застосування регуляторів росту рослин при вирощуванні садивного матеріалу деревних порід. *Наукові доповіді НАУ*. 4 (5). 2006. URL: <http://nd.nubir.edu.ua/2006-4/06wawsar.html>.
8. Угаров В.Н., Борисова В.В., Попов А.Ф. Використання препарату Байкал ЕМ-1-У для вирощування саджанців сосни звичайної. *Надія планети*. 2005. С. 3–6.
9. Тараненко Ю.М. Ріст і стан у перші два роки основних культур, створених із застосуванням вологонакопичувачів. *Екологічні, економічні та соціальні проблеми розвитку аграрної сфери в умовах 17 глобалізації*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів і молодих учених (м. Харків, 4–5 лист. 2015 р.). Харків: ХНАУ, 2015. Ч. 1. С. 185–187.
10. Горошко М.П., Миклуш С.І., Хомюк П.Г. Біометрія. Львів: Камула, 2004. 285 с.
11. Молотков П.І., Патлай І.М., Давидова Н.І. На-сінництво лісових порід. Київ: Урожай, 1989. 230 с.
12. Калінін М.І., Єлісеєв В.В. Біометрія: підруч. Миколаїв: Вид-во МФ НаУКМА, 2000. 204 с.
13. Поліщук О.В. Методи лабораторних і польових досліджень флуоресценції хлорофілу. *Український ботанічний журнал*. 2017. 74 (1). С. 86–93.
14. Швиденко П.І., Данілов О.М. Дендрологія. Чернівці: Рута, 2003. 384 с.
15. Zieliński R.J. Statystyka matematyczna stosowana. Elementy. Warszawa: Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, 2021.
16. Teoria matematyczna i metody statystyczne w pomagają badania w dziedzinie biologii. Zespół finansowanego ze środków UE projektu SPAECO (Spatial ecology: Bringing mathematical theory and data together), 2008-2013. URL: <https://cordis.europa.eu/article/id/188369-mathematical-theory-and-statistical-methods-to-aid-biology/pl>
17. Лапач С.Н., Чубенко А.В., Бабич П.Н. Статистичні методи в біомедичних дослідженнях з використанням Excel. Київ: Моріон, 2001. 408 с.

REFERENCES

1. Yashchuk, I.V. & Shlonchak, H.A. (2019). Dosvid vyroshchuvannya sadzhantsiv sosny zvychnoyi za dopomohoyu rehulyatoriv rostu roslyn u Klavdiyiv's'komu lishospi [Experience in cultivating Scots pine seedling using plant growth regulators in the Klavdiyevske Forestry Enterprise]. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya – Forestry and agroforestry*, 134, 43–46 [in Ukrainian].
2. Urushadze, O.T. & Furdychko, O.I. (Ed.). (2019). *Ahrolisivnytstvo: ekolohe-zbalansovanyi rozvytok: navch. posib [Agroforestry: ecologically balanced development]*. Kherson: VD «Helvetyka» [in Ukrainian].
3. Furdychko, O.I., Drebot, O.I., Kuchma, T.L. & Ilyenko, T.V. (2019). Otsiniuvannya ekosystemnykh posluh lisiv za danymy dystantsiinoho zonduvannya Zemli [Evaluation of forest ecosystem services based on remote sensing of the Earth]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 4, 6–16. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2019.189436> [in Ukrainian].
4. Furdychko, O.I., Drebot, O.I. & Bobko, A.M. (2017). Lis i lisovi ekosystemy u skladi zemel lisohospodarskoho pryznachennia [Forest and forestecosystem saspert of forest lands]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 10, 56–60. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2019.163236> [in Ukrainian].
5. Moroz, V.V. & Shumyhai, I.V. (2020). Znyzhennia vuhletsepolynalnoi zdatnosti derevostaniv Kyivskoho Polissia cherez zahybel sosnovykh lisiv [Decrease in carbon-absorbing capacity of stands of Kyiv Polissya due to loss of pine forests]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 1, 116–121. DOI:

- <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2020.201281> [in Ukrainian].
6. Mikhalska, O.M., Beldiy, N.M. & Demyanyuk, O.S. (2013). Ahroekolohichna otsinka zastosuvannya rehulyatoriv rostu roslyn dlya vyroshchuvannya ovochevykh kul'tur [Agroecological assessment of the use of plant growth regulators for growing vegetable crops]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 2, 71–75 [in Ukrainian].
 7. Veshitsky, V.A., Dulnev, P.G. & Sirik, V.V. (2006). Problemy zastosuvannya rehulyatoriv rostu roslyn pry vyroshchuvanni sadyvnoho materialu derevnykh porid. [Application problems of plant growth regulators at cultivation of plant material of woods species]. *Naukovi dopovidi Natsionalnoho ahrarynoho universytetu – Scientific reports of NAU*, 4 (5). URL: <http://nd.nubip.edu.ua/2006-4/06wawsar.html> [in Ukrainian].
 8. Uharov, V.N., Borysova, V.V. & Popov, A.F. (2005). Vykorystannya preparatu Baikal EM-1-U dlia vyroshchuvannya sadzhantsiv sosny zvychainoi [The use of the drug Baikal EM-1-U for growing in seedlings of Scots pine]. *Nadiiplanety – The hope of the planet*, 3–6 [in Ukrainian].
 9. Taranenko, Yu.M. (2015). Rist i stan upershi dva roky sosnovykh kultur, stvorenykh iz zastosuvanniam volohonakopychuvachiv [Growth and condition in the first two years of pine crops created with the use of moisture accumulators]. *Ekolohichni, ekonomichni ta sotsial'ni problem rozvytku ahrarynoyi sfery v umovakh 17 hlobalizatsiyi: materialy mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi studentiv, aspirantiv i molodykh uchenykh* [Ecological, economic and social problems of agricultural development in the context of globalization: materials of the international scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists]. (pp. 185–187). Kharkiv [in Ukrainian].
 10. Horoshko, M.P., Myklush, S.I. & Khomiuk, P.H. (2004). *Biometriia* [Biometrics]. Lviv [in Ukrainian].
 11. Molotkov, P.I., Patlai, I.M. & Davydova, N.I. (1989). *Nasimystvo lisovykh porid* [Seed production of forest species]. Kyiv [in Ukrainian].
 12. Kalinin, M.I. & Yeliseiev, V.V. (2000). *Biometriia* [Biometrics]. Mykolaiv [in Ukrainian].
 13. Polishchuk, O.V. (2017). Metody laboratornykh i polovykh doslidzhen fluorestsentsii khlorofilu [Methods of laboratory and field studies of chlorophyll fluorescence]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal – Ukrainian Botanical Journal*, 74 (1), 86–93 [in Ukrainian].
 14. Shvydenko, A.I. & Danilov, O.M. (2003). *Dendrologiia* [Dendrology]. Chernivtsi [in Ukrainian].
 15. Zieliński, R.J. (2021). Statystyka matematyczna stosowana. Elementy. Warszawa [in Polish].
 16. Teoria matematyczna i metody statystyczne wspomagają badania w dziedzinie biologii. Zespół finansowanego ze środków UE projektu SPAECO (Spatial ecology: Bringing mathematical theory and data together), 2008-2013. URL: <https://cordis.europa.eu/article/id/188369-mathematical-theory-and-statistical-methods-to-aid-biology/pl> [in Polish].
 17. Lapach, S.N., Chubenko, A.V. & Babych, P.N. (2001). *Statystychni metodyv biomedychnykh doslidzhen niakh z vykorystanniam Excel* [Statistical methods in biomedical research using Excel]. Kyiv [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 31.10.2021